

Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio
Ambiente y Recursos Naturales: Sostenibilidad a
Múltiples Niveles y Escalas

International Congress on Development,
Environment and Natural Resources: Multi-level and
Multi-scale Sustainability

Volumen III / Volume III
11-13 julio / July 2007
Cochabamba, Bolivia

Editado por / Edited by:
Jan Feyen, Luis F. Aguirre, Mónica Moraes R.

Publicación de la / Publication of the
Universidad Mayor de San Simón

Auspiciado por / Hosted by



Universidad Mayor de San Simón
Cochabamba, Bolivia
<http://www.umss.edu.bo/>

Organizado conjuntamente por / Jointly organized by



GTUMSS
<http://www.geotecnia.edu.bo/>



LHUMSS
<http://www.lh.umss.edu.bo/>



CASA
<http://www.fcyt.umss.edu.bo/investigacion/aguas/>



ULRA
<http://www.ulra.fcyt.umss.edu.bo/>



CBG
<http://www.biodiv-umss.org/>



CEPLAG
<http://www.ceplag.edu.bo/>



K.U.Leuven
<http://www.kuleuven.be/>



UGent
<http://www.ugent.be/>



UAntwerpen
<http://www.ua.ac.be/>

Con la participación especial de / With the special participation of



Alcaldía Municipal de Cochabamba
<http://www.cochabamba.gov.bo/>

Financiado conjuntamente por / Jointly funded by



VLIRUOS
<http://www.vliruos.be/>



K.U.Leuven
<http://www.kuleuven.be/>



Division Soil and Water Management
<http://www.biw.kuleuven.be/lbh/lbwb/>



Cooperación Belga
<http://www.btcctb.org/>



Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)
<http://www.aeci.es/>



Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
<http://www.pnud.bo/>



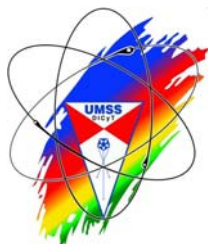
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
<http://www.ird.fr/>



Viceministerio de Ciencia y Tecnología
<http://www.conacyt.gov.bo/>



Dirección de Relaciones Internacionales y Convenios (DRIC-UMSS)
<http://www.umss.edu.bo/Academia/Direcciones/Dric>



Dirección de Instituto de Investigación (DICyT-UMSS)
<http://www.dicyt.umss.edu.bo/netcape/index.php/>



Austral and Neotropical America Section -
Society for Conservation Biology
<http://www.conbio.org/Sections/ANA/>



Centro de Estudios en Biología Teórica y
Aplicada
<http://www.biotabolivia.org.bo/>



Línea aérea AEROSUR
<http://www.aerosur.com/>



Agencia de viajes Sudamericana
<http://www.sudamericanatours.com/>

Comité de Organización / Organizing Committee

Presidente Honorario del Congreso / Honorary Congress Chair: Ing. Franz Vargas
Presidente Científico del Congreso / Scientific Congress Chair: Dr. Jan Feyen

Comité Organizador / Organizing Committee

Omar Arzabe (Presidente / Chair)

Mabel Maldonado (Vice-presidente / Vice-chair)

Miembros / members: Franz Vargas, Roberto Iriarte, José Decker, Wálter López, Nestor Guzmán, Alfredo Cosio, Jan Feyen, Luis F. Aguirre, Mabel Magariños, Susana Arrázola, Mirtha Rivero, Jenny Rojas

Comisión de Actividades Sociales / Social Activities Commission

Jenny Rojas (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Mercedes Alvarez, Jannette Verduguez, Lourdes Paravicini

Comisión de Relaciones / Relations Commission

Mirtha Rivero (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Mabel Magariños, Mabel Maldonado, Rosario Montaña, Olga Ruiz, Mauricio Rojas, Edwin Balderrama, Fabiola Vera

Comisión de Infraestructura / Infrastructure Commission

Susana Arrázola (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Olga Ruiz, Freddy Navarro, Magali Mercado, Juan Carlos Huaranca, José Balderrama, Patricia Rodríguez

Comisión Financiera / Financial Commission

Mabel Magariños (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Alejandra Saravia, María Sucre, Roxana Zambrana

Secretariado del congreso / Congress secretariat

Ing. Mabel Magariños

Programa IUC-UMSS

Universidad Mayor de San Simón

Casilla No. 1167, Cochabamba, Bolivia

Telf./Fax: + 591-4-423 4244

E-mail: congresoIUC@umss.edu.bo

Página web: <http://www.congresoIUC.umss.edu.bo/>

Comité Científico / Scientific Committee

Sub-tema 1: Desafíos y estado de avance de la geotecnia ambiental

Sub-theme 1: Challenges and state of progress in environmental geotechnics

Mauricio Salinas (Coordinador / Chair)

Miembros / members: William Van Impe, Peter Van Impe, Gabriel Rodríguez

Sub-tema 2: Avances y desafíos en la gestión integral de cuencas

Sub-theme 2: Advances and challenges in integrated river basin management

Roberto Mendez (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Jean Berlamont, Jan Feyen, Rosana Hämmerly, Felipe Cisneros, Marcelo Heredia, Fernando Carrera

Sub-tema 3: Impacto de la actividad minera sobre aguas superficiales y suelos: monitoreo, modelación y suelos

Sub-theme 3: Impact of mining activities on surface water and soils: monitoring, modeling and remediation

Andrés Uzeda (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Carlo Vandecasteele, Rochel Lago, Max Zárate, Erik Smolders

Sub-tema 4: Innovaciones en pesquerías continentales y ecología acuática

Sub-theme 4: Innovations in continental fisheries and aquatic ecology

Danny Rejas (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Frans Ollevier, Paul Van Damme, Marc Pouilly, Thierry Oberdorff, Graciela Canziani

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

Sub-theme 5: Biodiversity and conservation of native forests

Luis F. Aguirre (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Erik Matthysen, Paulo De Marco Jr., Audrey Grez, Fidel Roig, Rodrigo Medellín, Luis F. Pacheco, Gonzalo Navarro

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto

Sub-theme 6: Planning and management in an uncertain environment

Carmen Ledo (Coordinador / Chair)

Miembros / members: Bruno De Borger, Vincenzo Verardi, Fernando Galindo, Fernando Mayorga, Jorge Gray Molina, José Gordillo

Prefacio

El congreso “*Sostenibilidad a múltiples niveles y múltiples escalas*” concluye la asistencia financiera y técnica del VLIRUOS¹ a la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) en Cochabamba (Bolivia) por medio del programa IUC²; cooperación que comenzó en 1997. El congreso se llevó a cabo del 11 al 13 de julio del 2007 en Cochabamba, Bolivia, y tiene cuatro objetivos: (1) ofrecer a los científicos de los centros apoyados la oportunidad de presentar sus resultados obtenidos desde 1997 con el apoyo de las universidades flamencas; (2) ofrecer una herramienta para medir la calidad de la investigación, comparando resultados de dicha investigación con aquellos encontrados por científicos a nivel nacional e internacional en campos similares; (3) crear un momento de interacción como base para futura cooperación mutua; y (4) discutir futuras investigaciones que consideren las condiciones locales y que contribuyan a incrementar un diálogo que sirva para estimular cambios en la política para apoyar el desarrollo socioeconómico.

Más aún, el congreso tuvo una dimensión educativa. Esta se encuentra en relación a la capacidad de transferir a la institución la manera de organizar un congreso científico internacional y en que los participantes puedan escribir un artículo científico sujeto a un proceso de revisión. Si bien, la investigación científica es un derecho civil y político y uno de las mayores garantías de la salud y el bienestar, es también verdad que la publicación de la investigación es un deber. Si los descubrimientos no son publicados o presentados en reuniones nacionales e internacionales, otros investigadores no tendrían acceso a lo que ya se conoce y podrían estar haciendo las mismas cosas ya descubiertas. La rueda hubiera sido re-inventada muchas veces y el progreso se lograría a un costo muy alto y a paso muy lento. Desde esta perspectiva, el congreso ofrece a los participantes, no acostumbrados a publicar sus descubrimientos, un ejercicio excelente y duro. Se espera que el congreso tendrá un impacto continuo, siendo considerado un logro de la UMSS en el intento de cambiar a la misma de una institución meramente basada en la educación a una que integra a la investigación en la educación y en la que los investigadores se convierten en mejores actores científicos.

Como tema del congreso se escogió “*Sostenibilidad a múltiples niveles y múltiples escalas*” debido a que se considera que la sostenibilidad solo se puede lograr si esta es buscada a diferentes escalas y niveles de la sociedad. Todos están de acuerdo que la paz solo puede existir si los conflictos nacionales y transfronterizos son eliminados; que el bienestar puede persistir en países del hemisferio norte solo cuando se garantice la sostenibilidad en los países del sur; que los usuarios de las aguas río abajo en las cuencas grandes tendrán amplio acceso a agua de buena calidad solo cuando los usuarios río arriba sean conservadores en el uso del agua y no contaminen los sistemas; que las universidades solo pueden jugar su rol cuando el progreso científico, técnico y cultural se haga en todas las disciplinas. Muchos más ejemplos puede darse

¹ VLIRUOS: University Development Cooperation (UOS) Division of the Flemish Interuniversity Council (VLIR)

² IUC Program: Institutional University Cooperation Program

para ilustrar la interacción entre actividades humanas situadas a diferentes escalas espaciales, en las que el cambio climático sea quizás el más ilustrativo. El cambio climático no afectará solamente un país pero resultará en un impacto global, y las soluciones para reducir el impacto del mismo deben ser implementadas por todas las naciones y los individuos. Mientras los recursos de la Tierra sean usados de una manera conservativa, requiriendo implementaciones simultáneas de políticas adecuadas en varios lugares, aquellas políticas necesitarán ser implementadas a diferentes niveles de las tomas de decisión en la sociedad. No es suficiente que a niveles altos de toma de decisión se diseñen políticas que apunten a la conservación de los recursos de la Tierra si es que al mismo tiempo esas políticas son trabadas a niveles medios y bajos de la sociedad. Para garantizar que las políticas se respeten y se apliquen a todo nivel es importante que estas sean potenciadas por toda la comunidad, es decir que los programas de potenciamiento nacionales e internacionales incluyan aquellos intentos de devolver la toma de decisiones a los niveles bajos de la sociedad. Lo mismo debe ocurrir en la toma de decisiones de las organizaciones e instituciones, y políticas novedosas de arriba hacia abajo se requieren para tener un procesos de abajo hacia arriba, logrando la garantía de sostenibilidad en la toma de decisiones.

Lo anterior subraya la necesidad de que la investigación debe ser realizada en un amplio contexto social. Por seguro, la meta de la investigación es encontrar soluciones socioeconómicas y ecológicas adecuadas para los nuevos problemas que salen aparecen cada día, lo que requiere el involucramiento de los usuarios finales para garantizar que lo que se investiga sean relevantes para la sociedad y que los descubrimientos sean traducidos a procedimientos, prácticas y tecnologías usables. El involucramiento de la sociedad es también importante para justificar a la sociedad el financiamiento requerido para apoyar a las universidades e institutos de investigación. Si el financiamiento es insuficiente, las universidad no serán capaces de jugar su rol, pero por otro lado, si las universidades no producen lo que la sociedad espera, esta perderá el interés en apoyar aquellas instituciones. A través de este congreso internacional se ha creado una oportunidad para revelar a la sociedad el volumen y la calidad de la investigación conducida en varios dominios en la Universidad Mayor de San Simón y otros países de Latinoamérica.

La gran respuesta al llamamiento para artículos y pósters ha sido sobrecogedora, donde se han recibido más de 425 resúmenes. Luego de un proceso riguroso de revisión de los resúmenes y de los artículos en extenso, aproximadamente 232 artículos y 102 pósters de 27 países se han publicado en tres volúmenes de estas memorias del congreso. Los artículos están agrupados en 6 tópicos cubriendo los 6 campos de investigación que desde 1997 fueron apoyados financiera y técnicamente por el programa IUC del VLIRUOS. Estos campos son: mecánica de rocas y suelos, hidráulica e hidrología, aguas y saneamiento ambiental, limnología, biodiversidad y planificación y manejo. Por medio de los manuscritos enviados para artículos y pósters, los cuales serán presentados en seis sesiones paralelas del congreso, se puede derivar una figura del estado del arte en cada tema y el nivel de la investigación que se desarrolla por los participantes del congreso. Es importante notar que en cada uno de

los temas cubiertos en el congreso, el material publicado en las memorias da poco énfasis en los retos y la necesidad de tener enfoques y metodologías nuevas y apropiadas. Sin embargo, el alto grado de participación, el cual hubiera sido aún mayor si se hubiera tenido mayores fondos, demuestra el interés y la demanda para un mayor diálogo entre científicos. Por medio del diálogo no solo se afectará positivamente la cooperación entre científicos pero se logrará un mejor progreso de una manera menos costosa.

Los volúmenes representan la suma de los esfuerzos invertidos por los autores, miembros de los comités de organización y científico. Los editores se encuentran muy agradecidos por la ayuda de los revisores anónimos que trabajaron incansablemente detrás de bastidores para mantener la calidad e los artículos. Esperamos que las memorias puedan servir como fuente de referencia para practicantes, ingenieros, científicos, manejadores y tomadores de decisión en los campos cubiertos por el congreso.

Jan Feyen, Luis F. Aguirre y Mónica Moraes R.
Cochabamba, 11 de julio de 2007

Preface

In 1997, VLIRUOS¹ and the Universidad Mayor de San Simón (UMSS) in Cochabamba (Bolivia) set off for a cooperation through the IUC² Programme. Since then, VLIRUOS has been rendering financial and technical assistance to its Bolivian partner institution. The congress on *Multi-level and Multi-scale Sustainability*, which takes place from 11 until 13 July 2007 in Cochabamba, Bolivia, rounds off this period of cooperation. It concentrates on four objectives: (1) giving the scientists of the supported research centres the opportunity to present the results they have obtained since 1997 to a wider audience with the assistance of the Flemish universities; (2) offering a yardstick to measure research quality, confronting the obtained results with the research findings of other national and international scientists in similar fields; (3) creating a momentum of interaction as a basis for future networking; and (4) pinpointing the future research challenges taking into consideration the local conditions which will contribute to increased dialogue and awareness that serves to stimulate policy change for enhanced innovation in support of socio-economic development.

Apart from this, there is an educational angle to the congress. Both the host institution and the participants are getting the opportunity to develop some form of capacity: while the university gains experience in organizing a scientific congress for an international audience, the participants learn how to write research papers that will be the subject of peer review. Whereas conducting scientific research constitutes a basic civil and political right and can be regarded as one of the main guarantors of human health and welfare, it is also true that the publication of research findings should be considered as a duty. Should findings not be published in journals or presented at national and international meetings, other researchers would not have access to that knowledge and might be doing things over again that have already been done before. As a result, progress would be made at a much higher cost and at a slower pace than is the case today. From this perspective, for numerous participants, and especially for those not used to publishing their findings, the congress constitutes an excellent but at the same time tough exercise. Hopes are high that it will turn out to have a lasting impact and in that it may be considered as a milestone in UMSS's attempt to make the transition from a pure teaching university to a research-based institution, and that it may help UMSS's research staff in their efforts to become better performing scientists.

The theme of the congress is "*multi-level and multi-scale sustainability*". This, of course, is no coincidence: it is believed that sustainability can only be achieved when pursued on different scales and levels in society. Everyone agrees that there can only be peace if conflicts are banned both nationally and transnationally; that welfare can persist in the countries of the northern hemisphere only when welfare in the least developed countries, situated in the southern hemisphere, is guaranteed; that downstream water users in large basins will have ample access to fresh water of good quality if the upstream users are conservative in their water consumption and do not pollute the

¹ VLIRUOS: University Development Cooperation (UOS) Division of the Flemish Interuniversity Council (VLIR)

² IUC Programme: Institutional University Cooperation Programme

water resource system; that universities can only play the role they were meant to play when scientific, technical and cultural progress is made in all disciplines. Many more examples could be given so as to illustrate the interaction between human activities situated on different spatial scales, but climate change is probably the clearest example of them all. For climate change will affect not just one country, it will have a global impact, and so means to reduce climate change should be implemented by all nations and individuals. Whereas the earth's resources ought to be used in a conservative way, requiring the simultaneous implementation of the right policies at multiple locations, it is equally essential that those policies are implemented at all levels of decision-making in society. What is the use of designing policies for a more conservative use of the earth's resources at the highest level of decision-making, when at the same time those very same policies are trampled underfoot at the middle and lower levels of society? To guarantee that policies are respected and applied at all levels, it is important that they are empowered by the entire community, i.e. that international and national empowerment programmes include attempts to devolve decision-making to the lower levels of society. The same holds for decision-making at the organizational and institutional level. Innovative top-down policies are required in order to make bottom-up processes that guarantee sustainability with regard to decision-making a success.

All this underlines the need for research to be done in a broad societal context. Sure enough, the goal of research is finding socio-economic and ecologically adequate solutions to the problems that continually arise. This requires the involvement of the end-users in the scientific process, so as to guarantee that what is being researched is relevant to society, and that research findings are translated into usable procedures, practices or technologies. The involvement of society in research is also very crucial when justifying the funding that is required for supporting universities and research institutes. If the funding is insufficient, universities will not be able to function properly, but it is also true that if universities do not deliver what society is expecting, society will no longer be interested in supporting these institutions. The present international congress creates the opportunity to reveal to a wider audience the volume and quality of the research conducted in various domains at the Universidad Mayor de San Simón, Bolivia and in other countries in Latin America.

The response to the call for papers and posters launched by the organizing committee has been overwhelming: over 425 abstracts were received. A rigorous process of reviewing of both the abstracts and the full papers is about to result in the publishing of about 231 papers and 105 posters from 27 countries in 3 volumes of proceedings. There will be 6 topics, each of them covering one of the 6 domains that have been supported financially and technically through the IUC Programme of VLIRUOS since 1997. The domains are: soil and rock mechanics, hydraulics and hydrology, water and environmental sanitation, limnology, biodiversity and planning and management. The submitted manuscripts of papers and posters, which will be presented in the 6 parallel sessions of the congress, together show a picture of the state of the art in every domain. The level research will be conducted by the participants in the congress. It has been noticed that in each of the domains covered by the congress, the published material does not focus as much as might be expected on future research challenges

and on the need for new and more appropriate research methodologies and approaches. Nevertheless, the high level of participation, which could have been considerably higher still if more funding would have been made available, demonstrates the interest in and demand for a more profound dialogue among scientists. For dialogue will not only affect the cooperation between scientists in a positive way, it will also make sure that a bigger progress is made for less money.

The volumes reflect the efforts invested by the authors, members of the scientific and organizing committee. The editors are also grateful for the assistance of the anonymous reviewers who worked tirelessly behind the scene to maintain the quality of the papers. We very much hope that the proceedings will serve as a reference source for practitioners, engineers, scientists, managers and decision-makers in the fields covered by the congress.

Jan Feyen, Luis F. Aguirre and Mónica Moraes R.
Cochabamba, 11th of July 2007

Agradecimientos

El comité organizador del congreso agradece la amplia respuesta a la convocatoria para presentación de artículos completos y pósteres. Esta respuesta es una señal clara del creciente interés en la ciencia en Bolivia y en América Latina. Asimismo, el comité organizador, agradece el apoyo financiero proporcionado por varios patrocinadores (principalmente *VLIRUOS, K.U.Leuven, Division Soil and Water Management of K.U.Leuven, Cooperación Belga, Agencia Española de Cooperación, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Institut de Recherche pour le Développement*) que hizo posible la preparación y organización del congreso. El comité también agradece el gran apoyo que se recibió en forma de becas de viaje para un gran número de participantes. Sin este apoyo, muchos científicos juniors no habrían podido participar en este evento científico. Muchas gracias también a los conferencistas del Norte y del Sur, quienes ayudaron a elevar el nivel de calidad del congreso, y a todas las personas y organizaciones que directa o indirectamente contribuyeron al éxito del evento. Sin la ayuda de muchos de ellos, y en particular, del personal administrativo bajo la coordinación excelente de la Ing. Mabel Magariños, organizar un congreso como este simplemente no habría sido posible. Por último pero no menos importante una palabra de agradecimiento a la Sra. Greta Camps quien se encargó del diseño de páginas y del diseño atractivo de las publicaciones.

Acknowledgements

The congress's organizing committee is extremely grateful for the huge response to the call for papers and posters. This response is a clear sign of the growing interest in science in Bolivia and Latin America. Additionally, the organizing committee would like to acknowledge the financial support provided by several sponsors (primarily *VLIRUOS*, *K.U.Leuven*, *Division Soil and Water Management of K.U.Leuven*, *Cooperación Belga*, *Agencia Española de Cooperación*, *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo* and *Institut de Recherche pour le Développement*) thus making the preparations and organization of the congress feasible. The committee is also grateful for the considerable support that was received in the form of travel grants for a large number of participants. Without this support, many junior scientists would never have been able to attend this scientific event. Thanks also to the keynote speakers from the North and the South, who helped to elevate the quality level of the congress, and to all persons and organizations that directly and indirectly contributed to the success of the event. Without the assistance of many, and of the administrative staff under the outstanding coordination of Eng. Mabel Magariños in particular, organizing a congress like this simply would not have been possible. Last but not least, a word of thanks to Mrs. Greta Camps who took care of the page design and the attractive layout of the proceedings.

Saludo del Alcalde de Cochabamba Gonzalo Terceros Rojas

La Alcaldía Municipal de Cochabamba, a través de la Dirección de Gestión Ambiental en coordinación con todas las unidades de su dependencia, apoya e incentiva junto a la Universidad Mayor de San Simón la organización de eventos de investigación científica que tienen por objetivo encarar los desafíos más rigurosos en la búsqueda de soluciones pragmáticas para generar mejores condiciones de vida para la actual y las futuras generaciones, que tienen derecho a vivir en una ciudad sostenible.

De no tomar acciones inmediatas seremos responsables de una tremenda hipoteca sobre la sostenibilidad ecológica de la Madre Tierra. La necesidad de que el desarrollo sostenible se aplique equitativamente tanto en beneficio de los países subdesarrollados, así como de los desarrollados, otorgando una responsabilidad particularmente pesada a los sistemas políticos, la comunidad científica y los actores en distintos niveles del desarrollo económico, es una obligación y un desafío hoy asumido.

Las iniciativas emprendidas por el Municipio de Cochabamba, hoy por hoy, están cobrando impulso gracias al fomento de políticas educativas de desarrollo sostenible, preservación del medio ambiente y uso racional de recursos naturales. Esta dinámica es muy importante pues permite involucrar a cada habitante en mejorar sus condiciones de vida, tratando de incentivar el ejercicio de su ciudadanía en beneficio de la comunidad y su entorno natural.

Esta agenda de investigación basada en talleres, congresos, seminarios bajo la dinámica del intercambio científico y tecnológico, nos han permitido mejorar el enfoque de desarrollo local para la ciudad de Cochabamba, generando la elaboración de mecanismos operativos y normativos sobre la conservación y protección en temáticas ambientales, así como la definición de políticas públicas que coadyuven a la sostenibilidad en todos sus niveles.

Por eso quisiera que junto a las diferentes organizaciones e instituciones y con todos los actores involucrados aportemos con energía y voluntad a la movilización internacional y sobre todo local, en la búsqueda de instrumentos de protección y preservación del medio ambiente, cuya efectividad depende de la responsabilidad asumida por todos nosotros, recuperando y restaurando lo que nos han prestado nuestros hijos..... “La tierra”.

Discurso de apertura: Un congreso internacional sobre “sostenibilidad a múltiples niveles y escalas”

J. Feyen

Department of Land Management and Economics, Katholieke Universiteit Leuven,
Heverlee, Bélgica
jan.feyen@biw.kuleuven.be

Palabras claves: Recursos naturales, desarrollo económico y sostenible, impacto, múltiples niveles, múltiples escalas, toma de decisiones

Resumen

El presente documento tiene como objetivo contestar a las siguientes preguntas: (i) ¿Porqué organizar un congreso internacional?, (ii) ¿Porqué se eligió como tema del congreso el desarrollo a múltiples niveles y escalas de recursos ambientales y naturales?, (iii) ¿Qué es lo que se presentará en el congreso?, (iv) ¿Qué espera la presidencia científica del congreso?, (v) ¿El congreso tendrá un impacto sobre la institución, y en el caso afirmativo qué impacto podemos esperar y el impacto será importante?, y (vi) ¿El congreso tendrá un impacto sobre el desarrollo sostenible en Bolivia y en América Latina?

(i) ¿Porqué organizar un congreso internacional?

La tesis de esta sección es que los congresos nacionales e internacionales, en los que se encuentran científicos y otros especialistas, figuran entre las actividades esenciales para acelerar el progreso del desarrollo. Consideramos que los congresos son un suplemento necesario de la publicación de resultados de investigaciones en revistas nacionales e internacionales con aportes de colegas que tienen el mismo objetivo: La divulgación en el mundo científico de nuevos conocimientos y descubrimientos. La principal ventaja de los congresos es que ofrecen una plataforma ideal para la interacción directa entre los participantes que trabajan en las mismas o estrechamente relacionadas disciplinas. Los congresos no son solamente importantes para el intercambio de conocimientos y experiencias, esta interacción puede también conducir a futuros contactos; lo que podría a la larga evolucionar hacia una cooperación más intensiva. Los congresos ayudan igualmente a identificar nuevos retos, basados en la tecnología actualizada que es primero expuesta en las presentaciones orales y escritas. La descripción de esta tecnología actual alcanzada durante el congreso, y la presentación de las necesidades de la sociedad relacionadas con la temática del congreso forman el punto de partida para la discusión de los caminos que tienen que desarrollar la presente y la futura generación científica. El objetivo global es hacer sostenible para todos y para el futuro la relación entre los humanos y su entorno.

Las reuniones internacionales contribuyen también a transferir conocimientos y experiencias, no solamente entre los científicos de un país, pero entre investigadores y especialistas pertenecientes a diferentes países y diferentes partes del mundo. Realza la interacción entre académicos, encargados de tomar decisiones, profesionales y practicantes; ayuda a mantener la investigación enfocada en los problemas relevantes que podrían requerir un enfoque fundamental y/o más práctico para su investigación; provee además la base para el desarrollo socio-económico y cultural, no solamente de los países desarrollados, sino también de los países en desarrollo. Y lo que es lo más importante, las reuniones internacionales promueven la interacción entre la presente generación de científicos y especialistas en una cierta temática provenientes de diferentes partes del mundo y de diferentes clases sociales.

Los congresos internacionales ofrecen a los científicos del mundo en vías de desarrollo una manera fácil para familiarizarse con la tecnología actualizada, las ideas emergentes, enfoques y herramientas que pueden beneficiar a ellos y a su sociedad. Las reuniones, entre otras actividades, garantizan también que los académicos participen más activamente en el desarrollo local de una plataforma científica y tecnológica, en armonía con las condiciones socio-económicas y culturales específicas locales, que a su vez proveen el potencial necesario para el desarrollo económico de su país de origen. De esta manera, las sociedades de los países en vías de desarrollo no solamente serán consumidores del desarrollo tecnológico del hemisferio norte, pero también socios igualitarios del desarrollo.

Las reuniones a nivel nacional e internacional son también una única vara de medir la relevancia y la calidad de investigación de académicos individuales y grupos de investigación. A pesar de que esto pueda conducir a una mayor declinación de la motivación y de los resultados de un investigador o unidad individual, hay que considerarlo como punto de partida para un mejor rendimiento. La confrontación ayuda a la identificación de las causas que limitan el rendimiento y los resultados restringidos, y en la búsqueda de vías para remediarlo. Las reuniones son igualmente instrumentos ideales para la sociedad para evaluar la relación costo/beneficio del dinero invertido en la investigación, y para sondear la contribución de la investigación al desarrollo y la sostenibilidad. El mejoramiento del rendimiento y de la operación de los académicos e investigadores contribuirá por supuesto para mejorar la enseñanza y la formación de una nueva generación de profesionales y practicantes, algo que la sociedad necesita en una cantidad cada vez más numerosa.

En resumen, esperamos que las reuniones y este congreso internacional en particular contribuyan a progresar en el campo científico tratado en el congreso. Si esto no pudiera lograrse, entonces esperamos que a través de esta y de otras reuniones avancemos a lo menos hacia un mejor entendimiento de “lo” que hay que investigar, de “cómo” tiene que ser investigado, y “cómo” debería ser divulgado para que contribuya de la manera más eficiente a lograr más sostenibilidad y progreso, hoy y mañana.

El congreso al que nos referimos aquí fue organizado para ofrecer a los académicos e investigadores de seis departamentos de la UMSS¹ - el campo de cada departamento representa uno de los seis sub-temas del congreso - que han sido beneficiados con 10 años de cooperación del VLIRUOS² a través del Programa IUC³ para que tengan la oportunidad de presentar en un foro internacional los resultados de sus investigaciones obtenidos por medio de la cooperación. Un objetivo adicional del congreso fue conformar una plataforma para medir la relevancia, la calidad y la capacidad de investigación de aquellos seis departamentos, dentro del contexto latinoamericano.

(ii) ¿Porqué se eligió la sostenibilidad a múltiples niveles y escalas como tema general del congreso?

En varias reuniones los principales científicos y políticos han atraído nuestra atención en el incremento de la presión mundial sobre los ecosistemas a causa de la expansión global de la economía, y sobre la necesidad de que los gobiernos y las empresas desarrollen iniciativas para promover enfoques innovadores del manejo de los recursos. Muchos están de acuerdo con que el cambio climático sigue siendo uno de los problemas más urgentes y más desafiantes con que las sociedades tienen que lidiar, y estamos conscientes que además de los países industrializados, China y otros países emergentes en vías de desarrollo continuarán afectando los futuros fenómenos climáticos.

Como muchos de los actuales ríos, lagos y reservorios de aguas subterráneas continúan siendo sobre-explotados y contaminados, la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas [1] advierte que si no se toman medidas para mejorar la manera en que el agua es utilizada, podría resultar que se necesite el doble del actual consumo mundial de agua en 2050 para alimentar una población global de alrededor de 9 billones. La seguridad alimentaria va a ser un enorme reto si se toma en consideración el hecho de que el consumo tiende a ingerir productos más agua-intensivos y dietas menos saludables. El riego puede solamente satisfacer parcialmente la sed de la futura expansión de la producción de alimentos, y los suelos agrícolas están disminuyendo. Hoy la seguridad alimentaria requiere de nuevas recomendaciones, políticas y enfoques del manejo del agua. Se estima que la demanda de alimentos se incrementará en un 50% con cada generación. Cuán grande será en última instancia el incremento depende fuertemente del poder de adquisición de los consumidores. De acuerdo con los pronósticos de la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas [2] la mayor presión sobre los recursos naturales - y principalmente sobre el agua - será dramática si la alta ingesta de calorías se vuelve la norma social de toda la humanidad. Se requerirá en 2025 un volumen adicional de agua igual a toda el agua utilizada en los hogares, la industria y la agricultura hoy en día (5600 km³). Es de temer que cuando estos pronósticos se vuelvan realidad, el

¹ UMSS: Universidad Mayor de San Simón

² VLIRUOS: University Development Cooperation - Cooperación para el Desarrollo de Universidades (UOS), División del Consejo Interuniversitario Flamenco (VLIR)

³ Programa IUC: Programa Institucional de Cooperación Universitaria

impacto en los sistemas basados en el agua (la flora y fauna) será aún más dramático. Actualmente no hay agua que corra en el Río Amarillo, el Río Colorado e Indus durante largos períodos del año. Lagos que antes eran grandes, como el Mar Aral y el Mar de Chad, son ahora puras sombras de lo que fueron. Alrededor de 1.4 billones de personas, cerca de una cuarta parte de la población mundial, viven cerca de ríos donde toda el agua disponible está comprometida. Algunos predicen que los 40 países más pobres, con una población total de entre 1 y 3 billones, perderán en promedio hasta una quinta parte de su potencial de producción de cereales en los años 2080 debido a los cambios climáticos.

No es solamente la sed mundial de agua fresca que socava la sostenibilidad, también está la mayor demanda de recursos biológicos, energéticos y minerales. La sociedad moderna tiene una sed insaciable de energía; Holland y Petersen [3] estiman que el consumo promedio de energía a nivel mundial está alrededor de 175 MJ⁴ por día per cápita. Y al contrario, ellos indican que en los países más desarrollados del mundo, como los Estados Unidos de América, las tasas de consumo son mucho más altas, con un promedio de alrededor de 950 MJ por día per cápita. La sed de energía es grandemente satisfecha por recursos no-renovables de la Madre Tierra, entre los que los más importantes son los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas.

Por la masiva dependencia de la sociedad de recursos energéticos no-renovables (combustibles fósiles y nucleares) la preocupación de la sociedad en los años 1970 era que si continuaba la producción y el consumo faltaba poco tiempo antes de agotar las reservas. Hoy, en primer lugar se ha sabido por estimaciones posteriores que las reservas de recursos no-renovables no son tan pequeñas, a pesar de que están siendo vaciadas lento pero inevitablemente. La presente perspectiva en cuanto a disponibilidad de combustibles fósiles es bastante positiva. Dadas las condiciones económicas y tecnologías actuales, sólo las reservas probadas podrían satisfacer las necesidades de petróleo para 40 años, de gas natural para 50 años, y de carbón para más de 200 años. Además, se espera también que se descubra nuevas reservas de combustibles fósiles en los años venideros [4]. La preocupación actual por los combustibles fósiles ha cambiado del agotamiento de los recursos al impacto ambiental. Si continúa la presente tendencia del consumo de combustibles fósiles, estimamos que en el año 2030 la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera llegará a los 600 ppm, es decir, el doble del nivel de la era pre-industrial [5]. Sabiendo que el dióxido de carbono es un gas con efecto de invernadero que contribuye directamente al calentamiento global y al cambio climático, la mayor preocupación es ahora a todos los niveles de la sociedad, incluso el agenda político internacional, el impacto ambiental a mediano y largo plazo del consumo de combustibles fósiles, lo que está conduciendo a una mayor presión sobre la sociedad en su conjunto para que reduzcan la emisión de dióxido de carbono.

⁴ 1 MJ es el equivalente de 238.9 kcal

El desarrollo económico de muchos países recién industrializados⁵, como China, India, Brazil, entre otros, va acompañado de una creciente demanda de minerales metálicos y no-metálicos. Los expertos en este campo hablan de un nuevo clima de optimismo después del estancamiento de los años 1990, con nuevos niveles récord de los precios de los metales y una mayor inversión en actividades globales de minería. En una reciente reunión en Davos (Suiza) el 27 de enero de 2007, el Ministro de Comercio e Industria de la India, Ashwini Kumar [6] invitó a las empresas de minería global a invertir en su país para satisfacer la creciente demanda interna de minerales. Se ha implementado políticas liberales adecuadas para facilitar el flujo de capital extranjero en este sector. Chile se ha convertido en el mayor productor y exportador mundial de cobre, y produce el 40% mundial del cobre extraído de minas. La industria minera de Chile representa alrededor del 47% de la exportación chilena, y representa cerca del 8% del producto bruto nacional de Chile. Bolivia posee unos 47 trillones de pies cúbicos (TFC) de reservas certificadas de Gas natural y unos 452 millones de barriles de reservas certificadas de petróleo crudo. Esto representa un incremento dramático de la riqueza en recursos naturales conocidos de Bolivia desde 1996, donde se estimaba las reservas de Gas natural por los 6 TFC y se pensaba que las reservas de petróleo eran económicamente insignificantes. El descubrimiento tiene el poder de cambiar significativamente la estructura de la economía boliviana para muchas futuras décadas [7].

Como la disponibilidad de grandes reservas inexploradas de minerales y de otros recursos naturales es a menudo abundante en muchos de los países moderadamente o pobremente desarrollados, esto podría ser la palanca para el desarrollo económico y la prosperidad, se teme pero que no todos estos cambios puedan ser positivos. Existen evidencias alrededor del mundo de que los países ricos en recursos naturales tienden a sub-desempeñarse en comparación con los países pobres en recursos naturales [8]. Anderson y Faris [7] mencionaron que el ingreso per cápita tiende a aumentar dos o tres veces más rápidamente en los países pobres en recursos; los países ricos en recursos tienden a tener mucho más sectores manufactureros atrofiados en su desarrollo; en general tienen menos diversificación de productos; son más propensos a errores en sus políticas; experimentan una acumulación más lenta de conocimientos; desarrollan más lentamente su capital social e institucional; sufren de niveles más altos de corrupción y un comportamiento de búsqueda de renta improductiva; y tienen un mayor grado de desigualdad [9, 10, 11, 12, 13]. Según Hirshman [14], un problema relacionado es que la extracción de recursos naturales es una actividad capital-intensiva con poca creación de empleos y pocos vínculos con el resto de la economía. La falta de vínculos positivos significa que la extracción de recursos naturales exista probablemente como un enclave relativamente aislado dentro de la economía y que su divulgación a través de la economía sea posiblemente demasiado limitada para alcanzar un círculo virtuoso de desarrollo. Otro aspecto que arroja una luz negativa sobre la minería es la violación ambiental que ocasionaban hasta hace poco la mayoría de las empresas mineras. El objetivo principal de estas empresas es generar el mayor

⁵ Los países recién industrializados son países cuya economía no han alcanzado aún un estado primermundista pero que han sobrepasado en un sentido macro-económico sus contrapartes en vías de desarrollo.

beneficio financiero para sus accionistas durante la vida de las minas. Esto y la ausencia en los países menos desarrollados de un marco legal apropiado, y/o la ausencia de un departamento público que controle si las empresas mineras cumplen con las regulaciones nacionales e internacionales son responsables de que las minas tengan directamente o indirectamente un impacto negativo sobre su entorno, y que la gente que viva cerca o río abajo de las minas esté expuesta a un mayor riesgo de contraer cáncer y otras enfermedades.

Podemos presentar muchos más ejemplos que ilustren las perspectivas conflictivas del desarrollo, en que por un lado por ejemplo los trabajadores de las minas de cobre de Chile desean sustentar el desarrollo de sus comunidades por medio de empleos relacionados con la minería y por otro lado los eco-activistas del mundo desean reducir la extracción global para preservar los recursos finitos para las generaciones futuras y minimizar el impacto ambiental de la minería. Es probable que se incrementen mas bien en vez de disminuir los conflictos entre los interesados debido a la creciente presión de la humanidad sobre los recursos de la tierra, la globalización y la creciente toma de conciencia de la vulnerabilidad de los ecosistemas de la tierra. La frecuencia y la extensión de los conflictos probablemente aumentarán también porque los interesados que viven en diversas condiciones socio-económicas y políticas interactúan más frecuentemente que en el pasado, lo que da como resultado una sociedad cada vez más confrontada con paradojas y dilemas. Los contrastes son además incrementados por la eterna desigualdad de ingresos entre la gente de países desarrollados y los en vías de desarrollo, y dentro de las naciones de aquellos que tienen y los que no tienen. Es probable que hay que esperar que la naturaleza multifacética de la sociedad y el interés de las personas y la no-existencia de gobiernos fuertes lleve mas bien a una declinación que a un mejoramiento del desarrollo sostenible.

Para mejorar el desarrollo sostenible proponemos ahora tomar acciones coherentes a todos los niveles de gobierno, desde los globales hasta los locales [15]. Esto se traduce muy bien en el dicho popular de “piense globalmente y actúe localmente”. Expresa la necesidad de poner en práctica los compromisos internacionales en las acciones cotidianas de los individuos en las comunidades. Muchos de los retos para la sostenibilidad requieren compromisos y acciones globales para lograrlos, otros solamente pueden realizarse con éxito por ejemplo a nivel latinoamericano, y en otros casos es más apropiado que los gobiernos nacionales, regionales ó locales emprendan acciones. La sostenibilidad desafía profundamente la tradicional división de competencias entre los diferentes niveles de gobierno. El gobierno a múltiples niveles a través del cual las decisiones relacionadas con el desarrollo sostenible son tomadas y puestas en práctica expresa la responsabilidad compartida por y entre los niveles de gobierno. Según Morata [15] la cooperación entre los diferentes niveles de gobierno desde el nivel local al nivel europeo por ejemplo han resultado ser esenciales para el éxito de las políticas. El debate a veces intenso acerca del cambio de competencia entre el nivel nacional al europeo ó regional perdió importancia cuando comenzaron a preguntarse cómo cada nivel podía contribuir mejor para lograr el desarrollo sostenible en un sistema de responsabilidades compartidas.

Además de un gobierno coherente con múltiples niveles de toma de decisiones, la sostenibilidad y la administración sostenible de los recursos naturales requieren también la integración de la información entre varias escalas y disciplinas. Para evitar la confusión, cuando hablamos aquí de escala nos referimos a las dimensiones físicas (mayormente espacio y tiempo) de los procesos y fenómenos [16]. La hidrología de los sistemas puede ser analizada a diferentes escalas del espacio, por ejemplo al nivel de un terreno individual, un grupo de terrenos, una captación micro, meso y macro. Cuando se aplica el análisis a escalas espaciales más grandes hay que re-dimensionar la escala de tiempo para que sea eficiente y consecuente con los datos disponibles para el nuevo nivel de aplicación, lo que ilustra el vínculo inherente que existe entre espacio y tiempo. El análisis de los procesos a diferentes escalas revela que otros procesos puedan volverse importantes, es decir, los procesos relevantes cambian cuando uno cambia de escala, y los fenómenos y procesos a diferentes escalas afectan unos a otros [17]. Como por ejemplo, las actividades humanas han degradado porciones sustanciales de los recursos ecológicos, incluso los sistemas acuáticos físicos y biológicos. En general los efectos no son solamente locales pero se notan en un área mucho mayor de espacio. Cuando se estudian los problemas localmente, sin tomar en cuenta su interacción con el entorno, esto puede conducir a políticas y medidas inadecuadas e irrelevantes para remediarlos. Como por ejemplo, por razones de políticas jurisdiccionales, posesión de tierras, intereses de los usuarios, del financiamiento o de tiempo, la mayoría de los programas de restauración ambiental operan a nivel local. A pesar de que esto puede conducir a una restauración bien diseñada y bien intencionada, a menudo es irrelevante e inefectivo a mayor escala. Por eso, para que una restauración sea efectiva y exitosa, tiene que basarse, entre otras políticas e intervenciones, en el entendimiento de la interacción del problema tanto localmente como más allá de los límites del proyecto [18].

De este breve análisis podemos concluir que es obvio que la sostenibilidad requiere que se estudien los problemas y los fenómenos a diferentes escalas espaciales involucrando y fusionando apropiadamente los conocimientos y la experiencia de múltiples disciplinas. Nuevas ideas deben conducir a pautas, instrumentos, medidas y prácticas que son aplicados en un sistema de gobierno pluralista en múltiples niveles. Es un sistema en que los actores públicos y privados, la industria y las ONGs, entre otros actores en diferentes niveles de gobierno, toman parte en el proceso de la política [15]. Por estas razones es lógico que se ha definido el tema general del congreso como sigue: El desarrollo sensato y la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales que satisfacen las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones requieren que se persiga la sostenibilidad a múltiples niveles en la toma de decisiones y múltiples escalas en cuanto a espacio.

(iii) ¿Qué es lo que se presentará en el congreso?

El congreso de “Sostenibilidad a múltiples niveles y escalas” es diferente de las reuniones anuales o bi-anuales basadas en una asociación tradicional. Aquellas

reuniones son basadas en una disciplina general, y se enfocan en los últimos desarrollos dentro de un área dada que es cubierta por la asociación. Retratan la evolución dentro de la disciplina con el transcurso del tiempo.

Este congreso abarca múltiples disciplinas que van desde geotecnia ambiental hasta planificación y gestión, y reúne científicos de varias disciplinas. Adoptamos el enfoque multidisciplinario emergido del concepto del programa de Cooperación Institucional Universitaria de la División de Cooperación al Desarrollo (UOS) del Consejo Interuniversitario Flamenco (VLIR). El objetivo global de este programa es fortalecer los institutos de educación superior del Sur a través del establecimiento de vínculos directos entre las unidades de investigación del norte (Flandes) y las unidades de investigación del sur (las instituciones asociadas). En 1997 se estableció una cooperación de este tipo entre la Universidad Mayor de San Simón (UMSS, Cochabamba, Bolivia) y unidades de investigación pertenecientes a diferentes universidades flamencas (respectivamente las universidades de Amberes, Gante y Lovaina), bajo la coordinación de la Katholieke Universiteit Leuven, y con el financiamiento de la Dirección General de Cooperación al Desarrollo (de Bélgica) a través del VLIRUOS.

Al comienzo del programa de cooperación se decidió fortalecer la enseñanza y la capacidad de investigación de 9 unidades durante la primera fase (1997-2001), reduciéndolo a 6 unidades en la segunda fase (2002-2006). La reducción en número de las unidades estaba en primer lugar basada en el conocimiento de que el financiamiento durante la segunda fase de la cooperación se reduciría gradualmente para consolidar el apoyo a aquellas unidades que habían sido las más exitosas durante la primera fase. Además, en las 6 unidades apoyadas durante la segunda fase, el enfoque de la cooperación se cambió gradualmente en fortalecimiento y consolidación del rendimiento de la investigación de las unidades. De las 6 unidades, 5 pertenecían a la Facultad de Ciencias y Tecnología (Laboratorio de Geotécnica, Laboratorio de Hidráulica, Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental, Laboratorio de Limnología y Recursos Acuáticos, y Laboratorio de Biodiversidad y Genética). La 6ta unidad, el Centro de Planificación y Gestión, fue diseñado como puente entre la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales y la Facultad de Arquitectura.

Basado en lo anterior, este congreso ha sido organizado con los objetivos de (1) ofrecer al equipo académico de los centros apoyados la oportunidad de presentar los resultados de su investigación obtenidos desde 1997 con el apoyo de las universidades flamencas; (2) ofrecer una vara de medición de la calidad de la investigación, confrontar los resultados de la investigación con los descubrimientos de la investigación de otros científicos nacionales e internacionales en campos similares; (3) crear un impulso para la interacción como base de un futuro trabajo en red; e (4) identificar los futuros retos para la investigación tomando en consideración las condiciones locales que contribuirán a un incremento del diálogo y la concientización y que servirán para estimular cambios de políticas para una innovación mejorada en el apoyo al desarrollo socio-económico. Por supuesto, la organización del congreso tuvo también una dimensión educativa, es decir, la transferencia de capacidad en los varios aspectos

organizativos de eventos científicos internacionales, incluso la revisión entre colegas de manuscritos y la publicación de los documentos del congreso.

La organización del congreso comenzó en noviembre 2005, y muy pronto una gran cantidad de académicos e investigadores bolivianos y de fuera de Bolivia mostraron su gran interés en el congreso. Esto dio como resultado la presentación de 425 resúmenes de los cuales se aceptaron 217 resúmenes para su presentación impresa en papel y 105 resúmenes para su presentación en pósteres. Además hubo el discurso de apertura y de cierre y las contribuciones de los oradores invitados (2 por sub-tema) ó sea un total de 14 manuscritos, el total de manuscritos publicados en los documentos del congreso fue de 231, y 105 resúmenes en pósteres. Las contribuciones (artículos y resúmenes de póster) acerca de los sub-temas del congreso se distribuyeron como se lista en la Tabla 1.

Tabla 1: Distribución de artículos y pósteres de acuerdo con los 6 sub-temas del congreso

Sub-tema	En artículo (incluso los de oradores invitados)		Pósteres	
	#	%	#	%
1 Geotecnia ambiental	28	12.12	4	3.77
2 Manejo integral de cuencas de ríos	49	21.21	16	15.09
3 Impacto ambiental de la minería / extracción	33	14.29	16	15.09
4 Ecología acuática	38	16.45	17	16.04
5 Biodiversidad y conservación	41	17.75	31	29.25
6 Planificación y gestión	42	18.18	22	20.75
Total	231	100	106	100

La población de autores es proveniente de 24 nacionalidades (véase Tabla 2), distribuidas como sigue: 145 autores son de nacionalidad boliviana, mientras que 192 presentaciones son de autores no-bolivianos. El número total de contribuciones de autores que viven en Latinoamérica es de 294, de los cuales 149 son de fuera de Bolivia. La contribución latinoamericana al congreso es del 87% del número total de manuscritos; los autores de países europeos contribuyeron con el 10% y el 3% de las contribuciones fueron presentadas por autores de fuera de Europa y Latinoamérica, es decir, en orden alfabético, de Irán (1), Taiwán (1), Filipinas (2), Estados Unidos (3), Vietnam (2) y Zimbabwe (2). Si los organizadores del congreso hubieron tenido mayores medios financieros para que los autores puedan viajar a Cochabamba, se hubiera recibido una mayor cantidad de contribuciones de fuera de Bolivia, principalmente de países latinoamericanos.

Tal como se esperaba no todos los manuscritos presentados están completamente en la línea de los tópicos de los sub-temas del congreso. Los organizadores tenían dos opciones, es decir, rechazar los manuscritos que no trataban de tópicos de los sub-temas, o aceptar también los buenos manuscritos que trataban de aspectos relacionados con los sub-temas. Se dió preferencia a la 2da opción, ya que nos dimos cuenta que para muchos de la generación más joven de los autores que asistieron al

congreso ésta era una primera y única oportunidad y su participación iba a tener un fuerte impacto en su futuro rendimiento como científicos. A lo menos facilitaría y mejoraría su elaboración de escritos por haber sido expuestos a un proceso de revisión por sus colegas en este congreso. Como no todos los manuscritos presentados tratan de los tópicos de los sub-temas del congreso, han sido clasificados, y los manuscritos con la clasificación menor tratan de más cerca los sub-temas del congreso. Han sido publicados en las publicaciones del congreso inmediatamente después de la intervención del orador invitado del norte y del sur. Se invitó a dos oradores por sub-tema para que discursen sobre los tópicos del sub-tema respectivo desde la perspectiva del norte y del sur. En las publicaciones del congreso los resúmenes de 1 página de los pósteres son publicados por sub-tema inmediatamente después de los documentos, en orden alfabético.

Tabla 2: Distribución de los artículos presentados y de los resúmenes para pósteres de acuerdo con la nacionalidad del primer autor

Países latinoamericanos			Países europeos		
	#	%		#	%
1 Argentina	39	11.57	13 Bélgica	19	5.64
2 Bolivia	145	43.03	14 Francia	3	0.89
3 Brasil	7	2.08	15 Alemania	2	0.59
4 Chile	16	4.75	16 Italia	3	0.89
5 Colombia	7	2.08	17 España	3	0.89
6 Cuba	24	7.12	18 Países Bajos	3	0.89
7 Ecuador	16	4.75	Subtotal	33	9.79
8 Guatemala	1	0.30			
9 México	17	5.04	Otros países		
10 Perú	13	3.86	19 Irán	1	0.30
11 Uruguay	3	0.89	20 Filipinas	1	0.30
12 Venezuela	6	1.78	21 Taiwán	1	0.30
Subtotal	294	87.24	22 EE.UU	3	0.89
			23 Vietnam	2	0.59
			24 Zimbabwe	2	0.59
			Subtotal	10	2.97

La distribución por calidad y contenido de los manuscritos presentados y aceptados corresponde a una gran variedad de pueblos, en promedio están algo por debajo de lo que se acepta para presentaciones en eventos internacionales. Sin embargo hubo también unos cuantos manuscritos sobresalientes que se calificarían a un alto nivel internacional. Pero observamos que todavía hay un largo camino que andar antes de conseguir que los manuscritos tengan en promedio un nivel aceptable desde el punto de vista científico y en cuanto a su manera de elaborar.

(iv) ¿Qué espera la presidencia científica del congreso?

En primer lugar espero que los participantes que presenten un artículo o un póster lo hagan de manera profesional y que las presentaciones conduzcan a discusiones interesantes, durante y después del congreso. La elaboración de artículos requiere no solamente ciertas habilidades, pero también la presentación del material en un corto tiempo lo que requiere que el autor sea capaz de presentar de manera estructurada los aspectos esenciales del material descrito en sus artículos. Espero que el congreso ofrezca la oportunidad y el entorno para que muchos de ustedes puedan destacarse, y si no fuera así que su participación activa en el congreso sea un ejercicio para el futuro. Además, tengo mucha esperanza que los autores participantes se auto-evalúen en cuanto a la relevancia y el nivel de su investigación, y que sean capaces de sacar de ello las lecciones para un mejoramiento futuro de su rendimiento como científicos / practicantes.

Por supuesto, otro aspecto importante del congreso tiene que ser el establecimiento entre los participantes de vínculos valiosos para una futura cooperación. Los problemas que tenemos que investigar son tan exhaustivos y complejos, y los medios de la investigación son más bien insuficientes, que se puede lograr progreso hoy en día solamente dentro de un contexto de cooperación entre científicos. Mientras que la ciencia era en el pasado sobre todo la actividad de una persona, hoy en día el progreso de la investigación se logra en equipos de investigación profesionales bien organizados en que los miembros del equipo están a veces en el mismo lugar o dispersos en diferentes institutos en el mismo país o en diferentes países. En otras palabras, en mi condición de presidente científico de este congreso los aliento firmemente a todos ustedes a embarcarse activamente en discusiones animadas que permitan descubrimientos entre los participantes que trabajen en el mismo área ó en áreas complementarias, que tengan intereses comunes, fortalezas y capacidades complementarias. Esto podría conducir en el futuro a organizar y llevar a cabo proyectos colectivos de investigación, la formulación corporativa de propuestas y la publicación conjunta de resultados. Si se logra aquello sería en mi opinión mucho más importante que tener publicado algo en las publicaciones del congreso. Sin embargo, no hay que subestimar la importancia de publicar, porque el elemento que provoca el interés de los colegas para cooperar es el material presentado en el congreso en la forma de artículos ó pósteres.

Y por último pero no menos esencial, espero que el congreso representará un hito importante que contribuya a un contacto y una cooperación más directos e intensivos con los interesados públicos, no-gubernamentales y privados, no solamente durante estos 3 días del congreso, sino también después. El congreso ofrece amplias oportunidades para divulgar al mundo exterior el potencial y la capacidad de investigación del instituto, algo que tiene que ser valorizado a través de la formulación y la implementación de proyectos cooperativos. Esta cooperación es muy esencial para probar a la sociedad que los institutos de educación superior contribuyen al desarrollo sostenible por medio de su enseñanza e investigación. Los institutos de educación superior no tienen que existir solamente por el favor de la sociedad, sino que tienen

que recibir el apoyo de la sociedad por el rol esencial que desempeñan para el desarrollo y la sostenibilidad.

(v) ¿El congreso tendrá un impacto en la institución, qué impacto podemos esperar y este impacto será sustancial?

Esta es una pregunta difícil. La respuesta a la primera parte de la pregunta es sin duda “sí”. El congreso tendrá con toda seguridad un impacto en la institución, a lo menos va atraer la atención de la comunidad científica de Bolivia y de muchos científicos de Latinoamérica en la institución, es decir, impondrá la UMSS, como institución, en el mapa de Bolivia y colocará la institución en forma más visible en el mapa de Latinoamérica. Luego viene la pregunta ¿en qué aspecto de la institución el congreso tendrá impacto? Los académicos y científicos que han presentado un documento ó un resumen para póster han sido expuestos en el congreso a los procedimientos normales de las reuniones científicas internacionales y a la revisión por sus colegas; para muchos de ellos esto ha sido por primera vez. Con toda seguridad ha sido un proceso de aprendizaje que ellos recordarán y de lo cual sacarán beneficios para cuando presentarán manuscritos para su participación en futuras reuniones y/o cuando presenten manuscritos para su publicación en revistas nacionales e internacionales consultadas por sus colegas. Los que han pasado por este proceso experimentarán que la elaboración de nuevos manuscritos les será más fácil. Ya sabrán cómo estructurar, redactar y editar sus manuscritos; cómo componer tablas y figuras; cómo citar la literatura en el texto; cómo listar las referencias. Sin embargo, recomiendo fuertemente a la mayoría de los autores a invertir su tiempo en leer y analizar las publicaciones internacionales, y la literatura relacionada con el diseño y la conducción de experimentos, y los escritos técnicos científicos. Es incorrecto afirmar que la calidad de redacción es pobre a moderada a causa de la falta de información. Con un poco de esfuerzo cada uno de los participantes, sin excepción, tiene acceso al Internet, y en la red hay amplio material sobre Escritos Científicos y Herramientas para Publicación.

¿Podemos esperar que el congreso tenga otros impactos? Esperemos que el congreso haya representado un hito para la institución, y más particularmente para el Departamento de Ciencias y Tecnología (DICyT) de la institución. Los que estuvieron involucrados en la organización inmediata del evento se darán cuenta de que la organización de eventos de esta índole requiere de una organización enorme y diversa que hay que comenzar a lo menos 2 años antes. No solamente se trata de formular la idea general del concepto y de la identificación de los sub-temas del congreso, también hay que buscar los oradores invitados; la gente que está preparada para conformar la comisión científica de revisión de los manuscritos; la definición de las fechas tope entre el primer anuncio del evento y el congreso, que hay que respetar estrictamente porque todo retraso o cambio puede poner en peligro los pasos siguientes del proceso; la búsqueda de financiamiento que representa una actividad difícil y que ocupa mucho tiempo; la revisión de los resúmenes presentados durante la primera ronda y de los manuscritos en la segunda ronda; la edición de las actas; etcétera. Se necesita un buen equipo de operación para eventos de esta clase, en que cada miembro lleva a

cabo lo convenido en el tiempo previsto. De hecho, para la organización de congresos de esta índole uno tiene que poder contar con un grupo de gente motivada, disciplinada y calificada.

¿El congreso tendrá otros efectos beneficiosos? Bueno, espero que las discusiones después de las presentaciones orales resulten en muchos contactos y en el desarrollo de ideas para cooperación que esperamos resulten con el tiempo en el desarrollo de redes en las que académicos e investigadores de diferentes institutos y organizaciones pertenecientes a diferentes países compartan sus experiencias, y utilicen la red para el desarrollo de proyectos cooperativos de investigación, la búsqueda de financiamiento proveniente de donantes internacionales, y como plataforma para la movilidad del equipo profesional y de los estudiantes. Es muy beneficioso para los profesionales recién egresados de trabajar algún tiempo en otra institución después de su graduación, preferiblemente en una institución donde la investigación ocupa un alto lugar en la agenda. Esta es de lejos la manera más eficiente para que la nueva generación de científicos se familiaricen con el quehacer de la investigación. Teniendo esto en mente, los organizadores de este congreso han dedicado mucho esfuerzo a la recolección de fondos para que jóvenes investigadores talentosos bolivianos y de muchos otros países puedan ser invitados al congreso, con la esperanza que esto ofrecería a estos invitados la oportunidad de establecer vínculos con sus colegas y mejorar además su apetito por la ciencia y la tecnología. Los organizadores del congreso han podido recolectar más de 85.000 US\$ para pago de viajes que han sido distribuidos entre los participantes potenciales sobre la base de la cantidad y la calidad de los manuscritos presentados para presentación oral y en pósteres.

Por último, espero de veras que el congreso haya sido una revelación para la institución, y un hito que ayude a que la institución realice los cambios institucionales que culminen en el establecimiento de un entorno más favorable para la investigación. Existe un amplio talento, pero el clima desfavorable es la principal causa de los resultados bajos a moderados, y del alejamiento de los jóvenes más talentosos.

Queda todavía la pregunta si el impacto será sustancial. El impacto será mínimo considerando que no se está dando seguimiento al proceso iniciado por este congreso. Sino es probable que, con el tiempo y si el proceso es apoyado por políticas y medidas institucionales apropiadas, que el impacto pueda ser sustancial.

(vi) ¿El congreso tendrá un impacto sobre el desarrollo sostenible en Bolivia y en Latinoamérica?

Sería eufórico suponer que este congreso tenga un impacto directo sobre el desarrollo sostenible de Bolivia y de Latinoamérica. Sin embargo, la presentación de las muchas contribuciones alimenta la expectativa de que se está produciendo un cambio en la mentalidad de la nueva generación de investigadores. Se han vuelto más confiados y se dan cuenta de que los congresos de esta índole ofrecen la posibilidad de divulgar sus conocimientos y resultados entre sus colegas, el sector público y muchos otros

interesados. Además, su activa participación en reuniones ayudará a los participantes a enfocar mejor sus futuros esfuerzos investigativos, mejor sincronizar sus investigaciones con las necesidades de la sociedad, y producir mejores investigaciones y escritos y presentaciones más profesionales. Y si logramos hacer que nuestras investigaciones sean más relevantes y beneficiosas para la sociedad, nosotros los académicos y científicos, a través de nuestro trabajo contribuiremos directamente ó indirectamente a un desarrollo más sostenible de los recursos naturales de la tierra y esto para beneficio de las generaciones actuales y futuras.

Conclusiones

En este manuscrito hemos ilustrado que el mejoramiento de la relación entre la humanidad y su entorno, a pesar de la futura expansión de la población mundial y de la economía globalizada, puede lograrse si se persigue la sostenibilidad a múltiples escalas y niveles. El desarrollo sostenible y la conservación de los recursos de la tierra requieren (i) el diseño y la implementación de políticas y medidas a escala regional, nacional y local y (ii) la aplicación de estas políticas y medidas en un sistema de gobierno pluralista a múltiples niveles. Además, el manuscrito explica las razones porqué se ha elegido un congreso internacional como el evento de cierre de la cooperación de 10 años entre las Universidades Flamencas y la Universidad Mayor de San Simón, y porque arroja luz sobre la composición y el contenido del evento científico. Luego hemos hecho un intento para identificar las principales expectativas de este presidente científico, y de los probables impactos que el congreso pueda tener para la institución anfitriona del congreso, para Bolivia y Latinoamérica. Tal como describí en el manuscrito, el congreso tendrá varios impactos, sin embargo la envergadura de estos impactos en el espacio y el tiempo dependerá en primer lugar de (i) la motivación de los participantes para continuar y mejorar sus esfuerzos de investigación, y (ii) la voluntad y la capacidad de las instituciones de educación superior de Bolivia y de Latinoamérica de mejorar la apreciación y las condiciones de trabajo de la próxima generación de académicos y científicos.

Referencias

- [1] UN Commission on Sustainable Development. Scientists unite in call for action as global food demands threaten to outstrip world water supply. *Press information at the occasion of the Thirteenth session of the UN Commission on Sustainable Development (CSD-13)*, SIWI, IFPRI, IUCN, IWMI, 2005.
- [2] FAO. Consumer choice in supermarket could affect world water supply. Edie newsroom, http://www.edie.net/news/news_story.asp?id=9822, 2005.
- [3] H.D. Holland, U. Peterson. Living dangerously, the Earth, its resources, and the environment. *Princeton University Press, Princeton*, 490 pp, 1995.
- [4] World Resources. World Resources 1994-95, a guide to the global environment. Report by the World Resources Institute in collaboration with the United Nations

- Environment Programme and the United Nations Development Programme. *Oxford University Press, New York*, 400 pp, 1994.
- [5] S. Boyden. Biohistory: the interplay between human society and the biosphere, past and present. The Parthenon Publishing Group, Carnforth, 265 pp, 1992.
- [6] The Times of India - Breaking news. India invites foreign investment in mining. <http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/msid-1480202,prtpage-1.cms>, 2007.
- [7] L.E. Anderson, R. Faris. Natural gas and income distribution in Bolivia. Working paper of the Andean competitiveness project, *Andean Development Cooperation (CAF)*, 25 pp, 2002.
- [8] J. Sachs, A. Warner. The big push, natural resources booms and growth. *Harvard Institute for International Development, Cambridge, MA*, unpublished manuscript, 1995.
- [9] R.M. Auty. Resource abundance and economic development: Improving the performance of resource rich countries. *UNU/WIDER Research for Action No. 44*, 1998.
- [10] N. Birdsall, D. Ross, R. Sabot. Education, growth and inequality. In: N. Birdsall, F. Jasperson (Eds.). Pathways to growth: Comparing East Asia and Latin America. *Inter-American Development Bank, Washington DC*, 93-127, 1997.
- [11] R.C. Duncan. Agricultural export prospects for sub-Saharan Africa. *Development Policy Review*, 11, 31-45, 1993.
- [12] E.E. Leamer, H. Maul, S. Rodriguez, P. Schott. Does natural resource abundance increase Latin American income inequality? *Journal of Development Economics*, 59, 3-42, 1998.
- [13] A. Wood, K. Berge. Exporting manufactures: Human resources, natural resources and trade policy. *Journal of Development Studies*, 34, 35-59, 1997.
- [14] A.O. Hirschman. The strategy of economic development. *Yale Studies in Economics, No 10, Yale University Press, New Haven*, 1958.
- [15] F. Morata. L'UE come sistema multi-livello. Jean Monnet Lecture Series No 3, *Jean Monnet European Centre*, 21 pp, 2003.
- [16] R.V. O'Neill, A.W. King. Homage to St. Michael: or why are there so many books on scale? In: D.L. Peterson, V.T. Parker (Eds.). Ecological scale: theory and applications. Complexity in ecological systems. *Columbia University Press, New York*, 3-15, 1998.
- [17] T.J. Wilbanks. How scale matters: some concepts and findings. Draft paper, *Oak Ridge National Laboratory, USA*, 17 pp, 2004.
- [18] R.R. Ziemer. Temporal and spatial scales. In: J.E. Williams, C.A. Wood, M.P. Dombeck (Eds.). Watershed restoration: Principles and practices. *American Fisheries Society, Bethesda, MD*, 80-95, 1994.

Opening address: An international congress on “multi-level and multi-scale sustainability”

J. Feyen

Department of Land Management and Economics, Katholieke Universiteit Leuven,
Heverlee, Belgium
jan.feyen@biw.kuleuven.be

Keywords: Natural resources, sustainable and economic development, impact, multi-level, multi-scale, decision-making

Abstract

The following paper aims at answering the following questions: (i) Why organizing an international congress?, (ii) Why was multi-level and multi-scale development of environmental and natural resources chosen as general theme?, (iii) What will be presented in the congress?, (iv) What does the scientific chair expect from the congress?, (v) Shall the congress have an impact on the institution, and if so what impact might we expect and will the impact be substantial?, and (vi) Will the congress have an impact on the sustainable development in Bolivia and Latin America?

(i) Why organizing an international congress?

The thesis of this section is that national and international congresses, where scientists and other stakeholders meet, are among other activities, essential in speeding up progress in development. Congresses are seen as a necessary supplement to the publication of research findings in national and international peer reviewed journals, which have the same objective: the dissemination among the scientific world of new knowledge and discoveries. The main advantage of congresses is that they offer an ideal platform for the direct interaction between participants working within the same or closely related disciplines. Congresses are not only important for the exchange of knowledge and experience, but the interaction might lead to further contacts; which ultimately might evolve to more intensive cooperation. Congresses also help identifying the new challenges, based on the state-of-the art, which in congresses is primarily presented in oral and written presentations. The description of the state-of-the art being reached at the time of the congress, and the presentation of the societal needs related to the congress domain form the starting point for the discussion of the avenues to be developed by the present and future scientific generation. The overall aim hereby is to make the relationship between humankind and environment sustainable for all and for the future.

International meetings also contribute to the transfer of knowledge and expertise, not only between the scientists of one country, but between researchers and stakeholders

belonging to different countries and different parts of the world. It enhances the interaction between academics, decision-makers, professionals and practitioners; it helps to keep research focused on the relevant problems, which might require for their investigation a fundamental and/or more practical approach; and it also provides the basis for the socio-economic and cultural development not only for the developed countries, but also for the developing countries. Most importantly international meetings promote the interaction between the present generation of scientists and stakeholders within a given domain belonging to different parts of the world and different social classes.

International congresses offer to scientists of the developing world an easy way to get acquainted with the state-of-the-art, emerging ideas, approaches and tools, which they and their society could benefit. Meetings, among other activities, also guarantee that academics will participate more actively in the local development of a science and technology platform, in harmony with the local socio-economic and cultural boundary conditions, which on their turn provide the necessary inputs for the economic development of the home country. In this way, societies of the developing countries will not only be consumers of the technological developments in the northern hemisphere, but become equal partners in development.

Meetings at national and international level are also a unique yardstick for measuring the research relevancy and quality of individual academics and research groups. Whereas this might lead to a further decline of the motivation and output of the individual researcher or unit, the confrontation should be considered as a starting point for improved performance. The confrontation will help with the identification of causes limiting performance and restricted output, and the avenues for remediation. Meetings are for the society also ideal instruments for assessing the cost/benefit ratio of the money invested in research, and in probing the contribution of research to development and sustainability. Improvement of the performance and operation of academics and researchers, shall of course also contribute to improved teaching and training of the new generation of professionals and practitioners, which the society needs in an increasing number.

In summary meetings, and we hope that this international congress contributes to making progress in the scientific domains covered by the congress. If not realized then we hope that through this and other meetings at least advance is made towards a better understanding of “what” should be researched, “how” it should be investigated, and “how” it should be disseminated as to contribute in the most efficient way to more sustainability and progress, today and tomorrow.

The congress to which is referred herein was organized to offer to the academics and researchers of six departments of UMSS¹ - the domain of each department stands for one of the six congress sub-themes - who benefited from the 10-year VLIRUOS²

¹ UMSS: Universidad Mayor de San Simón

² VLIRUOS: University Development Cooperation (UOS), Division of the Flemish Interuniversity Council (VLIR)

cooperation via the IUC³ Program the opportunity of presenting in an international forum the research output obtained via the cooperation. An additional objective of the congress was providing a platform for measuring the relevance, quality and research capacity of those six departments, within the Latin American context.

(ii) Why was multi-level and multi-scale sustainability chosen as general congress theme?

At several meetings leading scientists and politicians have drawn the attention to the increasing world-wide pressures on ecosystems as the global economy expands, and the need for governments and business to develop initiatives to promote innovative approaches to resource management. Many also agree that climate change remains one of the most urgent and challenging issues that societies must address, and it is accepted that in addition to the industrialized countries, China and other emerging developing countries will continue to affect future climate patterns.

While many of today's rivers, lakes and groundwater reservoirs continue to be overexploited and polluted, the United Nations Commission on Sustainable Development [1] warns that unless steps are taken to improve the way water is managed, twice the world's current water consumption may be needed by 2050 to feed a global population of some 9 billion. Food security will be an enormous challenge in particular considering the fact that consumption is moving towards more water-intensive items and less healthy diets. Irrigation can only partly satisfy the thirst for expanded future food production, and agricultural land is shrinking. Today global food security requires new policy recommendations and water management approaches today. It is estimated that the demand for food increases with 50% every generation. How big the increase ultimately will be depends strongly on the purchasing power of consumers. According to prognoses of the Food and Agricultural Organization of the United Nations [2] the increased pressure on natural resources - above all water - will be dramatic certainly if a high calorie intake becomes the social norm for all of humanity. An additional volume of water equal in size to all of the water used in households, industry and agriculture today (5600 km³) would be required by 2025. It can be expected that when those prognoses become true, the impact on aquatic based systems (flora and fauna) will even be more dramatic. Today there is no water flowing in the Yellow, Colorado and Indus River during large parts of the year. Previously large lakes, like the Aral Sea and the Chad Sea, are now mere shadows of their former selves. Around 1.4 billion people, nearly a quarter of the world's population, live near rivers where all of the available water is committed. Some predict that the 40 poorest countries, with a total population between 1 and 3 billion, will lose on average up to a fifth of their cereal production potential in the 2080s because of climate change.

There is not only the earth's thirst for fresh water that undermines sustainability, but there is also the increasing demand for biological, energy, and mineral resources.

³ IUC Program: Institutional University Cooperation Program

Modern society has an insatiable thirst for energy; Holland and Petersen [3] estimate that the average consumption of energy worldwide is around 175 MJ⁴ per day per capita. By contrast, they note that in the world's most developed countries, such as the United States of America, consumption rates are much higher, averaging around 950 MJ per day per capita. The thirst for energy is largely replenished by non-renewable resources from Mother Earth, the most important being the fossil fuels coal, oil, and gas.

With society's massive dependence on non-renewable energy resources (the fossil and nuclear fuels) the concern of the society in the 1970s was that with continuing production and consumption it would be a matter of time before these stocks were exhausted. Today, primarily thanks to the wisdom of hindsight, stocks of non-renewable resources are not small, although they are slowly but inevitably being depleted. The present outlook for the availability of fossil fuels is rather positive. Given current economic conditions and technologies, proven reserves alone could supply petroleum needs for 40 years, natural gas for 50 years, and coal for well over 200 years. In addition, it is also expected that new fossil fuel reserves will be discovered in the coming years [4]. Today's concern about fossil fuels shifted from resource exhaustion to environmental impact. If present trends in the consumption of fossil fuels continue, it is estimated that by the year 2030 the atmosphere's carbon dioxide concentration would reach 600 ppm, that is, double the pre-industrial level [5]. Knowing that carbon dioxide is a greenhouse gas contributing directly to global warming and climate change, the main issue at all levels of the society, including the international political agenda, is now the mid- and long-term environmental impact of the consumption of fossil fuels, leading to a growing pressure for the society as a whole to reduce carbon dioxide emissions.

The economic development of many newly industrialized countries⁵, such as China, India, Brazil, among others, goes hand in hand with an increasing demand for metallic and nonmetallic minerals. Experts in this field speak of a new climate of optimism after the stagnation in the 1990s, with new record levels for metal prices and increased investment in global mining activities. In a recent meeting in Davos (Switzerland) on 27 January 2007, the Minister of State for Commerce and Industry from India, Ashwini Kumar [6] invited global mining companies to invest in his country to meet the increasing internal demand for minerals. Adapted liberal policies have been put in place to facilitate the flow of overseas capital in the sector. Chile has become the world's top producer and exporter of copper, and produces nearly 40% of the world's mined copper. The mining industry in Chile accounts for some 47% of Chile's export, and represents about 8% of Chile's gross domestic product. Bolivia has an estimated 47 trillion cubic feet (TFC) of certified Natural Gas reserves and 452 million barrels of certified crude oil reserves. This represents a dramatic increase in Bolivia's known natural resource wealth since 1996, where Natural Gas reserves were estimated around 6 TFC and the oil reserves were thought to be economically insignificant. The discovery has the power to significantly change the structure of the Bolivian economy for many decades to come [7].

⁴ 1 MJ is equivalent to 238.9 kcal

⁵ Newly industrialized countries are countries whose economies have not yet reached first world status but have, in a macroeconomic sense outpaced their developing counterparts.

Whereas the availability of large unexploited reserves of minerals and other natural resources, which are often in abundance available in many of the moderate to poor developed countries, might be the leverage for economic development and prosperity, the fear is that not all these changes are likely to be positive. There is the evidence from around the world that natural resource rich countries tend to under-perform compared to natural resource poor countries [8]. As mentioned by Anderson and Faris [7] per capita income tends to grow two to three times faster in resource poor countries; resource rich countries tend to have many more stunted manufacturing sectors; have in general less product diversification; are more prone to policy errors; experience slower accumulation of skills; develop social and institutional capital more slowly; suffer higher levels of corruption and unproductive rent seeking behavior; and have a higher degree of inequality [9, 10, 11, 12, 13]. A related problem, according to Hirshman [14], is that mining of natural resources is a capital intensive activity with little employment creation and with few linkages to the rest of the economy. The lack of positive linkages means that natural resource mining is likely to exist as a relatively isolated enclave within the economy and the likelihood that it spurs a virtuous circle of development spreading throughout the economy is extremely limited. Another aspect that sheds a negative light on mining is the environmental violation until very recently by most mine companies. Those companies' main objective is to generate for the shareholders the largest financial benefit in the lifetime of mines. This and the absence in the least developed countries of an appropriate legal framework, and/or the absence of a public department for the control that mine companies comply with national and international regulations are responsible that mines direct or indirect have a long time negative impact on the environment, and that people living nearby or downstream of the mine are exposed to an increased risk of cancer and other diseases.

Many more examples can be presented illustrating the conflicting perspectives of development, whereby at one hand for example workers in Chilean copper mines want to sustain the development of their communities with mining-related jobs while worldwide eco-activists want to reduce global mining in order to preserve finite resources for future generations and minimize the environmental impact of mining. Conflicts between stakeholders are likely to increase rather than decrease due to the increasing pressure of humankind on earth's resources, globalization and the growing awareness of the vulnerability of earth's ecosystem. The frequency and extent of conflicts are likely on the rise also because stakeholders living in diverse socioeconomic and political conditions interact more frequently than in the past, resulting in a society that is increasingly confronted with paradoxes and dilemmas. Contrasts are thereby enhanced by the everlasting inequity in income between people in developed and developing countries, and within nations between those that have and those that have not. It is likely to be expected that the multi-faceted nature of the society and people's interest and the non-existence of strong governance will lead to a decline rather than an enhancement of sustainable development.

To enhance sustainable development it is now assumed that coherent actions at all levels of government, from the global down to the local, are taken [15]. This is translated very well in the popular motto of “think globally and act locally”. It captures the need to put international commitments into practice in the everyday actions of individuals in the communities. Many of the challenges to sustainability require global commitments and actions to achieve them, other matters can only be undertaken successfully at for example the Latin America level, and in other cases, action by national, regional or local governments would be more appropriate. Sustainability deeply challenges the traditional division of competencies among different levels of government. Multi-level governance, through which decisions related to sustainable development are taken and put into practice, expresses the shared responsibility over and between the levels of governance. According to Morata [15] cooperation between different tiers of government from the local to the European level for example has proved to be essential for policy success. The sometimes fiercely debate about the shifting of competencies from the national to the European or the regional level lost importance by asking how each level should contribute best to achieving sustainable development in a system of shared responsibilities.

In addition to coherent governance at multiple levels of decision-making, sustainability and sustainable management of natural resources also require integration of information across several scales and disciplines. To avoid confusion, with scale here is referred to the physical dimensions (most commonly space and time) of the processes and phenomena [16]. The hydrology of systems can be analyzed at different scales in space, for example at the level of an individual field, group of fields, micro-, meso- and macro-catchment. When the analysis is applied at larger spatial scales the time scale to be efficient and consistent with the data available has to be rescaled to the new level of application, illustrating the inherent link that exists between space and time. The analysis of processes over different scales reveals that other processes may become important, i.e. the relevant processes change when moving across scales, and that phenomena and processes at different scales affect each other [17]. As for example, human activities have degraded substantial portions of the ecological resources, including physical and biological aquatic systems. In general, effects are not only local but are noticeable over a much larger area in space. Studying problems locally, not taken into account their interaction with the surrounding, can lead to inadequate and irrelevant policies and remedial measures. As for example, for reasons of jurisdictional politics, land ownership, user interest, funding or time, most environmental restoration programs operate at the local scale. Although this might lead to restoration that is well designed and well intentioned, often they are irrelevant and ineffective at the larger scale. Therefore, to be effective, successful restoration, among other policies and interventions, should also be based on understanding the interaction of the problem both locally and beyond the project’s boundaries [18].

From the brief analysis given herein it is obvious that sustainability requires that problems and phenomena are studied at different spatial scales appropriately involving and merging knowledge and expertise from multiple disciplines. New insights should lead to guidelines, instruments, measures and practices which are applied in a system

of pluralistic multi-level governance. It is a system in which public and private actors, industry and NGOs, among other actors at different tiers of government take part in the policy process [15]. For those reasons it is logic that the general theme for the congress was defined as: sound development and conservation of the environment and the natural resources meeting the current needs without compromising the ability of future generations require that sustainability is pursued at *multi-levels* of decision-making and *multi-scales* in space.

(iii) What will be presented in the congress?

The congress “Multi-level and multi-scale sustainability” is different from the traditional association based annual or bi-annual meetings. Those meetings are in general discipline based, and focused on the latest developments within a given area covered by the association. They depict the evolution within the discipline as time goes on.

This congress encompasses multiple disciplines ranging from environmental geotechnics to planning and management, bringing together scientists of various disciplines. The multi-disciplinary approach emerged from the concept the Institutional University Cooperation program of the Development Cooperation Division (UOS) of the Flemish Interuniversity Council (VLIR) is set-up. The overall aim of this program is to strengthen higher educational institutes in the South by establishing direct links between research units in the north (Flanders) and research units in the south (the partner institutions). In 1997 such a cooperation was established between the Universidad Mayor de San Simón (UMSS, Cochabamba, Bolivia) and research units belonging to different universities in Flanders (respectively the universities in Antwerp, Gent and Leuven), under the coordinatorship of the Katholieke Universiteit Leuven, and with funding of the Directorate General for Development Cooperation (Belgium) through VLIRUOS.

At the onset of the cooperation program it was decided to strengthen the teaching and research capacity of 9 units during the first phase (1997-2001), reduced to 6 units in the second phase (2002-2006). The reduction in number of units was primarily based on the knowledge that funding in the second phase of the cooperation would gradually reduce and to consolidate support to those units which were most successful in the first phase. In addition, in the 6 units supported in the second phase the focus of the cooperation was gradually shifted towards a strengthening and consolidation of the research performance of the units. Of the 6 units, 5 belonged to the Faculty of Science and Technology (Laboratory of Geotechnics, Laboratory of Hydraulics, Water and Environmental Sanitation Centre, Laboratory of Limnology and Aquatic Resources, and Laboratory of Biodiversity and Genetics). The 6th unit, the Management and Planning Centre, was designed as a bridge between the Faculty of Economics and Social Sciences and the Faculty of Architecture.

Based on previous, this congress was organized with the objectives of (1) offering the academic staff of the supported centers the opportunity of presenting the research

results obtained since 1997 with the assistance of the Flemish universities; (2) offering a yardstick to measure the quality of the research, confronting the research results with the research findings of other national and international scientists in similar fields; (3) creating a momentum of interaction as a basis for future networking; and (4) pinpointing the future research challenges taking into consideration the local conditions which will contribute to increased dialogue and awareness that serve to stimulate policy change for enhanced innovation in support of socio-economic development. Of course, the organization of the congress had also an educational dimension, i.e. transfer of capacity in the various organizational aspects of international scientific events, including the peer review of manuscripts and the publication of congress proceedings.

The organization of the congress started in November 2005, and a large number of academics and researchers from in and outside Bolivia showed quite early their strong interest in the congress. This resulted in the submission of 425 abstracts of which after review 217 abstracts were accepted for paper presentation and 105 abstracts for poster presentation. Adding to this the opening and closing address and the contribution of the keynote speakers (2 per sub-theme) or a total of 14 manuscripts, the total of manuscripts published in the congress proceedings is 231, and 105 abstracts of posters. The contributions (articles and abstracts of poster) over the congress sub-themes are distributed as depicted in Table 1.

Table 1: Distribution of articles and posters over the 6 congress sub-themes

Sub-theme	Paper (including keynote papers)		Poster	
	#	%	#	%
1 Environmental geotechnics	28	12.12	4	3.77
2 Integrated river basin management	49	21.21	16	15.09
3 Environmental impact of mining	33	14.29	16	15.09
4 Aquatic ecology	38	16.45	17	16.04
5 Biodiversity and conservation	41	17.75	31	29.25
6 Planning and management	42	18.18	22	20.75
Total	231	100	106	100

The population of authors covers 24 nationalities (see Table 2), which are distributed as follows: 145 authors are holder of the Bolivian nationality, whereas 192 presentations come from authors outside Bolivia. The total number of contributions from authors living in Latin America is 294, of which 149 are from outside Bolivia. The contribution of Latin America to the congress amounts 87% of the total number of manuscripts; authors from European countries contributed 10% and 3% of the contributions were sent in by authors from outside Europe and Latin America, i.e. in alphabetic order Iran (1), Taiwan (1), the Philippines (2), United States (3), Vietnam (2) and Zimbabwe (2). Should the organizers of the congress have more financial means to support authors for traveling to Cochabamba, a larger number of contributions would have been the result from authors outside Bolivia, primarily of Latin American countries.

As was expected not all the manuscripts submitted are fully in line with the topic of the congress sub-themes. The organizers had two options, i.e. rejecting the manuscripts not addressing the sub-theme topic, or accepting also the good manuscript that address sub-theme related aspects. Preference was given to the 2nd option, since it was realized that for many of the younger generation of authors attending the congress would be a first and unique opportunity and participating would have a strong impact on their future performance as scientist. At least it will ease and improve their writing having been exposed to the peer review process of this congress. Since not all of the submitted manuscripts directly address the topic of the congress sub-themes, they were ranked, and the manuscripts with the lowest rank numbers address closest the congress sub-theme. They are published in the congress proceedings immediate after the address of the invited keynote speaker from the north and the south. Per sub-theme two keynote speakers were invited as to address the sub-theme topic respectively from the northern and the southern perspective. In the congress proceedings the 1-page abstract of the posters are published per sub-theme, immediately after the papers, in alphabetic order.

Table 2: Distribution of submitted articles and abstracts for posters according to the nationality of the first author

Latin American countries			European countries				
	#	%		#	%		
1	Argentina	39	11.57	13	Belgium	19	5.64
2	Bolivia	145	43.03	14	France	3	0.89
3	Brazil	7	2.08	15	Germany	2	0.59
4	Chile	16	4.75	16	Italy	3	0.89
5	Colombia	7	2.08	17	Spain	3	0.89
6	Cuba	24	7.12	18	The Netherlands	3	0.89
7	Ecuador	16	4.75	Subtotal		33	9.79
8	Guatamala	1	0.30	Other countries			
9	Mexico	17	5.04	19	Iran	1	0.30
10	Peru	13	3.86	20	Philippines	1	0.30
11	Uruguay	3	0.89	21	Taiwan	1	0.30
12	Venezuela	6	1.78	22	USA	3	0.89
Subtotal		294	87.24	23	Vietnam	2	0.59
				24	Zimbabwe	2	0.59
				Subtotal		10	2.97

Quality and content wise the distribution of the submitted and accepted manuscripts corresponds to a wide population variation range, with the median somehow below what would be accepted for presentation at international meetings. Nevertheless there are also, although few, outstanding manuscripts which internationally would score high. However, it is noticed that to get the average manuscript from scientific point of view and the way they are drafted up to an acceptable level, there is still a long way to go.

(iv) What does the scientific chair expect from the congress?

In the first place I do expect that the participants presenting an article or poster will do this in a professional way and that the presentations will lead to interesting discussions, during the congress and thereafter. The writing of articles not only requires certain skills, also the presentation of the material in a short time slot requires that the author is able of presenting the essential aspects of the material described in the article in a structured way. I hope that the congress offers the opportunity and environment so that many of you could excel, and if not that the active participation in the congress will be an exercise for the future. In addition, I very much hope that through participating authors will be able of self-assessing the relevance and level of their research, and hopefully be able of drawing from this the lessons required to further improve his/her performance as scientist/practitioner.

Of course, another important aspect of the congress should be the development between participants of valuable links for future cooperation. The problems we have to investigate are that comprehensive and complex, and the means for research rather insufficient, that progress today only can be made within a cooperative context between scientists. Whereas science in the past was very much a one-person activity, today progress in research is made within professional well organized research teams, whereby the members in the team can be either at one location or spread over different institutes in one or different countries. With other words, as scientific chairperson of this congress I strongly encourage all of you to actively embark on lively discussions as to allow discovering among participants, working in the same area or in complementary fields, common interests, complementary strengths and capacities. This might lead in future to the setting-up and conduct of collective research projects, the corporate formulation of proposals and the jointly publication of results. Achieving this will be, according to my opinion far more important, than having something published in the congress proceedings. However, the importance of publishing should not be underestimated, because the element that triggers the interest of colleagues to cooperate with is the material presented in the congress as article or poster.

Last but not least I hope that the congress will be an important milestone contributing to a more direct and intensive contact and cooperation with public, non-governmental and private stakeholders, not only during the 3-days of the congress, but also thereafter. The congress amply offers the opportunity to disseminate to the outside world the institution's research potential and capacity, something that should be valorized through the formulation and implementation of cooperative projects. Such cooperation is very essential as to give proof to the society that higher education institutes through teaching and investigation contribute to sustainable development. Higher education institutes should not only exist by the mercy of the society, but should receive support from the society in respect for the essential role they play in development and sustainability.

(v) Shall the congress have an impact on the institution, what impact might we expect and will the impact be substantial?

This is a rather difficult question. The answer to the first part of the question is without doubt “yes”. The congress will certainly have an impact on the institution, at least by focusing the attention of the scientific community of Bolivia and many scientists in Latin America on the institution, i.e. by re-enforcing UMSS, as institution, on Bolivia’s map and placing the institution more visible on the map of Latin America. Then the question comes on what aspect of the institution will the congress have an impact? The academics and scientists that submitted a paper or abstract for poster were through the congress exposed to the normal procedure of international scientific meetings with peer review; for many of them the first time. For sure it has been a learning process, which they will remember, and of which they will benefit when submitting manuscripts for participation in future meetings and/or when they will submit manuscripts for publication in peer reviewed national or international journals. Those that went through the process will experience that the drafting of the next manuscript will go easier. They will know how manuscripts should be structured, written and edited; how tables and figures have to be composed; how literature should be cited in the text; and how the list of references has to be drafted. Notwithstanding, I strongly recommend most authors to further invest in reading and analyzing international publications, and in literature related to the design and conduct of experiments, and scientific technical writing. It is incorrect to state that the quality of writing is poor to moderate by lack of access to information. With some effort every one of the participants, without any exception, has access to Internet, and on the web there is ample material on Scientific Writing and Publishing Aids.

Can we expect that the congress will result in other impacts? Hopefully the congress is a milestone for the institution, more in particular for the Science and Technology Department (DICYT) of the institution. Those that were involved in the immediate organization of the event will realize that the organization of events like this require a huge and diverse organization, which has to be started at least 2 years in advance. There is not only the formulation of the general idea of the concept and the identification of the congress sub-themes, but there is also the search for keynote speakers; people that are prepared to sit in the scientific committee for the review of manuscripts; the definition of the deadlines between the first announcement of the event and the congress, which ought to be strictly respected because any delay or change might jeopardize the following steps in the process; the search for funding a tough and time-demanding activity; the review of submitted abstracts in the first and manuscripts in the second round; the editing of the proceedings; and so on. One needs a good operating team for such events, whereby each member conducts in time what has been agreed. In fact for the organization of congresses like this one should be able to fall back on a group of motivated, disciplined and qualified people.

Will the congress have other beneficial effects? Well I hope that the discussions following the oral presentations will result in many contacts and the development of ideas for cooperation, which hopefully with time results in the development of networks where academics and researchers from different institutes and organizations belonging

to different countries share their experiences, and use the network for the development of cooperative research projects, search for international donor funding, and as platform for staff and student mobility. It is very beneficial for junior staff being able to work some time after graduation in another institution, preferably in an institution where research is high placed on the agenda. This is by far the most efficient way for the new generation of scientists to get acquainted with the business of research. Having this in mind, the organizers of this congress put a lot of effort in fund raising with which young talented researchers from Bolivia and many other countries could be invited to the congress, with the expectation that this would offer to the invited the opportunity of establishing links with colleagues and enhance further their appetite for science and technology. The congress organizers were able to raise over 85,000 USD as travel grants which were distributed among the potential participants on the basis of the number and quality of manuscripts submitted for oral and poster presentation.

Ultimately, I very much hope that the congress is an eye opener for the institution, and a milestone that helps the institution making the institutional changes that culminate in the establishment of a more favorable environment for research. Talent is amply present, but the unfavorable climate is the main cause of the low to moderate output, and for the drain of the most talented youngsters.

Remains still the question if the impact will be substantial. The impact will be minimal given no follow-up is given to the process initiated by this congress. Otherwise it is likely, as time goes on and the process is sustained by appropriate institutional policies and measures, that the impact will be substantial.

(vi) Will the congress have an impact on the sustainable development in Bolivia and Latin America?

It would be euphoric to assume that this congress would have a direct impact on the sustainable development of Bolivia and Latin America. However, the submission of the many contributions feeds the expectation that a change is taking place in the mentality of the new generation of researchers. They get more confident and realize that congresses like this and others offer the possibility of disseminating knowledge and findings to colleagues, the public sector and many other stakeholders. In addition, active participation in meetings will help participants in better focusing future research efforts, in making research better tuned to the societal needs, in producing better research and in more professional writing and presentation. And if we succeed in making research more relevant and beneficial for the society, we academics and scientists through our work will directly or indirectly contribute to a more sustainable development of earth's natural resources and this to the benefit of the current and future generations.

Conclusions

In this manuscript it has been illustrated that improvement of the relationship between humankind and environment, notwithstanding the further expansion of the world population and global economy, only can be achieved if sustainability is pursued at multiple scales and levels. The sustainable development and conservation of earth's resources require (i) the design and implementation of policies and measures at regional, national and local scale and (ii) the application of those policies and measures in a system of pluralistic multi-level governance. In addition, the manuscript explains the reasons why an international congress was chosen as closing event of the 10-year cooperation between the Flemish Universities and the Universidad Mayor de San Simón, and sheds light on the composition and content of the scientific event. Furthermore an attempt was made in identifying the main expectations of the scientific chairperson, and of the likely impacts the congress might have on the institution hosting the congress, Bolivia and Latin America. As described in the manuscript the congress will result into several impacts, however the extend of those impacts in space and time will be dependent primarily from (i) the motivation of the participants in continuing and improving their research efforts, and (ii) the will and capacity of the higher educational institutions in Bolivia and Latin America to improve the appreciation and working conditions of the next generation of academics and scientists.

References

- [1] UN Commission on Sustainable Development. Scientists unite in call for action as global food demands threaten to outstrip world water supply. *Press information at the occasion of the Thirteenth session of the UN Commission on Sustainable Development (CSD-13), SIWI, IFPRI, IUCN, IWMI, 2005.*
- [2] FAO. Consumer choice in supermarket could affect world water supply. *Ede newsroom, http://www.edie.net/news/news_story.asp?id=9822, 2005.*
- [3] H.D. Holland, U. Peterson. Living dangerously, the Earth, its resources, and the environment. *Princeton University Press, Princeton, 490 pp, 1995.*
- [4] World Resources. World Resources 1994-95, a guide to the global environment. Report by the World Resources Institute in collaboration with the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme. *Oxford University Press, New York, 400 pp, 1994.*
- [5] S. Boyden. Biohistory: the interplay between human society and the biosphere, past and present. The Parthenon Publishing Group, Carnforth, 265 pp, 1992.
- [6] The Times of India - Breaking news. India invites foreign investment in mining. *<http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/msid-1480202,prtpage-1.cms>, 2007.*
- [7] L.E. Anderson, R. Faris. Natural gas and income distribution in Bolivia. Working paper of the Andean competitiveness project, *Andean Development Cooperation (CAF)*, 25 pp, 2002.
- [8] J. Sachs, A. Warner. The big push, natural resources booms and growth. *Harvard Institute for International Development, Cambridge, MA, unpublished manuscript, 1995.*

- [9] R.M. Auty. Resource abundance and economic development: Improving the performance of resource rich countries. *UNU/WIDER Research for Action No. 44*, 1998.
- [10] N. Birdsall, D. Ross, R. Sabot. Education, growth and inequality. In: N. Birdsall, F. Jasperson (Eds.). *Pathways to growth: Comparing East Asia and Latin America. Inter-American Development Bank, Washington DC*, 93-127, 1997.
- [11] R.C. Duncan. Agricultural export prospects for sub-Saharan Africa. *Development Policy Review*, 11, 31-45, 1993.
- [12] E.E. Leamer, H. Maul, S. Rodriguez, P. Schott. Does natural resource abundance increase Latin American income inequality? *Journal of Development Economics*, 59, 3-42, 1998.
- [13] A. Wood, K. Berge. Exporting manufactures: Human resources, natural resources and trade policy. *Journal of Development Studies*, 34, 35-59, 1997.
- [14] A.O. Hirschman. The strategy of economic development. *Yale Studies in Economics, No 10, Yale University Press, New Haven*, 1958.
- [15] F. Morata. L'UE come sistema multi-livello. Jean Monnet Lecture Series No 3, *Jean Monnet European Centre*, 21 pp, 2003.
- [16] R.V. O'Neill, A.W. King. Homage to St. Michael: or why are there so many books on scale? In: D.L. Peterson, V.T. Parker (Eds.). *Ecological scale: theory and applications. Complexity in ecological systems. Columbia University Press, New York*, 3-15, 1998.
- [17] T.J. Wilbanks. How scale matters: some concepts and findings. Draft paper, *Oak Ridge National Laboratory, USA*, 17 pp, 2004.
- [18] R.R. Ziemer. Temporal and spatial scales. In: J.E. Williams, C.A. Wood, M.P. Dombeck (Eds.). *Watershed restoration: Principles and practices. American Fisheries Society, Bethesda, MD*, 80-95, 1994.

Discurso de clausura¹

J. Feyen

Department of Land Management and Economics, Katholieke Universiteit Leuven,
Heverlee, Belgium
jan.feyen@biw.kuleuven.be

La preparación de un congreso internacional - como ha sido el de Desarrollo, Recursos Naturales y Medio ambiente: Sostenibilidad a multiniveles y multiescalas - toma aproximadamente dos años de continua dedicación de un equipo de gente motivada. Si comparamos, el congreso mismo no tomó más del tiempo en que pasa una nube. Los tres días de presentaciones, discusión y fraternización pasaron muy rápido. Mi tarea como coordinador científico del congreso es la de presentar un resumen del evento y de expresar mi gratitud a la firme contribución de ustedes para el éxito de este congreso.

Los organizadores del congreso fueron afortunados en haber logrado una inmensa respuesta a las varias convocatorias para envío de trabajos, no solo por investigadores de Bolivia, sino de muchos otros rincones del mundo. Gracias a la fantástica contribución de diferentes donantes no solo pudimos cubrir los gastos del congreso, sino también posibilitaron que podamos invitar a científicos jóvenes y más experimentados de Latinoamérica y Europa e incluso estudiantes de doctorado de Africa y Asia que confirieron al congreso un real sabor internacional. Los conferencistas realizaron un maravilloso trabajo compartiendo lo mejor de sus conocimientos y experticias en los subtemas a los que fueron adscritos, así mismo en haber hecho partícipe su profesionalidad en las sesiones orales y guiando animadas discusiones después de cada presentación. Se les agradece a los autores de trabajos completos y paneles por su interés y firme contribución al congreso. Por supuesto que en este discurso quiero expresar mi sincero agradecimiento a muchos de ustedes, pero sería imposible nombrarlos a uno por uno, no solo por la falta de tiempo sino más bien en evitar el riesgo de olvidar de mencionar a alguna institución o persona. Sin embargo, espero que me disculpen si menciono a algunas personas sin las cuales no hubiera sido posible tener este congreso, como la *Universidad Mayor de San Simón* y la *ciudad de Cochabamba*, los anfitriones del congreso; los *auspiciadores* (VLIRUOS, K.U.Leuven, Division Soil and Water Management of K.U.Leuven, Cooperación Belga, Agencia Española de Cooperación, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Institut de Recherche pour le Développement), los *miembros de varios comités*; (el comité organizador y científico, así como las comisiones de apoyo como la comisión de actividades sociales, la comisión de relaciones, la comisión de infraestructura y la comisión financiera); el *equipo editorial*, en particular a la Dra. Mónica Moraes R. (Universidad Mayor de San Andrés en La Paz) y Sra. Greta Camps por el enorme

¹ Parte del discurso de clausura está basada en la conferencia dictada por el autor en la reunión plenaria de la Real Academia de Ciencias de Bélgica durante el 60vo. Aniversario de las Naciones Unidas del 20 de octubre de 2005, que está publicada en Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer, 51(4), 425-437, 2005.

esfuerzo que respectivamente aportaron en revisar los múltiples manuscritos y por la edición de las memorias; y por último pero no menos a la *secretaría del congreso* (Mabel Magariños, Lourdes Paravicini, Patricia Rodríguez, Fabiola Vera, Mauricio Rojas y Edwin Balderrama). La secretaría del congreso invirtió horas y días, incluso hasta meses en lograr que el hilo del congreso esté en camino hacia el 11 de julio de 2007. A pesar que las cosas no siempre fluyeron como fue planificado, la motivación y dedicación que demostraron en el curso de los últimos dos años - pese a que no fueron escaladores experimentados - los hubiera habilitado conquistar el nevado Sajama (6.520 m), la montaña más alta en Bolivia. Si algunas personas y organizaciones sienten que las olvido en los agradecimientos, por favor no me culpen, solo soy el director científico de la orquesta congresal.

Tradicionalmente también es tarea del director científico del congreso generar un resumen de los 231 artículos completos y los 106 paneles presentados en el congreso; pero si me permiten es una misión imposible. Hacerlo sería muy aburrido y nos mantendría por horas en una recepción de clausura. Incluso algunos de ustedes tendrían que irse para poder viajar en avión. Lejos de ser un experto en los seis dominios cubiertos por el congreso, sería incluso un compromiso muy riesgoso en tratar de resumir todas las excelentes ideas que fueron manifiestas en cada una de las sesiones paralelas. Por lo tanto, déjenme tratar de recapitular en lo que deberíamos recordar de este congreso!

Este congreso - como muchos encuentros internacionales - tuvo la meta de llamar la atención en el creciente impacto humano sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Además, el congreso claramente subrayó que si no se toman medidas mayores, los desastres se incrementarán en lugar de reducirse y que las generaciones futuras tendrán que ser considerablemente más innovadoras para garantizar en una forma sostenible la calidad de vida de cada persona en nuestro planeta Tierra. Como fue defendido por este congreso, todavía es posible cambiar la situación, pero no solo es una responsabilidad de las autoridades superiores, sino de todos los niveles que toman decisiones, incluyendo desde los individuos pasando por varios gradientes de grupos humanos hasta espacios nacionales e internacionales. Mientras el rol de los gobiernos es el diseño e implementación de nuevas políticas, medidas y regulaciones que estimulen a la humanidad en ser más cuidadosa en el uso de los recursos del planeta, la sociedad como conjunto debe estar involucrada. Esto por supuesto requiere un entorno participativo que procure que los individuos asuman responsabilidades, algo que es más garantizado bajo un verdadero sistema democrático de gobierno.

En el contexto del congreso se presentaron varios ejemplos sobre el impacto negativo ambiental que la minería genera localmente y en todo el recorrido de los ríos. En forma similar, cambios drásticos del uso de la tierra en la parte alta de una cuenca resultan en la desregulación del flujo del río en su curso inferior y el uso intensivo de químicos en sistemas productivos agrícolas para incrementar la productividad conducen a impactos dañinos en cuerpos de agua de áreas costeras y océanos en los cuales son diariamente drenados grandes volúmenes de efluentes de aguas no tratadas por las mega-ciudades, día tras día. Estamos muy concientes de esto; incluso que el clima

está siendo alterado cada vez más por la actividad humana. La tierra se ha reducido y los impactos se han incrementado tanto que el desarrollo del hemisferio norte afecta la vida del hemisferio sur y vice-versa, requiriendo que se tomen simultáneamente y a escalas múltiples medidas estructurales y coherentes. Particularmente mediante la conservación de ecosistemas clave, algunos países han realizado esfuerzos para adaptar sistemas de alarma temprana, manejo de riesgos en agricultura, estrategias para sequías, inundaciones y manejo costero, así como sistemas de vigilancia de enfermedades. Sin embargo, la efectividad de esos esfuerzos han sido contrapesados por la ausencia de información básica, sistemas de observación y monitoreo; ausencia de capacidades y redes apropiadas políticas, institucionales y tecnológicas; bajos ingresos; y asentamientos en áreas vulnerables, entre otros.

La pregunta que debe atenderse antes de clausurar este evento es si el congreso en Desarrollo, Recursos Naturales y Medio Ambiente: Sostenibilidad a multinivel y multiescala ha sido más que solo una de las tantas contribuciones de la comunidad científica en obtener información para demostrar el amplio rango de impactos humanos, que de acuerdo a los pesimistas entre nosotros harán que el mundo no pueda ser habitable desde 2050? ¿O será que el congreso ha planteado un tono optimista al presentar un juego de desarrollos y alcances de progreso que confieren bases para ser optimistas respecto al uso de los recursos del planeta, la reversión de tendencias negativas de largo plazo de indicadores de biodiversidad y la creencia actualmente difundida que necesitamos cambiar nuestras actitudes y cuidar nuestro mundo? Si me permiten, el tono del congreso estuvo más bien en el medio, entre pensamientos optimistas y pesimistas, que frecuentemente aparecen en los medios. De seguro el congreso no fue un evento que sacudió al mundo. Por lo tanto, los objetivos del congreso fueron muy modestos, la amplitud muy pequeña y la gente que puede afectar al gobierno no fue parte del congreso. Sin embargo, pienso que es correcto plantear que el congreso fue un evento que inquietó a muchos de los autores que por primera vez en su carrera profesional tuvieron la oportunidad de preparar y presentar un manuscrito o un panel para un congreso internacional.

En base a la naturaleza y diversas preguntas que surgieron en el periodo entre la primera convocatoria y la fecha límite para el envío de artículos y paneles, así como la calidad del material enviado, no es exagerado comentar que muchos de los documentos enviados no hubieran sido aceptados por verdaderos encuentros científicos internacionales. Esto no debería sorprender. Todavía recuerdo el vacilante y menos profesional contenido y formato de mi primera publicación en un congreso, que lógicamente fue rechazado. Pero aprendí de ello y de muchos otros rechazos. Para este congreso deliberadamente colocamos un nivel menor de aceptación al que ha sido aplicado por renombradas asociaciones internacionales, no con el objetivo de terminar con una abultada memoria, sino para ofrecer el desafío a aquellos que no tuvieron la opción de presentar algo en un congreso internacional. Mucho esfuerzo se ha aplicado en la redacción del texto y en el rediseño de gráficos y tablas para conferir a los manuscritos una presentación más profesional. Por supuesto el tiempo fue muy corto para comunicarnos personalmente con cada autor y mejorar el contenido de algunos de los manuscritos. Sin embargo, invito gentilmente a los autores para que comparen

cuidadosamente el manuscrito que enviaron hace varios meses con el que ahora está publicado en las memorias del congreso. Espero que vean la diferencia, no solo noten la diferencia sino aprendan de ella. Desafortunadamente no todos los autores reaccionaron cuando les solicitamos que envíen por vía electrónica las hojas EXCEL con datos crudos de gráficos y nos permita mejorar la calidad de las figuras, así como elaborar figuras y tablas más significativas y más fáciles de entender. Esto no solo es lamentable por la calidad con la cual sus manuscritos son reproducidos en las memorias, sino que afecta negativamente a la calidad general de las memorias. En resumen, un objetivo secundario del congreso fue educativo, no solo para el equipo del congreso, sino también para muchos autores. Espero que hayamos sido exitosos y que las memorias sean usadas como una guía para redactar contribuciones futuras en encuentros nacionales o internacionales; y una referencia para el desarrollo de manuscritos para publicación en revistas nacionales e internacionales.

Si ustedes me preguntan sobre las razones por qué la calidad global del material enviado está en promedio menor que lo presentado en eventos nacionales e internacionales del hemisferio norte, entonces plantearé lo siguiente como ciudadano del hemisferio norte pero habiendo sido activo durante varios años en universidades de Bolivia y Ecuador – pese a que no fueron instituciones de educación superior totalmente representativas de países menos desarrollados:

- (1) El entorno de muchas universidades no es inductivo para generar investigación. Una explicación obvia que a menudo es manifiesta por aquellas instituciones - como una explicación para la ausencia de ese ambiente en investigación - es la ausencia de financiamiento. Esto por supuesto es parcialmente cierto, ya que la situación mediterránea de Bolivia es un impedimento para el desarrollo económico del país, pero hay muchas otras razones por las que la investigación no es una alta prioridad; por qué todavía Bolivia es internacionalmente categorizada a menos en escalas de los indicadores económicos. Las universidades deben enfrentar las nuevas realidades y asumir que son ampliamente responsables de la pobreza y riqueza de una nación; y así del bajo a moderado nivel de investigación. La situación actual de muchas universidades justifica la necesidad de un nuevo y mayor nivel de instituciones educativas reformadas, reorientadas y con dinámicas expansivas que las sensibiliza y responsabiliza en su nueva misión. Dicho de otra forma, las universidades tienen la obligación moral de formar la estructura intelectual que un país necesita para realizar las reformas necesarias y para guiar y apoyar en el desarrollo socioeconómico de la nación. Un país deseoso de subir peldaños socio-económico-culturales requiere de una porción suficiente de la población que posea capacidad intelectual, actitudes éticas y de dedicación para desplegar un buen gobierno. El sistema universitario actual parece fallar en su misión global, incluso con el apoyo de la ayuda internacional y por lo tanto también falla en establecer una atmósfera inductiva para investigadores jóvenes.
- (2) Mecanismos que estimulan la investigación a nivel nacional - como muchos países tienen y que son denominadas Fundaciones Nacionales de Ciencia no se han desarrollado en Bolivia y muchos investigadores son dependientes de la ayuda

internacional. Una Fundación Nacional de Ciencia con la responsabilidad de promover la investigación y desarrollo en un contexto competitivo será un enorme palanca para el país y ayudará a las universidades en establecer y consolidar una cultura de investigación. Esa fundación - dado que implementa políticas transparentes y de calidad, controlada por expertos externos y verifica adecuadamente el uso de los fondos para investigación - en resguardo de sus recursos puede atraer a donantes internacionales, mediante ayuda, en lugar de ser asignados en formas no coordinadas, serán distribuidos en un modo más estructurado que resultará en impactos más considerables en la academia y la sociedad.

- (3) El personal joven muy difícilmente puede recurrir a la orientación de personal más experimentado o por la falta de personal con herramientas de investigación y/o experiencia en investigación o porque el personal más experimentado está sobrecargado con tareas administrativas y/o de enseñanza. Si aquellas instituciones no toman medidas apropiadas para corregir esta situación, existe el peligro de ingresar en un círculo vicioso a través del bajo nivel de resultados de capacitación en jóvenes graduados sin herramientas necesarias, quienes algún día serán los conferencistas de la siguiente generación de estudiantes. Dado que esos conferencistas no tuvieron capacitación en investigación no podrán ser aptos para guiar estudiantes en cómo emprender, conducir y reportar investigación. Esto explica por qué la educación superior en aquellos países se hace más obsoleta y por qué los programas institucionales de desarrollo son ridiculizados incluso en sus principios. En instituciones donde son ausentes la cultura de investigación y las capacidades más experimentadas difícilmente podrán mejorar la situación emprendiendo programas de postgrado, incluyendo programas de doctorado. Lo que estas instituciones necesitan con urgencia es académicos hábiles y bien capacitados para conducir y transferir herramientas de investigación al personal joven y a estudiantes. Así con los años surgirá en la institución un perfil de investigación, paralelo al perfil de enseñanza; y a través de ambos perfiles se enriquecerán entre todos para el beneficio de la institución, en que los estudiantes y la sociedad serán atendidos.

Además de los aspectos académicos del congreso, se espera que éste ayudó en definir el estado actual de la investigación en las seis disciplinas que fueron cubiertas en este evento; los desafíos de la investigación conferidos por condiciones locales que deben ser atendidos; y los nuevos instrumentos y herramientas disponibles para la obtención de datos, procesamiento de la información y su presentación. Finalmente - aunque no lo menos importante - se espera que algunos de los resultados presentados durante el congreso van a ser transmitidos gradualmente y ser luego considerados soluciones para la sociedad.

En resumen, se espera que el congreso haya sido una piedra fundamental para la institución anfitriona; y que esta institución utilice las experiencias del congreso como una palanca para adquirir mayor destreza y ubicarla donde hayan espacios para investigación y para científicos jóvenes prometedores, quienes al paso de los años

contribuirán en la modernización de la institución y la convertirán en un instrumento para la sociedad; una institución que frecuentemente sea requerida por la sociedad. Para los autores, espero que haya sido muy valioso haber participado en el congreso, que además de ser una piedra fundamental haya sido un evento importante que ha mejorado el nivel de la investigación realizada por cada uno de ustedes; y mucho más importante aún, que este congreso les haya provisto de una plataforma para el establecimiento de vínculos estables con científicos colegas de diferentes disciplinas y culturas. Seré una persona muy feliz si el congreso es el comienzo de nuevas colaboraciones en fronteras institucionales y de países. Si todo esto se materializa en los siguientes meses y años, entonces también el congreso habrá tenido un efecto aglutinador en el departamento de Cochabamba, Bolivia y Latinoamérica.

Closing address¹

J. Feyen

Department of Land Management and Economics, Katholieke Universiteit Leuven,
Heverlee, Belgium

jan.feyen@biw.kuleuven.be

The preparation of an international congress, like the congress on Development, Natural Resources and Environment: “multi-level and multi-scale sustainability” takes roughly two years of continuous dedication of a team of motivated people. In comparison, the congress itself took not more than the time a cloud takes to pass. The three days of presentations, discussions and fraternization went by too fast. My task as scientific congress chair is to present a summary of the event and to express my gratitude for your firm contribution to the success of this congress.

The congress organizers were lucky to have a huge response to the various calls for the submission of papers, not only by researchers from Bolivia, but from many corners of the world. Thanks to the fantastic contribution of the different donors we were not only able to cover the congress expenditures but we could also invite junior and senior scientists from Latin America and Europe, and even PhD-students from Africa and Asia, as to give the congress a real international flavor. The keynote speakers did a wonderful job in sharing the best of their knowledge and expertise in the sub-theme for which they were recruited, and in chairing professionally the oral sessions and guiding the lively discussions following presentations. The authors of full papers and posters are acknowledged for their interest and firm contribution to the congress. Of course it is evident that in this address I very much like to express my sincere gratitude to many of you, but it would be impossible to name them one by one, not only by lack of time but also to avoid the risk of forgetting to call an institution or person. However, I hope you forgive me if I name a few without whom it would not have been possible to have had this congress, such as the *Universidad Mayor de San Simón* and the *City of Cochabamba*, the hosts of the congress; the *sponsors* (VLIRUOS, K.U.Leuven, Division Soil and Water Management of K.U.Leuven, Cooperación Belga, Agencia Española de Cooperación, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Institut de Recherche pour le Développement), the *members of the various committees*; (the organizing and scientific committee, and the supporting commissions such as the social activities commission, the relations commission, the infrastructure commission and the financial commission); the *editorial team*, in particular Dr. Mónica Moraes R. (Universidad Mayor de San Andrés in La Paz) and Mrs. Greta Camps for the enormous effort they respectively put in reviewing the multiple manuscripts and the editing of the proceedings; and last but not least the *congress secretariat* (Mabel Magariños, Lourdes

¹ Part of the closing address is based on the lecture given by the author at the plenary meeting of the Royal Academy for Overseas Sciences of Belgium, at the occasion of the 60th anniversary of the United Nations on 20 October 2005, which is published in Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer, 51(4), 425-437, 2005.

Paravicini, Patricia Rodríguez, Fabiola Vera, Mauricio Rojas and Edwin Balderrama). The congress secretariat spent hours and days, even months in getting the congress on track and in pushing the congress train towards the 11th of July 2007. Notwithstanding things not always went like planned, the motivation and dedication you demonstrated in the course of the past two years would have enabled you, even though you were not experienced climbers, to conquer the Sajama peak (6520 m), the highest mountain in Bolivia. If some persons/organizations feel forgotten in the acknowledgement, please do not blame me, I am only the scientific director of the congress orchestra.

Traditionally, it is also the task of the scientific director of the congress orchestra to give in the closing address a summary of the 231 full papers and the 106 posters presented in the congress; which if you permit me is a mission impossible. Doing so would also be very boring and keeping us refrained from the closing reception for hours. Even some of you might have to leave to catch planes. Far from being an expert in the 6 domains covered by the congress, it would be even a very risky undertaking trying to summarize all the excellent ideas that during the 3-day congress surfaced in each of the parallel sessions. Therefore, let me try to summarize what we should remember from this congress?

This congress, like many international meetings, aimed at drawing the attention on the growing human impact on the natural resources and the environment. The congress furthermore clearly underlined that if no major measures are taken, calamities will increase rather than decrease, and future generations will have to be considerably more innovative to assure in a sustainable way quality of life to every single person on mother earth. As advocated by this congress turning the situation is still possible, but is not only the responsibility of the highest authorities but of all levels of decision-making, stretching from the individual, proceeding through various degree of human groupings, and, end with national and international arenas. Whereas the role of governments is the design and implementation of new policies, measures and regulations that stimulate humankind to be more careful and conservative in the use of earth's resources, the society as a whole should be involved. This of course requires a participatory environment, which helps the individual assume responsibility, something that is best guaranteed under a true democratic system of governance.

In the frame of the congress several examples were given of the negative environmental impact that mining has locally and downstream. Similarly, drastic changes in land use in the upstream of a basin result in a deregulation of the river flow in the downstream areas, and the intensive use of chemicals in agricultural production systems to increase productivity lead to harmful impacts on the aquatic bodies in the coastal areas and the oceans in which still large volumes of untreated effluent waters of the mega-cities are daily, 24 hrs on 24 hrs, drained. We are all well aware of this; even that climate is increasingly altered by human activity. The earth has become that small and impacts that large that developments in the northern hemisphere affect live in the southern hemisphere and vice-versa, requiring that structural and coherent measures are simultaneously taken and pursued at multiple scales. Some countries have made efforts to adapt, particularly through conservation of key ecosystems, early warning

systems, risk management in agriculture, strategies for flood drought and coastal management, and disease surveillance systems. However, the effectiveness of these efforts is outweighed by: lack of basic information, observation and monitoring systems; lack of capacity building and appropriate political, institutional and technological frameworks; low income; and settlements in vulnerable areas, among others.

The question that should be addressed before the closing of the congress is if the congress on Development, Natural Resources and Environment: “multi-level and multi-scale sustainability” was more than just one of the many contributions of the scientific community in gathering data to demonstrate the wide range of human impacts, which according to the pessimists among us may make the world unliveable by 2050. Or did the congress set an optimistic tone by presenting a set of developments and approaches to progress which give grounds for optimism regarding the use of earth’s resources, the reversal of long term negative trends in biodiversity indicators and the now widespread belief that we need to change our attitudes and care for our world. If you allow me, the tone of the congress was somewhere in the middle, between the optimistic and pessimistic views, which regularly surface in media. For sure the congress was not a world shaken event. The objectives of the congress therefore were too modest, the amplitude too small and the people that might affect governance were not addressed by the congress. However, I believe it is correct to state that the congress was a shaking event for many of the authors that for the first time in their professional career had the opportunity to prepare and present a manuscript or poster for an international congress.

Based on the nature and multitude of questions raised in the period between the first call and the deadline for the submission of papers and posters, and the quality of the submitted material, it is not exaggerated to state that many of the submitted documents would never have been accepted in truly international scientific meetings. This should not be surprising. I still remember the shaky and unprofessional content and format of my first publication for a congress, which logically was rejected. But from this, and the many more rejections, I learned. For this congress we purposely put the acceptance level lower than what is applied by renowned international associations, not just with the objective to end with thick proceedings, but to offer a challenge to those that never had the chance to present something in an international congress. A lot of effort has been given in the redaction of the text, in the redesign of graphs and tables, as to give the manuscripts a more professional outlook. Of course the time was too short to communicate with each author personally as to improve also the content of some of the manuscripts. But nevertheless, I kindly invite the authors to carefully compare the manuscript they submitted several months ago and the one published in the proceedings. Hopefully you will see the difference, not only see the difference but learn from it. Unfortunately, not all the authors reacted when we knocked on their shoulder asking by e-mail to forward the EXCEL sheet with the raw data of graphs as to allow us to improve the quality of the figures, as to make figures and tables more meaningful and more easy to understand. This is not only regrettable for the quality with which their manuscript is reproduced in the proceedings, but it also negatively affects the overall quality of the proceedings. In summary, a secondary objective of the congress was

educational, not only for the congress team, but also for the many authors. I hope we did succeed, and that the proceedings will be used as a guide for the writing of future contributions to national or international meetings, and reference for the development of manuscripts for publication in national and international journals.

If you ask me the reasons why the overall quality of the submitted material is on average lower than what is presented at national and international meetings in the northern hemisphere, then I would state as a citizen of the northern hemisphere but having been active for several years in universities in Bolivia and Ecuador, although not fully representative of higher education institutes in the less developed world, the following:

- (1) The environment at most universities is not inductive to fostering research. An obvious explanation often forwarded by those institutions, as excuse for the lack of a research environment, is the lack of funding. This of course is partially true, as the landlock situation of Bolivia is a handicap hindering the economic development of the country, but there are many more reasons why research is not a top priority; why Bolivia internationally is still ranked low at the scale of economic indicators. Universities must confront the new realities and realize that they are largely responsible for the poverty and wealth of the nation, and the low to moderate level of research. The present situation of many universities justifies the need for reformed, re-focused and expansively dynamic new higher level education institutions, which are sensitive and responsive to their new mission. Let me say it in another way, the universities have the moral obligation to form the intellectual cadre a country needs to make the necessary reforms and to guide and assist the socio-economic development of the nation. A country willing to climb on the socio-economic-cultural ladder needs that a sufficient portion of the population possesses the intellectual capacity, ethical attitude and dedication to deploy good governance. The present university system seems to fail in their overall mission, even with the assistance of international aid, and as such also fails in establishing an inductive atmosphere for junior researchers.
- (2) Mechanisms to stimulate research at the national level, which most countries possess and named as National Science Foundation (NSF), does not exist in Bolivia, and most researchers are for funding dependent on international aid. A NSF, with responsibility to promote research and development in a competitive context, would be an enormous leverage for the country, and help the universities in establishing and consolidating a culture of research. A NSF - given it implements a transparent and quality based policy, controlled by external experts, and properly verifies the usage of the research funding - could for the harnessing of its resources appeal to international donors, whereby aid, in stead of being allocated in a distributed and uncoordinated way, would be allocated in a more structural way, resulting in a more considerable impact on the academia and the society.
- (3) Junior staff hardly can fall back on senior staff for guidance, either by lack of senior staff with research skills and/or research experience, or because senior staff is

overloaded with administrative and/or teaching tasks. If those institutions do not take appropriate measures to correct the situation, the danger exists of entering in a vicious circle whereby low level of training results in graduates lacking the necessary skills, graduates which on a given day might become the lecturers of the next generation of students. Since those lecturers never had been trained in research, they will not be able of guiding the students in how to set-up, conduct and report research. It explains why higher education in those countries is becoming increasingly obsolete and why institutional development programs are stultified even from the outset. In institutions where a culture of research is lacking and senior capacity absent, setting-up postgraduate programs, including doctoral programs, will hardly help to improve the situation. What those institutions badly need is skilled and well trained academia, having the capacity of conducting and transferring research skills to junior staff and students. As such over the years a profile of research will emerge in the institution, parallel to the existing profile of teaching, whereby both profiles fertilize each other to the benefit of the institution, the students and the society being served by the institution.

In addition to the educational aspect of the congress, hopefully the congress helped in defining the research status in the six disciplines covered by the congress; the research challenges given the local conditions to be addressed; and the new instruments and tools available for data gathering, data processing and data presentation. Last but not least it is hoped that some of the results presented during the congress will trickle down and be a remedial help for the society.

Summarizing it is hoped that the congress has been a milestone for the hosting institution; that the institution uses the experiences of the congress as a leverage to become more performant and a place where there is room for research and young promising scientists, which on their turn over the years will contribute to the modernization of the institution and in turning the institution into an useful instrument for the society; an institution often solicited by the society. For the authors, I hope that it was worth attending the congress, that in addition of being a milestone the congress was an eye-opener which allowed you to better place the level of the research conducted by each one of you, and most importantly that the congress provided the platform for the establishment of stable links with colleague scientists belonging to different disciplines and cultures. If the congress will be the beginning of new cooperation over the institutional and country boundaries, I will be a very happy person. If all this materializes in the months and years ahead, then the congress also will have had an amplification effect on the Department of Cochabamba, Bolivia and Latin America.

Contenidos breves / Brief contents

Volumen / Volume	Tipo de manuscrito / Type of manuscript	Sub-tema / Sub-theme	Número de página / Page number
	<i>Auspiciadores / Sponsors</i>		<i>i</i>
	<i>Comités / Committees</i>		
	<i>Prefacio / Preface</i>		
	<i>Agradecimientos / Acknowledgements</i>		
	<i>Saludo del Alcalde de Cochabamba Gonzalo</i>		
	<i>Terceros Rojas</i>		
	<i>Discurso de apertura / Opening address</i>		
	<i>Discurso de clausura / Closing address</i>		
	<i>Tabla de contenidos / Table of contents</i>		
I	Comunicación especiales / artículos / póster Keynote addresses / papers / posters	1 & 2	1
II	Comunicación especiales / artículos / póster Keynote addresses / papers / posters	3 & 4	717
III	Comunicación especiales / artículos / póster Keynote addresses / papers / posters	5 & 6	1337

Volumen III / Volume III

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos
Sub-theme 5: Biodiversity and conservation of native forests

CE: Comunicación especial

A: Artículo

P: Póster

5_1_CE	Fragmentation of native forests: threats, consequences and remedies E. Matthyssen	1337
5_2_CE	Biodiversidad y conservación de bosques templados: Oportunidades y desafíos J.A. Simonetti	1343
5_3_A	Relación raíz-suelo en especies nativas y exóticas del Parque Nacional Tunari, Cochabamba L.A. Rodríguez, A. Padilla, L.M. Salinas, M. Fernández, E. Martínez	1344
5_4_A	Influencia de actividades antropogénicas sobre comunidades de mariposas en bosques de <i>Polylepis besseri</i> de Cochabamba, Bolivia R. Quinteros, L.A. Paz-Soldan, C.F. Pinto, L.F. Aguirre, O. Ruiz, D. Tacachiri	1351
5_5_A	El bosque seco andino de la cuenca alta del Río Tuichi, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi L. Cayola, P.M. Jørgensen, A. Araujo-M., A. Fuentes	1360
5_6_A	Respuesta adaptativa al efecto invernadero de las especies forestales arbóreas tropicales de zonas montañosas O. Hechavarría Kindelán, A. Álvarez Brito	1368
5_7_A	Pequeños mamíferos de bosques nativos y plantaciones forestales exóticas en el Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia R. Vargas Rodríguez, E.I. Maradiegue Revollo, L.F. Aguirre	1374
5_8_A	The ecological requirements of two vulnerable species in High Andean <i>Polylepis</i> forest fragments J. Cahill, E. Matthyssen	1382
5_9_A	Consecuencias de la perturbación y fragmentación en bosques altoandinos de <i>Polylepis besseri</i> M. Fernández, J. Cahill, E. Martinez, J.M. Lazcano	1388
5_10_A	Efecto de especies exóticas (<i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus globulus</i>) sobre la estructura del bosque de kewiña (<i>Polylepis subtusalbida</i> : Rosaceae) en Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia M. Zárate, D. Agreda	1393
5_11_A	Efecto de <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus globulus</i> sobre tres fases del ciclo de vida de <i>Polylepis subtusalbida</i> E. Gareca, Y. Martinez, C. Salazar, G. Arriarán, L.F. Aguirre	1401
5_12_A	La regeneración de <i>Polylepis subtusalbida</i> coexistiendo con árboles exóticos en el Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia E. Gareca, Y. Martinez, M. Siles, L.F. Aguirre, R. Bustamante	1406

5_13_A	Bases biológicas para un programa de reforestación con <i>Polylepis subtusalbida</i> en Cochabamba E. Gareca, Y. Martínez, F. Navarro, J. Cahill	1413
5_14_A	Influencia de dos especies forestales exóticas sobre la fauna terrestre de bosques nativos de <i>kewiña</i> en el Parque Nacional Tunari L.F. Aguirre, J.A. Balderrama, C.F. Pinto, E.I. Maradiegue, R. Vargas	1420
5_15_A	Diversidad florística asociada a los bosques montanos de Pinabete (<i>Abies Guatemalensis</i> Rehder) en Guatemala M.M. Velásquez Villatoro	1425
5_16_A	Diversidad y composición florística del bosque seco andino del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi L. Cayola, P.M. Jørgensen, A. Araujo-M., A. Fuentes	1433
5_17_A	Caracterización florística y ecológica de las etapas seriales de los bosques nativos de <i>Polylepis subtusalbida</i> en las cuencas de Tirani y Chorojo en la Cordillera del Tunari del Departamento de Cochabamba, Bolivia C. Antezana, M. Mercado	1442
5_18_A	Caracterización micorrizogénica de un bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl.) Krasser en el Parque Nacional Villarrica, Cordillera de los Andes, IX Región, Chile J.N. Villegas, R.F. Carrillo, P.M. Núñez, M. Rodríguez	1448
5_19_A	Comunidades de aves en plantaciones exóticas y bosques nativos del Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia J.A. Balderrama, E. Rocha L., A. Torrez T., O. Ruiz B.	1456
5_20_A	Herbivoría en bosques altoandinos de <i>Polylepis besseri</i> , Cochabamba, Bolivia O. Ruiz B., J.C. Huaranca, M. Fernandez	1465
5_21_A	Estudio y conservación de la paraba de frente roja (<i>Ara rubrogenys</i>) en el Río Caine V. Pasquier	1471
5_22_A	Importancia de los productos forestales no maderables en la Reserva Forestal Imataca, Venezuela J. Figueroa, E. Sanoja	1476
5_23_A	Evaluación del estado de conservación actual de los ecosistemas terrestres fronterizos de Venezuela con Colombia A. Pineda	1484
5_24_A	Información pública sobre desempeño ambiental: Efectos de la certificación sobre el ecoturismo en el Parque Natural Tayrona, Colombia D.A. Revollo Fernández	1488
5_25_A	Estado actual, dinámica y conservación de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> S. Cruz Torres, Y. García Quintana	1497
5_26_A	Action plan for the multi-level conservation of forest wetlands in the Mekong River Delta, Vietnam L.A. Tuan, G.C.L. Wyseure	1502
5_27_A	Diversidad de comunidades de escarabajos coprófagos en zonas con actividad ganadera-agrícola (valles de Cochabamba, Bolivia) R. Quinteros, D. Tacachiri, M.D. Córdova, N. Franco, L.A. Paz-Soldan	1510

5_28_A	Conservación de los recursos nativos en comunidades indígenas de la IX Región, Chile Z. Neira, A.M. Alarcón, I. Jelvés, A.M. Conejeros, P. Ovalle	1516
5_29_A	Estrategias de conservación de bienes y servicios ambientales en el Parque Nacional El Chico, México E. Rendón Hernández, E.M. Romero Vertti, P. Lina Manjarrez, J.M. Sánchez Nuñez	1524
5_30_A	Valor económico del manejo sostenible de los ecosistemas de aguaje (<i>Mauritia flexuosa</i>) W. Guzmán Castillo	1531
5_31_A	Ocupación territorial vs. protección de recursos naturales del suelo de conservación del Distrito Federal, México E.M. Romero, E. Rendón, P. Lina, J.M. Sánchez	1540
5_32_A	Protocolo histológico de la diferenciación floral de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze (tara) y <i>Polylepis besseri</i> Hieron (kewiña) del ecosistema andino de Cochabamba V. García, C. Ugarte, F. Alemán	1548
5_33_A	Manejo biotecnológico de especies forestales y bambúes con fines económicos y de conservación M. Daquinta, R. Rodríguez, M. Cid, Y. Lezcano, D. Pina	1552
5_34_A	Validación de estudio de caso del cultivo de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en las comunidades de Patarani (Prov. Ingavi) y Coromata Media (Prov. Omasuyos) C. Alanoca, P.J. Vidaurre, J. Flores, W. Rojas, J.L. Soto, M. Pinto	1560
5_35_A	Arborizaciones urbanas en el trópico americano L.F. Molina Prieto	1569
5_36_A	Agrobiodiversidad y dinámicas locales de tres microcentros del área circundante al Lago Titicaca, La Paz, Bolivia W. Rojas, J. Flores, C. Alanoca, F. Quelca, D. Quispe, E. Mamani	1575
5_37_A	Bancos de germoplasma comunales contribuyen a la conservación local de quinua y cañahua, La Paz, Bolivia M. Pinto Porcel, J. Flores Ticona, C. Alanoca Quispe, W. Rojas	1586
5_38_A	Propagación <i>in vitro</i> de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i> Molina Kuntze) C. Sánchez Seja	1596
5_39_A	Análisis del efecto de procedencias para conservación y mejoramiento de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> Y. García Quintana, A. Álvarez Brito	1606
5_40_A	Negocios integrados y ordenamiento territorial en el MERCOSUR: Biocomercio en Amazonas y ganadería en la pampa M. Fernando, C. Ramírez	1613
5_41_A	Factores que determinan la inducción y diferenciación de la floración <i>in vitro</i> en <i>Prunus</i> sp. provenientes de Colomi (Bolivia) y Gembloux (Bélgica) C. Ugarte, Ph. Druart	1621
5_1_P	Abundancia y estructura poblacional de <i>Oxymycterus paramensis</i> (Rodentia: Muridae) en fragmentos de bosque de <i>Polylepis besseri</i> de Cochabamba, Bolivia R. Vargas Rodríguez	1626

5_2_P	Análisis de estrategias de administración de la vida silvestre en sector rural (Baja California, México) J.I. Hernández Valdivia, R. Martínez Gallardo	1627
5_3_P	Cambios de comportamiento de forrajeo de aves cuando una especie se asocia a otras en bosques de <i>Polylepis besseri</i> O. Ruiz B.	1628
5_4_P	Cambios de estructura y configuración del paisaje en la región del Chapare, Cochabamba, Bolivia A. Bruckner, G. Navarro	1629
5_5_P	Cambios en la estructura del paisaje del macizo de Q'uturi (Provincia Mizque, Departamento Cochabamba, Bolivia) M. Atahuachi B.	1630
5_6_P	Caracterización ambiental del corregimiento de Sapzurro-Chocó, ecosistema estratégico en el Darién Caribe colombiano C.D. Roldán Carvajal	1631
5_7_P	Clasificación y diagnóstico del estado de conservación de los bosques de <i>Polylepis</i> en Bolivia G. Navarro, S. Arrázola, N. De la Barra, W. Ferreira, J. Balderrama, M. Mercado, C. Antezana, I. Gomez, S. Beck	1632
5_8_P	Conservación de recursos fitogenéticos en el banco de germoplasma de Pairumani L. Guzmán, M. Cespedes, T. Avila, G. Avila	1634
5_9_P	Consideraciones metodológicas para la estimación poblacional de <i>Akodon subfuscus</i> y <i>Oxymycterus paramensis</i> (Rodentia: Muridae) en fragmentos de bosques altoandinos de Bolivia R. Vargas Rodríguez	1635
5_10_P	Dinámica de establecimiento de alisos en el NO de Argentina en respuesta a precipitaciones y actividad ganadera E. Aráoz, R. Grau	1636
5_11_P	Diversidad de la flora herbácea en bosques fragmentados de <i>Polylepis suptusalbida</i> y bosques reforestados del Parque Nacional Tunari, Cochabamba N. Vargas	1637
5_12_P	Ecotono ripario y su calidad ecológica: El caso de dos arroyos subtropicales de montaña en Tucumán, Argentina M. Sirombra	1638
5_13_P	Efecto de un programa educativo para promotores en manejo y conservación de la biodiversidad en tres comunidades (Cuenca del bajo Amazonas: Fernando Lores, Maynas, Iquitos) A.M. Rengifo P., H. Collazos S., M. Flores A., A. Vásquez M., D. Navarro T., J. Bardales M., J. Manrique D., R. Meza M., R. Meléndez C., R. Rojas T., P. Portocarrero N.	1639
5_14_P	Elaboración de formas farmacéuticas para combatir la sarcoptosis a partir de extractos etanólicos de <i>Andres Waylla</i> (<i>Cestrum parqui</i> L 'herit) L. Trujillo, R. Vargas	1640
5_15_P	Estudio de la vegetación del Macizo de Q'uturi en la Provincia Mizque del Departamento de Cochabamba, Bolivia M. Mercado	1641

5_16_P	Estudios de caso del cultivo de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en la comunidad de Llaitani (Provincia Bolívar, Cochabamba) P.J. Vidaurre, N. Choquecallata, W. Rojas	1642
5_17_P	Evolución en oferta y demanda de maderas desde bosques secundarios: Estudio de caso para Colombia C. Devía, L. Villa, M. Udaeta	1643
5_18_P	Gestión integrada de recursos filogenéticos R. Soto Ortiz	1644
5_19_P	Investigación de plantas medicinales en Bolivia: Intereses, políticas y prioridades de investigación E. Almanza Cadima, N. Hortsøn, I. Trigo, S. Barriga	1645
5_20_P	La conservación <i>in vitro</i> como una alternativa para conservar pasifloras andinas T. Avila, S. De la Barra, N. Coca, N. Guevara, J. Céspedes	1646
5_21_P	LAFORGEN: Una red para promover los recursos genéticos forestales en América Latina M. van Zonneveld, J. Salcedo, M. Baena	1647
5_22_P	Las plantas medicinales en el marco de una agricultura sostenible R. Soto Ortiz	1648
5_23_P	Los bosques nativos como fuente de recursos etnomédicos: Las plantas medicinales en Cochabamba, Bolivia E. Martínez, S. Arrázola	1649
5_24_P	Los MDL (Mecanismos de desarrollo limpio) como herramientas de gestión y conservación de áreas degradadas (Santiago del Estero, Argentina) S. Azucena Barrionuevo	1650
5_25_P	Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de <i>Pinus radiata</i> en Chile central M. P. Acuña, R. A. Valenzuela, M. A. H. Escobar, C. F. Estades	1651
5_26_P	Ñandú (<i>Rhea americana</i>): Aliado de la biodiversidad, empleo rural, soja y siembra directa F.A. Milano	1652
5_27_P	Propagación de kewiña (<i>Polylepis besseri</i> Hieron), mediante la aplicación de técnicas de cultivo de tejidos C. Ugarte, F. Alemán, R. Encinas	1653
5_28_P	Propagación del tejeque (<i>Centrolobium tomentosum</i>) mediante técnicas de cultivo de tejidos: Fase de desinfección y establecimiento P. Villarroel, C. Ugarte, F. Alemán	1654
5_29_P	Tasas productivas del motacú (<i>Attalea phalerata</i> , Arecaceae) hacia el manejo sostenible en Bolivia M. Moraes R., N. Paniagua	1655
5_30_P	Valor estético de especies amenazadas: Ecoturismo, radiotelemetría y empleo rural F.A. Milano	1656
5_31_P	Zonificación de áreas con amenaza de incendio forestal en el Parque Nacional Tunari D.C. Cruz Fuentes	1657

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto
Sub-theme 6: Planning and management in an uncertain environment

CE: Comunicación especial

A: Artículo

P: Póster

6_1_CE	Estimating the direct costs of social conflicts: road blockings in Bolivia B. De Borger, V. Verardi	1661
6_2_CE	Risk, uncertainty, and macroeconomic planning R. Soto	1675
6_3_A	La planificación urbana en el Perú 1947-2006: ¿Del urbanismo mágico a la planificación del desarrollo urbano sostenible? Apuntes de una evolución teórico-metodología R.F. Castillo García	1689
6_4_A	Modelo alternativo para la planeación del desarrollo local sustentable y aplicación en comunidades rurales del Estado de México R. Serrano Barquín	1696
6_5_A	La producción de la (in)sustentabilidad urbana. La gestión del uso del suelo, la energía y la movilidad (USEM) en grandes aglomerados. El caso del micro-región del Gran La Plata, Argentina J. Karol, O. Ravella, L. Ainstein, R. Domnanovich, L. Aón, J. Frediani, N. Giacobbe, L. Agost, A. Alvarez, L. Fernández, L. Maqueda, R. Villegas	1704
6_6_A	Teoría y práctica del ordenamiento y manejo sustentable del territorio: Tijuana-Rosarito-Tecate, Baja California, México R. Venegas Cardoso, R.I. Rojas Caldelas	1712
6_7_A	Problemática ambiental y prospectiva. Uso de los métodos de planificación prospectiva ante las incertidumbres futuras en áreas rurales B.C. Carvajal	1723
6_8_A	La planificación urbana de Lima Metropolitana 1988-2006: ¿Causa pérdida o reto posible? Aportes desde una perspectiva emergente R.F. Castillo García	1731
6_9_A	Estrategias populares de acceso a la tierra urbana en una ciudad en rápida expansión, Cochabamba, Bolivia A. Achi, M. Delgado	1739
6_10_A	Urbanización y pobreza en la ciudad de Cochabamba: Reducción de datos por medio del análisis generalizado de correlación canónico (GCCA) C. Ledo	1746
6_11_A.	Programas de erradicación de la pobreza urbana. La experiencia del Programa Chile Barrio E. Espinoza	1755
6_12_A	Especulación con suelo baldío en la ciudad de Cochabamba M. Delgado	1763
6_13_A	Determinantes del proceso de autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Cochabamba: el caso de la Tamborada J.M. Rojas Ruiz	1772

6_14_A	Is the Environmental Kuznets Curve in Latin America and the Caribbean region a fact? A. Saravia López	1779
6_15_A	Ecoeficiencia en el contexto de la globalización: Reto de la empresa latinoamericana para alcanzar el desarrollo sostenible E. López Bastida, L. Rodríguez Domínguez	1789
6_16_A	Implementación de un sistema de indicadores para la evaluación de la calidad ambiental J.A. Orpí, E.J. Salgado, J.O. Acosta, G.V. Hernández, J.R. Díaz de Terán Mira, J.S. Torres	1798
6_17_A	La huella ecológica de la ciudad de Cochabamba P. Prado, W. Gamboa, V. Verardi	1806
6_18_A	La gestión de los sistemas alternativos de agua en la zona sur de la ciudad de Cochabamba: Distritos 7, 8, 9 y 14 G.A. Achá Aramayo	1815
6_19_A	Propuestas de alternativas de ordenamiento sostenible en las unidades de paisaje de las tierras bajas de Cochabamba A. Bruckner, G. Navarro	1821
6_20_A	El crecimiento de la Ciudad de México y la contaminación del aire S. Martínez Vásquez	1831
6_21_A	Valoración económica y ecológica del humedal de Ayapel, Departamento de Córdoba C. García Solórzano	1839
6_22_A	El desarrollo sostenible en un medio ambiente frágil. Estudio del caso de Trinidad, Beni, Bolivia E. Loubaud	1845
6_23_A	Poligeneración: Hacia una utilización sostenible de los recursos naturales L. Serra, J. Ramos, M. Lozano, A. Ensinas	1852
6_24_A	Explotación de recursos no-renovables en áreas protegidas. Valoración de las áreas naturales protegidas en Bolivia S.M. Olivera V.	1860
6_25_A	Territorial transformations in the Amazon: Natural resources usage at alto Madeira region Rondônia, Brazil M.M. Cavalcante, D.D. Nunes, L.C.H. Lobato, L.R.M. Borges, R.G.C. Silva, M.L. Nascimento, J.F.B. Cabral	1868
6_26_A	Gestión concertada local para mejorar la calidad del agua en 3 distritos del cono este de Lima metropolitana, Perú A. Paucar Retuerto	1875
6_27_A	Economía, sociedad y educación ambiental: Resultados y reflexiones F.C. Agüero Contreras	1880
6_28_A	Shocks internos y externos en economías subdesarrolladas: Evidencia empírica para los Pequeños Países de Sudamérica M. Meneses Covarrubias	1888
6_29_A	Does financial development lead to economic growth and decrease inequality in Latin America? M.A. Sucre Reyes	1896

6_30_A	A new test for outlier detection C. Dehon, M. Gassner, V. Verardi	1904
6_31_A	Fuzzy data in an uncertain environment C. Dehon, M. Gassner, V. Verardi	1913
6_32_A	Education: Working poor or not? C. Dehon, A. Michels, V. Verardi, L. Montaña	1921
6_33_A	Indicadores de sustentabilidad y género para el desarrollo local y municipal M.J.G. Amelunge Rojas	1929
6_34_A	Hacia la construcción de estrategias de articulación y planificación del campo y la ciudad en el contexto actual de desarrollo L. Noriero Escalante	1935
6_35_A	Plan de desarrollo sostenible para el sector rural: Estudio de caso Comunidad Buenavista, Municipio de Cajeme, Sonora, México F.E. Montaña Salas, M.G. Ortiz, M.A. Armenta Martínez, J.R. Torres Velásquez	1944
6_36_A	Modelos de riesgo y vulnerabilidad a incendios forestales, a partir de condiciones naturales y antrópicas: Parque Nacional Tunari A.M. Rodríguez Montellano	1955
6_37_A	The rurality and development model in Center-West region of Brazil: One brief diagnosis J.P. Pietrafesa, A. Pereira da Silva Filho	1963
6_38_A	Del concepto de biodiversidad a la práctica campesina: El bosque nativo de Cajas-Pullchinta, Cochabamba, Bolivia M. Jobbé Duval, C. Morantin, J. Laura, B. Torrez	1973
6_39_A	Hacia la construcción de un nuevo enfoque de cadenas: "Cadena campesina de la cañahua" F. Delgado, C. Montaña, N. Tapia, D. Torrico	1981
6_40_A	Silvinita: ¿Una nueva matriz económica para el amazonas brasilero? E.A. Rios, A. Nogueira, L. Sousa	1989
6_41_A	¿Ayuda la soja argentina a atenuar la desnutrición mundial? C. Ramírez, F. Milano	1996
6_42_A	Resumen del enfoque de planificación participativa para construir la sostenibilidad mediante el diseño y ejecución de la Agenda 21 Municipal C. Balderrama Villazon	2006
6_1_P	Acciones, retos y alternativas ante la problemática ambiental en una institución de educación superior S. Ojeda Benítez, M. Quintero Núñez, G. Lozano Olvera, C. Armijo de Vega	2012
6_2_P	Assessing land use planning procedures and land evaluation practices at district level A case study in Chokwe District, Gaza Province, Mozambique C.K. Ovando Crespo, D.G. Rossiter, E.J.M. Dopheide	2013
6_3_P	Atlas ambiental del municipio Habana Vieja, Cuba: Un instrumento para el análisis de la sostenibilidad a nivel municipal B.L. Miravet S., A.E. García, F. Acosta, Y. Suarez, E. Jaimez, M. Campos, E. Rocamora, M. Guerra, B.E. Gonzalez, P. Sánchez, L.D. Perez, L. Rey, I. Guerra, I. Gonzalez, P. Pacheco, Y. Ibañez, J. Gandarillas, J. de Huelbes, Y. Zains, J. Olivera, J. Alcaide	2014

6_4_P	Biogas en Bolivia: "Viviendas autoenergéticas". Una nueva forma de ver el futuro energético del país, en el área rural O. Campero Rivero	2015
6_5_P	Cartografía, SIG, y prevención de peligros naturales y antropogénicos. Implementación de atlas Medio Ambiental. Caso de Estudio: Municipio Centro Habana F. Acosta, R.M. Leal, A. Vera, P. Pacheco, E. Rocamora, M.T. Yera, B. E. González, M. Guerra, D. Pérez	2016
6_6_P	Consumption in the cañahua chain of Bolivia C.C. Montaña, W. Pelupessy	2017
6_7_P	Delimitación de la interfase rural-urbana de la ciudad de Mar del Plata (Argentina) en base a indicadores ambientales R. Ferraro, L. Zulaica	2018
6_8_P	Ecoparque Lago de las Garzas: Un Centro de Educación Ambiental para la Ciudad de Cali, Colombia A.M. Valencia, A. Zamorano	2019
6_9_P	El viento produce agua y el hidrógeno complementa una propuesta de desarrollo rural sustentable A.L. Quintanilla-Montoya, L. Mendoza-Espinosa, W. Dásele Heuser	2020
6_10_P	Escenarios para la evaluación jerárquica de la sustentabilidad global de plantas generadoras de electricidad C. Roldán Ahumada, M. Martínez Fernández	2021
6_11_P	Experiencia de Cuba en el manejo sostenible de plagas al nivel de los sistemas agrícolas L.L. Vázquez Moreno	2022
6_12_P	Implementación de programas de educación ambiental a distancia sobre la problemática del agua: el aporte de las Organizaciones de la Sociedad Civil S.I. Alegre, L.G. Coria, G.A. Dovico	2023
6_13_P	Integrated urban development of the Valle Hermosa - Usps Usps corridor, Cochabamba, Bolivia F. Acosta Aguila	2024
6_14_P	Introducción a la educación ambiental en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes J.A. Villordo Saucedo	2025
6_15_P	La agresión motorista: Planificación y gestión de un cierto ambiente del tráfico en el valle de Cochabamba en curso de motorización R. Eid	2026
6_16_P	La agroecología vista a través de la participación en condiciones de montaña. Una experiencia Cubana D. Salas Delisle, J. Silva Cutiño	2027
6_17_P	Los sistemas de información geográfica como gestor de datos para la toma de decisiones ambientalista: Gobiernos regionales y locales de Namibia F. Acosta	2028
6_18_P	Método de valoración contingente y enfoque ecosistémico: Laguna Alalay en Cochabamba, Bolivia A. Saravia Lopez, A. Rua Quiroga	2029

6_19_P	Propuesta de conservación y aprovechamiento sustentable del Borrego Cimarrón (<i>Ovis canadensis cremnobates</i>) en la sierra San Felipe, Baja California, México J. Escobar-Flores, P. Castillo-Castillo, A.A. Guevara-Carrizales, G. Gonzáles-Olimón, M.R. Espejo-Gómez, R. Martínez-Gallardo	2030
6_20_P	Revitalizing the Valamo (Valaam) monastery and islands as a sustainable community with an environmentally appropriate agricultural system to become a model to other communities in Karelia, Ingermanland and the whole world A.V. Khomutov	2031
6_21_P	Sector de ovinos en el Perú con perspectivas al 2015 R.I. Diaz Ramirez	2032
6_22_P	Sectorización con criterios del sistema periurbano de Mar del Plata (Argentina) R. Ferraro, L. Zulaica	2033

**Sub-tema 5:
Biodiversidad y conservación de
bosques nativos**

**Sub-theme 5:
Biodiversity and conservation of
native forests**

Fragmentation of native forests: threats, consequences and remedies

E. Matthysen

Laboratory of Animal Ecology, University of Antwerp, B-2610 Wilrijk, Belgium,
erik.matthysen@ua.ac.be

Keywords: Native forest, fragmentation, biodiversity, *Polylepis* forest, nonindigenous trees

Abstract

It is generally acknowledged by the scientific community that loss and fragmentation of natural habitat ranks among the most severe threats to biodiversity worldwide. Fragmentation of native forests occurs worldwide at different spatial and temporal scales. Consequences of habitat fragmentation are often studied and described in the context of three major paradigms which focus on different levels of biological organization: island biogeography (community), metapopulation theory (population) and edge effects (ecosystem level). Both fragment size/shape and the nature of the matrix play important roles in all three paradigms but in different ways. Inevitably, with increasing knowledge these general paradigms have been challenged as being too simplistic or even inadequate to address specific problems of fragmentation. Recent papers have, for instance, highlighted the importance of historical ecology or even questioned the general applicability of the basic metapopulation concept. Another issue is the distinction between effects of habitat loss and habitat fragmentation per se, the latter representing the change in spatial configuration of patches given that a fixed amount of habitat is present. Effects and possible remedies for forest fragmentation are discussed by means of three case studies in Western Europe (Belgium), Afrotropical cloud forest (Kenya) and high-Andean *Polylepis* forest (Bolivia).

1. Introduction

It is generally acknowledged by the scientific community that loss and fragmentation of natural habitat ranks among the most severe threats to biodiversity worldwide (Fahrig [6]; Laurance et al. [20]; Robinson et al. [28]). Habitat fragmentation refers to the subdivision of a large expanse of habitat into smaller patches that are isolated matrices of 'hostile' land-use types (Fahrig [6]). For forest-dependent organisms, such matrices may consist of open areas (clear cuts or pasture) but also mosaics of different types of cultivations, exotic plantations and habitations. In this paper I will briefly overview ecological theories on the effects of habitat fragmentation, and discuss recent findings from a few case studies both with respect to effects of fragmentation and their implications for management of biodiversity. I will pay particular attention to the problem of small forest fragments in intensively cultivated areas, drawing from studies in

temperate Western Europe forests, montane Afrotropical forests (Kenya) and high-altitude Andean forests (Bolivia).

Fragmentation of native forests occurs worldwide at different spatial and temporal scales. Massive forest clearing and conversion are still taking place in many tropical areas (Kinnaird et al. [17]; Laurance et al. [18]; Laurance and Bierregaard [19]), including some parts of the lowlands of Bolivia (Steininger et al. [29]; van Gils and Ugon [31]). In other parts of the world with a longer history of cultivation, however, forest loss and fragmentation have been going on for many decades or even centuries. In most parts of Western Europe, native lowland forest has been gradually converted to semi-natural and often intensively managed forest fragments (Honnay et al. [13]) embedded in a complex matrix of various land-use types. In the cloud forests of the Taita Hills, Kenya, fragments of indigenous forest have been preserved at hilltops in a fine-grained mosaic of agricultural land and small exotic tree plantations (Githiru and Lens [9]). In the high Andes, native *Polylepis* forests have been fragmented during centuries and largely reduced to small fragments surrounded by high-altitude grasslands used for extensive grazing, or interspersed with exotic plantations of eucalypt and pine trees (see several talks in this symposium).

2. Ecological theories on fragmentation

Consequences of habitat fragmentation are often studied and described in the context of three major paradigms which focus on different levels of biological organization:

- (a) Island biogeography (community level): smaller and/or more isolated fragments often have lower species richness, which is interpreted as a reduction in the theoretically expected colonization/extinction equilibrium. This has historically led to fierce debates on optimal reserve design in terms of “single large” versus “several small” reserves (Ovaskainen [26]).
- (b) Metapopulation theory (population level): with diminishing fragment size and increasing isolation, local populations are more likely to go extinct for various reasons including demographic stochasticity and inbreeding, and are less likely to be recolonized (Hanski [10]).
- (c) Edge effects (ecosystem level) (Ries et al. [27]): habitat edges may differ from interior habitat in both abiotic (microclimate, light, nutrient flows) and biotic (vegetation, predation, competition) conditions, and these edge effects obviously increase in importance as fragment size decreases. As a consequence, small fragments may become unviable and even turn into ecological sinks or ecological traps (Battin [2]).

It should be noted that both fragment size/shape and the nature of the matrix play important roles in all three paradigms but in different ways. For example, the nature of the matrix influences its “permeability” for dispersal (functional) connectivity (a) and (b) (Hansson [11]), but can also function as a source of predators or competitors (c). Fragment size is an important determinant of population size and hence viability (b), but

also affects the edge/interior ratio (c) though in the latter case shape may be equally important as size.

Inevitably, with increasing knowledge on the effects of habitat fragmentation, these general paradigms have been challenged as being too simplistic or even inadequate to address specific problems of fragmentation. Recent papers have, for instance, highlighted the importance of historical anthropogenic factors in shaping the ecology of fragmented landscapes (Lunt and Spooner [24]) or have questioned the general applicability of the basic metapopulation concept (Baguette [1]) and even the basic distinction between patches and matrix, particularly in species with multiple spatially localized resource requirements (Dennis et al. [5]).

Another issue of discussion is the distinction between effects of habitat loss and habitat fragmentation per se, the latter representing the change in spatial configuration of patches given that a fixed amount of habitat is present (Fahrig [6]). While there is an overwhelming amount of evidence for the negative effects of habitat loss on biodiversity and population viability, few studies have actually been able to show that fragmentation per se has a negative effect, in addition to habitat loss (Fahrig [6]). However, since few studies have actually attempted to make this distinction, the issue remains largely unresolved and to some degree academic in nature.

3. Case studies

In Belgium as in many parts of Western Europe, native forests have for centuries been replaced by semi-natural, intensively managed forests, often connected by hedgerows serving as potential corridors for forest-dependent species. Moderate effects of fragment size and isolation have been demonstrated on several animal species (Matthysen [25]; Wauters et al. [32]) and herbaceous plant communities have been particularly well studied (Honnay et al. [13]; Honnay et al. [14]; Honnay et al. [16]). Even though many forest plant species are still relatively well represented, colonization rates are low in the intensely used landscape and may be insufficient to compensate for future extinctions. Hence, most species are likely to be unable to cope with climatic change in terms of range shifts, and seed transplantation may be necessary to ensure species persistence in the long run (Honnay et al. [15]).

The Taita Hills in Kenya represent an extremely fragmented hotspot of tropical montane biodiversity, including many endemic taxa (Brooks et al. [4]). Detailed morphometric, demographic and behavioral studies have demonstrated that the persistence and genetic variability of several forest-dependent bird species is affected by fragment size, isolation and degradation (Githiru and Lens [8]; Lens et al. [22]; Lens et al. [23]). Forest size and isolation appear equally important (Lens et al. [23]). Currently, plans are developed for reforestation of small plantations that in time will act as stepping stones facilitating dispersal, and at the same time increase the amount of habitat. These plans will be based on landscape and population modeling using information from

demographics, behavior and forestry aspects, as well as involvement of multiple stakeholders (Githiru and Lens [9]).

In the high Andes of Bolivia and other countries, remnants of high-altitude *Polylepis* woodlands can still be found above the tree line for all other native trees, where they are surrounded by grassland (puna) or sometimes have been replaced by plantations of nonindigenous *Eucalyptus* or *Pinus* trees. Several talks in this symposium will present data showing that even small fragments may contain a high biodiversity and often highly specialized taxa (see also Fjeldså and Kessler [7], Herzog et al. [12]). In places where native trees are mixed with exotics, biodiversity decreases dramatically. Edge effects have also been documented on some specialist taxa. A key to successful restoration of *Polylepis* ecosystems is the reduction of anthropogenic pressure (both forest conversion and disturbance such as firewood removal) and reforestation which depends on successful regeneration of *Polylepis* trees in the face of a harsh climate, possible problems in seed viability due to inbreeding, and pressures due to grazing and burning (Teich et al. [30]). To alleviate human pressure more insight is needed in the socioeconomic backgrounds of these pressures (Bradley and Millington [3], Lazcano and Espinoza [21]). Furthermore, local communities as well as policy makers need to be evolved in conservation actions.

References

- [1] M. Baguette. The classical metapopulation theory and the real, natural world: a critical appraisal. *Basic and Applied Ecology*, 5, 213-224, 2004.
- [2] J. Battin. When good animals love bad habitats: Ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology*, 18, 1482-1491, 2004.
- [3] A.V. Bradley, A.C. Millington. Spatial and temporal scale issues in determining biomass burning regimes in Bolivia and Peru. *Int. J. of Remote Sensing*, 27, 2221-2253, 2006.
- [4] T. Brooks, L. Lens, J. Barnes, R. Barnes, J.K. Kihuria. The conservation status of the forest birds of the Taita Hills, Kenya. *Bird Conservation International*, 8, 119-139, 1998.
- [5] R.L.H. Dennis, T.G. Shreeve, H. Van Dyck. Habitats and resources: The need for a resource-based definition to conserve butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1943-1966, 2006.
- [6] L. Fahrig. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 487-515, 2003.
- [7] J. Fjeldså, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands of Peru and Bolivia. A contribution to sustainable natural resource management. *NORDECO, Copenhagen*, 1996.
- [8] M. Githiru, L. Lens. Using scientific evidence to guide the conservation of a highly fragmented and threatened Afrotropical forest. *ORYX*, 38, 404-409, 2004.
- [9] M. Githiru, L. Lens. Application of fragmentation research to conservation planning for multiple stakeholders: An example from the Taita Hills, southeast Kenya. *Biological Conservation*, 134, 271-278, 2007.

- [10] I. Hanski. Metapopulation ecology. *Oxford University Press, Oxford*, 1999.
- [11] L. Hansson. Dispersal and connectivity in metapopulations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 42, 89-103, 1991.
- [12] S.K. Herzog, R. Soria, E. Matthysen. Seasonal variation in avian community composition in a high-andean *Polylepis* (Rosaceae) forest fragment. *Wilson Bulletin*, 115, 438-447, 2003.
- [13] O. Honnay, M. Hermy, P. Coppin. Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological Conservation*, 87, 73-84, 1999.
- [14] O. Honnay, H. Jacquemyn, B. Bossuyt, M. Hermy. Forest fragmentation effects on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species. *New Phytologist*, 166, 723-736, 2005.
- [15] O. Honnay, K. Verheyen, J. Butaye, H. Jacquemyn, B. Bossuyt, M. Hermy. Possible effects of habitat fragmentation and climate change on the range of forest plant species. *Ecology Letters*, 5, 525-530, 2002a.
- [16] O. Honnay, K. Verheyen, M. Hermy. Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *Forest Ecology and Management*, 161, 109-122, 2002b.
- [17] M.F. Kinnaird, E.W. Sanderson, T.G. O'Brien, H.T. Wibisono, G. Woolmer. Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology*, 17, 245-257, 2003.
- [18] W.F. Laurance, A.K.M. Albernaz, G. Schroth, P.M. Fearnside, S. Bergen, E.M. Venticinque, C. Da Costa. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, 29, 737-748, 2002a.
- [19] W.F. Laurance, R.O. Bierregaard, Jr. Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities. *The University of Chicago Press, Chicago & London*, 1997.
- [20] W.F. Laurance, T.E. Lovejoy, H.L. Vasconcelos, E.M. Bruna, R.K. Didham, P.C. Stouffer, C. Gascon, R.O. Bierregaard, S.G. Laurance, E. Sampaio. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16, 605-618, 2002b.
- [21] J.M. Lazcano, D. Espinoza. Tendencia en el uso de la lena en dos comunidades con bosques de *polylepis* con énfasis en variables económicas. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 9, 61-77, 2001.
- [22] L. Lens, S. Van Dongen, P. Galbusera, T. Schenck, E. Matthysen, T. Van De Castele. Developmental instability and inbreeding in natural bird populations exposed to different levels of habitat disturbance. *Journal of Evolutionary Biology*, 13, 889-896, 2000.
- [23] L. Lens, S. Van Dongen, K. Norris, M. Githiru, E. Matthysen. Avian persistence in fragmented rainforest. *Science*, 298, 1236-1238, 2002.
- [24] I.D. Lunt, P.G. Spooner. Using historical ecology to understand patterns of biodiversity in fragmented agricultural landscapes. *Journal of Biogeography*, 32, 1859-1873, 2005.
- [25] E. Matthysen. Nuthatches (*Sitta europaea*: Aves) in forest fragments: demography of a patchy population. *Oecologia*, 119, 501-509, 1999.

- [26] O. Ovaskainen. Long-term persistence of species and the SLOSS problem. *Journal of Theoretical Biology*, 218, 419-433, 2002.
- [27] L. Ries, R.J. Fletcher, J. Battin, T.D. Sisk. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 35, 491-522, 2004.
- [28] G.R. Robinson, R.D. Holt, M.S. Gaines, S.P. Hamburg, M.L. Johnson, H.S. Fitch, E.A. Martinko. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science*, 257, 524-526, 1992.
- [29] M.K. Steininger, C.J. Tucker, J.R.G. Townshend, T.J. Killeen, A. Desch, V. Bell, P. Ersts. Tropical deforestation in the Bolivian Amazon. *Environmental Conservation*, 28, 127-134, 2001.
- [30] I. Teich, A.M. Cingolani, D. Renison, I. Hensen, M.A. Giorgis. Domestic herbivores retard *Polylepis australis* Bitt. woodland recovery in the mountains of Cordoba, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 219, 229-241, 2005.
- [31] H. van Gils, A. Ugon. What drives conversion of tropical forest in Carrasco Province, Bolivia. *Ambio*, 35, 81-85, 2006.
- [32] L.A. Wauters, Y. Hutchinson, T.D. Parkin, A.A. Dhondt. The effects of habitat fragmentation on demography and on the loss of genetic variation the red squirrel. *Proceedings of the Royal Society of London*, B255, 107-111, 1994.

Biodiversidad y conservación de bosques templados: Oportunidades y desafíos

J.A. Simonetti

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

jsimonet@uchile.cl

Palabras claves: Bosques templados, áreas protegidas, conservación, aspectos económicos y sociales

Resumen

Los bosques templados sudamericanos se distribuyen entre los 35° y 55° S, principalmente en la zona centro-sur de Chile. La conservación de estos bosques ha descansado en áreas protegidas. Pese a su invaluable contribución, las áreas protegidas serán insuficientes para mantener su biodiversidad, particularmente en el extremo norte de su distribución donde las áreas protegidas son pocas y de pequeño tamaño. Así, la conservación de una parte de su biodiversidad debería considerar tanto los hábitats antropogénicos como los remanentes de vegetación nativa fuera de parques y reservas. Basado en un caso de estudio en Chile central, argumento que los fragmentos de bosque fuera de las áreas protegidas pueden ser reservorios significativos de biodiversidad. Muchas especies podrían extinguirse localmente dentro de parques y reservas debido a estocasticidad demográfica si las áreas protegidas permanecen aisladas. Además, argumento que las plantaciones forestales podrían ser usadas ocasionalmente como hábitat alternativo para especies amenazadas, permitiendo la conectividad entre poblaciones que sobreviven en los remanentes de bosques, reduciendo los riesgos de extinción. Sin embargo, la vegetación de los remanentes tiende a cambiar hacia matorrales en lugar de bosques lo que conlleva la necesidad de manejarlos. Biológicamente factible, los desafíos económicos y sociales son significativos. El costo del manejo es abordable y se presentan mecanismos para ello. Por otra parte, las compañías forestales apoyan la presencia de especies amenazadas en sus propiedades pero los pequeños propietarios consideran la presencia de especies como pequeños carnívoros como una amenaza a su bienestar y no se sienten responsable del destino de las especies en peligro de extinción. Más aún, en general los pobladores no reconocen la biota de su localidad ni la importancia social o ambiental de esta. Ello no obstante un tercio de los ingresos de los pobladores locales corresponde a subsidios de la Naturaleza. Por lo tanto, la conservación de los bosques templados debería incluir tanto los aspectos biológicos como también económicos y sociales para ser efectivas.

Financiamiento FIA-PI-C-2003-1-F-051, y apoyo parcial Fondecyt (proyectos 1981050, 1010852 y 1050745)

Relación raíz-suelo en especies nativas y exóticas del Parque Nacional Tunari, Cochabamba

L.A. Rodríguez¹, A. Padilla¹, L.M. Salinas¹, M. Fernández², E. Martínez²

¹Laboratorio de Geotecnia

²Centro de Biodiversidad y Genética

Universidad Mayor San Simón, Cochabamba, Bolivia

gtumss@fcyt.umss.edu.bo, mfernand@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: Dasometría, biomasa, *Polylepis*, *Pinus*, *Eucalyptus*

Resumen

Con el objetivo de inferir el tipo de relación raíz-suelo existente entre la especie nativa *Polylepis besseri* y dos especies exóticas, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, con el suelo existente en el Parque Nacional Tunari, Cochabamba (Bolivia), se ha estudiado un fragmento de bosque natural al interior de dicho parque ubicado a los 3 720 m, donde se han medido variables dasométricas, parámetros morfológicos y proporción de área de raíces en el suelo (Ar/A). Los resultados indican que las raíces de *P. besseri* tienen mayor proporción de área de raíces con relación a las raíces de *P. radiata* y *E. globulus*. Los resultados obtenidos son producto de las fases iniciales del proyecto EcoLadera de comparación de las propiedades de estabilización al deslizamiento y erosión de *Polylepis*, *Eucalyptus* y *Pinus*.

1. Introducción

La presencia de las raíces de árboles y arbustos en taludes naturales aporta en el anclaje, absorción, conducción y acumulación de líquidos y evita posibles fallas superficiales por el incremento de la resistencia al corte del suelo a través del reforzamiento adicional que proveen sus raíces [1]. La magnitud del aporte de las raíces a la resistencia del suelo depende de la resistencia misma de las raíces, de la propiedad de interfase suelo-raíces, de su concentración, ramificación y distribución espacial en el suelo. La resistencia de las raíces y su arquitectura son gobernadas por el tipo de planta y por las condiciones locales de desarrollo y tipo de suelo [2].

La arquitectura del sistema de raíces, que a menudo es altamente variable [3], es importante porque determina la eficiencia de la absorción de agua y nutrientes, la competencia y la interacción entre raíces, suelo y microorganismos [4]. Asimismo, la relación de áreas raíz-suelo se constituye en un factor que incide en la resistencia del sistema suelo-raíces [5]. Varios métodos han sido propuestos para determinar la arquitectura y distribución de los sistemas de raíces; uno de ellos es hallar la proporción de área de raíces, es decir la porción de área que ocupan en una determinada sección de suelo, medida en función de la profundidad o de la distancia al

eje del tallo [6]. La proporción de área de raíces o la concentración de biomasa como función de la profundidad son requeridas para estimar la contribución de las raíces a la resistencia al corte del suelo [7]. Varias investigaciones han reportado que las raíces de mayor diámetro presentan una menor resistencia a la tracción que las raíces de diámetros menores, por lo que una gran concentración de raíces finas resulta más efectiva que la menor concentración de raíces gruesas [8]. Existe gran variabilidad en la producción de raíces finas y gruesas, según sea el tipo de clima donde se desarrollan, especie de planta, estado de desarrollo o edad de los individuos, abastecimiento de agua y aireación. También influyen factores propios del suelo como la composición química, textura y porosidad [9].

Diversas investigaciones en Sudamérica han sido realizadas para hallar la relación raíz-suelo de ciertas especies [10]. Sin embargo, en Bolivia aún no se tienen datos sobre esta relación en especies nativas como la kewiña (*Polylepis besseri*), que forma parte de los bosques nativos existentes en la región cordillerana y que se encuentran en estado de conservación crítico, afectados drásticamente por factores antrópicos y reforestación intensiva con especies exóticas [11].

El propósito de esta investigación es establecer el tipo de relación existente entre las raíces de la especie nativa kewiña (*Polylepis besseri*) y las especies exóticas pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con el suelo característico del Parque Nacional Tunari, Cordillera Tunari, Cochabamba (Bolivia); expresada en términos de la distribución de raíces observada en la estructura raíz-suelo en perfiles de suelo. Los datos obtenidos en esta investigación servirán de base para estimar el grado de aporte de las raíces en el incremento a la resistencia al corte del suelo como parte del proyecto de comparación de las propiedades de estabilización al deslizamiento y erosión de *Polylepis*, *Eucalyptus* y *Pinus* (ecoladera).

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la vertiente Sur del Parque Nacional Tunari, al norte de la zona urbana del Cercado, Cochabamba. El fragmento de estudio se encuentra a una altura media de 3 720 m y posee una pendiente media de 43,6%. Las coordenadas UTM entre las que se encuentra son (805150 m E, 8082450 m N) y (805400 m E, 8083500 m N).

Geológicamente en la zona existe predominancia de rocas ordovícicas de origen sedimentario constituyentes de la formación Anzaldo, la cual se extiende en la mayor parte de la Cordillera de Cochabamba. Litológicamente está conformada por limolitas gris verduscas intercaladas con areniscas de grano medio a grueso, duras y compactas del mismo color, que por alteración muestran un tono marrón claro [12]. Suprayaciendo a esta formación se encuentra un estrato de suelo residual para el que se realizaron ensayos de clasificación de suelos en laboratorio los que indicaron que existe predominio de arena limosa con partículas gravosas (SM) debido a la gran presencia de material meteorizado.

La vegetación del lugar está constituida por pequeños parches de bosque nativo, compuesto por kewiña (*P. besseri*), especie de importancia ecológica y propia del lugar, que está siendo drásticamente reducida y eliminada por plantaciones forestales de especies exóticas, las cuales son incapaces de preservar la biodiversidad característica de la zona [13]. Los árboles que dominan la estructura del bosque son el eucalipto (*E. globulus*) y una variedad de especies de pinos, entre los cuales predomina la especie *P. radiata* [13,14]. El bosque de eucaliptos y pinos consta de individuos de gran tamaño y densidad; la altura de los árboles de pino está por encima de los 20 m y 30 m en el caso de los eucaliptos. Los procesos de erosión en la zona son del tipo cárcava principalmente y se presentan sobretodo en laderas forestadas con árboles exóticos. El fragmento de estudio se constituye en un microbosque semisempervirente, constituido por árboles delgados de kewiña, que en promedio tienen un diámetro de 9 cm y una altura de 213 cm. El estrato arbustivo está constituido por escasas plantas menores a 50 cm, de tamaño, conformado por *Baccharis tridentata*, *B. polisépala*, *Berberis commutata*, *Gynoxys glabriuscula* y *Pernettya postrata*.

El estudio se basó en la determinación de la proporción de área de raíces de las especies kewiña, pino y eucalipto. Para este propósito se utilizó el método de perfil de pared propuesto por Bohm [6]. En total se realizaron 33 calicatas de exploración, 11 por especie. Mediante el uso de un calibrador electrónico, se realizó la medición de diámetro de raíces expuestas en la pared vertical de cada calicata a una distancia igual a la mitad del diámetro de la copa del árbol, alcanzando una profundidad máxima correspondiente a la existencia de raíces observadas en la pared. Además se registró en cada perfil de estudio el ancho y alto de la pared vertical de suelo, presencia de material rocoso, espesor de la capa de material orgánico y presencia de raíces de distintas especies a la analizada. Estas mediciones se realizaron en kewiñas, pinos y eucaliptos con un rango de alturas de 0,55 a 4,23 m, 1,40 a 4,96 m y 1,30 a 5,40 m, respectivamente y cuyas alturas máximas estimadas por especie están en el orden de 15, 20 y 30 m [14, 15], respectivamente.

Se realizaron mediciones dasométricas para la descripción del fragmento de estudio; para ello se instalaron cinco parcelas de 400 m² [16] donde se midió la altura total, diámetro del tronco y diámetro de follaje para cada individuo a partir del cual se realizó la medición de proporción de área de raíces. El fragmento de estudio presenta un ingreso promedio de luz de 72 medido con un densiómetro.

Finalmente, se computó la proporción de área de raíces mediante el cálculo del área transversal de cada una y su sumatoria como una relación de áreas con respecto al área de cada pared estudiada. Estos resultados fueron relacionados con la variable dasométrica altura, pero normalizada respecto a los valores máximos característicos de acuerdo a la especie para fines de comparación.

3. Resultados y discusión

A partir de las mediciones realizadas en el fragmento de estudio se ha obtenido como resultado la proporción de área de raíces por especie para diferentes alturas normalizadas (Fig. 1). Asimismo, en la tabla 1 se presenta un resumen de las mediciones obtenidas en función a distintas profundidades de exploración.

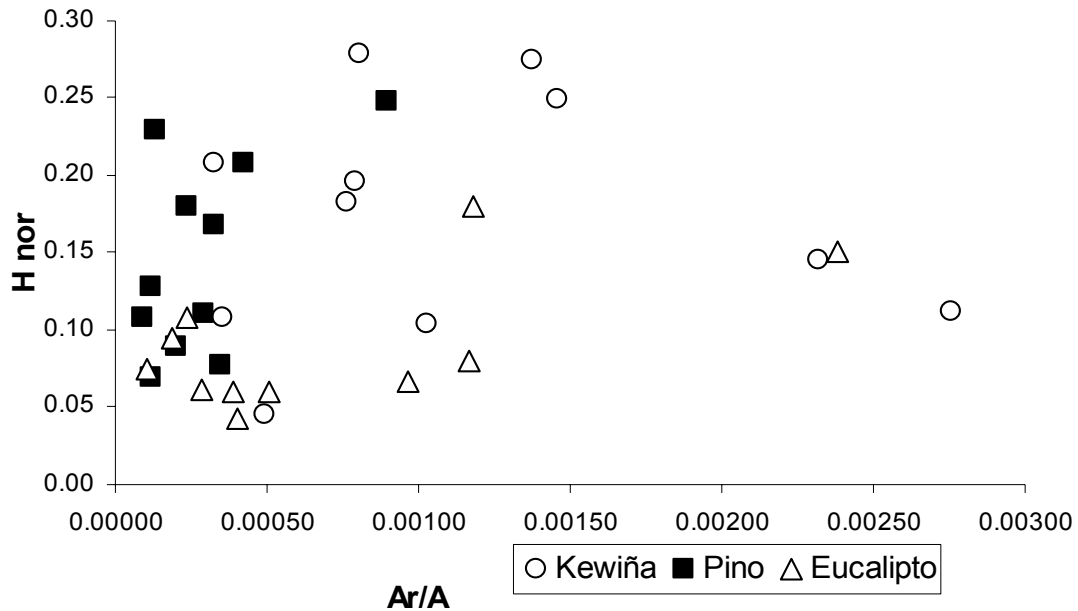


Fig. 1: Proporción de área de raíz (Ar/A) según altura normalizada (H nor) por especie

Tabla 1: Proporción de raíces (Ar/A) según diferentes profundidades de exploración

Tipo de suelo	Clasificación del suelo	Especie	Profundidad media, m	Ar/A
Residual	Arena limosa con grava	Kewiña	0,3 -0,5	$1,969 \times 10^{-3}$
			0,5 - 0,7	$1,054 \times 10^{-3}$
			> 0,7	$1,399 \times 10^{-3}$
		Pino	0,3 -0,5	$2,920 \times 10^{-4}$
			0,5 - 0,7	$2,244 \times 10^{-4}$
			> 0,7	$3,666 \times 10^{-4}$
		Eucalipto	0,3 -0,5	$8,731 \times 10^{-4}$
			0,5 - 0,7	$3,118 \times 10^{-4}$
			> 0,7	$1,886 \times 10^{-4}$

Los resultados indican que la kewiña presenta mayor proporción de área de raíces que el pino y el eucalipto para una misma altura normalizada. El rango de valores de proporción de área de raíces está en el orden de $3,29 \times 10^{-4}$ a $2,75 \times 10^{-3}$ para las kewiñas, $9,02 \times 10^{-5}$ a $8,97 \times 10^{-4}$ en el caso de los eucaliptos y $1,05 \times 10^{-4}$ a $2,38 \times 10^{-3}$ para los pinos, lo cual indica que la kewiña presenta mayor cantidad de raíces a una distancia igual a la mitad del diámetro de la copa medida a partir del eje del tallo. Asimismo esta situación se repite a distintas profundidades de exploración entre

especies. No se observa una correlación clara entre valores de proporción de área de raíces y altura normalizada por especie, esto se debe a la gran variabilidad de la morfología y la distribución aleatoria de raíces en el suelo.

Adicionalmente y a partir de la medición de la distribución de raíces y de acuerdo al tipo de suelo existente en el fragmento, se han obtenido los resultados mostrados en la tabla 2, donde se observa una comparación entre especies en función al rango de diámetros de raíces encontradas y su porcentaje de existencia para el total de calicatas exploradas. Los resultados muestran una mayor existencia de raíces de kewiña para todos los rangos de diámetros observados.

Tabla 2: Comparación de porcentaje de existencia según tipo de raíces encontradas por especie para el total de calicatas exploradas

Rango de diámetros de raíces, mm	Kewiña	Pino	Eucalipto
< 0,3	43,40%	43,40%	13,21%
0,3 - 0,5	51,81%	35,75%	12,46%
0,5 - 0,7	55,60%	30,69%	13,72%
0,7 - 1,0	51,72%	30,69%	12,81%
1,0 - 2,0	49,25%	30,61%	20,14%
2,0 - 5,0	46,68%	24,93%	28,38%
5,0 - 10,0	59,76%	23,17%	17,07%
> 10	78,78%	9,09%	12,02%

Asimismo, a partir de la clasificación del porcentaje de existencia de raíces de acuerdo a su diámetro, para el total de raíces medidas por especie se presentan los resultados (Tabla 3), donde se observa una tendencia creciente en el porcentaje de raíces respecto al incremento del diámetro hasta un valor de 2 mm y por encima de este valor la tendencia es decreciente.

Tabla 3: Porcentaje de existencia según tipo de raíces por especie

Rango de diámetros de raíces, mm	Kewiña	Pino	Eucalipto
< 0,3	2,06%	3,42%	1,76%
0,3 - 0,5	8,96%	10,25%	6,03%
0,5 - 0,7	13,80%	12,63%	9,55%
0,7 - 1,0	20,25%	23,03%	14,07%
1,0 - 2,0	32,44%	34,33%	37,19%
2,0 - 5,0	15,77%	13,97%	26,88%
5,0 - 10,0	4,39%	2,82%	3,52%
> 10	2,33%	0,45%	1,00%

Las mediciones dasométricas realizadas en el fragmento de estudio (Tabla 4) indican que las kewiñas no presentan un patrón de crecimiento respecto al tallo, que sí se observa en el caso del pino y eucalipto.

Tabla 4: Medidas dasométricas de las especies estudiadas

Nº ensayo	Kewiña			Pino			Eucalipto		
	Altura, m	Diámetro copa, m	Diámetro tallo, mm	Altura, m	Diámetro copa, m	Diámetro tallo, mm	Altura, m	Diámetro copa, m	Diámetro tallo, mm
1	0,55	0,82	46,15	1,40	0,50	19,17	1,30	0,70	10,26
2	1,25	1,20	57,30	1,54	0,60	27,20	1,80	0,68	13,90
3	1,29	1,08	54,11	1,80	0,69	25,18	1,82	0,80	14,24
4	1,34	1,34	55,68	2,15	0,80	35,87	1,84	1,05	14,95
5	1,75	1,10	58,53	2,20	0,70	25,86	2,02	1,00	19,67
6	2,20	1,40	83,24	2,57	0,90	32,22	2,26	1,00	15,07
7	2,36	1,50	80,53	3,35	1,65	69,22	2,39	1,71	25,04
8	2,50	2,44	157,05	3,60	1,37	59,31	2,83	1,30	19,26
9	3,00	3,40	156,80	4,17	0,94	45,20	3,23	1,35	24,21
10	3,30	1,90	97,52	4,60	0,90	51,60	4,53	1,39	46,47
11	3,35	3,00	151,38	4,96	1,66	66,64	5,40	1,40	55,20

4. Conclusiones

Dadas las condiciones del fragmento de estudio existe mejor relación raíz-suelo en términos de la proporción de área de raíces en el caso de la kewiña con respecto al pino y el eucalipto. En futuras fases del proyecto EcoLadera se establecerá si efectivamente esta relación es proporcional a un mayor aporte al incremento de resistencia al corte del suelo por esta especie nativa, dada su mayor presencia porcentual de raíces de diámetro fino, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Por la dispersión de datos observada para las mediciones realizadas no es posible obtener una curva de tendencia de la proporción de área de raíces en función de la variable dasométrica empleada para tal efecto (altura normalizada).

Referencias

- [1] J. Suárez. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. *Instituto de las Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos*, 548 p, 1998.
- [2] D.H. Gray, R.B. Sotir. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization - a practical guide for erosion control. *John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, USA*, 378 p, 1996.
- [3] R. Henderson, E.D. Ford, E. Renshaw. Morphology of the structural root system of sitka spruce: 2. Computer simulation of rooting pattern. *Forestr.*, 56, 137-153, 1983.
- [4] J. Lynch. Root architecture and plant productivity. *Plant Physiol.*, 109, 7-13, 1995.
- [5] T.H. Wu, W.P. McKinell, D.N. Swatson. Strength of tree roots and landslides on Prince of Males Island. *Canadian Geotechnical Journal*, 16(1), 19-33, 1979.

- [6] W. Bohm. Methods of studying root systems. *Ecological Services. Springer-Verlag*, 33, 1979.
- [7] T. Endo, T. Tsutura. The effect of tree roots upon the shearing strenght of soil. *Annual Report of the Hokkaido Branch*, 18, 168-179, 1969.
- [8] V.I. Turnanina. On the strength of tree roots. *Bulletin Moscow Society Naturalists*, 70(5), 36-45, 1965.
- [9] C. Massmann. Características y variabilidad de sitios con plantaciones de *Pinus radiata* en suelos graníticos y metamórficos de las regiones VII, IX y X. *Tesis Ing. Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile*, 93 p, 2000.
- [10] J. Guerra, J. Gayoso, J. Schlatter, R. Nespolo. Análisis de la biomasa de raíces en diferentes tipos de bosques. Avances en la evaluación de *Pinus radiata* en Chile. *BOSQUE*, 26(1), 5-21, 2005.
- [11] S. Boillat. Medio ambiente y biodiversidad desde una perspective transdisciplinaria. Pautas para un nuevo enfoque para el Parque Nacional Tunari. *AGRUCO, Cochabamba, Bolivia*, 2004.
- [12] CLAS. Diagnóstico del uso de la tierra en la vertiente Sur del Parque Nacional Tunari. *Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales, Cochabamba, Bolivia*, 2002.
- [13] T. Hjarsen. Bird diversity and community structure. En: Monitoring and Management of High Andean Biodiversity, a study from Cochabamba, Bolivia. *Centre for research on the Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforest (DIVA)*, 1999.
- [14] W. Crespo. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari. *Tesis para obtener el grado de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 33 p, 1989.
- [15] G. Navarro, M. Maldonado. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. *Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba, Bolivia*, 2002.
- [16] M. Fernández, M. Mercado, S. Arrázola, E. Martínez. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis berteroi* Hieron subsp. *berteroi* en Sacha Loma (Cochabamba). *Rev. Ecología y Conservación Ambiental*, 15-28, 2001.

Influencia de actividades antropogénicas sobre comunidades de mariposas en bosques de *Polylepis besseri* de Cochabamba, Bolivia

R. Quinteros¹, L.A. Paz-Soldan¹, C.F. Pinto¹, L.F. Aguirre¹, O. Ruiz¹, D. Tacachiri²

¹ Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

² Comunidad Sumaj Káusay Wasi, Casilla 5184, Cochabamba, Bolivia
rokyqf@yahoo.es

Palabras claves: Mariposas, diversidad, perturbación, *Polylepis*, Andes

Resumen

La composición de comunidades animales en bosques nativos es afectada por diferentes tipos de perturbación antropogénica. Tal es el caso de los bosques de *Polylepis besseri* del Parque Nacional Tunari (PNT), San Miguel y Sacha Loma, donde investigamos la influencia de la actividad agrícola, ganadera e introducción de especies exóticas (pinos y eucaliptos) en comunidades de mariposas, empleando trampas Van Someren Rydon y redes entomológicas manuales. Los resultados mostraron al PNT como más diverso y Sacha Loma menos diversa, registrándose en total 39 especies. Además se observaron patrones de comportamiento y defensa que adoptan las mariposas. Los resultados muestran que perturbaciones intermedias promueven una mayor diversidad de mariposas. Sin embargo, si estas perturbaciones se intensifican disminuirá la diversidad, siendo más afectadas las especies propias de bosques nativos.

1. Introducción

En el departamento de Cochabamba se encuentran seis especies de *Polylepis* que constituyen bosques nativos andinos y proporcionan beneficios a las comunidades siendo estos: incremento de la precipitación, captura de agua, control de erosión de suelos, retención de sedimentos y nutrientes, microclima más cálido, productos no maderables como plantas comestibles y medicinales [1, 2].

Los bosques nativos albergan una mayor diversidad florística [3] y en este caso son los bosques de *Polylepis* que presentan una importante diversidad faunística y constituyen refugio para artrópodos adultos, pero presentan pocos insectos fitófagos [1]. Actualmente estos bosques están siendo fragmentados, degradados y alterados por la introducción de especies exóticas y cultivos, modificando la estructura y funcionamiento de los ecosistemas incidiendo en las comunidades animales [4]. En particular, las comunidades de mariposas son sensibles a perturbaciones de su hábitat, que pueden producir variaciones de temperatura, humedad y radiación, por lo que constituyen una herramienta para evaluar el estado de conservación o alteración del medio natural

[5, 6]. Sin embargo, el conocimiento de la lepidopterofauna de la zona andina es insuficiente [7].

Por estas razones se realizó la presente investigación referente a la influencia de actividades humanas sobre comunidades de mariposas en bosques de *Polylepis*.

2. Metodología

La investigación se realizó desde fines de 2002 a inicios de 2005 en tres zonas de Cochabamba: Parque Nacional Tunari (PNT) (17°00' y 17°30' S, 66°00' y 66°42' O; 2600 a 4 500 m), San Miguel (17°16' S y 66°20' O; 3 600 a 4 000 m) y Sacha Loma (16°44' S y 65°34' O; 3 700 a 4 000 m), ubicados al oeste de Cochabamba, provincia de Quillacollo y Mizque, respectivamente. Estas zonas difieren en el tipo de perturbación y esfuerzo de muestreo (Tabla 1), pero las técnicas aplicadas fueron las mismas, red entomológica manual y trampas de dosel Van Someren Rydon a una distancia de 30 metros. Se empleó cebo de frutas en putrefacción, reemplazándolo cada 24 horas.

Tabla 1: Diferentes tipos de perturbación considerados y esfuerzo de captura en las tres zonas de estudio

Zona de estudio		Tipo de perturbación	Tipo de bosque		Esfuerzo de captura total	Tiempo de muestreo
PNT	La Pajcha Thola Pujru Pintumayu	Introducción de especies exóticas	Puros	Kewiña* Pino** Eucalipto***	27 días de muestreo	Mayo 2004 a febrero 2005
			Mixtos	pino-kewiña eucalipto-kewiña		
San Miguel		Perturbación por cultivos agrícolas	Kewiña	Zona A' Zona B'' Zona C'''	31 días de muestreo	Diciembre 2002 a agosto 2003
Sacha Loma		Fragmentación del bosque	Kewiña	Fragmento A Fragmento B	20 días de muestreo	Agosto 2002 a marzo 2003

Polylepis besseri* - *Pinus radiata* - ****Eucalyptus globulus*

'más intervenida - ''medianamente intervenida - '''menos intervenida

De las especies más abundantes, se realizó una descripción de comportamiento y preferencia de hábitat considerando factores climáticos. Los análisis estadísticos realizados fueron: Diagramas rango-abundancia, índices de similitud proporcional y análisis de cluster [8, 9].

3. Resultados y discusión

En las tres zonas de estudio en total se registraron 1 914 individuos, 38 especies y 8 familias, donde Pieridae, Lycaenidae y Nymphalidae fueron las más diversas (Tabla 2). Estos registros se obtuvieron solo con red entomológica manual; la ineficiencia de las

trampas Van Someren Rydon con cebo de frutas en putrefacción se puede atribuir a la mayor abundancia de piéridos por ser nectarívoros, al igual que los helicónidos (Lamas, com pers.), también influyeron las precipitaciones y fuertes vientos [10, 11, 12, 13].

En cuanto a la riqueza de especies el PNT presentó la mayor riqueza (24 especies), seguida por San Miguel (21 especies) y Sacha Loma (12 especies). Respecto a la abundancia, San Miguel fue el más abundante (n = 1 202), luego el PNT (n = 571) y Sacha Loma (n = 141). Considerando el tipo de bosque, las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus* no mantienen el mismo nivel de biodiversidad que los bosques de kewiña y los bosques mixtos de especies nativas [1]. Esto se refleja en los bosques mixtos (K-P y K-E) que fueron los más ricos (20 especies) tal vez por la cercanía de los hábitats a la ciudad, luego está el fragmento de kewiña (ZA = 16 y ZB y ZC = 17 especies), probablemente debido a la mayor oferta de recursos alimenticios y los menos diversos

Tabla 2: Especies de mariposas registradas en el PNT, San Miguel y Sacha Loma, donde K = Kewiña, P = Pino, E = Eucalipto, Z = zona y F = fragmento.

PARQUE NACIONAL TUNARI (Tolaphujru, La Pajcha y Pintumayu)							
Familia	Especie	Acrónimo	K	P	E	K-P	K-E
Pieridae	<i>Colias euxhante hermina</i>	coeuhe	6	6	2	6	5
	<i>Tatochila stigmadice</i>	tatstig	5	5	2	6	2
	<i>Tatochila mercedis macrodice</i>	tatmema	4	4	1	5	6
	<i>Tatochila orthodice orthodice</i>	tatoror	3	3	1	4	9
	<i>Zerene cesonia cesonides</i>	zercece	2	1	0	2	13
	<i>Phulia nymphula nymphula</i>	phunyny	0	1	0	0	0
	<i>Teriocolias zelia zelia</i>	terzeze	0	0	0	0	1
Nymphalidae	<i>Junonia vestina livia</i>	juveli	28	10	18	29	56
	<i>Vanessa braziliensis</i>	vanbra	8	7	2	7	18
	<i>Vanessa altissima</i>	vanal	3	2	1	4	4
	<i>Vanessa carye</i>	vanca	3	2	1	4	1
	<i>Yramea inca inca</i>	yrainin	1	0	0	1	0
	<i>Doxocopa cyane cyane</i>	doxcyc	0	0	0	1	1
Lycaenidae	<i>Madeleinea moza</i>	madmo	25	10	6	22	5
	<i>Paralycaeides vapa</i>	parva	8	9	4	9	0
	<i>Penaincisalia sp.</i>	pensp	2	1	1	3	0
	<i>Rhamma lapazensis</i>	rhalap	1	1	0	1	3
Hesperiidae	<i>Hylephila isonira mimia</i>	hylismi	16	10	5	21	7
	<i>Pyrgus bochoris bochoris</i>	pyrbobo	0	0	0	0	1
	<i>Thespieus fassli</i>	thefas	0	0	0	4	0
	<i>Urbanus sp.</i>	urbbsp	0	0	1	0	0
Heliconiidae	<i>Dione glicera</i>	diogly	11	9	5	10	11
Papilionidae	<i>Pterourus scamander jeorgenseni</i>	ptesjeo	8	7	3	7	2
Satyridae	<i>Punargentus angusta angusta</i>	punanana	2	1	0	2	0
TOTAL			136	89	53	148	145

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

		SAN MIGUEL / SACHA LOMA					
Familia	Especie	Acrónimo	Z A	Z B	Z C	F A	F B
Pieridae	<i>Colias euxhante hermina</i>	coeuhe	5	27	5	0	0
	<i>Tatochila</i> sp.	tatsp	5	1	4	0	0
	<i>Teriocolias zelia zelia</i>	terzeze	4	1	2	0	0
	<i>Zerene cesonia cesonides</i>	zercece	3	1	1	0	0
	<i>Tatochila distincta</i>	tatdist	2	0	0	8	5
	<i>Tatochila stigmadice</i>	tatstig	0	1	1	0	0
	<i>Tatochila mercedis macrodice</i>	tatmema	0	1	0	0	0
	<i>Tatochila orthodice orthodice</i>	tatoror	0	0	1	0	0
	<i>Colias euxhante</i>	coeuhe	0	0	0	77	15
	<i>Phulia paranympa</i>	Phupa	0	0	0	4	2
	<i>Eurema leuce</i>	Eurle	0	0	0	3	1
	<i>Anteus clorinde</i>	Antcl	0	0	0	2	0
	<i>Phoebis neocypris</i>	Phone	0	0	0	1	0
	Lycaenidae	<i>Paralycaeides vapa</i>	parva	119	209	209	0
<i>Madeleinea moza</i>		madmo	92	192	71	0	0
<i>Madeleinea lea</i>		madle	23	16	8	0	0
<i>Rhamma brunea</i>		rhabru	3	5	2	0	0
<i>Rhamma lapazensis</i>		rhalap	2	1	1	0	0
<i>Itylos titicaca</i>		Ityti	0	0	0	4	2
Nymphalidae	<i>Junonia vestina livia</i>	juveli	19	5	11	0	0
	<i>Vanessa carye</i>	vanca	4	2	0	0	0
	<i>Vanessa braziliensis</i>	vanbra	0	4	1	0	0
	<i>Yramea sobrina</i>	Yraso	0	0	0	3	0
	<i>Methona confusa psamate</i>	Metco	0	0	0	1	1
	<i>Marpesia chiron</i>	March	0	0	0	1	0
	<i>Callicore sorana</i>	Calso	0	0	0	0	1
Hesperiidae	<i>Hylephila isonira</i>	hylis	27	28	29	0	0
	<i>Thespieus fassli</i>	thefas	0	2	1	0	0
	<i>Hylephila peruana</i>	hylpe	0	0	0	7	3
Sphingidae	<i>Aellopos titan titan</i>	aeltiti	1	0	3	0	0
Papilionidae	<i>Pterourus scamander jeorgenseni</i>	ptesjeo	1	0	0	0	0
Heliconiidae	<i>Dione glicera</i>	diogly	21	11	14	0	0
TOTAL			331	507	364	111	30

fueron los fragmentos de kewiña (A = 11 y B = 7 especies), lo que atribuimos a su buen estado de conservación, poco pastoreo y ausencia de cultivos. Entonces las distintas respuestas de comunidades de mariposas a la intervención humana dependen del tipo de formación del bosque y de la naturaleza e historia de la intervención del mismo [14].

En los 5 tipos de bosque del PNT *Junonia vestina livia* destacó como la más abundante y *Colias euxhante hermina* mostró abundancia moderada, excepto en plantaciones de eucalipto, que tuvieron más especies poco frecuentes. En San Miguel todas las curvas presentaron extremos pronunciados y mostraron a *Paralycaeides vapa* y *Madeleinea*

moza como las más abundantes; las zonas B y C tuvieron el mayor número de especies poco frecuentes respecto a las otras localidades. En Sacha Loma ambos fragmentos presentaron extremos pronunciados y destacaron a *Colias euxhante* como la más abundante y tuvo igual número de especies poco frecuentes (Fig. 1).

Respecto a la similitud en composición y proporción de especies, los 5 tipos de bosque del PNT fueron similares en un 40 a 75%; las plantaciones de pino con plantaciones de eucalipto y los bosques mixtos de K-E fueron similares en menos del 50%, los bosques de kewiña con los bosques mixtos K-P y las plantaciones de eucalipto con los bosques mixtos de K-E presentaron mayor similitud (70%). En San Miguel las tres zonas fueron similares en más del 70%. Finalmente los fragmentos de kewiña A y B de Sacha Loma fueron similares en un 74% (Tabla 3).

La diversidad de comunidades de mariposas andinas de manera general fue menor que en tierras bajas por [10, 15], esta fauna posee adaptaciones biológicas extremas como: Vuelo rápido, palatables para las aves, distintas posturas de asoleamiento y mayor actividad en horas de mayor intensidad solar (en parte) [16, 17].

Tabla 3: Similitud de especies de mariposas entre el PNT, San Miguel y Sacha Loma

Parque Nacional Tunari					
Índice de SP	Kewiña	Pino	Eucalipto	Kewiña-Pino	Kewiña-Eucalipto
Kewiña	-	0,61	0,59	0,72	0,58
Pino	-	-	0,40	0,51	0,48
Eucalipto	-	-	-	0,67	0,75
Kewiña-Pino	-	-	-	-	0,65
Kewiña-Eucalipto	-	-	-	-	-
San Miguel			Sacha Loma		
Índice de SP	Zona A	Zona B	Zona C	Índice de SP	Fragmento A
Zona A	-	0,79	0,77	Fragmento B	0,74
Zona B	-	-	0,75	-	-
Zona C	-	-	-	-	-

Paralycaeidides vapa (Staudinger, 1894) y *Madeleinea moza* (Staudinger, 1894)

La primera registrada con mayor frecuencia en época húmeda y la otra en la seca, prefieren bosques de kewiña, plantaciones de pino, plantaciones de eucalipto, bosques mixtos de K-P y solo *M. moza* en bosques mixtos de K-E, son típicas de la zona andina y se las considera territorialistas, prefieren hábitats abiertos del bosque (afloramientos rocosos, pajonales), cursos de agua, parcelas de cultivo en descanso, cultivos y suelo descubierto; se alimentaba del néctar de flores y de líquidos del suelo húmedo; velocidad de vuelo moderado, postura de asoleamiento reflexiva.

Mayor rango de actividad de 09:00 - 15:00 horas en todo tipo de clima.

Colias euxante hermina (Butler, 1871)

En ambas épocas del año en los bosques de kewiña, plantaciones de pino y bosque mixto de K-E considerada territorialista, frecuente hábitats abiertos del bosque (pajonales), se alimenta del néctar de flores; velocidad de vuelo relativamente lento y postura de asoleamiento lateral. Mayor rango de actividad de 10:30 a 14:30 horas, prefería poca nubosidad y viento leve a moderado.

Junonia vestina livia (Fruhstorfer, 1912)

Con más frecuencia durante la época seca en bosques de kewiña, plantaciones de pino, plantaciones de eucalipto, bosques mixtos de K-P y K-E, considerada territorialista, prefiere hábitats abiertos del bosque (afloramientos rocosos), cuerpos de agua, suelo descubierto, parcelas de cultivo en descanso; se alimenta del néctar de flores y líquidos en suelo húmedo; velocidad de vuelo moderada y postura de asoleamiento dorsal. Tuvo mayor rango de actividad de 10:30 a 14:00 horas, prefería poca nubosidad y viento leve.

Hylephila isonira (Dyar, 1913) y *H. isonira mima* (Evans, 1955)

Registradas durante todo el año, frecuentan bosques de kewiña y solo la segunda en plantaciones de pino, eucalipto, bosques mixtos de K-P y K-E, frecuentan áreas abiertas del bosque (pajonales, afloramientos rocosos), arbustos y suelo descubierto húmedo; se alimentan del néctar de flores; velocidad de vuelo rápido, corto y alterno (como pequeños saltos), considerada territorialista y postura de asoleamiento dorsal. La primera tuvo mayor rango de actividad de 11:00 a 14:30 horas, prefería cielo nuboso y viento leve a moderado; y la segunda más activa de 09:00 a 14:00 horas, prefería cielo poco nuboso y viento leve.

Dione glycera (C. Felder & R. Felder, 1861)

Durante todo el año en bosques de kewiña, plantaciones de pino, eucalipto, bosques mixtos de K-P y K-E; es considerada generalista, se alimenta del néctar de flores; velocidad de vuelo moderada y postura de asoleamiento dorsal. Tuvo mayor rango de actividad de 10:15 a 14:30 horas, prefería cielo relativamente nuboso y viento leve.

Madeleinea lea (Benyamni, Bálint & Johnson, 1995)

En ambas épocas del año, en bosques de kewiña; prefería hábitats abiertos de bosques (afloramientos rocosos), bordes de quebradas, cultivos, cursos de agua, suelo descubierto; se alimentaba del néctar de flores y líquidos del suelo húmedo; presentó una velocidad de vuelo moderada y adoptaba postura de asoleamiento reflexiva. Tuvo mayor rango de actividad entre 10:00 a 13:00 horas, prefería relativa nubosidad y viento leve a moderado.

4. Conclusiones

Los bosques de kewiña del PNT y de San Miguel albergan mayor diversidad de mariposas en relación a Sacha Loma que tenía un mejor estado de conservación, entonces las plantaciones forestales exóticas y cultivos benefician a las mariposas con una mayor oferta de recursos alimenticios. Asimismo, los patrones encontrados muestran que perturbaciones intermedias promueven mayor diversidad de mariposas en bosques de *Polylepis*, pero actividades humanas intensas podrían disminuir la riqueza de especies y se podrían perder especies propias de zonas andinas como las del género *Tatochila*, *Madeleinea* e *Itylos*. Respecto a su ecología en general las mariposas andinas son más activas alrededor del medio día, cuando la intensidad de energía solar es mayor, presentaron colores opacos y/o oscuros como estrategia de camuflaje, distintas posturas de asoleamiento para la termorregulación del cuerpo y poder resistir condiciones climáticas extremas predominantes en la zona andina.

Finalmente consideramos relevante el incremento de estudios referentes a la ecología de las mariposas andinas y que sus hábitats están siendo modificados de forma acelerada, reduciendo los beneficios directos e indirectos que proporcionan a todos los seres vivos. Consideramos de gran importancia la difusión de información científica de manera sencilla para despertar o incrementar el interés sobre el valor de los recursos naturales y su conservación, para que se generen ideas que nos lleven a elaborar planes de manejo.

Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Biodiversidad y Genética, al Dr. Gerardo Lamas y Lic. Julieta Ledesma por su colaboración en la identificación y confirmación de especies.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Fjeldsá, M. Kessler. Conservación de la biodiversidad de bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes. *DIVA Technical Report 1, Editorial FAN*, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 214 p, 2004.
- [2] G. Navarro. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Ecológica y Conservación Ambiental*, 2, 3-37, 1997.
- [3] F. Alemán. Manejo de ecosistemas agrosilvopastoriles. Caso: Bosque nativo implantado en subcuencas de la Cordillera del Tunari. *Tesis de Maestría. CESU-Universidad Mayor de San Simón*, Cochabamba, Bolivia, 50 p, 1997.
- [4] L.F. Aguirre, O. Ruiz, A. Lisperguer, D. Barja, R. Quinteros, L.A. Paz Soldan. Biodiversidad y comunidades animales en bosques fragmentados andinos. *Revista Facultativa Ciencia y Tecnología*, 3, 7-10, 2004.
- [5] R. Blair, A. Launer. Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*, 80, 113-125, 1997.

- [6] G. Fagua, A. Amarillo, M.G. Andrade. Mariposas (Lepidoptera) bioindicadores del grado de intervención en la Cuenca del Río Pato. En: M.G. Andrade, G. Amat, F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Colección Jorge Álvarez. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 13, 283-315, 1999.
- [7] G. Lamas. Estado actual del conocimiento de la sistemática de los lepidópteros, con especial referencia a la región Neotropical. *Departamento de Entomología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú*, 16 p, 2001.
- [8] P. Feinsinger. EL diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. *Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia*, 130 p, 2003.
- [9] C. Moreno. Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis S.E.A.*, España, 86 p, 2001.
- [10] D. Aguirre. Estructura de la comunidad de cuatro familias de mariposas, a lo largo de un gradiente altitudinal (correspondiente a 5 pisos bioclimáticos) en la Cuenca Oeste del Río Ichilo Cochabamba. *Tesis de Grado de Licenciatura en Biología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 98 p, 2004.
- [11] L.A. Paz-Soldan. Estructura de la comunidad de lepidópteros en dos bosques fragmentados de *Polylepis besseri* en Sacha Loma Cochabamba. *Tesis de Grado de Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 65 p, 2005.
- [12] C.F. Pinto. Ensamblaje de mariposas diurnas en cinco tipos de bosque del Parque Nacional Tunari, Cochabamba. *Tesis de Grado de Licenciatura en Biología, FCyT, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 123 p, 2006.
- [13] R. Quinteros. Riqueza y diversidad de lepidópteros de un fragmento de bosque de *Polylepis* con distintos grados de intervención humana en San Miguel (Prov. Quillacollo, Cochabamba). *Tesis de Grado de Licenciatura en Biología, FCyT, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 93 p, 2005.
- [14] J. Ghazoul. Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Revista Biodiversity and Conservation*, 11, 521-541, 2002.
- [15] M.J. Ledesma. Guía de campo de mariposas (Insecta-Lepidoptera) del Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Amboró. Santa Cruz, Bolivia, 66 p, 1998.
- [16] E. Forno. Distribución y ecología de mariposas (Lepidoptera: Rophalocera) del Valle de La Paz. *Tesis de Grado de Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia*, 113 p, 1988.
- [17] R. Quinteros, L.A. Paz Soldan, C.F. Pinto, L.F. Aguirre. Guía de mariposas del Parque Nacional Tunari. *Centro de Biodiversidad y Genética, FCyT, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 138 p, 2006.

El bosque seco andino de la cuenca alta del Río Tuichi, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi

L. Cayola^{1,2}, P.M. Jørgensen², A. Araujo-M^{1,2}, A. Fuentes^{1,2}

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés,
La Paz, Bolivia

² Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, MO 63166-0299, USA
lcayola@yahoo.com, lpb.madidi@accelerate.com

Palabras claves: Bosque seco andino, unidades de vegetación, Madidi

Resumen

El bosque seco andino de la región de Madidi es el relictos más grande y mejor conservado de esta formación en el Neotrópico. La parte de bosque seco ubicada dentro la categoría de Parque Nacional se encuentra mejor conservada en la actualidad, en comparación a la del Área Natural de Manejo Integrado. Las manchas más o menos continuas de bosque seco deciduo y semideciduo se intercalan dentro la cuenca alta de los ríos Tuichi y Machariapo. Estos pueden ser diferenciados a simple vista solo en la época seca, por la caída de hojas. En estos bosques dominan elementos de la región brasileño-paranense y amazónica, seguidas en menor proporción de elementos andinos y chaqueños. Las familias características de esta formación vegetal son Fabaceae, Annonaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Capparaceae, Ulmaceae y Euphorbiaceae; mientras que las especies características son *Oxandra espihana*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Schinopsis brasiliensis* y *Machaerium scleroxylon*.

1. Introducción

Las teorías recientes postulan que los bosques secos eran un elemento muy importante en la cuenca amazónica durante la edad de hielo pasada, pero se han retirado desde entonces a su extensión actual en áreas más templadas y más secas. Actualmente se restringen a parches en los alrededores de la cuenca amazónica.

En Bolivia, un fragmento de bosque seco en buen estado de conservación, está presente dentro de una de las áreas protegidas más diversas, el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. El bosque está localizado al norte de la población de Apolo (La Paz) y es uno de los pocos bosques secos intactos en el continente. Este relictos se extiende por la cuenca alta del Río Tuichi y sus afluentes, entre ellos los ríos Machariapo y Resina. Desde la comunidad de Moxos hasta Virgen del Rosario aparecen manchas de mayor o menor extensión relegadas a algunas laderas por el fenómeno de sombra de lluvia orográfica. Desde Virgen del Rosario, el bosque seco va apareciendo a uno y otro lado del Río Tuichi hasta la comunidad de

Asariamas, que es en donde el bosque seco se extiende sobre mesetas amplias, para nuevamente distribuirse en manchas relegadas a laderas y cimas, hasta las cercanías del cañón que corta la serranía de Asariamas. Hacia el NW y SW el bosque seco contacta con bosques montanos pluviales y pluviestacionales. Hacia el NE con bosques amazónicos y en su límite meridional (E) con sabanas y cerrados. Es decir, el bosque seco de Madidi es un laboratorio perfecto para estudiar los patrones en que estos tipos de vegetación se relacionan recíprocamente hoy.

En 1990 una evaluación del RAP [1] describió la vegetación del bosque seco del Madidi y lo localizó al norte del Río Machariapo. Para 1999, Kessler y Helme [2], publicaron los primeros datos sobre la composición florística, diversidad y posibles afinidades biogeográficas de esta formación con la Chiquitanía. Aproximando su superficie en 1 200 km², de los que 700 km² se encontraban en buen estado de conservación. Más tarde Killeen et al. [3] aproximaron la superficie total del bosque seco en 1 418 km². Posteriormente, Zenteno [4] realizó un inventario en el sector del arroyo Resina Chico, afluente del Río Tuichi y cerca de la comunidad Suyo Suyo. En 2003 una expedición del Proyecto Madidi intensificó la continuidad de estudios en el bosque seco, Fuentes et al. [5] y Cayola et al. [6]. Para 2005 Killeen [3] definió su superficie en base a imágenes satelitales, por lo que el bosque seco de Alto Tuichi que se encuentra en valles de sombra de lluvia ocuparían 731.2 km² y el bosque seco de Apolo ubicado en mesetas subandinas ocuparía 686.88 km², con un total aproximado de 1 418 km².

El Proyecto Inventario Florístico de la Región del Madidi en un esfuerzo de aclarar estas contribuciones recientes y de proporcionar un sistema de vigilancia durante una tendencia de calentamiento global, aprovechando la posición estratégica del bosque seco entre los bosque montanos y amazónicos, propuso hacer un inventario de las plantas leñosas en el bosque seco de Madidi. Gracias al apoyo del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), el Jardín Botánico de Missouri (MO) y a la National Geographic Society (NGS) este trabajo se llevó a cabo el 2005 con expediciones de reconocimiento previas y posteriores. Se realizaron expediciones al bosque seco en diferentes épocas con la intención de afirmar claramente sobre el estado actual de la conservación, la composición del bosque en diferentes lugares y cómo ésta varía con cambios en elevación, situación topográfica (fondo del valle, ladera y cima) y humedad.

2. Materiales y métodos

Se definieron 11 localidades a ser visitadas al inicio y finalización de la época de lluvias y en época seca, consultando el mapa de vegetación de Madidi, Apolobamba y Pilón Lajas (Departamento de Geografía, Museo Noel Kempff Mercado, escala 1:250 000, borrador preliminar), mapas del plan de manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, cartas topográficas escala 1:100 000 de Santa Cruz del Valle Ameno y Asariamas (Defense Mapping Agency, Serie H632, hojas 3141 y 3142) e imágenes satelitales de la región. Las localidades se eligieron en función a su accesibilidad (Fig. 1).

Se usaron 3 métodos para inventariar el bosque seco: parcelas temporales de muestreo (PTMs) (0.1 ha de 50 × 20 m) en que se evalúan individuos con diámetro a la altura del pecho (dap) \geq 2.5 cm medido a 1.30 m del suelo; parcelas permanentes de muestreo (PPM), en base a procedimiento detallado por Adler y Synott [7] y Seidel [8], se instalaron parcelas de 1 ha, en que se evaluaron individuos con dap \geq 10 cm; y colectas botánicas de plantas fértiles, no solo para ayudar en la identificación de los especímenes encontrados estériles en inventarios cuantitativos, sino también para completar datos de taxones que no logran ser evaluados.

Los datos registrados de cada parcela fueron: altitud, coordenadas geográficas, situación topográfica (fondo de valle, ladera, cima) y orientación. Se colectaron todos los individuos registrados como especies diferentes en las parcelas, 4 duplicados de especies estériles y 8 de especies fértiles. Las colectas fueron identificadas con las iniciales del colector y por un número correlativo. Se herborizaron en campo mediante métodos tradicionales de prensado y secado. Para su identificación se utilizaron claves botánicas o comparación con especímenes de la colección del LPB. Un juego de especímenes fue depositado en instalaciones del LPB y otro fue enviado al MO para su identificación por especialistas. Adicionalmente juegos de duplicados fueron enviados a los herbarios de Santa Cruz, Cochabamba y Chuquisaca. Toda la información de las colectas se encuentra en la base de datos TROPICOS accesible por internet (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>).

3. Resultados

Se visitaron 11 localidades: Virgen del Rosario, Yarimita, Sipia, Pintata, Suyo suyo, Resina, arroyo Huanechaquimayo, arroyo Javillas, Cañon Asariammas, Río Chiriuno y Buenahora (Fig. 1). Participaron de las expediciones 7 investigadores, 12 estudiantes (6 tesis del proyecto y 4 voluntarios), 13 guías principales y al menos 20 personas de las diferentes comunidades. A partir de la información obtenida en las 11 expediciones, se están elaborando siete proyectos de tesis y al menos 9 artículos, que van detallando por localidad y a nivel macro la estructura y composición florística, relaciones de la vegetación con el suelo, biomasa y el uso tradicional de las especies. Todas estas publicaciones documentarán la flora del bosque seco de la cuenca alta del Río Tuichi en la Región Madidi.

Se instalaron 84 PTMs y 13 PPMs, que en conjunto suman 21.4 ha inventariadas, 76 088 individuos evaluados y alrededor de 4 000 colecciones. Con las parcelas se registraron aproximadamente 480 especies de plantas leñosas con dap \geq 2.5; sin embargo, aun no se han contabilizado las especies resultantes de las colecciones botánicas. También se han encontrado al menos 10 especies nuevas para la ciencia y más de 20 nuevos registros para la región.

En el bosque seco de Madidi se encuentran mezclados bosques deciduos y semideciduos, que comparten especies dominantes del dosel, como *Anadenanthera colubrina*, *Astronium urundeuva* y *Schinopsis brasiliensis* [9]. Nosotros encontramos

que las especies dominantes en el conjunto del bosque son *Oxandra espiñana*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Schinopsis brasiliensis* y *Machaerium scleroxylon* y a Fabaceae, Annonaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Capparaceae, Ulmaceae y Euphorbiaceae como las familias características de esta formación.

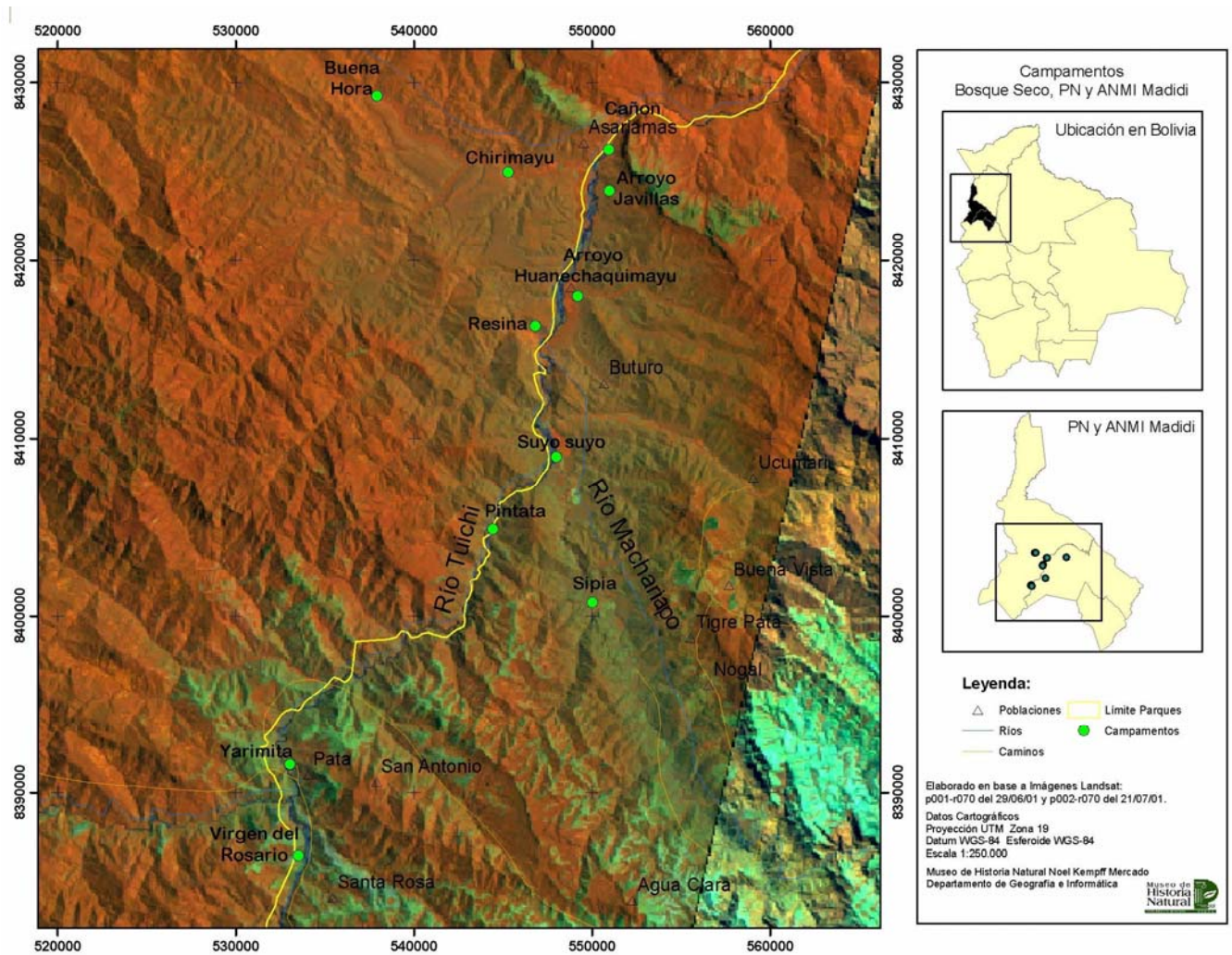


Fig. 1: Mapa de ubicación de las localidades visitadas en el bosque seco de la cuenca alta del Río Tuichi, PN y ANMI Madidi

Estado de conservación de las localidades visitadas

Virgen del Rosario es prácticamente el límite del bosque seco hacia el SW, en cercanías de esta comunidad las manchas de bosque seco contactan con bosque de Cerrado. El bosque seco se encuentra en algunas laderas, la mayoría poco accesible, por lo que el bosque se mantiene casi intacto a pesar de la existencia de esta comunidad.

La localidad de Yarimita es un sitio de difícil acceso, aun así se pudo evidenciar cierta influencia humana durante la época de la colonia, principalmente durante el auge del café (*Coffea arabica*) y la quinina (*Cinchona calisaya*). Actualmente se aprecian numerosas plantas de café que se han naturalizado de manera sorprendente a las condiciones ambientales del bosque seco y puede considerárselas como parte del sotobosque. También se han observado árboles frondosos de *Schinopsis brasiliensis*, *Amburana cearensis* y *Anadenanthera colubrina* que demuestran que no ha existido extracción de madera.

Resina es el área núcleo de bosque seco y resultaría ser el sitio mejor conservado, porque tiene una estación seca más amplia y marcada, que provoca escasez de agua en todo el lugar. Esto puede observarse a simple vista, ya que el bosque en esta localidad es bajo y dominan las cactáceas (p.e. *Pereskia weberiana*, *Cleistocactus* spp.). Estas características lo han salvado de la influencia que podría haber ejercido la comunidad de Asariamas, ubicada en los límites de este núcleo de bosque seco. Sin embargo, en los alrededores de esta comunidad, principalmente en los bosques de las laderas contiguas al Río Tuichi, la vegetación sufre pisoteo y ramoneo del ganado vacuno, por lo que el sotobosque es escaso y solo subsisten arbustos y arbolitos de porte mediano. No obstante, a medida que la distancia a la comunidad es mayor, existe menor intervención humana y el bosque se conserva intacto.

Al este de Asariamas, se ubica el arroyo Huanechaquimayu. Este sector está fragmentado por arroyos que cuentan con agua solo en época de lluvias. Debido a esto, la vegetación cercan a arroyos tiene influencia ribereña, pero en las terrazas y laderas la vegetación es típica de bosque seco. A pesar que el bosque está bien conservado, no se observaron rastros ni huellas claras de animales silvestres, probablemente debido a su cercanía con la comunidad de Asariamas. Además siendo parte del Área Natural de Manejo Integrado, los comunarios se dan la libertad de cazar animales silvestres para su consumo.

Siguiendo el curso del Río Tuichi hacia el cañón de la serranía de Asariamas, el bosque de la mayoría de las laderas está bien conservado, probablemente debido a la topografía accidentada del lugar. En este sitio se pudo observar sin mucho esfuerzo la presencia de varios animales silvestres (monos, parabas), que indican que la zona está conservada eficientemente. Sin embargo, en los alrededores de la senda que bordea el Río Tuichi hacia la comunidad de Asariamas, existen algunos parches desmontados principalmente para cultivos de subsistencia como el plátano y yuca, y sectores de bosque pisoteados y aprovechados por el ganado vacuno.

Hacia el extremo NO del bosque seco, en la localidad Buenahora el bosque también está intacto. Este lugar se encuentra en los límites del Parque Nacional Madidi y está muy alejado de asentamientos humanos. En este sector existen árboles adultos de maderas preciosas de gran tamaño (dap > 50 cm) como mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Amburana cearensis*) y nogal (*Juglans boliviana*), que son especies indicadoras del escaso grado de intervención de estos hábitats. Además hay buena regeneración en todos los estadios de crecimiento, desde plántulas hasta individuos juveniles de

estas especies. Así mismo pudimos avistar y ver huellas de mamíferos de gran tamaño, como jaguar, tigrillo, anta y venados, confirmando que este sector está en buen estado de conservación.

El bosque seco de Madidi es probablemente uno de los de mayor extensión y mejor conservados de Bolivia por tres causas: la primera se debe a su topografía quebrada con grandes desniveles altitudinales y donde solamente se encuentran regiones relativamente llanas cerca de ríos de mayor tamaño. Esto favorece que haya mayor riqueza en las formaciones vegetales, existiendo zonas de contacto entre bosques amazónicos de tierras bajas, bosques montanos y bosques secos. Esto se debe a las diferencias en la orientación de las laderas y por los gradientes altitudinales de la serranía. Lo que nos lleva a la hipótesis de que la composición florística de la formación estudiada, en conjunto es relativamente más rica comparada con otras zonas de bosque tropical seco en Bolivia. La segunda razón se debe a que es una región con escaso impacto humano, debido a la lejanía de asentamientos humanos permanentes en algunos sectores (Buenahora y Yarimita). La tercera razón, es que la escasez de fuentes de agua permanentes ha influido en su conservación, ya que fuera de los ríos principales como el Tuichi, Mojos y Machariapo, la mayoría que atraviesa el bosque, permanece sin agua durante la época seca que es muy marcada e impide la realización y el mantenimiento de actividades agropecuarias.

Aunque el bosque seco nos deje fascinados por su belleza paisajística y sus características peculiares, la presión humana es la principal amenaza de esta formación. Sobre la senda que une las comunidades de Asariamas y San Fermín (frontera entre Bolivia y Perú), existen varios asentamientos y haciendas principalmente para uso ganadero, algunas de ellas con más de 50 ha deforestadas. El control de un mayor número de asentamientos y la regulación de los existentes debería ser una labor clave para evitar que un mayor número de colonos ingresen a la región mejor conservada. Asimismo la extracción de madera con fines comerciales debe ser prohibida.

La carretera Apolo-Asariamas es de construcción reciente y es aun una vía poco transitada por la escasa población humana al norte de las sabanas de Apolo; además no cuenta con mantenimiento (en época de lluvias es prácticamente intransitable). Esta carretera fue construida sin realizar la correspondiente evaluación de impacto ambiental. Por otro lado, existe la amenaza inminente de la construcción de carretera Apolo-Ixiamas cuyo trazo continua por el tramo Apolo-Asariamas. Esta nueva carretera provocaría la paulatina destrucción del bosque por el consiguiente ingreso de colonos. Las intermitentes manifestaciones del gobierno municipal de Apolo están propiciando probablemente la especulación de tierras en el sector aledaño a la proyectada carretera, cuyo valor se incrementaría con su construcción. Esta vía también propiciaría un aumento en la extracción ilegal de maderas tanto preciosas como para leña, actividad que en la actualidad es controlada en la medida de las posibilidades por los guardaparques que tienen constantes altercados con ciertos clanes familiares que se ocupan de esta actividad ilícita. La leña es un insumo todavía muy demandado en la población de Apolo, pues la misma es obviamente escasa en las sabanas de los

alrededores. Además se rumorea que mucha de la presión ejercida para la construcción de la carretera es propiciada por familias y/o empresas relacionadas a la actividad maderera. Es de esperarse que la carretera incentive mayor desmonte para cultivos y actividades ganaderas, pues habría una ruta para sacar sus productos y si mantienen las mismas prácticas que se han venido utilizando desde hace décadas (corta y quema), las sabanas de Apolo se van a extender todavía más hacia el norte.

Otra probable razón para la construcción de la carretera es la reciente divulgación de la existencia de petróleo en la zona, que está siendo utilizada como una bandera para el desarrollo y despegue productivo del norte paceño con la ayuda gubernamental.

La actividad turística en el sector del Río Tuichi, especialmente aquella que incluye la realización de *rafting* influye también aunque en menor medida en la degradación del bosque. Las balsas para este deporte extremo son construidas utilizando arbolitos del bosque, por lo que es una actividad a monitorear pues su progresivo incremento y descontrol puede contribuir al deterioro del bosque.

Existen algunas alternativas de aprovechamiento sostenible en la cuenca alta del Río Tuichi, proyectos relacionados a actividades productivas alternativas como: ecoturismo, extracción de incienso, cultivo ecológico de café, cacao, achiote y reproducción de plantas ornamentales silvestres, algunas de las cuales se encuentran en estudio.

4. Conclusiones

El bosque seco de Madidi se encuentra en buen estado de conservación y es uno de los de mayor extensión en Bolivia y probablemente en el Neotrópico. Su compleja composición florística y su relación con bosques aledaños son de gran importancia para mantener su diversidad. A pesar de su buen estado de conservación es necesario tomar algunas medidas de prevención ante las amenazas que representan la construcción de la carretera Apolo-Ixiamas.

Agradecimientos

El trabajo fue realizado por el Proyecto Inventario Florístico de la Región del Madidi, gracias al apoyo del Herbario Nacional de Bolivia, el Jardín Botánico de Missouri y la National Geographic Society.

Referencias

- [1] T.A. Parker, B. Bailey (Eds.). A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of Northwest Bolivia. *RAP Working Papers 1, Conservation International*, Washington DC, USA, 1991.

- [2] M. Kessler, N. Helme. Floristic diversity and phytogeography of the central Tuichi valley, an isolated dry forest locality in the Bolivian Andes. *Candollea*, 54, 341-366, 1999.
- [3] T.J. Killeen, T.M. Siles, L. Soria, L. Correa. Estratificación de vegetación y cambio de uso del suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 32-69, 2005.
- [4] F. Zenteno-Ruiz. El bosque seco del valle de Resina-Tuichi y su afinidad con los bosques deciduos del sur (formación chiquitana). No publicado.
- [5] A. Fuentes, A. Araujo-M., H. Cabrera-C., F. Canqui, L. Cayola, C. Maldonado, N. Paniagua. Estructura, composición y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del Río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, 41-62, 2004.
- [6] L. Cayola, A. Fuentes, P.M. Jørgensen. Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 40(3), 396-417, 2005.
- [7] D. Adler, T.J. Synott. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. *Oxford Forestry Institute, Oxford, Tropical Forestry Papers*, 25, 124 p, 1992.
- [8] R. Seidel. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia*, 25, 1-35, 1995.
- [9] G. Navarro, W. Ferreira, C. Antezana, S. Arrázola, R. Vargas. Bio-corredor Amboró Madidi, Zonificación ecológica. *Fundación Amigos de la Naturaleza*, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2004.
- [10] G. Navarro, W. Ferreira. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, 1-40, 2004.

Respuesta adaptativa al efecto invernadero de las especies forestales arbóreas tropicales de zonas montañosas

O. Hechavarría Kindelán, A. Álvarez Brito
Instituto de Investigaciones Forestales, Calle 174 No. 1723, e/ 17B y 17C,
Siboney, Playa, C. Habana, Cuba
orlidia@forestales.co.cu, archie@agrinfor.cu

Palabras claves: Cambio climático, efecto invernadero, impacto, adaptación, fenología

Resumen

Con el objetivo de mostrar la respuesta adaptativa de especies forestales al efecto invernadero fueron evaluadas durante 1989-1999 las fenofases de las especies: *Magnolia cubensis* Urb. ssp. *acunae* Imch., endémico local, *Juglans jamaicensis* ssp. *jamaicensis* C. DC. endémico de las Antillas Mayores, excepto Jamaica y *Laurocerasus occidentalis* (Sw.) Roem., de Cuba, Las Antillas y América Central con creciente adaptabilidad genética en la región Central de Cuba. La comparación de los dendrofenogramas obtenidos para cada especie y fenofase en años con temperatura mínima media anual igual o inferior a 16,8°C o mayor que ese valor (17°C) evidenció diferencias en el comportamiento de las fenofases en ambos grupos de años. Estos resultados indican que un aumento de 2°C en la temperatura mínima media anual en esta región de Cuba, puede inducir alteraciones en la respuesta adaptativa de los árboles al efecto invernadero producido por el cambio climático.

1. Introducción

Numerosos son los reportes internacionales que han alertado al planeta sobre los efectos ya registrados y los esperables, derivados del continuado aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, entre los que se destaca el tercer reporte del IPCC [1] y también a nivel nacional se registran diversas informaciones relacionadas con este asunto, comprendiendo varios sectores económicos, siendo quizás la más completa hasta el momento la presentada por Cuba [2] a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. El sector forestal cubano ha sido uno de los pioneros en los trabajos nacionales desarrollados en este campo, tanto en lo que se refiere a la evaluación de vulnerabilidades, impactos y estrategias de adaptación, como en lo concerniente al inventario de sus capacidades sumidero y a la formulación de estrategias de mitigación. Sin embargo, aún cuando se constatan avances sostenidos en los resultados alcanzados, continúan existiendo brechas de conocimiento que es preciso salvar para poder alcanzar un mayor nivel de integración, reducir las incertidumbres que acompañan a los análisis que se formulan para los diversos escenarios esperables y perfeccionar las bases existentes con vistas a la adopción de decisiones.

Un aspecto especialmente sensible en lo concerniente a los impactos esperables del cambio climático es la evaluación de la capacidad adaptativa que requerirá la flora forestal arbórea del país para enfrentar el ya comprobado aumento de la temperatura del aire. Por lo que la identificación de los impactos que ello podrá producir sobre el comportamiento fenológico de especies forestales arbóreas es el propósito de éste trabajo y la primera aproximación en el sector forestal realizada con este enfoque.

2. Metodología

El estudio se desarrolló en la localidad de Tope de Collantes, macizo de Guamuhaya, correspondiente a un bosque montano en la zona sur de la región central de Cuba a 650 m. El estudio se realizó seleccionando entre cinco y diez individuos sanos de cada especie y con plena capacidad reproductiva, que demostraron a través del tiempo las fases fenológicas utilizando para el procesamiento de campo la metodología desarrollada por [3]. Las especies evaluadas durante los años 1989 - 1999 fueron: *Magnolia cubensis* Urb. ssp. *acunae* Imch. (mantequero), taxón infragenérico endémico local [4], *Juglans jamaicensis* ssp. *jamaicensis* C. DC. (nogal del país), especie endémica de las Antillas Mayores, excepto Jamaica [5, 6] y *Laurocerasus occidentalis* (Sw.) Roem. (cuajaní o almendro), que se distribuye por toda Cuba, Las Antillas y América Central [7] con creciente adaptabilidad genética.

Para el análisis se tuvieron en cuenta dos tipos de registros fenológicos:

Fenología vegetativa, que describe el crecimiento y desarrollo de la planta e incluyó las fenofases:

- Permanencia de hojas: hojas permanente en los árboles y que llegan a constituir las hojas adultas de la planta.
- Brote foliar: formación de hojas nuevas.

Fenología reproductiva que describe todas las fenofases involucradas en la reproducción e incluyó:

- Floración: período desde la apertura de la flor hasta la caída de los pétalos.
- Maduración de los frutos: cambios externos que evidencian su madurez fisiológica.

Se realizaron observaciones de las variables climáticas: temperatura máxima, temperatura mínima y la temperatura media en la estación meteorológica de la zona. Estas fenofases están caracterizadas por presentar una diferenciada sensibilidad ambiental (capacidad de generación de respuesta ante modificaciones ambientales), que en orden ascendente comprenden: permanencia foliar, brote foliar, fructificación y floración.

A partir de lo señalado por [2] sobre las variaciones del clima de Cuba, donde apunta que se presentaron eventos extremos en los patrones de temperatura de invierno durante el período 1989-1999 con un calentamiento significativo en las décadas del 80 y 90 en que se incrementaron las temperaturas mínima y media, entonces, para evidenciar la influencia del efecto invernadero (con efectos en la temperatura mínima)

sobre el comportamiento fenológico de las especies estudiadas, se clasificaron las observaciones de los años estudiados en dos grupos: temperatura mínima mayor al valor medio reportado durante el período 1967-1985 (16,8°C) [8], identificados como *años cálidos* y cuando esta variable fue igual o menor al valor promedio, identificados como *años normales*. Los resultados de ambos grupos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, empleando una probabilidad de 0,05.

3. Resultados y discusión

Durante el período de estudio, la temperatura mínima media anual de la zona de trabajo fue de 16,4°C, ligeramente inferior (en 0,4°C) al valor promedio reportado por [8] para un período de 25 años. De los 11 años considerados en el análisis, seis presentaron temperatura mínima media anual igual o menor a 16,8°C, en tanto que los restantes cinco años la presentaron superior incluso a 17°C, según se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Agrupamiento de los años de observaciones fenológicas, según su temperatura mínima promedio anual

Años normales ($T_{\text{mín}} \leq 16,8^{\circ}\text{C}$)		Años cálidos ($T_{\text{mín}} > 16,8^{\circ}\text{C}$)	
Año	$T_{\text{mín}}$ (°C)	Año	$T_{\text{mín}}$ (°C)
1989	16,80	1990	17,20
1991	16,20	1995	17,20
1992	13,68	1997	18,80
1993	14,09	1998	17,80
1994	14,80	1999	17,23
1996	16,82		
$T_{\text{mín}}$ prom.	15,40	$T_{\text{mín}}$ prom.	17,65

Luego de ordenar los datos fenológicos disponibles según ambos grupos de años, se compararon por parejas y los resultados alcanzados demostraron que para las tres especies evaluadas, el patrón fenológico temporal obtenido para todas las variables analizadas (permanencia de las hojas adultas, brote de las hojas nuevas, floración y maduración de los frutos) durante los años en que la temperatura mínima media anual del aire fue igual o inferior a 16,8°C, fue completamente diferente al patrón presentado por esas variables fenológicas en los años donde ese valor fue superior a 16,8°C, con la única excepción de la permanencia de las hojas adultas en *L. occidentalis*.

Estas respuestas ponen de relieve el impacto adaptativo que un aumento de 2°C en la temperatura mínima media anual (de 15,4°C a 17,7°C) puede causar sobre los ciclos biológicos de estas especies:

- Si se toma en consideración que estas especies agrupan a tres niveles crecientes de endemismo (de *M. cubensis* [la más endémica], a *J. jamaicensis*, a *L. occidentalis* [la más plástica]) y que las fenofases estudiadas exhiben cuatro niveles crecientes de sensibilidad ambiental (de permanencia del follaje [la menos sensible], al brote foliar, a permanencia de frutos, a floración [la más sensible]), entonces las

posibles combinaciones (especie x fenofase) dan lugar a 12 diferentes niveles de adaptación al impacto del efecto invernadero. De forma tal que el nivel de adaptación mínimo estaría dado por la combinación (*M. cubensis* x floración), equivalente a la especie con máximo nivel de endemismo y a la fenofase con máxima sensibilidad ambiental, mientras que el máximo nivel de adaptación estaría dado por la combinación (*L. occidentalis* x permanencia de follaje).

- Conjugando lo antes expuesto con los resultados de la prueba de Kolmogorov - Smirnov resultaría que, de las 12 posibles combinaciones (especie x fenofase) que pueden ser formadas, la única combinación que no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos dendrofenogramas fue precisamente la combinación de máximo nivel de adaptación al impacto: (*L. occidentalis* x permanencia de follaje), donde los dendrofenogramas fueron estadísticamente iguales entre *años normales* y *años calientes*.
- Sin embargo, las restantes 11 combinaciones de especie x fenofase exhibieron alteraciones suficientemente importantes al aumentar la temperatura mínima anual, como para afirmar que los patrones fenológicos cambiaron radicalmente de los *años normales* a los *años cálidos* y que su capacidad potencial de adaptación al impacto del efecto invernadero, no fue suficiente como para poderlo asimilar sin variaciones de su fenología.

Con respecto a los impactos que tal aumento de la temperatura mínima promedio anual produjo sobre el comportamiento de estas especies, la tabla 2 muestra el resumen de la respuesta de las diferentes especies al efecto del aumento de la temperatura. Integrando los resultados en la tabla 2, se puede plantear que:

a) Las variaciones de las fenofases fueron:

La permanencia de hojas mostró retraso en alcanzar la intensidad máxima en las especies *J. jamaicensis* y *L. occidentalis*, mientras que mostró adelanto en alcanzar la intensidad máxima en *M. cubensis*.

- El brote foliar se retrasó en alcanzar la intensidad máxima en *M. cubensis* y *L. occidentalis*.
- Las floraciones en *M. cubensis* y *J. jamaicensis* mostraron aumento de la duración de la fenofase y la segunda especie, junto a *L. occidentales*, mostraron aumento de la intensidad máxima.
- La maduración de los frutos en *M. cubensis* y *L. occidentalis* se adelantó y aumentó su intensidad; en la segunda especie y en *J. jamacensis*, aumentó su duración.

b) Las variaciones de las especies fueron:

- *Magnolia cubensis* varió su patrón fenológico vegetativo, quizás para utilizar una mayor cantidad de reservas en la actividad reproductiva, como garantía de la propagación, por lo que se hizo más intensa y de mayor duración, variando su patrón fenológico temporal. Sin embargo, lo más importante fue el excelente acomodo que mostró la especie en el período de floración y de maduración de los frutos, manteniendo su patrón fenológico reproductivo original, beneficiado además por la mayor intensidad con que se presentan estas fenofases. La especie reajustó su mecanismo fisiológico que derivó en un cambio de conducta parcial para poder

adaptarse a los cambios ambientales de la localidad. Esto es una prueba de la tolerancia de las especies endémicas a los cambios ambientales, las que según Syngé (1991), citado por [9], son tenaces y capaces de soportar condiciones adversas.

Tabla 2: Resumen general de la respuesta de las especies al aumento de temperatura por el efecto invernadero

	<i>M. cubensis</i>	<i>J. jamaicensis</i>	<i>L. occidentalis</i>
Distribución	Exclusiva de Cuba Central	Antillas Mayores, excepto Jamaica	Cuba, Las Antillas y América Central
Fenofases	Impactos		
Permanencia de hojas adultas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adelanto de la intensidad máxima en tres meses. ▪ Retraso de la intensidad mínima en ocho meses. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retraso de la intensidad máxima en tres meses. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retraso del inicio de la intensidad.
Brotación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retraso de la intensidad máxima en ocho meses. ▪ Adelanto del inicio en dos meses. ▪ Coincidencia entre la intensidad mínima de brotación y la de la intensidad mínima de permanencia de hojas adultas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La vuelve irregular y sin intensidades máximas apreciables en el año. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atraso de su inicio en tres meses. ▪ La intensidad máxima se duplica. ▪ Atraso en la intensidad máxima en siete meses.
Floración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adelanto del inicio en tres meses. ▪ Aumento de su duración en dos meses. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la intensidad. ▪ Aumento de la duración del segundo período en cuatro meses. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adelanto de la intensidad máxima en tres meses. ▪ Aumento de la intensidad máxima.
Maduración de frutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adelanto del inicio en cuatro meses. ▪ Aumento de su intensidad máxima. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ División en dos períodos, con aumento de la duración total en un mes. ▪ Disminución de la intensidad máxima. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adelanto de su presencia en seis meses. ▪ Aumento de la duración total en seis meses. ▪ La intensidad máxima se duplica.

- Los patrones vegetativo y reproductivo de *Juglans jamaicensis* mostraron cambios fisiológicos que condujeron a cambios conductuales sustanciales, con incidencia en la maduración de los frutos, ya que el proceso se dividió en dos partes y además, disminuyó la intensidad de cada proceso. La especie tendrá que realizar cambios totales en sus patrones fenológicos, los que serán posibles por ser un endémico de mayor distribución y por tanto, sus mecanismos deben mostrar mayor plasticidad a otros valores de temperaturas. Sin embargo, este comportamiento puede traer pérdidas de material reproductivo, de no contarse con un monitoreo fenológico que garantice ambas cosechas.
- En *Laurocerasus occidentalis*, al igual que en *Magnolia cubensis*, la actividad vegetativa mostró modificaciones que garantizaron una mayor eficiencia en la

actividad reproductiva, lo que permite un aumento de la intensidad, una mayor duración y un adelanto de la fenofase. Mantuvo el patrón fenológico de floración, pero varió su época de cosecha. La especie mostró cambios de conducta y modificó algunos elementos de su patrón fenológico ante las nuevas condiciones, lo que puede permitirle un adecuado manejo de la floración y lograr frutos de una manera eficiente.

4. Conclusiones

- El aumento en 2°C de la temperatura mínima media anual en el macizo de Guamuhaya (zona montañosa central del sur de Cuba) produjo respuestas que, en 11 de los 12 niveles de adaptación al efecto invernadero evaluados, superaron la capacidad adaptativa correspondiente a cada nivel, generando alteraciones fenológicas diferenciadas para los años de mayor temperatura.
- Ante un aumento de la temperatura mínima, en términos generales las fenofases vinculadas a la actividad vegetativa (permanencia del follaje y brote foliar) presentaron tendencias al retraso de su ocurrencia, en tanto que las fenofases relacionadas con la actividad reproductiva (floración y fructificación) presentaron tendencias al adelanto e aumento de su intensidad.

Referencias

- [1] IPCC. Third assessment report, climate change 2001: the scientific basis; impacts, adaptation, vulnerability and mitigation. *UNEP & WMO*, 2001.
- [2] A. Centella. Primera comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. *Instituto de Meteorología, Cuba*, 169 p, 2001.
- [3] O. Hechavarria. Aspectos metodológicos sobre la fenología en especies forestales. *CATIE. Boletín de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales*, 20, 15, 1998.
- [4] L. Montes. Endemismos vegetales estrictos de las provincias comprendidas desde La Habana hasta Camagüey, Cuba. *Tesis en opción al título académico de Master en Ecología Aplicada, Cuba*, 58 p, 1999.
- [5] Schaarschmidt. Die karebasche *Juglans*-Sippe-zwei Subespecies. *Wissenschaftliche Zeitschrift. Friedrich-Schiller-Univ Jena. Matcg-Naturwiiss*, 32(6), 895-898, 1983.
- [6] E. Del Risco, D. Vandana. Regionalización florística de Cuba. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba, X.2.4. II*, Cuba, 1989.
- [7] J. Bisse. Árboles de Cuba, Cuba, 384 p, 1988.
- [8] N. Ayala. Topes de Collantes. Vida silvestre en el Escambray, 113 p, 1989.
- [9] H. Ferrás. La diversidad vegetal de Cuba y su relación con el clima y la aridez. *Tesis al título académico de Master en Ecología Aplicada, Mención Ecología, Cuba*, 55 p. 1999.

Pequeños mamíferos de bosques nativos y plantaciones forestales exóticas en el Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia

R. Vargas Rodríguez^{1,2}, E.I. Maradiegue Revollo¹, L.F. Aguirre¹

¹ Laboratorio de Ecología Terrestre, Universidad de Chile, Santiago, Chile

² Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
r_vargas@gmx.net

Palabras claves: Mamíferos, diversidad, *Polylepis*, roedores, marsupiales

Resumen

Pocos estudios evalúan las consecuencias de la introducción de especies de plantas exóticas sobre el ensamble de especies nativas en los bosques de los Andes tropicales. Nosotros evaluamos los cambios en el ensamble de pequeños mamíferos en el Parque Nacional Tunari, localizado en los Andes tropicales de Bolivia. Comparamos la diversidad entre bosque nativo de *Polylepis bessi*, plantaciones introducidas de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, así como en hábitats mixtos. Con 12 000 trampas/noche registramos 312 individuos pertenecientes a ocho especies (seis roedores y un marsupial). No se encontraron diferencias en la diversidad entre hábitats. Al comparar el ensamble de las especies, ésta se comporta de forma similar en todos los ambientes con un par de especies muy dominantes y todas las demás pobremente representadas. El patrón de ensamble representaría comunidades pobres, producto de fuertes regímenes de perturbación ambiental por la introducción de especies exóticas y la perturbación humana.

1. Introducción

Una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad en las últimas décadas ha sido la pérdida de hábitat por efecto de la fragmentación e introducción de especies exóticas. Así la diversidad biológica se encuentra amenazada por las actividades humanas y el riesgo puede ser más serio de lo que parece [1]. La deforestación y las plantaciones de especies exóticas se han incrementado en todo el mundo y son una amenaza significativa para la composición, estructura y funcionamiento de la biodiversidad [2]. Actualmente, el 3% de los bosques del planeta corresponde a plantaciones comerciales, cubriendo 60 millones de hectáreas en países desarrollados y 55 millones en países en desarrollo. Las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* constituyen las plantaciones económicamente más exitosas del mundo [3]. Por ello, el incremento de las plantaciones forestales en las regiones altoandinas de Bolivia es un fenómeno creciente en las últimas décadas. Sus impactos a nivel de la biota nativa son variados y es de reconocida importancia el conocerlos y comprender cómo funcionan [4]. De existir consecuencias negativas sobre la

biodiversidad asociada a los bosques nativos de *Polylepis besseri* (kewiña), el conocerlas nos permitirá saber cómo manejarlas a futuro para mitigar su impacto y evitar futuros y mayores problemas.

Se han realizado pocos estudios científicos en los bosques de *Polylepis* y la mayor parte de ellos han sido en las áreas de botánica u ornitología [5]. Se sabe muy poco sobre las especies de mamíferos que habitan en los bosques de *Polylepis*; solo recientemente se han estudiado los mamíferos de los bosques de *Polylepis* del Parque Nacional Sajama, que encontró nueve registros de distribución nuevos para mamíferos en Bolivia [5, 6, 7]. Entre ellos, el marsupial *Thylamys pallidior* fue la única especie documentada como restringida a los bosques de *Polylepis* y constituye probablemente el marsupial que ha sido registrado a mayor elevación en el mundo [6]. Los mamíferos pequeños podrían brindar información importante sobre el estado de los bosques nativos y de los hábitats que presentan plantaciones forestales en reemplazo de hábitats nativos [8].

Dentro del Parque Nacional Tunari (PNT), pequeños fragmentos de bosques de *P. besseri* se encuentran acompañados de plantaciones de *E. globulus* y *P. radiata*, observándose claramente un fuerte deterioro de los rodales de especies nativas como *P. besseri* (kewiña). Por esto, el objetivo del presente estudio es evaluar las variaciones de la diversidad de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats (*Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata*, *Polylepis besseri* y mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* y *Polylepis-Pinus*) del Parque Nacional Tunari entre los meses de mayo de 2004 a febrero de 2005, estimando y comparando la diversidad, estructura y composición de ensamblajes en los diferentes tipos de hábitats estudiados.

2. Metodología

El estudio se desarrolló en las localidades de Pajcha (17°19' S y 66°08' O), Pintu Mayu y Thola Pujru-Cruzani (17°30' S y 66°21' O) de las provincias Cercado y Quillacollo (Depto. Cochabamba) en el Parque Nacional Tunari (3 400 a 3 910 m). El muestreo de campo se desarrolló entre los meses de mayo de 2004 a febrero de 2005. Se seleccionaron cinco tipos de hábitats: 1) *P. besseri* (PO), 2) *E. globulus* (EU), 3) *P. radiata* (PI) y mixtos de 4) *P. besseri-P. radiata* (PO-PI) y 5) *P. besseri-E.globulus* (PO-EU) con tres réplicas por cada tipo de hábitat en las tres localidades. Para la captura de individuos se utilizaron trampas de captura viva tipo Sherman dispuestas en grillas de muestreo [9]. En cada tipo de hábitat se instalaron cuatro grillas de 25 trampas cada una cubriendo una superficie de 1 600 m², permaneciendo activas durante ocho noches consecutivas sumando un total de 12 000 trampas/noche y 96 000 m² para los cinco tipos de hábitats. La distancia entre trampas fue de 10 m [10]. Como cebo se utilizó una mezcla de avena, esencia de vainilla, viandada, mantequilla de maní, atún y uvas pasa [10, 11]. Las trampas se revisaron diariamente y se renovó el cebo cada 48 horas o en su defecto cada 24 horas en aquellas trampas, donde se capturó algún individuo. Los individuos capturados fueron identificados en base a rasgos externos y aquellos individuos cuya identificación fue dudosa fueron colectados para su posterior identificación según claves

de identificación especializada [12] y comparación con muestras de referencia (del Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón - CBG, UMSS). Dichos individuos fueron depositados en la colección de referencia del CBG. De cada individuo se registraron datos estándar tales como ser: largo total, largo cola, largo oreja derecha, larga pata trasera derecha, peso, sexo, edad y estado reproductivo [10].

Para la obtención de índices de diversidad Simpson, así como el número de especies esperadas por el esfuerzo de muestreo se utilizó el programa EstimateS, versión 7.5. También se estimaron curvas de acumulación de especies [13]. Para establecer la asociación entre abundancia de las especies y los hábitats se realizó una prueba de chi-cuadrado. Las comparaciones múltiples de la abundancia relativas entre hábitats fueron realizadas con pruebas de proporciones de Z con corrección de Yates [14]. Para comparar la diversidad de especies en los diferentes tipos de hábitat se estimó el índice de Simpson [15]. Para realizar comparaciones de los valores de diversidad por hábitat se realizó un acuchillamiento de datos (*jackknife*) para los valores de cada hábitat y las comparaciones se realizaron a través de un ANOVA de una vía [16].

3. Resultados y discusión

Se capturó un total de 312 individuos en los diferentes tipos de hábitats con un esfuerzo de muestreo de 12 000 trampas/noche (2,7% de éxito de captura total), pertenecientes a ocho especies repartidas en dos órdenes: Didelphimorphia con la familia Didelphidae y la especie *Thylamys venustus* y el orden Rodentia con la familia Muridae, la cual incluye representantes de la subfamilia Sigmodontinae con *Phyllotis osilae*, *Oxymycterus paramensis*, *Akodon boliviensis*, *Bolomys lactens*, *Oligoryzomys andinus* y *Andinomys edax*. Además, la subfamilia Murinae con la especie introducida, *Rattus rattus*. Los roedores *A. edax* y *B. lactens* fueron encontrados principalmente en el bosque nativo de *P. besseri* ($n = 2$ y $n = 4$, respectivamente). *Oligoryzomys flavescens* fue la única especie ausente del bosque nativo y solo fue registrada en hábitat de *P. radiata* y mixtos de *P. besseri*-*E. globulus*. El marsupial *Thylamys venustus* fue encontrado principalmente en plantaciones de *P. radiata* ($n = 16$). El hábitat de *P. besseri* mostró una mayor riqueza de especies nativas. Sin embargo, considerando la presencia de *R. rattus* en plantaciones *E. globulus*, muestra igual riqueza que *P. besseri*, aunque la diferencia entre los diferentes tipos de hábitats es de tan solo una especie (Tabla 1).

Es preocupante la detección de *R. rattus*, dado que esta es una especie invasora introducida, comensal y comúnmente asociada a asentamientos humanos. Dicha especie es altamente competitiva y capaz de desplazar a las especies nativas e incluso depredarlas, como ha sido observado para el caso de *Abrocoma* en el matorral de la región central de Chile (Inicial de nombre? Valladares com. pers.). Además se sabe que esta especie puede depredar también nidos de aves, disminuyendo el éxito reproductivo de las mismas [19]. De esta forma puede afectar a otros componentes de la diversidad faunística asociada a los ambientes altoandinos. Además, es transmisora de múltiples enfermedades, representando una amenaza, no solo para la fauna de la región sino

también para la gente que vive asociada a los bosques y plantaciones en el PNT. Es innegable que la presencia de esta especie vulnera la integridad ecológica y la salud de la biota nativa, dado que presumiblemente una comunidad compuesta por especies nativas es más saludable y tiene una mayor integridad ecológica que aquella que incluya especies exóticas invasoras y agresivas [17]. El monitoreo de la modificación del ensamble de pequeños mamíferos debe ser estrictamente evaluado, dada la presencia de esta especie, así como también la modificación de los procesos ecológicos en los que estas especies participarían, las cuales podrían verse modificadas con resultados poco intuitivos e impredecibles para la comunidad.

Tabla 1: Diversidad de especies del ensamble de pequeños mamíferos presentes en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari

Especies	Tipos de Hábitat					Total
	EU	PI	PO	PO-EU	PO-PI	
<i>Thylamys venustus</i>	4	16	1	2	1	24
<i>Akodon boliviensis</i>	10	3	14	3	7	37
<i>Andinomys edax</i>	1	0	2	0	0	3
<i>Bolomys lactens</i>	0	0	4	0	3	7
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	0	2	0	3	0	5
<i>Oxymycterus paramensis</i>	14	17	28	27	17	103
<i>Phyllotis osilae</i>	29	21	33	41	7	131
<i>Rattus rattus</i>	2	0	0	0	0	2
Total Individuos N	60 b	59 b	82 a	76 ab	35 c	312
Número de Especies S	6*	5	6	5	5	8
Simpson C_{inv}	3,32*a (2,18±0,94)	3,64a (2,21±0,89)	3,24a (2,34±0,85)	2,36a (1,94±0,56)	3,29a (2,41±0,87)	

Leyenda:

* Incluye la especie invasora *R. rattus*

Las abreviaciones corresponden a los diferentes tipos de hábitats evaluados: *Eucaliptos globulus* (EU), *Pinus radiata* (PI), *Polylepis besseri* (PO), hábitats mixtos de *P. besseri* y *E. globulus* (PO-EU) y *P. besseri* y *P. radiata* (PO-PI). Riqueza de especies (S), índice inverso de Simpson (C_{inv}). Las letras diferentes representan diferencias significativas entre hábitats ($P < 0,05$)

A pesar de la diversidad registrada de solo tres taxa: *P. osilae*, *O. paramensis* y *A. boliviensis*, dieron cuenta del 87% del total de capturas (Tabla 1). En general, la especie más abundante fue *P. osilae* con una abundancia relativa de $0,42 \pm 0,12$, seguido por *O. paramensis* $0,32 \pm 0,09$. Al contrario, las especies más raras fueron *A. edax* y *R. rattus* con $0,01 \pm 0,01$ para ambos casos. Además, la abundancia de individuos varía significativamente entre hábitats (chi-cuadrado = 21.32; GI = 4; $P < 0.001$). El hábitat que contiene una mayor abundancia de individuos fue el bosque de *P. besseri* con 27% del total de individuos capturados, seguida del hábitat mixto de *P. besseri-E. globulus* (25%). Las plantaciones de *P. radiata* y *E. globulus* no difieren en la abundancia de individuos. El hábitat que alberga una menor abundancia de individuos fue el mixto de *P. besseri-P. radiata* (11%) (las significancias de estas diferencias se muestran en las tablas 1 y 2).

Tabla 2: Comparaciones de la abundancia relativa de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari

INDICE DE SORENSON					
HÁBITATS	EU	PI	PO	PO-EU	PO-PI
EU		ns	*	ns	**
PI			*	ns	**
PO				ns	***
PO-EU					0.8
PO-PI					

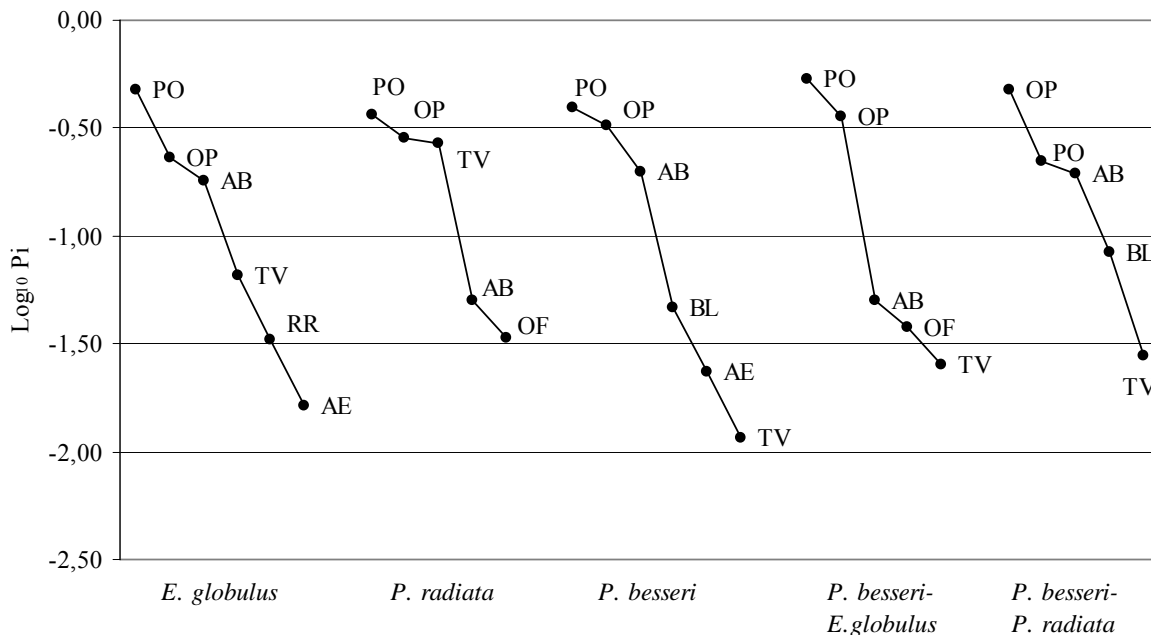
Leyenda: La tabla muestra sobre la diagonal la significancia alcanzada por las múltiples comparaciones a través de una prueba de proporciones de Z con corrección de Yates (Zar 1988), donde: ns = no significativo ($P > 0,005$); * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,008$ y *** = $P < 0,001$. EU = *Eucaliptus globulus*, PI = *Pinus radiata*, PO = *Polylepis besseri*, PO-EU = Mixto de *P. besseri*-*E. globulus* y PO-PI = Mixto de *P. besseri*-*P. radiata*

Aunque la abundancia de solo tres especies da cuenta del 87% de los individuos capturados, se ha observado una mayor dominancia en los ensambles de tan solo dos especies, donde *P. osilae* es dominante sobre *O. paramensis*. Este patrón se mantiene recurrente en la mayoría de los hábitats estudiados. Solamente en el hábitat mixto de *P. besseri*-*P. radiata* se observó una inversión en la dominancia entre estas dos especies (siendo más abundante *O. paramensis* sobre *P. osilae*); sin embargo, ambas siguen siendo las más representativas. Aparentemente, la dominancia de estas especies se debería a que son generalistas de hábitat y presentan mayor flexibilidad para adaptarse a cambios en el ambiente. Por el contrario, especies como *R. rattus*, *B. lactens*, *A. edax* y *O. flavescens* son las menos representadas en los diferentes tipos de hábitats y se las considera como especies raras que se encontrarían en números muy bajos, impidiendo su detección, pero por el mismo motivo no se podría concluir que dichas especies se encuentran realmente ausentes de algunos de los hábitats evaluados [17].

En efecto, si los individuos de las especies distribuyeran uniformemente o de forma aleatoria a lo largo de una comunidad, el ajuste debiera ser a una distribución lognormal [15]. Sin embargo, el patrón del ensamble de pequeños mamíferos en los diferentes hábitats del PNT no difiere de una distribución geométrica (Fig. 1), representando comunidades pobres en especies, probablemente debido a fuertes regímenes de perturbación ambiental por la introducción de las plantaciones de *P. radiata* y *E. globulus* y la perturbación humana de los bosques nativos.

Por otra parte, aunque no existe diferencia significativa en la diversidad de pequeños mamíferos asociados a los diferentes tipos de hábitats, los valores de abundancia relativa indican que el bosque nativo es el que guarda las mejores condiciones de hábitat para los pequeños mamíferos nativos. Esto valores son seguidos del hábitat mixto de *P. besseri*-*E. globulus*, lo que podría indicar que el tener rodales mixtos de plantaciones y bosques nativo podría ser una alternativa viable para el mantenimiento de poblaciones de pequeños mamíferos en el PNT. Aunque la diversidad es mucho menor en las plantaciones puras de *P. radiata* y *E. globulus*, estos hábitats incluyen una fauna asociada que utiliza este ambiente. Queda por descubrir cuáles son las condiciones del hábitat que hacen que dichas especies puedan existir, qué recursos son aprovechados en estos

ambientes y si es que estos hábitats no representan un sumidero de individuos provenientes de los bosque nativos. Un caso especial es el hábitat mixto de *P. besseri*-*P. radiata*, ya que fue el hábitat más pobre en términos de diversidad. Además, este representa el único hábitat en el cual *P. osilae* no es la especie dominante y es reemplazada por *O. paramensis*. Sin embargo, queda claro que ambas especies podrían estar intercambiando la dominancia de los ensambles de pequeños mamíferos en el área de estudio a través de un equilibrio dinámico, producto de las interacciones en las que participan estas especies [18].



Leyenda: Las abreviaciones representan a las especies: *Thylamys venustus* (TV), *Akodon boliviensis* (AB), *Andinomys edax* (AE), *Bolomys lactens* (BL), *Oligoryzomys flavescens* (OF), *Oxymycterus paramensis* (OP), *Phyllotis osilae* (PO) y *Rattus rattus* (RR).

Fig. 1: Curvas rango abundancia ($\text{Log}_{10} \text{Pi}$) de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari

El índice de Simpson muestra que la mayor diversidad se encuentra en las plantaciones de *P. radiata*, seguida por el hábitat de *P. besseri*, siendo el de menor diversidad el hábitat de mixto *P. besseri-E. globulus*. Por el contrario, el menor valor de diversidad se registró en el hábitat mixto de *P. besseri-E. globulus*. Sin embargo, no existen diferencias significativas en los valores de los índices entre hábitats ($F = 0,236$; $Gl = 4$; $P = 0,915$; Tabla 1). En general, se ha visto que la similitud en los valores de diversidad en los diferentes tipos hábitats es un reflejo de la riqueza de especies y la abundancia relativa de individuos por hábitat. En todos los ambientes contamos casi con el mismo número de especies de pequeños mamíferos y básicamente el mismo patrón de abundancia relativa en todos los hábitats: un par de especies muy dominantes y el resto de ellas muy pobremente representadas. Así, si alguna diferencia emerge entre los diferentes tipos de hábitats, ésta radica en la cantidad de individuos que pueden sostener, siendo

el hábitat de bosque nativo (*P. besseri*) el que tiene una mayor abundancia relativa y por cuanto representa el hábitat de mejor calidad.

En cuanto al número de especies acumulado en el estudio en función del esfuerzo de muestreo empleado, los estimadores de riqueza de especies no predicen un cambio significativo en el número de especies esperadas por hábitat, por cuanto la riqueza de especies del ensamble de pequeños mamíferos estaría bien muestreada. Según Jaksic [16] *P. besseri* y *E. globulus* se mantendrían con seis especies: *P. besseri-E. globulus* con cinco; *P. radiata* y *P. besseri-P. radiata*, aumentarían de cinco a seis especies.

4. Conclusiones

No existen diferencias en la diversidad de especies de pequeños mamíferos asociados a los diferentes tipos de hábitats. Sin embargo, la abundancia de las diferentes especies fue significativamente diferente entre hábitats siendo mayor en *P. besseri* respecto al resto de los hábitats, excepto del hábitat mixto de *P. besseri-E. globulus*. *E. globulus*, *P. radiata* y *P. besseri-E. globulus* no fueron diferentes entre sí y el hábitat mixto de *P. besseri-P. radiata* fue el que albergó la menor abundancia relativa de pequeños mamíferos entre los hábitats estudiados. Los bosques nativos de *P. besseri* representan los hábitats con mayor abundancia de pequeños mamíferos y, por tanto, los de mejor calidad. Sin embargo, todos los ambientes estudiados muestran una comunidad empobrecida, probablemente producto de las perturbaciones ambientales locales. Es importante dilucidar si la presencia de pequeños mamíferos en los hábitats subóptimos (plantaciones y hábitats mixtos) no son el producto de una dinámica metapoblacional, donde el bosque nativo de *P. besseri* funcione como una fuente de individuos para las plantaciones y hábitats mixtos o en su defecto, estos últimos ambientes sean capaces de sostener poblaciones viables de pequeños mamíferos. El responder a este cuestionamiento ayudará a tener un mejor conocimiento para la toma de decisiones de manejo dentro el PNT y otros lugares donde las plantaciones forestales están proliferando y reemplazando al bosque nativo en desmedro de la diversidad de los pequeños mamíferos.

Agradecimientos

Este proyecto fue desarrollado con el apoyo institucional y financiero del Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón a través del programa de cooperación ASDI-UMSS.

Referencias

- [1] R. Dirzo, P.H. Raven. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 137-167, 2003.

- [2] F.S. Chapin III, E.S. Zavaleta, V.T. Eviner, R.L. Naylor, P.M. Vitousek, H.L. Reynolds, D.U. Hooper, S. Llavorel, O.E. Sala, S.E. Hobbie, M.C. Mack, S. Diaz. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242, 2000.
- [3] J.M. Hartley. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forest. *Forest Ecology and Management*, 155, 81-95, 2002.
- [4] J. Fjeldså, M. Kessler. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. 214 p, 2005.
- [5] E. Yensen, T. Tarifa. Mammals of Bolivian *Polylepis* woodlands: guild structure and diversity patterns in the world's highest woodlands. *ECOTROPICA*, 8, 145-162, 2002.
- [6] E. Yensen, T. Tarifa. Reconocimiento de los mamíferos del Parque Nacional Sajama. *Ecología en Bolivia*, 21, 45-66, 1993.
- [7] T. Tarifa, E. Yensen. Mamíferos en los bosques de *Polylepis* Bolivia. *Rev. Bol. Ecol.*, 9, 29-44, 2001.
- [8] T. Hjarsen. Bird fauna and vegetation in natural woodlands and *Eucalyptus* plantations in the high Andes in Bolivia. Implications for development of sustainable agroforestry techniques. Proceedings of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvements of Eucalyptus. *EMBRAPA*, 4, 89-94, 1997.
- [9] R.R. Vargas. Abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis* en fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Cochabamba, Bolivia. *Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 2001.
- [10] D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran, M.S. Foster. Measurement and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. *Smithsonian Institution Press, Washington DC & Londres*, 1996.
- [11] K. Moya. Comparación de comunidades de micromamíferos en dos bosques de kewiña. *Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 2003.
- [12] S. Anderson. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 231, 1997.
- [13] C. Krebs. Ecological methodology. *Harper & Row, Nueva York, USA*, 654 p, 1989.
- [14] J.H. Zar. Biostatistical analysis. *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, USA*, 620 p, 1974.
- [15] A. Magurran. Diversidad ecológica y su medición. (1° ed.), *Ed. Vedra, Barcelona, España*, 200 p, 1989.
- [16] F. Jaksic. Ecología de comunidades. *Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile*, 2001.
- [17] P. Feinsinger. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. *Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia*, 242 p, 2003.
- [18] R.R Mac Arthur. E.O. Wilson. The theory of island biogeography. *Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, USA*, 1967.
- [19] P.G.M. Cox, C.R. Dickman, W.G. Cox. Use of habitat by the black rat (*Rattus rattus*) at North Head, New South Wales: an observational and experimental study. *Austral Ecology*, 25(4), 375, 2000.

The ecological requirements of two vulnerable species in High Andean *Polylepis* forest fragments

J. Cahill^{1,2}, E. Matthysen²

¹ Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia

² Biology Department, Antwerp University, Antwerp, Belgium

jcahill@fcyt.umss.edu.bo

Keywords: Habitat use, fragmentation effects, forest specialists, high Andean forests

Abstract

Assessment of habitat use as part of a species' ecological requirements is a prerequisite for its successful conservation, especially for vulnerable species with a high degree of habitat specialization. Two such bird species in Bolivia are the *Oreomanes fraseri* and *Leptasthenura yanacensis*. They have been studied in order to understand their ecology in a fragmented landscape. We found a preference for specific structural forest characteristics as well as strong edge avoidance. Also, fragment size had an effect on bird abundance. Arthropod biomass is related to bird abundance, as well. These point to *Polylepis* forest management and restoration measures to improve habitat quality and bird conservation.

1. Introduction

Assessment of habitat use as part of a species' ecological requirements is a prerequisite for its successful conservation [1, 2], especially for vulnerable species with a high degree of habitat specialization. Two such bird species in Bolivia are the Giant Conebill, *Oreomanes fraseri* and the Tawny Tit Spinetail, *Leptasthenura yanacensis*. Both have a patchy distribution along the Andean region, restricted to forests of the genus *Polylepis* [3, 4]. The high degree of habitat specialization with strong confinement to *Polylepis* forest patches predisposes them to a much lower threshold to habitat fragmentation than more generalist species [5], which in turn makes them more susceptible to extinction risks [6, 7].

The species' vital habitat has suffered heavily from adverse human impact and presently occupies only 10% of its potential distribution [8, 9, 10, 11, 12]. Anthropogenic effects also lead to increased heterogeneity of *Polylepis* forest patches in their vegetation structure, floristic composition and plant regeneration [11, 13, 14]. Thus, the two habitat specialists are not only confronted with habitat loss and fragmentation, but with habitat heterogeneity as well.

As part of the study of fragmentation effects in *Polylepis* forests, both specialists have been studied in order to understand their ecology and to determine measures to revert their threatened condition.

2. Methods

2.1. Study sites

In Cochabamba, Bolivia we selected two study sites, the secluded Sacha Loma site (SL) with forest fragments of *Polylepis besseri*, situated along the Tiraque - Vacas mountains [15] near the villages of Sacha Loma (17°44'S, 65°34'W) and Cuturi (17°45'S, 65°33'W). And the Tunari Park site (PT) situated within a protected area along the Tunari mountain range, with forest fragments of *Polylepis besseri* subsp. *subtusalbida* near the basin areas of Pajcha (17°19'S, 66°8'W), Tholapujro (17°17'S, 66°13'W), Pintumayu (17°19'S, 66°9'W) and the village of San Miguel.

Seven fragments were selected in the SL study site and the same number of fragments in the PT study site. In the fragments, *P. besseri* (Rosaceae) was the only tree species admixed with shrubs of *Berberis*, *Ribes*, *Gynoxis*, *Bacharis* and *Brachiotum* forming the main vegetation structure in the SL site [16]. Human impact was moderate in the SL site and high in the PT site, only grazing was equally intense in both sites as well as grassland fires during the dry season (personal observation).

Two contrasting climatic periods exist in both sites through out the year. The rainy season takes place from November to March and the dry season from April to September [16, 12]. Only the fragments near Tholapujro seemed more humid than all the rest (personal observation).

2.2. Bird abundance

Abundance of the two study species was recorded in the fourteen fragments by point counts during five six-day surveys. In the SL site, surveys were taken in the 2001 - 2002 period. In the PT site surveys were taken in the 2004 period. During each point count, the observer was positioned in the center of the plot to record visual observations (foraging or perching birds) or record vocalizations and foraging noise (the latter is especially useful to detect *O. fraseri* which forages exclusively on the leafy bark of *Polylepis*) [4, 11]. Total observation numbers of each species were added per fragment and divided by the product of the amount of plots and surveys that were done, so this value became the relative abundance per fragment.

2.3. Arthropod biomass estimation

Arthropod biomass was collected from *Polylepis* trees (main trunk, primary branch and secondary branch). The dry arthropod biomass was related to the presence of both specialists.

2.4. Data analysis

We first did a principal component analysis with the vegetation data. The principal components selected were intended for deducing habitat use. This was done by using generalized linear models considering the vegetation structure, tree density, ground cover and interior and edge plots. We also used relative bird abundance to find fragment size effects. Arthropod biomass was also related to the presence of both species by means of mixed models.

Other observations such as nest site characteristics were also taken into account to establish particular characteristics of the habitat related to the presence, use and therefore survival of the species studied.

3. Results

For both specialists we found strong edge avoidance (*O. fraseri*, $\chi^2 = 40.29$, $p < 0.0001$; *L. yanacensis*, $\chi^2 = 4.76$, $p < 0.0001$). We also found a negative fragment size effect (*O. fraseri*, $F = 6.14$, $p = 0.02$; *L. yanacensis*, $F = 8.32$, $p = 0.008$). Bird abundance was also different between sites (*O. fraseri*, $F = 9.6$, $p = 0.005$; *L. yanacensis*, $F = 13.56$, $p = 0.001$).

Arthropod biomass was higher in the interior of fragments than in the edges ($F = 3.4$, $p = 0.03$) and it was also related to the presence of both specialists.

Additionally we found that the breeding period of *O. fraseri* extended from September to December, specifically over the beginning of the rainy season. For *L. yanacensis*, the breeding season extended almost over the entire period of the rainy season. The nest material used by both species relied intensively on vegetation found in the interior of forests.

Finally, we found that *O. fraseri* uses areas with high presence of mature trees ($\chi^2 = 19.42$, $p = 0.0001$), in the interior of fragments. However, no habitat characteristics related to the presence of *L. yanacensis* were found.

4. Discussion

Both specialist species use interior areas more than edges of forests which is typical for many insectivorous and forest interior species [17, 18, 19, 20, 21]. These species that require forest interior may avoid edges due to altered microclimate, vegetation structure, or high density of predators or brood parasites near edges [22], so they have little flexibility to cope with a changing or a detrimental environment [6].

The fragment size effect found showed higher bird abundance in the large fragments. It seems that the habitat specialization of *O. fraseri* and *L. yanacensis*, and their strong edge avoidance, makes them prone to the fragment size effect. Other authors [23, 24] have found that interior species always suffer a decline in population, attributable to this effect. Therefore, as habitat loss and fragmentation occur and habitat patches are reduced in area, fragment size effects should produce a greater decline for resident interior species than for generalist or migrant interior species.

The use of *Polylepis* material for the nests of *O. fraseri* points once again to its strong relation with the *Polylepis* habitat [4, 11]. This means that the lack of *Polylepis* thin twigs and bark, which perish during fires [8, 13], could reduce the availability of nest building material. Also, there seems to be a major search and use of mosses.

The only plot attribute among those evaluated that was positively selected by *O. fraseri* was mature trees. Birds were more likely to be present in areas of mature forest with large trees. The most plausible explanation would be a higher arthropod biomass provision in larger trees [1] with larger trunks, since foraging mode exerted by *O. fraseri* is probing and foraging from the flaky bark of *Polylepis* trees [4, 12], especially in the main trunk (Matthysen in prep.). Elsewhere it has been reported that microhabitats close to the trunk may be more protected from light and heat [25].

These ecological requirements found to be important for the presence and therefore survival of *O. fraseri* and *L. yanacensis* can serve for *Polylepis* forest management and restoration measures to improve habitat quality.

Finally, these ecological requirements have important implications for the conservation of both species. Increased fragmentation and anthropogenic disturbance could place *L. yanacensis* and especially *O. fraseri* in a more threatened condition. Restoration of *Polylepis* fragments should be aimed initially at enlarging fragments, leaving less edge than interior area and prioritizing interior forest gaps if there are, for restoration.

Acknowledgements

We thank the people of Sacha Loma, Cuturi, San Miguel and Tholapujro for access to fragments and to the group of botanists at CBG for field assistance. This study was supported by the Institutional University Cooperation (IUC) program between the Flemish Universities and the Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón.

References

- [1] G.W. Luck. The habitat requirement of the Rufous Treecreeper (*Climacteris rufa*). 1. Preferential habitat use demonstrated at multiple spatial scales. *Biological Conservation*, 105, 383-394, 2002.

- [2] S. Oppel, H.M. Schaefer, V. Schmidt, B. Schröder. Habitat selection by the pale-headed brush-finch (*Atlapetes pallidiceps*) in southern Ecuador: implications for conservation. *Biological Conservation*, 118, 33-40, 2004.
- [3] F. Vuilleumier. Patchy distribution and systematics of *Oreomanes fraseri* (Aves Coerebidae) of Andean *Polylepis* Woodlands. *Amer. Mus. Novitates*, 2777, 1-17, 1984.
- [4] J. Fjeldså, N. Krabbe. Birds of the High Andes. *Zoological Museum, University of Copenhagen, Svendborg*, 876 p, 1990.
- [5] M.L. Cody. Chilean bird distribution. *Ecology*, 51, 455-464, 1970.
- [6] R.K. Didham, J. Ghazoul, N.E. Stork, A.J. Davis. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree*, 11(6), 255-260, 1996.
- [7] K.F. Davies, C.R. Margules, J.F. Lawrence. A synergistic effect puts rare, specialized species at greater risk of extinction. *Ecology*, 85, 265-271, 2004.
- [8] M. Kessler, P. Driesch. Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 21, 1-18, 1993.
- [9] M. Kessler. Present and potential distribution of *Polylepis* (Rosaceae) forests in Bolivia, in: Churchill S. P. (Ed.), Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests, *The New York Botanical Garden*, 281-294, 1995a.
- [10] M. Kessler. The genus *Polylepis* (Rosaceae) in Bolivia. *Candollea*, 50, 131-171, 1995b.
- [11] J. Fjeldså, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands of Peru and Bolivia. A contribution to sustainable natural resource management. *Nordeco, Copenhagen, Denmark*, 1996.
- [12] S.K. Herzog, A.R. Soria, J.A. Troncoso, E. Matthysen. Composition and structure of avian mixed-species flocks in a High-Andean *Polylepis* forest in Bolivia. *Ecotropica*, 8, 133-143, 2002.
- [13] I. Hensen. Impacts on anthropogenic activity on the vegetation of *Polylepis* woodlands in the region of Cochabamba, Bolivia. *Ecotropica*, 8, 183-204, 2002.
- [14] M. Kessler. The "*Polylepis* problem": where do we stand? *Ecotropica*, 8, 97-110, 2002.
- [15] G. Navarro, J.A. Molina, N. De la Barra. Classification of the high-Andean *Polylepis* forests in Bolivia. *Plant Ecology*, 176, 113-130, 2005.
- [16] M. Fernandez, M. Mercado, S. Arrázola, E. Martinez. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besserii* Hieron subsp. *besserii* en Sacha Loma (Cochabamba). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 9, 15-17, 2001.
- [17] P.C. Stouffer, R.O. Bierregaard Jr. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology*, 76 (8), 2429-2445, 1995.
- [18] C. Canaday. Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation*, 77, 63-77, 1997.
- [19] G.H. Kattan, H. Alvarez-López, M. Giraldo. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8, 138-146, 1994.
- [20] H.A. Ford, G.W. Barrett, D.A. Saunders, H.F. Recher. Why have birds in the woodlands of southern Australia declined? *Biological Conservation*, 97, 71-88, 2001.

- [21] C.H. Sekercioğlu, P.R. Ehrlich, G.C. Daily, D. Aygen, D. Goehring, R.F. Sandi. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Ecology*, 99(1), 263-267, 2002.
- [22] C. Murcia. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol Evol.*, 10, 58-62, 1995.
- [23] D.J. Bender, T.A. Contreras, L. Fahrig. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79(2), 517-533, 1998.
- [24] I.M. Turner, R.T. Corlett. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Tree*, 11(8), 330-333, 1999.
- [25] B. Walther. Vertical stratification and use of vegetation and light habitats by Neotropical forest birds. *J. Ornithol.*, 143, 64-81, 2002.

Consecuencias de la perturbación y fragmentación en bosques altoandinos de *Polylepis besseri*

M. Fernández¹, J. Cahill^{1,2}, E. Martínez¹, J.M. Lazcano¹

¹ Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

² Biology Department, Antwerp University, Antwerp, Belgium
mfernand@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: Degradación, fragmentación, bosques de *Polylepis*, estructura de bosque

Resumen

Los bosques de *Polylepis* ubicados en los Andes de Bolivia están seriamente amenazados por la presión antropogénica, que genera acciones de perturbación y fragmentación. La manera y magnitud de estas acciones y su efecto sobre la estructura y composición florística de bosque han sido poco estudiadas, por lo que fue el objetivo de estudio. Variables estructurales como la altura y diámetro arbóreo de *P. besseri* son afectados negativamente por el efecto de borde (fragmentación). A su vez la densidad arbórea también puede ser reducida por el efecto de borde y acciones de perturbación como poda y tala, lo cual compromete la sobrevivencia de estos bosques. Finalmente, la comunidad herbácea del interior de los fragmentos se mantiene abundante en el interior, pero las comunidades indicadoras de perturbación por quema y pastoreo también fueron más abundantes en el interior. Los resultados pueden aplicarse en planes de manejo y conservación de estos bosques.

1. Introducción

Los bosques altoandinos de *Polylepis*, así como muchos otros bosques, confrontan los efectos combinados de reducción, fragmentación y perturbación por factores antropogénicos (Harrison y Bruna [1], Fjeldsa y Kessler [2]). Uno de los problemas principales de la fragmentación, es que a medida que se incrementa, también aumenta la cantidad de fragmentos y bordes en ellos (Ford et al. [3]). Los bordes presentan condiciones ambientales adversas, lo cual promueve una serie de efectos negativos en las especies (Murcia [4], Catan y Murcia [5]), denominado efecto de borde.

La perturbación antropogénica ha sido poco estudiada (Harrison y Bruna [1]). Sin embargo y en relación a bosques de *Polylepis*, los factores de perturbación antropogénica han sido claramente identificados. Los más importantes planteados fueron la quema, tala y pastoreo al interior de fragmentos de bosques de *Polylepis* (Kessler y Driesch [6], Hensen [7], Fjeldsa y Kessler [2]). En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de borde y los factores de perturbación antropogénica

de quema, poda y tala sobre la estructura arbórea y las comunidades herbáceas en fragmentos de *Polylepis besseri*.

2. Metodología

Sitio de estudio

El estudio se realizó en dos localidades contiguas Sacha Loma (17°44' S; 65°34' W) y Cuturi (17°45' W; 65°33' S) de la provincia Mizque, con sus bosques aledaños conformados por fragmentos. Cuturi con cuatro fragmentos (J = 6.1 ha, G = 5.5 ha, H = 2.8 ha, I = 2.0 ha) y Sacha Loma con cuatro fragmentos (C = 65 ha, B = 34.4 ha, A = 30.4 ha).

Evaluación de la estructura de la vegetación

En cada fragmento se consideró la evaluación del 6% de la vegetación, a través de parcelas de 400 m², distribuidas equidistantemente en el borde e interior de cada fragmento. En cada parcela registramos la estructura del estrato arbóreo, la densidad arbórea, las características de la cobertura del suelo y la presencia de talud de derrubios.

Evaluación de las comunidades herbáceas

Las comunidades herbáceas relacionadas a bosques de *Polylepis*, a eventos de perturbación y a la matriz se identificaron y agruparon en seis categorías: comunidad del interior de fragmentos de *Polylepis*, comunidad característica de *Polylepis* (Mercado en prep.), comunidad nitrófila, comunidad pirófila, comunidad de la matriz (puna) y comunidad generalista. En cada parcela evaluada se determinó la presencia en porcentaje de estas comunidades .

Evaluación del efecto de perturbación antropogénica y efecto de borde

Para evaluar la perturbación causada por el hombre, consideramos el número de árboles podados, quemados y talados (tocones) por parcela. Para analizar el efecto de la perturbación antropogénica y el efecto de borde sobre la estructura arbórea se utilizó un análisis desbalanceado de varianza. Para analizar el efecto de borde sobre comunidades herbáceas, se utilizó un modelo lineal generalizado (distribución binomial).

3. Resultados

Las principales variables estructurales arbóreas fueron susceptibles al efecto de borde, por ejemplo la altura de árbol fue menor en bordes de los fragmentos de *Polylepis* (F = 19.93, p < 0.0001). Por otra parte, sectores de fragmentos de *Polylepis* con talud de derrubios condicionaron mayor altura de árboles (F = 10.33, p = 0.001). Así también, los factores de perturbación antropogénica condicionaron que los árboles presenten una mayor altura (quema: F = 27.18, p < 0.0001; poda: F = 219.9, p < 0.0001; tala: F = 6.58, P = 0.01). Sin embargo, el efecto negativo de estos factores de perturbación

antropogénica se detectó en la densidad arbórea. La densidad arbórea fue menor en áreas que fueron intensamente podadas ($F = 259.58$, $p < 0.0001$) y taladas ($F = 373.54$, $p < 0.0001$). La densidad arbórea también fue menor en áreas con talud de derrubios ($F = 28.53$, $p < 0.0001$). Finalmente, la densidad arbórea también fue menor en los bordes de fragmentos ($F = 218.74$, $p < 0.0001$).

En el interior de los fragmentos de *Polylepis*, las comunidades que presentaron mayor presencia que en el borde fueron comunidad de la matriz ($\chi^2 = 26.9\%$; $P < 0.0001$), la nitrófila ($\chi^2 = 26.7\%$; $P < 0.0001$), la pirófila ($\chi^2 = 24.7\%$; $P < 0.0001$) y la del interior de fragmentos de *Polylepis* ($\chi^2 = 16.1\%$; $P < 0.0001$). En el borde de los fragmentos, las comunidades más abundantes fueron la comunidad generalista ($\chi^2 = 28.1\%$; $P < 0.0001$) y la característica de *Polylepis* ($\chi^2 = 17.1\%$; $P < 0.0001$).

4. Discusión

La estructura arbórea (altura y diámetro) es susceptible al efecto de borde, que fue definido por Murcia [4], como efectos abióticos de cambios en las condiciones ambientales y que resultan de la proximidad a una matriz disímil y contrastante al interior de un bosque, efectos biológicos directos (ejemplo desecación) e indirectos que involucran cambios en la interacción de especies (predación, competencia, herbivoría, entre algunos). En los fragmentos de *Polylepis* estudiados, los árboles de mayor tamaño se encuentran en el interior de los fragmentos, aunque la tasa de crecimiento seguramente es mayor en el borde por la cantidad de luz (Bierregaard et al. [8]). Esto indica que los factores ambientales adversos (viento y cambios drásticos de temperatura) condicionan un ambiente negativo para la tasa de crecimiento y sobrevivencia de los árboles de *Polylepis*.

Así también, la densidad arbórea fue menor en los bordes de fragmentos de *Polylepis*, posiblemente debido a condiciones ambientales adversas, que podrían promover desde alteraciones en los procesos fenológicos (Herrerías-Diego et al. [9]) y cambiar la tasa de reclutamiento (Sizer [10]) hasta el incremento en la mortandad arbórea (Rankin-de-Mérona y Hutchings [11]) y la interacción negativa de especies (competencia y herbivoría) (Malcolm [12], Laurance [13], Cadenasso y Pickett [14]).

Por otra parte, la perturbación de origen antropogénico condicionó dos situaciones relacionadas entre sí: Inicialmente la densidad arbórea fue modificada principalmente por la poda y tala de árboles; esta disminución de árboles que adicionalmente puede deberse a una mayor mortandad arbórea por los mismos factores de perturbación antropogénica (Laurance et al. [15]), condiciona una menor competencia entre individuos (Desouza et al. [16]). Esto es dado porque una menor densidad arbórea significa mayor penetración de luz y por lo tanto mayor tasa de crecimiento (Rankin-de-Mérona y Hutchings [11]), por lo cual los árboles son de mayor altura en sectores que sufrieron poda y tala de árboles.

Finalmente, la presencia de comunidades herbáceas indicadoras de la perturbación antropogénica (nitrófila y pirófila) con mayor abundancia al interior de los fragmentos, significa que el pastoreo y la quema son factores que se desarrollan en la parte interna de los fragmentos. Sin embargo, los helechos que corresponden a la comunidad del interior de los fragmentos y que requieren sombra todavía se encuentran presentes en el interior de los fragmentos de ambos sitios estudiados, lo cual apunta a una perturbación antropogénica leve a moderada.

Esta incidencia sobre la densidad arbórea indicaría que la demografía de las poblaciones de *Polylepis* y su sobrevivencia en el tiempo podrían quedar seriamente comprometidas (Desouza et al. [16]), si los procesos de fragmentación de bosques, como el efecto de borde y la perturbación antropogénica de poda y tala de árboles, incrementan en estos sitios.

Referencias

- [1] S. Harrison, E. Bruna. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, 22, 225-232, 1999.
- [2] J. Fjeldså, M. Kessler. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes. *DIVA Technical Report*, 11, Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia, 2004.
- [3] H. Ford, G. Barrett, D. Saunders, H. Recher. Why have birds in the woodlands of southern Australian declined? *Biological Conservation*, 97, 71-88, 2000.
- [4] C. Murcia. Edge effects in fragmented forest: implication for conservation. *Tree*, 10(2), 58-62, 1995.
- [5] G. Catan, C. Murcia. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. *Ecological Studies*, 162, 183-200, 2003.
- [6] M. Kessler, P. Driesch, Causas e historia de la destrucción de los bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 21, 1-18, 1993.
- [7] I. Hensen. Impacts on anthropogenic activity on the vegetation of *Polylepis* woodlands in the region of Cochabamba, Bolivia. *Ecotropica*, 8, 183-204, 2002.
- [8] R. Bierregaard, T. Lovejoy, V. Kapos, A. dos Santos, R. Hutchings. The biological dynamics tropical rainforest fragments. *Bio Science*, 42(11), 859-866, 1992.
- [9] D. Herrerias, M. Quesada, K. Stoner, J. Lobo. Effects of forest fragmentation on phenological patterns and reproductive success of the tropical dry forest tree *Ceiba aesculifolia*. *Conservation Biology*, 20(4), 1111-1120, 2005.
- [10] N. Sizer. The impact of the edge formation on regeneration and litterfall in a tropical rain forest fragment in Amazonia. *PhD dissertation, Department of Plant Sciences, University of Cambridge, Cambridge, Inglaterra*, 1992.
- [11] J. Rankin-De-Mérona, R. Hutchings. En: R. Bierregaard, C. Gascon, T. Lovejoy, G. Mesquita (Eds.). Lesson from Amazonia: The Ecology and Conservation of Fragmented Forest. *Yale University Press, New Haven & Londres*, 97-107, 2001.
- [12] J. Malcolm. The small mammals of Amazonian forest fragments: pattern and process. *PhD dissertation, University of Florida, Gainesville, USA*, 1991.

- [13] W. Laurance. Rain forest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. Biological conservation. En: R. Bierregaard, C. Gascon, T. Lovejoy, G. Mesquita (Eds.). Lesson from Amazonia: The Ecology and Conservation of Fragmented Forest. *Yale University Press, New Haven & Londres*, 1994.
- [14] M. Cadenasso, S. Pickett. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. *Journal of Ecology*, 88, 31-44, 2000.
- [15] W. Laurance, R. Bierregaard (Eds.). Tropical forest remnants: ecology management and conservation of fragmented communities. *University of Chicago Press, Chicago, USA*, 1997.
- [16] O.G. Desouza, J. Choereder, V. Brown, R. Bierregaard. Deforestation and forest fragmentation in the Amazonian. En: R. Bierregaard, C. Gascon, T. Lovejoy, G. Mesquita (Eds.). Lesson from Amazonia: The Ecology and Conservation of Fragmented Forest. *Yale University Press, New Haven & Londres*, 13-21, 2001.

Efecto de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*) sobre la estructura del bosque de kewiña (*Polylepis subtusalbida*: Rosaceae) en Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia

M. Zárate, D. Agreda
Centro de Biodiversidad y Genética-Univ. Mayor de San Simón
Av. G. Galindo s/n, Casilla 538, Cochabamba, Bolivia,
zarate_moo@yahoo.es

Palabras claves: Estructura, *Polylepis subtusalbida*, Parque Nacional Tunari

Resumen

El propósito del presente trabajo es caracterizar los bosques naturales de *Polylepis subtusalbida* en términos de su estructura y composición florística bajo la influencia de plantaciones con especies exóticas, *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*. El estudio se realizó en tres localidades: Pajcha, Pintumayu y Tholapujru del Parque Nacional Tunari (Cochabamba). La colección de datos se realizó en dos diferentes plantaciones y uno sin plantación donde se instalaron 25 parcelas de 400 m² por cada plantación, se censaron árboles, arbustos, herbáceas. Los resultados muestran la estructural actual, son remanentes de bosques *Polylepis*, presentándose como microbosques a arbustales ralos a semiabiertos. La destrucción progresiva de bosques naturales de *Polylepis* en términos de densidad; sigue de menor a mayor grado: *Polylepis-Eucalyptus* > *Polylepis-Pinus* > *Eucalyptus* > *Pinus*. La composición florística es variable con tendencia a bajar el número de especies arbóreas y herbáceas cuando están asociadas a las plantaciones de especies exóticas.

1. Introducción

Los bosques de kewiña (*Polylepis* spp.) son ecosistemas únicos como parte compleja de biocenosis de alta montaña de los Andes de Sudamérica. Es imposible negar el valor ecológico y diversidad biológica que representan estos bosques, porque responde a las necesidades del hombre andino rural, donde todavía utilizan la kewiña como combustible, medicina natural y todo el entorno del bosque. También solo ciertas plantas medicinales pueden crecer en los bosques de kewiña por las condiciones microclimáticas especiales que ofrecen [1, 2].

En Bolivia los bosques de *Polylepis* se encuentran en una situación muy crítica, porque están muy fragmentados y apenas queda el 10% del bosque original [3, 4, 5]. En el departamento de Cochabamba se encuentran localizados en la ceja de los valles interandinos; una muestra de ello es el reemplazo de los bosques nativos por plantaciones con especies exóticas de *Pinus* y *Eucalyptus*. Se conoce que los bosques

exóticos tienen efectos directos sobre el crecimiento, degradación de su estructura y desaparición lenta de los bosques nativos de *Polylepis*. Los efectos están relacionados con alta cantidad de agua utilizada por el eucalipto, cuyas hojas contienen compuestos tóxicos, haciendo que baje la fertilidad del suelo y falte la luz [4, 6].

La razón que conduce al presente trabajo es conocer la situación actual en términos de estructura y composición florística de los bosques naturales de *Polylepis* en la parte sud-central del Parque Nacional Tunari (PNT) y en qué medida tienen efectos las plantaciones exóticas sobre los bosques naturales. Puntualizando los siguientes objetivos: (1) caracterizar elementos estructurales de vegetación en asociación artificial de *Eucalyptus* - *Polylepis*, *Pinus* - *Polylepis* respecto a bosques naturales de *Polylepis* y (2) evaluar su composición florística.

2. Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó al norte de la ciudad de Cochabamba, dentro del PNT, en tres cuencas: Pajcha, Pintumayu y Tholapujru. Altitudinalmente la zona de estudio se encuentra entre 3 200 y 3 650 m; biogeográficamente pertenece a la puna peruana, sector puneño-peruano meridional del distrito del Tunari. El clima es tropical de alta montaña, pluviestacional de la puna subhúmeda y las estaciones de verano e invierno son muy marcadas. La precipitación anual en promedio es de 642 mm y la temperatura de 10.8°C con valor mínimo de -4 y máximo 22°C en los últimos 10 años según PROMIC. La vegetación potencial son los bosques de *Polylepis*, actualmente altamente fragmentados y sus etapas de sucesión con pajonales y arbustales. Además de microbosques riparios de *Alnus acuminata* y *Valea stipularis*. Finalmente, los bosques densos de especies exóticas de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* que fueron forestados desde 1960.

Colección de datos de vegetación

Se identificó en cada cuenca 3 tipos de hábitats: (1) bosques naturales de *Polylepis*; (2) plantaciones de *E. globulus*; y (3) plantaciones de *P. radiata* (Tabla 1) y se identificaron los estratos representados:

Estrato arbóreo, se ha basado en los conceptos de estudio de estructura de comunidades vegetales para los bosques tropicales [3, 7] en que se aplicó el método de parcela permanente, como fueron utilizados por [8, 9]. Se ha elegido bosques naturales de *Polylepis* homogéneos y de manera similar las plantaciones exóticas mixtas (Tabla 1). El tamaño muestral fue el 10% del total de superficie de cada bosque de *Polylepis*. Cada unidad de muestreo o parcela fue de 400 m², sumando un total de 296 parcelas en la zona de estudio. En las parcelas seleccionadas se censaron todos los árboles con diámetros $\geq 2,5$ cm (DAP), medidos a la altura de 10 cm sobre el suelo del fuste; la altura se midió hasta la última rama del árbol.

Estrato arbustivo y herbáceo, se seleccionaron cuatro parcelas pequeñas de 9 m², donde se censaron todos los individuos ≥ 50 cm de altura de porte arbustivo y sufrútice; las herbáceas se evaluaron en parcelas donde se registraron presencia - ausencia de todos los individuos. Paralelamente se realizaron colecciones botánicas de los individuos en la parcela. A cada espécimen colectado fue asignado un voucher y se depositaron en calidad de referencia a la colección de los herbarios Martín Cárdenas (BOLV) y Nacional (LPB).

Criterios de selección de bosques exóticos y diseño

Se seleccionaron plantaciones homogéneas de fisonomía de un bosque maduro compuesta por árboles altos, densidad, edad y estructura, que fuesen similares para cada unidad de muestreo (Tabla 1). Se seleccionaron plantaciones mixtas de *Polylepis-Eucalyptus* (KE), *Polylepis-Pinus* (KP) y plantaciones (etapa más avanzada de sucesión) de *Eucalyptus* (E), *Pinus* (P). Además se incluyó al bosque natural de *Polylepis* (K) en calidad de referencia o control.

Tabla 1: Elementos estructurales de plantaciones de exóticos de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* del PNT

Localidades	Plantaciones	Densidad Ind/ha	Altura promedio (m)	Área basal (m ²)
Tholapujru	<i>Eucalyptus</i> (E)	514	20	11.3
	<i>Pinus</i> (P)	1 069	16	22.8
Pintumayu	<i>Eucalyptus</i> (KE)	552	17	17.5
	<i>Eucalyptus</i> (E)	491	20	18.4
	<i>Pinus</i> (KP)	485	--	18.9
	<i>Pinus</i> (P)	604	17	42.6
Pajcha	<i>Eucalyptus</i> (KE)	409	19	14.6
	<i>Eucalyptus</i> (E)	395	21	17.9
	<i>Pinus</i> (KP)	303	20	30.3
	<i>Pinus</i> (P)	629	19	34.2

Análisis

Se caracterizó el bosque de acuerdo a elementos estructurales de distribución de frecuencias de categorías de altura y diámetros de los individuos del bosque de *Polylepis*. Para el análisis de área basal, los datos fueron transformados en rangos utilizando SAS.V8; seguidamente fue aplicado el modelo lineal general (GLM). Para los datos de densidad de los árboles se utilizaron transformaciones logarítmicas y luego se utilizó el modelo lineal generalizado, aplicando prog genmod en SAS V8 y el estadístico Wald.

3. Resultados y discusión

Los bosques naturales de *Polylepis* en las tres cuencas estudiadas se pueden caracterizar como microbosques a arbustales ralos, cuya cobertura del dosel arbóreo es de 29-47%. La estructura vertical está compuesta entre 4 y 5 categorías de altura con pocos árboles emergentes. En general, existe alta dominancia de individuos

menores a 2 m de altura, que corresponden al sotobosque arbustivo, seguida por categorías de 4 m de altura y las subsiguientes categorías representadas en menor frecuencia relativa. Aunque con pequeñas diferencias, en la cuenca Pintumayu el bosque es más estructurado (Fig. 1). El patrón de estructura vertical es similar entre las tres cuencas y los elementos estructurales se aproximan a la estructura descrita para la localidad San Miguel del PNT [9], de manera similar, a los bosques de Tapacarí [10] y también se aproximan a la estructura de bosques de *P. besseri* de Sachaloma [8].

La estructura horizontal del bosque natural de *P. subtusalbida* está compuesta entre 3 y 5 categorías diámetricas donde la mayoría de los árboles tiene fuste menor a 12.4 cm diámetro y representa 70-81%. En términos de densidad es como sigue: Tholapujru (1 947 árboles/ha), Pintumayu (1 236 árboles/ha) y Pajcha (787 árboles/ha). Estos valores se aproximan a los registrados en la cuenca Chocaya (1 581 árboles/ha) y Pajcha (1 331 árboles/ha) [7], pero son muy inferiores a los bosques de *P. besseri* subsp. *besseri* en la localidad de Sachaloma con 3 210 árboles/ha [8].

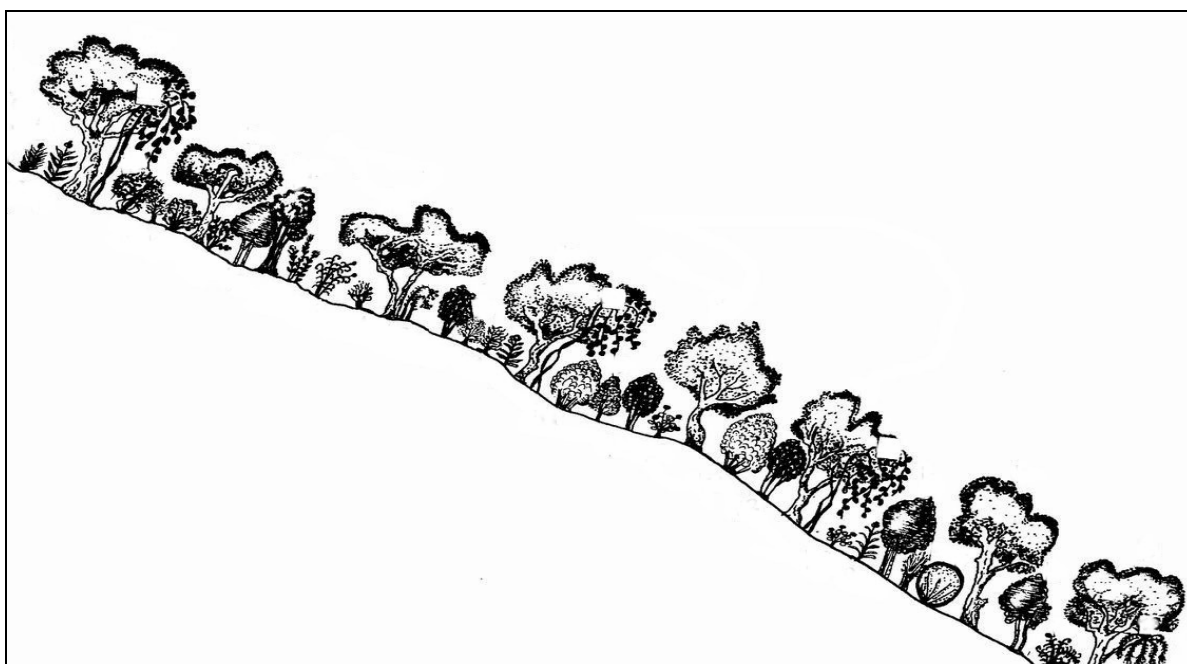


Fig. 1: Perfil de bosques de natural de *P. subtusalbida* de Pintumayu del PNT

En tanto que cuando crecen junto con bosques de *Eucalyptus* y *Pinus* la estructura vertical del bosque de *Polylepis* se puede describir como remanente de microbosque muy raro. La cobertura del dosel de la plantación y la del bosque natural se estima entre 54 a 87%. La estructura vertical y horizontal de los bosques nativos junto a bosques exóticos de *Eucalyptus* (KE) y *Pinus* (KP) se mantiene precariamente con hasta 5 categorías de altura y un bajo valor de frecuencia relativa. Pero, cuando se tienen etapas más avanzadas de sucesión de los bosques *Polylepis* en las plantaciones *Eucalyptus* (E) y *Pinus* (P), se pierden dos categorías de alturas. Es decir, hay ausencia de árboles mayores a 6 m de altura y diámetros mayores a 32.4 cm. Por

lo tanto, los bosques naturales de *Polylepis* sufren un proceso de presión y desaparición lenta.

En cuanto a la estructura horizontal de los bosques naturales junto a las plantaciones mixtas de *Polylepis-Eucalyptus* (KE) y *Polylepis-Pinus* (KP), se mantiene entre 4 y 5 categorías diámetricas y con baja abundancia relativa. Mientras que en la siguiente etapa de sucesión más avanzada de *Eucalyptus* (E) y *Pinus* (P) se registraron sólo 3 categorías, lo que significa la pérdida de dos grupos de árboles con diámetros mayores a 32,5 cm de DAP; en el mismo orden, son muy bajos los valores de área basal.

El valor de densidad de los árboles de bosques de *Polylepis* es muy bajo cuando se asocian a las plantaciones exóticas. De acuerdo al promedio del número de árboles por plantación y de bosques naturales es significativamente alto ($Pr = 0.001$), así mismo entre las cuencas (Fig. 2). En orden de mayor densidad como es de esperar los bosques naturales están compuestos entre 787 y 1 947 árboles/ha. En términos del efecto de las plantaciones sobre la densidad de árboles nativos se pueden identificar dos grupos: 1) con densidades de árboles nativos junto a bosques de *Polylepis-E. globulus* (KE) que varían desde 337 y 576 árboles/ha, seguida por *Polylepis-Pinus* (KP) donde se registraron 272-230 árboles/ha, 2) plantaciones de *Eucalyptus* (E) con 36-114 árboles/ha y finalmente plantaciones de *Pinus* (P) con 34-302 árboles/ha. Esto significa la pérdida entre 70 y 96% de los árboles de *Polylepis*.

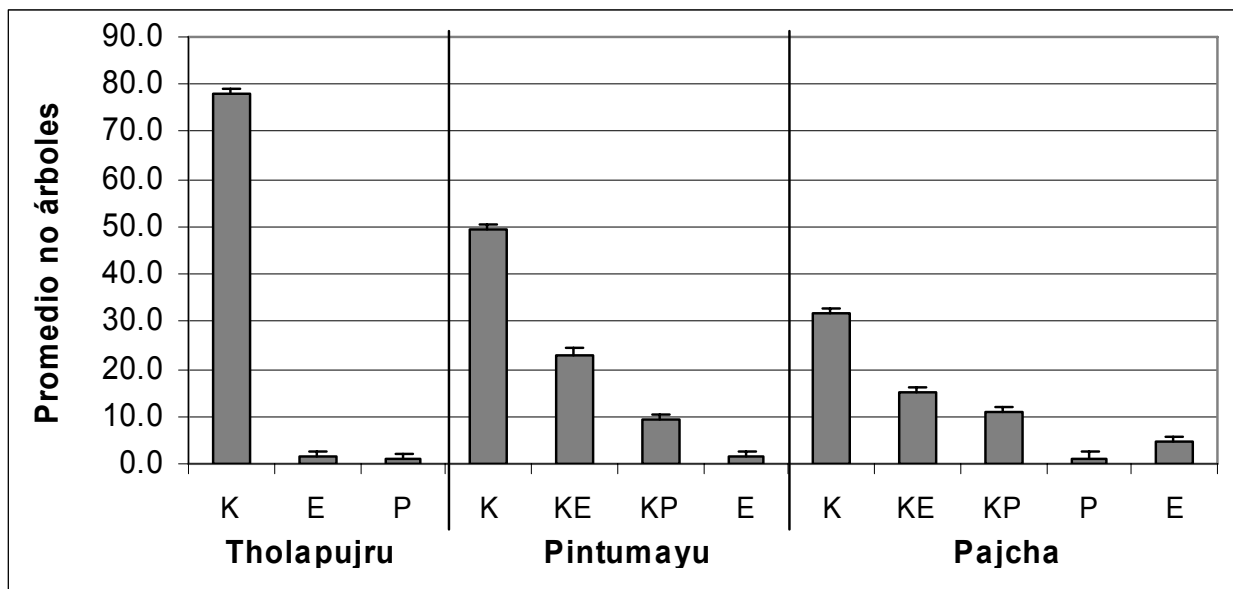


Fig. 2: Promedio densidad de *P. subtusalbida* asociado a plantaciones de *E. globulus* y *P. radiata*

El valor del área basal fue significativamente diferente ($Pr = 0.001$) entre tipos de plantaciones y el bosque natural de *Polylepis*, así mismo entre las 3 cuencas. Siendo los bosques naturales de *P. subtusalbida* (K) muy superiores ($Pr = 0.001$) a las plantaciones de *Polylepis-Eucalyptus* (KE), *Polylepis-Pinus* (KP), *Pinus* (P) y

Eucalyptus (E) (Fig. 3). Este patrón del bajo valor del área basal refleja el estado de degradación del bosque natural de cada cuenca. También es posible diferenciar ($Pr = 0.001$) entre plantaciones de mayor efecto de *Pinus* (P) y *Eucalyptus* (E) vs. las plantaciones donde los bosques de *Polylepis* se mantienen relativamente más altos (Fig. 3).

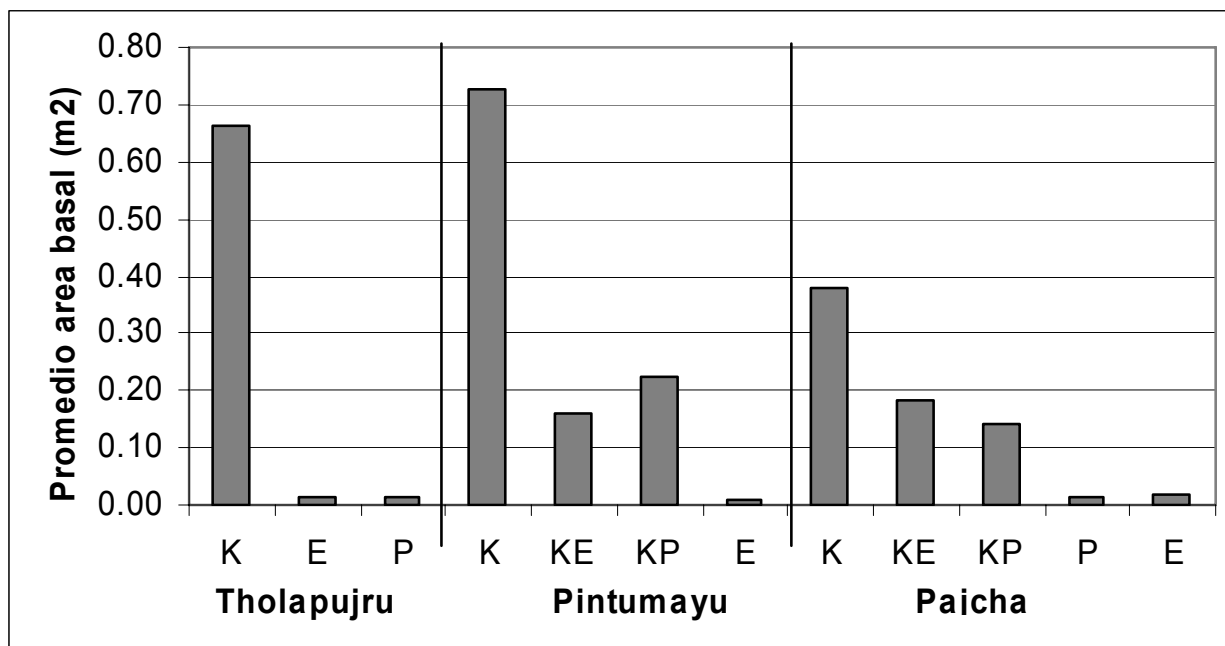


Fig. 3: Promedio de área basal de *P. subtusalbida* asociada con plantaciones de *E. globulus* y *P. radiata*

La riqueza florística en los bosques naturales *Polylepis* en las tres cuencas es variable desde 81 a 146 especies, siendo Tholapujru la que presenta mayor riqueza florística, seguida por Pajcha y Pintumayu. Valores similares se obtuvieron en bosques en la localidad de San Miguel con 135 especies [9], 113 especies en bosque de *Polylepis* de Tapa cari [10], mientras que en la comunidad Laphia se registraron 66 especies [11]. En asociación con bosques exóticos la riqueza de especies en los bosques de *Polylepis* es también variable desde 38 hasta 129 especies. En este orden, se estima que los bosques de *Polylepis-Eucalyptus* (KE) tienen 129-105 especies, seguidamente los fragmentos de *Polylepis-Pinus* (KP) con 83 y 96, fragmentos de bosques de *Eucalyptus* (E) con 81-67 y finalmente los bosques de *Pinus* (P) con 38-65. En estas zonas fueron evaluadas entre 19-16 especies en bosques de *Eucalyptus* y 18-32 en *Pinus* [12]. De tal manera que la riqueza de especies tiende a disminuir desde un bosque natural de *Polylepis* (K) > *Polylepis-Eucalyptus* (KE) > *Polylepis-Pinus* (KP) > *Eucalyptus* (E) > *Pinus* (P). La diferencia más notable es el estrato arbóreo en los bosques exóticos donde sólo se tienen hasta tres especies nativas: *Polylepis subtusalbida*, *E. resinosa* y *B. commutata*.

En términos de índices de similitud florística y utilizando el índice Jaccard (cuyo valor es variable entre cada tipo de plantación), los bosques de *Polylepis* junto con especies

exóticas de *Eucalyptus* y *Pinus* tienen valores de similitud menores al 50% vs. los bosques naturales de *Polylepis*. Sin embargo, tienen alto valor de similitud (58-70%) entre fragmentos del bosque natural de *Polylepis* (K) vs. mixto *Polylepis-Eucalyptus* (KE) y la vez este último tiene alta similitud (59.5%) con bosques de *Polylepis-Pinus* (KP) (Tabla 2). Existe similitud entre fragmentos de bosques de *Eucalyptus* (E) y *Pinus* (P) con un valor del 56%. Según los índices de similitud hay una clara tendencia de cambios en la composición florística y por lo tanto en la formación de nuevas comunidades vegetales al interior de los bosques exóticos.

Tabla 2: Índices de similitud de Jaccard para especies en cada tipo de bosque

Tholapujru				Pintumayu					
	K	E	P		K	KE	KP	E	P
K	146	0	0	K	81	0	0	0	0
E	0.20	76	0	KE	0.70	105	0	0	0
P	0.17	0.56	65	KP	0.48	0.59	96	0	0
				E	0.13	0.44	0.40	67	0
				P	0.20	0.23	0.27	0.32	38

Pajcha					
	K	KE	KP	E	P
K	125	0	0	0	0
KE	0.58	129	0	0	0
KP	0.41	0.47	83	0	0
E	0.31	0.35	0.35	81	0
P	0.36	0.44	0.55	0.42	88

4. Conclusiones

Las plantaciones exóticas tienen efectos negativos sobre la estructura de bosques naturales de *Polylepis*, pues pierden una a dos categorías, que corresponden a más de 6 m de altura y más de 32.4 cm de diámetro. En términos de la densidad de árboles de *Polylepis* es la más afectada y se corre el riesgo de la pérdida parcial a total de las poblaciones de *Polylepis* cuando crecen junto a *Pinus*. El orden de efecto sigue el siguiente patrón: *Polylepis-Eucalyptus* (KE) > *Polylepis-Pinus* (KP) > *Polylepis-Eucalyptus* (E) > *Polylepis-Pinus* (P). Además de la pérdida de 70-96% de la población de árboles de *Polylepis*. Existe clara tendencia de cambios en la composición y riqueza florística en fragmentos de bosques exóticos en relación a los bosques naturales de *Polylepis* con consecuencias no sólo de pérdida de especies arbóreas, sino en el cambio de las comunidades naturales.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento del Consejo de Universidades Flamencas (VLIR), la Universidad Católica de Lovaina (K.U.Leuven), Centro de Biodiversidad y Genética, UMSS. Agradecemos a todos los investigadores del CBG-UMSS.

Referencias

- [1] I. Hensen. La flora de la comunidad Chorojo, su uso, taxonomía científica y vernacular. *AGRUCO, Serie Técnica, 28*, 1992.
- [2] J. Fjeldså, M. Kessler. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes. *DIVA Technical Report, 11*, 2004.
- [3] I. Hensen. Impacts of anthropogenic activity on the vegetation of *Polylepis* woodland in the region of Cochabamba, Bolivia. *Ecotropica, 8*, 183-203, 2002.
- [4] J. Fjeldså, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodland of Peru and Bolivia. *Nordeco, Copenhagen*, Dinamarca, 250 p, 1996.
- [5] M. Kessler, P. Driesch. Causas e historia de la destrucción de los bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia, 21*, 1-18, 1993.
- [6] W. Crespo. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari. *Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba*, Bolivia, 87 p, 1989.
- [7] A. Matteucci, A. Colma. Metodología para el estudio de la vegetación. *Monografías OEA, La Plata*, Argentina, 163 p, 1982.
- [8] M. Fernández, M. Mercado, S. Arrazola, E. Martínez. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besseri* Hieron subsp. *besseri* en Sacha Loma (Cochabamba). *Rev. Bol. Ecol., 9*, 15-27, 2001.
- [9] M. Ramírez. Estructura y composición florística en tres fragmentos del bosques de *Polylepis besseri* subsp. *subtusalbida* en San Miguel (Cochabamba, Bolivia). *Tesis para obtener el grado académico de licenciada en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba*, Bolivia, 113 p, 2003.
- [10] P. Ibsch, P. Rojas. Flora y vegetación de la provincia Arque, departamento Cochabamba, Bolivia. *Ecología en Bolivia, 22*, 1-14, 1994.
- [11] E.M. Limachi. Evaluación del bosque de *Polylepis besseri* subsp. *subtusalbida* (Kessler, 1995), en la comunidad Laphia, Cochabamba, Bolivia. *Tesis de grado licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba*, Bolivia, 101 p, 2002.
- [12] J.C. Balderrama, M.C. Ramírez. Diversidad y endemismo de aves en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia). *Rev. Bol. Ecol., 9*, 45-60, 2001.

Efecto de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre tres fases del ciclo de vida de *Polylepis subtusalbida*

E. Gareca, Y. Martinez, C. Salazar, G. Arriarán, L.F. Aguirre
Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón, Casilla 538,
Cochabamba, Bolivia
edgar_gareca@yahoo.com.mx

Palabras claves: Germinación, regeneración, supervivencia, crecimiento, especies exóticas, kewiña

Resumen

La plantación de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el Parque Nacional Tunari (PNT) originó parches mixtos con estas especies exóticas y la nativa *Polylepis subtusalbida* (kewiña). Esta coexistencia podría afectar al ciclo de vida de la kewiña. Se estudió cómo afectan estas especies exóticas a la morfología de frutos, germinación, crecimiento y supervivencia de plantines de kewiña. Se encontró menor peso, tamaño, sanidad de frutos y germinación de semillas de árboles de kewiña en los parches mixtos. El banco de semillas viables fue casi inexistente y no mostró diferencias entre los hábitats. Las especies exóticas afectaron a los plantines de kewiña entre 10 y 140 cm de altura, al modificar la frecuencia de formas de crecimiento, su supervivencia y la tasa de crecimiento, que fue mayor en fragmentos mixtos que en los puros. Por lo tanto, el mayor efecto se observó en los adultos y plantines de kewiña.

1. Introducción

La introducción antrópica de especies exóticas, su posterior naturalización y dominancia están consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad [1, 2]. Algunas actividades humanas han permitido la llegada de plantas exóticas con fines alimenticios, madereros, ornamentales, textiles u otros [3]. Estas plantaciones pueden constituir una fuente de propágulos que permitiría a algunas especies escapar, naturalizarse e incluso invadir los ecosistemas nativos [4]. La plantación de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el Parque Nacional Tunari (PNT, Cochabamba, Bolivia) originó parches mixtos con estas especies exóticas y el árbol nativo y vulnerable de los Andes bolivianos *Polylepis subtusalbida* (kewiña). Se postuló que el establecimiento de estas especies arbóreas exóticas en fragmentos de vegetación nativa del PNT puede afectar negativamente la regeneración de las especies nativas que allí existen [5].

La introducción de especies exóticas en bosques nativos cambia factores abióticos y bióticos, incluyéndose entre los bióticos la competencia por recursos. Esta competencia podría afectar a la reproducción de las plantas nativas [6]. Por lo tanto, el presente trabajo presenta el efecto de los árboles exóticos pinos y eucalipto sobre tres fases del

ciclo de vida de la especie nativa kewiña en el PNT. Se estudió cómo afectan estas especies exóticas a la morfología de frutos, germinación, crecimiento y supervivencia de plantines de kewiña.

2. Materiales y metodología

Para este fin, se colectaron frutos-semilla de kewiña y se evaluó el crecimiento y supervivencia de plantines de kewiña en tres tipos de hábitats: hábitat mixto eucalipto-kewiña (KE), mixto pino-kewiña (KP) y sólo kewiña (K) en dos localidades del PNT. Para el estudio de aspectos reproductivos se usó el diseño de bloques al azar y para los estudios de crecimiento y supervivencia, se usó un diseño aleatorio en cada localidad. Además de evaluar la coloración, depredación, tamaño y peso en cinco grupos de 100 frutos-semillas, se evaluó el banco de semillas; en un fragmento de cada hábitat, se evaluaron tres parcelas de 10 x 10 m y de cada parcela se obtuvieron seis muestras de suelo de 10 x 10 x 10 cm. Posteriormente se procedió a la separación de frutos-semilla de *P. subtusalbida*.

Para la evaluación de plantines entre 10 y 140 cm de altura también se utilizaron parcelas de 10 x 10 m. En cada localidad se seleccionaron al menos dos fragmentos de cada tipo de bosque, en cada fragmento se establecieron al azar, entre tres y cinco parcelas permanentes, en las cuales se registraron y marcaron los individuos jóvenes de *P. subtusalbida*. Se evaluaron en total 17 fragmentos y 64 parcelas. Debido al poco número de fragmentos en Thola P'ujru sólo se establecieron dos parcelas permanentes en un fragmento KE y dos parcelas en un fragmento KP.

La densidad de plántulas de *Polylepis subtusalbida* entre 10 y 140 cm de altura fue evaluada entre agosto de 2004 y octubre de 2005; en 2004 cada individuo fue etiquetado y geoposicionado. Para determinar la estructura poblacional, las plántulas se caracterizaron según forma de crecimiento y tamaño (evaluado por la altura de los individuos). Para las formas de crecimiento, las plántulas se clasificaron en dos categorías: (i) crecimiento vertical si el crecimiento dominante era apical y (ii) horizontal, si el crecimiento dominante era en ramas laterales.

3. Resultados y discusión

Se encontró menor peso, tamaño y buena salud de frutos (Figs. 1 y 2) en los parches mixtos que en los nativos; en ambas localidades se observó el mismo patrón [6]. La germinación de semillas de árboles de kewiña en los parches mixtos fue diferente entre parches y entre localidades. En Pintumayu hubo mayor germinación en parches puros de *P. subtusalbida* que en los mixtos ($Pr = 0,0001$). El banco de semillas viables fue casi inexistente y no mostró diferencias entre hábitats estudiados, aunque el número de fruto-semillas encontrados en el suelo, así como su daño fue mayor en el hábitat $KP > K > KE$ ($Pr = 0.0001$).

Las especies exóticas modificaron la frecuencia de formas de crecimiento. Las estructuras de formas de vida de kewiña fue significativamente diferente entre localidades (Pr = 0,03), pero no entre tipos de fragmentos (Pr = 0,24). Las diferencias de estas estructuras en cada localidad variaron en los tipos de fragmentos (Pr = 0,0009) [5]. La tasa de crecimiento de las plántulas no fue significativamente diferente entre localidades (Pr = 0,26) ni entre tipos de fragmentos (Pr = 0,22). Sin embargo, la tasa de crecimiento en tipos de fragmentos no fue la misma entre localidades (Pr = 0,02). La tasa de crecimiento fue diferente entre clases de tamaño (Pr < 0,01); de hecho, los individuos más pequeños (clase 1) crecieron 2,4 veces más rápido que las plántulas medianas (clase 2, Pr < 0,01) y las de la clase 2 crecieron dos veces más rápido que las plántulas de mayor tamaño (Pr = 0,03 para la clase 2 vs. 3 y Pr = 0,21 para la clase 3 vs. 4) [5]. La supervivencia de plántulas fue similar entre localidades (Pr = 0,35), tipos de fragmento (Pr = 0,55) y no hubo interacción entre localidad y tipos de fragmento (Pr = 0,32), ni entre formas de vida y tipos de fragmento (Pr = 0,99) [5]. La única diferencia encontrada fue entre formas de vida (Pr = 0,04). Adicionalmente, la proporción de plántulas sobrevivientes entre 2004 y 2005 fue diferente entre clases de tamaño ($\chi^2 = 10,93$, gl = 3, p = 0,01), siendo menor en individuos más pequeños (clase 1) que en los medianos (clase 2, Pr = 0,02) [5]. Estos resultados muestran que las especies exóticas afectan aspectos reproductivos de los adultos de la especie nativa. Esto puede ser causado por efectos competitivos al nivel de plántulas; de esta manera, podría ser que las plantas adultas de *P. subtusalbida* hayan producido una menor cantidad y calidad de semillas al coexistir con especies exóticas y la supervivencia de plántulas en tamaños menores sea menor cuando conviven con árboles exóticos, pues las plantas exóticas pueden suprimir a las plántulas generando sombra, produciendo aleloquímicos y compitiendo por agua y nutrientes [1, 7, 8, 9, 10].

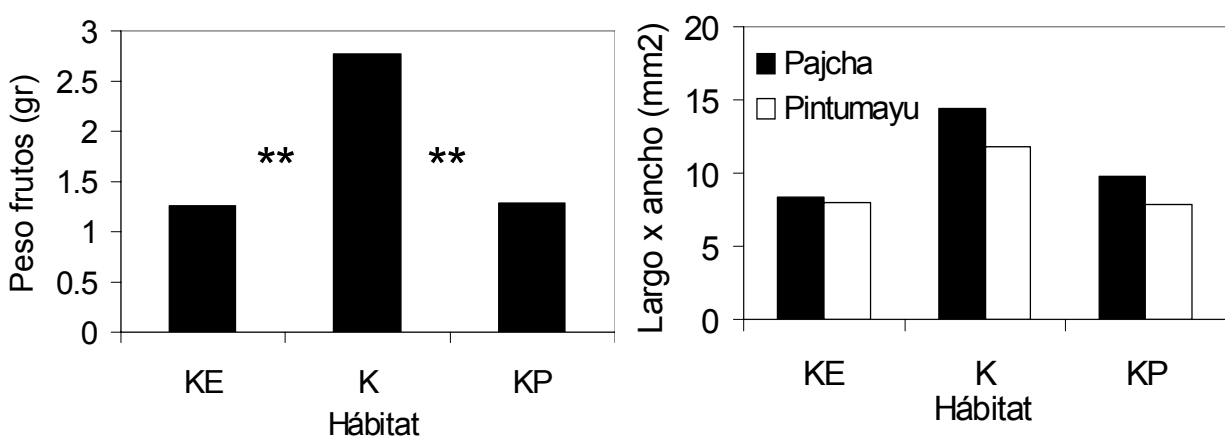


Fig. 1: Peso (a) y tamaño (b) de frutos-semilla de *Polylepis subtusalbida* en los bosques mixtos de *P. subtusalbida* y *Eucalyptus globulus* (KE), *P. subtusalbida* y *Pinus radiata* y el bosque nativo de *P. subtusalbida*

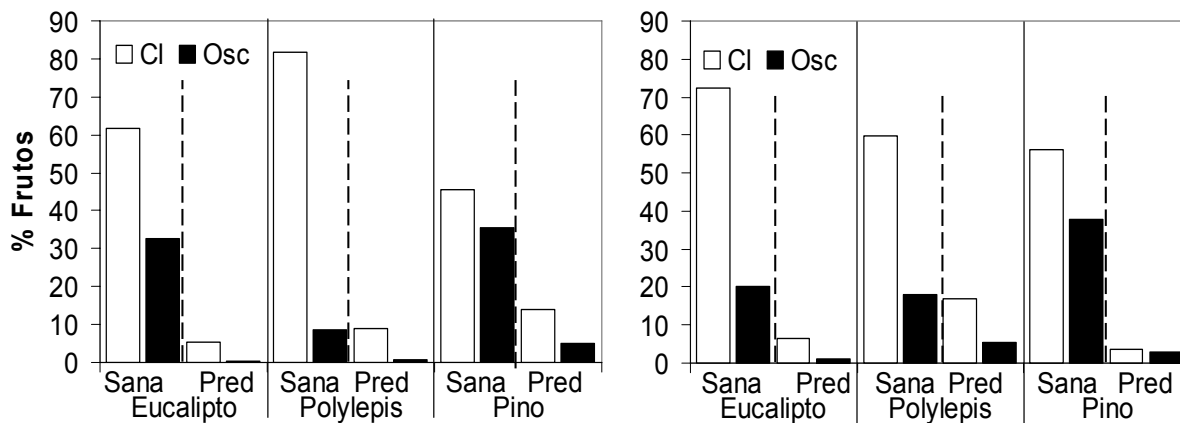


Fig. 2: Porcentaje de frutos sanos y predados en la localidad de Pajcha (izquierdo) y Pintumayu (derecho)

4. Conclusiones

Existen condiciones en las que las especies exóticas pueden convivir o no afectar demasiado a la kewiña (fase de crecimiento y supervivencia de plantines). Sin embargo, el mayor efecto se observó en fases asociadas a la reproducción de la especie nativa, es decir en la fructificación y germinación de semillas, pues el desempeño del material obtenido de los parches mixtos fue inferior al de los nativos. El eucalypto y el pino afectaron principalmente en fructificación y germinación de la semilla de kewiña. El banco de semillas fue casi inexistente en todos los hábitats. El crecimiento fue mayor en parches mixtos, que también presentaron mayor proporción de individuos con crecimiento lateral; estos individuos con crecimiento lateral, al igual que los más pequeños, fueron los que presentaron mayor mortalidad de los plantines de kewiña. Se presume que el mayor crecimiento se debió a la etiolación de los individuos. Por lo tanto, el efecto de los pinos y eucalyptos se da a dos escalas: de localidad y tipo de parche.

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado bajo el marco del proyecto Conservación de Bosques Andinos en el Parque Nacional Tunari (COBAT) financiando por la Cooperación Belga para el Desarrollo (VLIR). Agradecemos al personal del Parque Nacional Tunari, y a todo el personal del Centro de Biodiversidad y genética (CBG) por el apoyo logístico, a las comunidades del PNT y a BASFOR por su colaboración invaluable para la ejecución del presente trabajo.

Referencias

- [1] C.M. D'Antonio, P.M. Vitousek. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 63-87, 1992.
- [2] D. Pimentel. Biological invasions. Economic and environmental costs of alien plants, animal and microbe species. *CRC Press*, 369 p, 2002.
- [3] D. Pimentel, L. Lach, R. Zuniga, D. Morrison. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *Bioscience*, 50, 53-65, 2000.
- [4] D.M. Richardson, R.M. Cowling. The ecology of invasive alien pines (*Pinus* spp.) in the Jonkershoek valley, Stellenbosch, South Africa. *Bontebok*, 9, 1-10, 1994.
- [5] E.E. Gareca, Y.Y. Martinez, R.O. Bustamante, L.F. Aguirre. Regeneration patterns of *Polylepis subtusalbida* growing with the exotic trees *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus* at Parque Nacional Tunari. *Plant Ecology* (en prensa), 2007.
- [6] Y.Y. Martinez, E.E. Gareca, L. Meneses, R. Castro, L.F. Aguirre. Cambio en la morfología de frutos y germinación de semillas de *Polylepis besseri* por interacciones con especies exóticas en el Parque Nacional Tunari. *II Congreso Internacional y Conservación de Bosques de Polylepis, Libro de resúmenes*, Cusco, Perú, 55, 2006.
- [7] M.E. Fagan, D.R. Peart. Impact of the invasive shrub glossy buckthorn (*Rhamnus frangula*) on juvenile recruitment by canopy trees. *Forest Ecology and Management*, 194, 95-107, 2004.
- [8] R.M. Callaway, E.T. Aschehoug. Invasive plants versus their new and old neighbors: A mechanism for exotic invasion. *Science*, 290, 521-523, 2000.
- [9] D.C. Le Maitre, B.W. Van Wilgen, C.M. Gelderblom, C. Bailey, R.A. Chapman, J.A. Nel. Invasive alien trees and water resources in South Africa: case studies of the costs and benefits of management. *Forest Ecology and Management*, 160, 143-169, 2002.
- [10] P.G. Cole, J.F. Weltzin. Light limitation creates patchy distribution of an invasive grass in eastern deciduous forests. *Biol. Invasions*, 7, 477-488, 2005.

La regeneración de *Polylepis subtusalbida* coexistiendo con árboles exóticos en el Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia

E. Gareca¹, Y. Martinez¹, M. Siles², L.F. Aguirre¹, R. Bustamante³

¹ Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón

² Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani
Cochabamba, Bolivia

³ Departamento de Ciencias Ecológicas e Instituto de Ecología y Biodiversidad,
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile
yvonnehasira@yahoo.com

Palabras claves: Andes, kewiña, regeneración, especies exóticas, plantines

Resumen

En el interior de los bosques nativos remanentes de *Polylepis subtusalbida* (kewiña) del Parque Nacional Tunari (PNT), las especies nativas coexisten con árboles exóticos (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*). Se examinó la regeneración de kewiña evaluando la densidad de plantines, estructura de tamaños y formas de vida, así como su crecimiento y supervivencia en parches sin árboles introducidos (puros) y parches mixtos, con árboles exóticos. Los plantines de kewiña presentaron mayor proporción de individuos con crecimiento lateral y con raíces adventicias en fragmentos mixtos que en fragmentos puros. Los individuos pequeños crecieron más, al igual que los que convivían con pinos y eucaliptos. La menor supervivencia de plántulas fue en individuos pequeños y en los que tenían crecimiento lateral. Por tanto, estas especies exóticas afectaron la regeneración de kewiñas y se deberían tomar medidas diferentes para el manejo de bosques, según el tipo de fragmento y la localidad.

1. Introducción

Las invasiones biológicas, es decir la introducción antrópica de especies exóticas, su posterior naturalización y dominancia más allá de sus rangos naturales de distribución, están consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad [1, 2]. Algunas actividades humanas que han permitido la llegada de plantas exóticas a un país o región determinada son el transporte accidental de ellas y las plantaciones; éstas últimas realizadas con fines alimenticios, madereros, ornamentales, textiles u otros [3]. Estas plantaciones pueden constituir una fuente de propágulos que permitiría a algunas especies escapar, naturalizarse e incluso invadir los ecosistemas nativos [4]. Las plantaciones de especies exóticas cambian significativamente el paisaje al aumentar la diversidad de fragmentos de vegetación; esta nueva fuente de heterogeneidad espacial puede a su vez afectar los ciclos de nutrientes, la estructura física y biológica de las comunidades, e incluso afectar las interacciones biológicas [1, 5, 6, 7]. Debido a que en muchos casos los fragmentos de vegetación nativa se encuentran inmersos entre

plantaciones (para el caso de *Pinus radiata*, véase [8], es relevante examinar si estas plantaciones pueden constituir o no hábitats que permitan el establecimiento de especies nativas. Esto se hace más relevante en lugares donde estas plantaciones van a persistir por mucho tiempo en el paisaje (i.e. se plantan para controlar procesos de erosión del suelo) y por lo tanto podrían ser importantes para la conservación si es que estos fragmentos pueden ser sumideros que sustenten al menos en forma provisoria a algunas especies de animales y vegetales nativos [9, 10]. En Bolivia, durante los últimos cuarenta años se han plantado aproximadamente 40.000 ha de *Eucalyptus* spp. Y *Pinus* spp. [11]. Específicamente, en la cordillera del Tunari (Cochabamba), desde los años sesenta, se han plantado muchas ha de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* con la finalidad de proteger a la ciudad de inundaciones [12]. Una característica muy especial de este proceso fue que en muchos casos estos árboles exóticos fueron plantados entre medio de la vegetación nativa, formándose fragmentos de vegetación mixtos donde *Polylepis subtusalbida* coexiste con pinos y eucaliptos. Se ha propuesto que estas especies arbóreas exóticas estarían ocasionando la paulatina desaparición de la kewiña (*P. subtusalbida*) [13]. Sin embargo, no existe a la fecha estudios que documenten ni los patrones de regeneración de esta especie ni los procesos demográficos que podrían estar siendo afectados por la presencia de estas especies exóticas. En el presente trabajo, se examinó la regeneración de *Polylepis subtusalbida* en fragmentos de vegetación mixtos formados por especies nativas y exóticas y en fragmentos puros sólo con *P. subtusalbida* en la ladera sur del Parque Nacional Tunari. En una aproximación de experimento natural, se comparó la densidad poblacional, tasa de crecimiento y supervivencia de plántulas de *P. subtusalbida* (altura entre 10 y 140 cm) entre fragmentos de bosques puros y mixtos.

2. Materiales y metodología

El estudio se desarrolló en las localidades de Pajcha, Pintumayu y Thola Pujru del Parque Nacional Tunari (PNT, 17°20'S, 86°10'W). En cada localidad se seleccionaron al menos dos fragmentos de cada tipo de bosque. En cada fragmento se establecieron al azar, entre tres y cinco parcelas permanentes de 10 x 10 m, en las cuales se registraron y marcaron los individuos jóvenes de *P. subtusalbida* entre 10 y 140 cm de altura. Se evaluaron en total 17 fragmentos y 64 parcelas. En Tholapujru, debido al poco número de fragmentos, sólo se establecieron dos parcelas permanentes en un fragmento KE y dos parcelas en un fragmento KP. La densidad de plántulas de *Polylepis subtusalbida* entre 10 y 140 cm de altura fue evaluada entre agosto del 2004 y octubre del 2005. El año 2004, cada individuo fue etiquetado y geoposicionado. Para determinar la estructura poblacional, las plántulas se caracterizaron según forma de crecimiento y tamaño (evaluado por la altura de los individuos). Para las formas de crecimiento, las plántulas se clasificaron en dos categorías: (i) crecimiento vertical si el crecimiento dominante era apical y (ii) horizontal si el crecimiento dominante era en ramas laterales. Para analizar la estructura de tamaños de las plántulas, se midió la altura individual desde la base del tronco hasta el extremo de la rama que lideraba el crecimiento, [14]. Las plántulas se agruparon en cuatro clases de alturas: 10 a 41cm (clase 1), 42 a 73 cm (clase 2), 74 a 105 cm (clase 3) y 106 a 140 cm (clase 4) de

altura. En total se etiquetaron 1067 individuos de *P. subtusalbida*. Para medir el crecimiento en altura y la supervivencia de *P. subtusalbida* se consideró un intervalo de tiempo de aproximadamente 1 año (la 2ª evaluación fue entre agosto y octubre del año 2005). Para todos los análisis se consideraron a las localidades y bosques como factores fijos, se realizaron los siguientes anidamientos: (i) para las tasas de crecimiento y la supervivencia de plántulas, se consideraron las parcelas anidadas en los fragmentos [15] de modo de reducir la variabilidad entregada por las diferencias entre parcelas dentro de cada fragmento; (ii) para la densidad de plántulas, la tasa de crecimiento y la supervivencia, se consideraron los fragmentos de bosque anidados en la interacción localidad x tipo de bosque, de modo de reducir la variabilidad entregada por los fragmentos individuales dentro de cada tipo de bosque y localidad. Los análisis fueron realizados utilizando los procedimientos Genmod, Catmod y Mixed del SAS v. 8.00 [16]. Los datos de densidad de plántulas que se ajustaron a una distribución binomial negativa [16], fueron analizados de acuerdo a la teoría de los modelos lineales generalizados (Littel et al. 1996) utilizando el χ^2 roa genmod de SAS v. 8.00 y el estadístico de Wald [16]. Posteriormente se realizaron comparaciones entre bosques de *Polylepis* (K) vs. Bosques mixtos *Polylepis-Pinus* (KP) y entre bosques de *Polylepis* (K) vs. Bosques mixtos *Polylepis-Eucalyptus* (KE), mediante contrastes de un grado de libertad. La estructura de formas de vida de *P. subtusalbida*, sigue una distribución multinomial, por lo que se analizaron de acuerdo a la teoría de los modelos lineales generalizados, utilizando el χ^2 roa catmod de SAS v. 8.00 y el estadístico de Wald [16]. Posteriormente, para la estructura de formas de vida, se realizaron comparaciones entre los bosques K vs. KE y K vs. KP en cada localidad utilizando contrastes de dos grados de libertad; mientras que para la estructura de tamaños, se compararon las localidades Pajcha vs. Pintumayu y Pintumayu vs. Tholapujro mediante contrastes de tres grados de libertad. La comparación de la tasa de crecimiento entre localidades y bosques se efectuó a través del análisis de varianza; realizando un análisis de varianza a los rangos utilizando la teoría de los modelos lineales mixtos (Roa mixed de SAS). La supervivencia de plántulas que se evaluó como vivo - no vivo, sigue una distribución binomial, por lo que esta variable se analizó de acuerdo a la teoría de los modelos lineales generalizados utilizando el χ^2 roa genmod y el estadístico de Wald [16].

3. Resultados y discusión

La densidad de plántulas no mostró diferencias significativas entre localidades (Pr = 0.59), pero fue distinta entre tipos de fragmentos, siendo los fragmentos de *Polylepis* (K) los que presentaron una mayor densidad de plántulas (Fig.1, Pr = 0.01). Sin embargo, esta diferencia no fue la misma en cada localidad (Pr = 0.03). Las causas de una menor densidad pueden ser varias. Además de efectos competitivos al nivel de plántulas, podría ser que las plantas adultas de *P. subtusalbida* hayan producido una menor cantidad y calidad de semillas al coexistir con especies exóticas; o bien que la supervivencia de plántulas en tamaños menores sea menor cuando conviven con árboles exóticos, pues las plantas exóticas pueden suprimir a las plántulas generando sombra, produciendo aleloquímicos y compitiendo por agua y nutrientes [1, 17]. La estructura de tamaños fue diferente entre localidades (Fig. 2, Pr = 0.01). Las

estructuras de formas de vida de *P. subtusalbida* también fue significativamente diferente entre localidades (Pr = 0.03) pero no entre tipos de fragmentos (Pr = 0.24). Las diferencias de estas estructuras en cada localidad varió en los tipos de fragmentos (Pr = 0.0009).

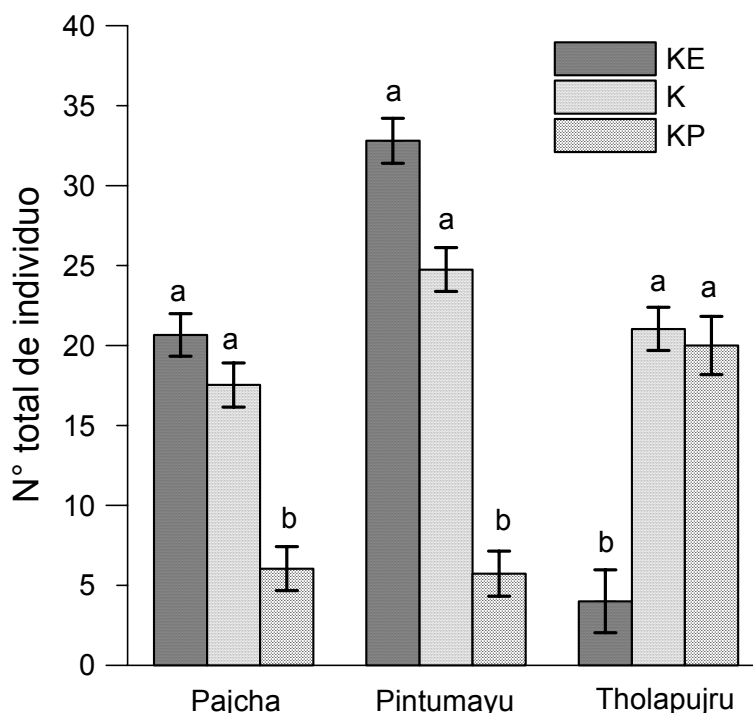


Fig. 1: Densidad de plántulas en tres localidades del Parque Nacional Tunari en diferentes fragmentos de bosque [*Polylepis-Eucalyptus* (KE), *Polylepis* (K) y *Polylepis-Pinus* (KP)]

Los cambios en la estructura de formas de vida muestran que las plántulas de *P. subtusalbida* tienen la habilidad de modificar su forma de crecimiento hacia formas con crecimiento lateral e incluso con raíces adventicias cuando conviven con árboles de pinos y eucaliptos, lo cual podría indicar plasticidad fenotípica de las plántulas de kewiña que les permite modificar su forma de vida. Una de las posibles razones podría ser que la mezcla de plantas exóticas y nativas genere un hábitat menos propicio para las plántulas [7] y por lo tanto más estresantes, posiblemente en términos de cobertura del dosel, que causaría la etiolación de las plantas y por lo tanto una menor fuerza mecánica de los tallos y troncos [18], incrementándose así la frecuencia de individuos con crecimiento lateral. El incremento de formas de vida con crecimiento lateral y raíces adventicias en presencia de las especies exóticas (i.e. pino en Pajcha), muestra la habilidad de *P. subtusalbida* para cambiar su forma de reproducción y podría ser una respuesta de las plántulas a competencia con otras plantas [19], en este caso especies exóticas.

La tasa de crecimiento de las plántulas no fue significativamente diferente ni entre localidades (Pr = 0.26) ó entre tipos de fragmentos (Pr = 0.22). Sin embargo, la tasa de crecimiento en los tipos de fragmentos no fue la misma entre localidades (Pr = 0.02). La supervivencia de plántulas fue similar entre localidades (Pr = 0.35), tipos de fragmento

(Pr = 0.55), y no hubo interacción entre localidad y tipos de fragmento (Pr = 0.32), ni entre formas de vida y tipos de fragmento (Pr = 0.99). La única diferencia encontrada fue entre formas de vida (Pr = 0.04). De hecho, la proporción de sobrevivientes con crecimiento vertical (V) fue 1.13 veces más que la proporción de sobrevivientes con crecimiento lateral (L) (Pr = 0.03), mientras que la supervivencia de individuos con crecimiento vertical (V) y lateral con raíces adventicias fijadas al suelo (LR) no fue diferente (Pr = 0.11). Adicionalmente, la proporción de plántulas sobrevivientes entre los años 2004 y 2005 fue diferente entre clases de tamaño ($\chi^2 = 10.93$, gl = 3, p = 0.01), siendo menor en los individuos más pequeños (clase 1) que en los individuos medianos (clase 2, Pr = 0.02). Las otras clases de tamaños, con individuos medianos y grandes, no presentaron diferencias en la supervivencia (clase 2 vs 3: Pr = 0.33 y 3 vs. 4: Pr = 0.32).

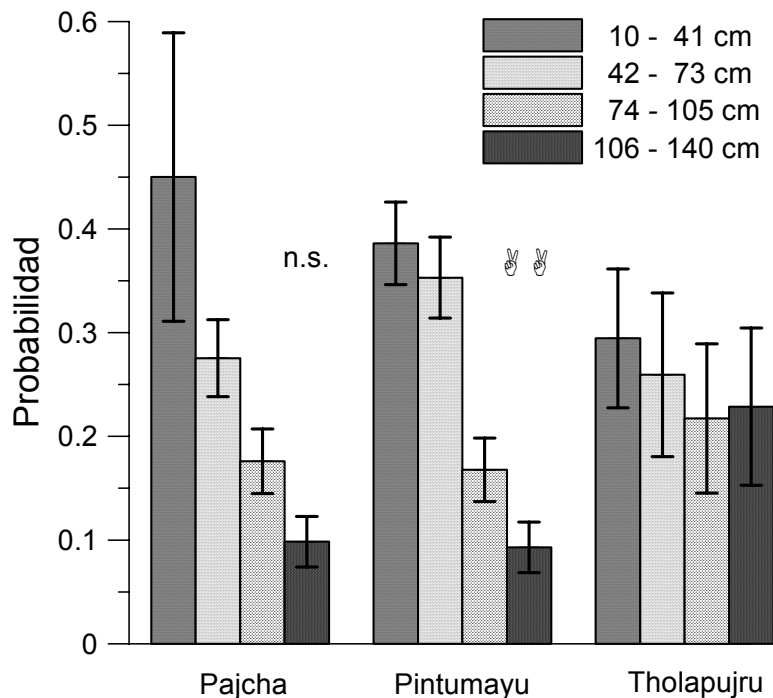


Fig. 2: Estructura de tamaños de *Polylepis subtusalbida* en tres localidades del Parque Nacional Tunari

4. Conclusiones

Los plantines de kewiña presentaron mayor proporción de individuos con crecimiento lateral y con raíces adventicias en fragmentos mixtos que en fragmentos puros. Los individuos pequeños crecieron más, al igual que los que convivían con pinos y eucaliptos. La menor supervivencia de plántulas fue en individuos pequeños y en los que tenían crecimiento lateral. Por tanto, estas especies exóticas afectaron la regeneración de kewiñas y se deberían tomar medidas diferentes para el manejo de bosques, según el tipo de fragmento y la localidad.

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado bajo el marco del proyecto Conservación de Bosques Andinos en el Parque Nacional Tunari (COBAT). Agradecemos al personal del Parque Nacional Tunari, en especial a M.R. Morales por la ayuda y los permisos de trabajo, al apoyo logístico de S. Arrázola, M. Zárate, J. Balderrama, L. Alvarez y L. Cavero, a la colaboración de L. Cerezo y J. Arispe en el trabajo de campo. Un agradecimiento especial a las comunidades de Pajcha, Pintumayu y Tholapujru, por permitirnos trabajar en sus predios. El presente trabajo ha sido financiado por el VLIR-IUC de Bélgica, y con la colaboración del Programa de Investigaciones en Biodiversidad (PIEB) de la Universidad de Chile. R.O. Bustamante agradece el apoyo prestado por el Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad de la Universidad de Chile.

Referencias

- [1] C.M. D'Antonio, P.M. Vitousek. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 63-87, 1992.
- [2] D. Pimentel. Biological invasions. Economic and environmental costs of alien plants, animal and microbe species. *CRC Press*, 369 p, 2002.
- [3] D. Pimentel, L. Lach, R. Zuniga, D. Morrison. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *Bioscience*, 50, 53-65, 2000.
- [4] D.M. Richardson, R.M. Cowling. The ecology of invasive alien pines (*Pinus spp.*) in the Jonkershoek Valley, Stellenbosch, South Africa. *Bontebok*, 9, 1-10, 1994.
- [5] P.M. Holmes, R.M. Cowling. The effects of invasion by *Acacia saligna* on the guild structure and regeneration capabilities of South African fynbos shrublands. *Journal of Applied Ecology*, 34, 317-332, 1997.
- [6] J.F. Bruno, C.W. Kennedy, T.A. Rand, M. Grant. Landscape-scale patterns of biological invasions in shoreline plant communities. *Oikos*, 107, 531-540, 2004.
- [7] M.E. Fagan, D.R. Peart. Impact of the invasive shrub glossy buckthorn (*Rhamnus frangula*) on juvenile recruitment by canopy trees. *Forest Ecology and Management*, 194, 95-107, 2004.
- [8] R.O. Bustamante, I.A. Serey, S.T. Pickett. Forest fragmentation, plant regeneration and invasion processes across edges in Central Chile. En: G.A. Bradshaw, P.A. Marquet (Eds.). How landscapes change. *Ecological Studies*, 162, Springer-Verlag, 145-160, 2003.
- [9] G. Acosta-Jamett, J.A. Simonetti, J.A. Bustamante, R.O. Dunstone. Metapopulation approach to assess survival of *Oncifelis guigna* in fragmented forests of central Chile: a theoretical model. *Mastozool Neotrop*, 10(2), 217-229, 2003.
- [10] G. Acosta-Jamett, J.A. Simonetti. Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. *Biodivers. Conserv.*, 13, 1135-1151, 2004.

- [11] FAO Bolivia. Description of Plantation Resources. <http://www.fao.org/forestry/site/18316/en/bol>, 2003.
- [12] W. Paz. La necesidad de establecer la jurisdicción ambiental para garantizar las áreas protegidas y parques nacionales. Un modelo de estudio el Parque Nacional Tunari del departamento de Cochabamba. Tesis de grado para optar el título de *Lic. en Ciencias Jurídicas y Políticas. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 220 p, 1992.
- [13] W. Crespo. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari. *Tesis para optar el grado de Lic. en Biología, FCyT, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 99 p, 1989.
- [14] D. Renisson, A. Cingolani, R. Suárez. Efectos del fuego sobre un bosquecillo de *Polylepis australis* (Rosaceae) en las montañas de Córdoba, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 719-727, 2002.
- [15] G. Quinn, M. Keough. Experimental design and data analysis for biologists. *Cambridge University Press, UK*, 537 p, 2003.
- [16] SAS Institute Inc. Software, versión 8.00. *SAS Institute, Cary, North Caroline*, 1999.
- [17] R.M. Callaway, E.T. Aschehoug. Invasive plants versus their new and old neighbors: A mechanism for exotic invasion. *Science*, 290, 521-523, 2000.
- [18] M.J. Hutchings. The structure of plant populations. En: M.J. Crawley (Ed.). *Plant Ecology (2nd Ed.)*. *Blackwell Science*, 325-358, 1997.
- [19] H.F. Howe, L.C. Westley. Ecology of pollination and seed dispersal. En: M.J. Crawley (Ed.). *Plant Ecology (2nd Ed.)*. *Blackwell Science*. 262-283, 1997.

Bases biológicas para un programa de reforestación con *Polylepis subtusalbida* en Cochabamba

E. Gareca, Y. Martinez, F. Navarro, J. Cahill
Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
edgar_gareca@yahoo.com.mx

Palabras claves: Reforestación, germinación, genética, kewiña, *Polylepis*

Resumen

Para tener un programa de reforestación exitoso es necesario conocer información de la biología de la especie a ser usada. En el presente estudio se determinó cómo afectan el remojo y escarificación de frutos, temperatura, luz y sustrato a la germinación de *Polylepis subtusalbida*. Los resultados preliminares indican que los pretratamientos germinativos solo disminuyen el tiempo, pero no el porcentaje de germinación. La germinación no ocurre a altas temperaturas (35°C) y ésta es mayor con 80% de luz y en cámaras húmedas. Con esta información se pueden conocer las mejores condiciones para la multiplicación de esta especie por semilla e iniciar el programa de reforestación.

1. Introducción

Para un programa de reforestación es imprescindible conocer información biológica básica de la especie. La germinación de semillas es parte de esta información, pues es una de las etapas más vulnerables por las que atraviesa el ciclo vital de una planta, ya que de ésta depende el establecimiento de una especie vegetal en su medio ambiente [1]. Por lo que es el ambiente que rodea a una semilla el que determina si ésta recibe las condiciones, recursos y estímulos necesarios para germinar [2]. Una especie vegetal en general y sus órganos en particular, responden al medio ambiente que las rodea, implicando en el mismo a tres factores: luz, temperatura y potencial hídrico [1]. Por ejemplo, se determinó que las semillas de *Puya raimondii* al ser expuestas a la luz presentaron un alto poder germinativo y que temperaturas mayores a 21°C afectan negativamente al porcentaje de germinación e índice de velocidad de su germinación [3]. En *Polylepis australis* el tratamiento de las semillas con frío húmedo fue perjudicial para su germinación [4].

Las semillas deben reunir una serie de características tanto fisiológicas como morfológicas para adaptarse a germinar en el medio ambiente en que han sido depositadas y que va a depender entre otros del tamaño de la semilla y también de sus características (e.g. desarrollo de cotiledones, dormancia morfológica) [1]. Experiencias orientadas a facilitar la germinación de *P. australis* han demostrado que las semillas

más grandes germinan más en relación con las más chicas [4]. El tamaño de las semillas es una característica morfológica de la especie y es parcialmente determinada por factores filogenéticos [1]; por lo que se ha relacionado con la altura de la planta madre, así como con su forma de crecimiento [5]. Es así que en *P. australis*, el porcentaje de germinación fue muy variable (0 y 56%) de acuerdo al origen de la semilla [4].

Así, para un futuro programa de reforestación en bosques de *Polylepis* spp., cuyos bosques han sufrido una reducción en el tamaño poblacional, aislamiento [6] y por tanto una posible erosión genética [7], es importante conocer los efectos bióticos, abióticos y genéticos que determinan el éxito de la germinación para la perpetuación de la especie, que tantos beneficios brinda [6]. Por esta razón, la importancia de conocer las condiciones óptimas para la germinación artificial, con fines de iniciar viveros y planes de reforestación. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue realizar experimentos sobre efectos abióticos y bióticos que afectan a la germinación de *P. subtusalbida*.

2. Materiales y metodología

Las semillas fueron obtenidas de las localidades de Pajcha y Pintumayu (Parque Nacional Tunari) a fines de diciembre de 2005. La colecta se realizó en árboles saludables de *P. subtusalbida* separados por más de 50 m. Para todos los experimentos se usaron combinaciones de diferentes árboles manteniendo siempre el origen de la semilla.

Con las semillas colectadas se realizó una serie de experimentos, comenzando por el experimento de pretratamiento germinativo, para determinar si el remojo influye en la germinación de *P. subtusalbida*. Se usaron 3 200 frutos-semilla; 1 600 fueron remojados en agua por una semana, cambiándose ésta diariamente y otros 1 600 se mantuvieron en frascos de vidrio por el mismo tiempo. Se colocaron 50 frutos de cada árbol en cámaras húmedas estériles. Se analizaron dos factores de diseño, uno asociado a un tratamiento pregerminativo donde los niveles fueron: remojo de 7 días y sin remojo y el otro, asociado a condiciones de germinación (temperatura), donde los niveles de fueron: 35°C (en una estufa) y temperatura ambiente. La estructura de los tratamientos fue de un factorial completo y bajo diseño experimental aleatorio con cuatro repeticiones por tratamiento. Se evaluó el número de plántulas que germinaron en cada cámara húmeda regularmente hasta los 37 días después de la siembra. Las temperaturas durante el experimento fueron: mínima de 14°C, promedio de 17°C y máxima de 19°C.

En un segundo experimento se probaron tres grados de escarificación mecánica del fruto con los siguientes tratamientos: tratamiento A (extrayendo exocarpo y mesocarpo: sólo semillas con endocarpo), B (extrayendo exocarpo: intermedio) y C (sin escarificación). En cada caja petri se colocaron 15 frutos-semillas. Las variables de respuesta fueron: número de semillas germinadas, días a la primera germinación y tiempo de duración de la germinación; las últimas dos variables se evaluaron cada dos

días, durante 43 días y el número de semillas germinadas se evaluó al final del ensayo bajo un diseño de bloques completos al azar, en que cada uno de los cinco bloques contaba con los tres tratamientos de escarificación. Las temperaturas fueron las mismas del anterior experimento.

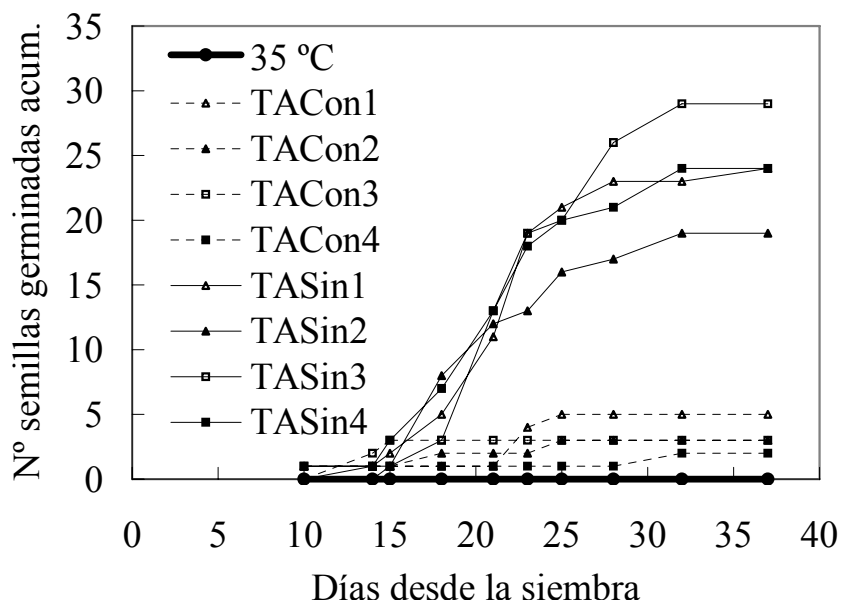
En el tercer experimento se probó tres tiempos de exposición a la luz por día (24 h, 12 h y 0 h) para generar los tratamientos sin luz y con 12 h de luz; se usaron dos bolsas de plástico de alta densidad y color negro, sobrepuestas para cubrir completamente las unidades experimentales y evitar el ingreso de luz. Cada unidad experimental contó con 15 semillas y cada tratamiento con 5 repeticiones, por lo que se usó un total de 15 unidades experimentales y 225 semillas de *P. subtusalbida*. El diseño utilizado fue aleatorio. Adicionalmente, se evaluó si las semillas llenas germinaron igual que las semillas delgadas. Las temperaturas durante el experimento fueron: mínima de 23,6°C, promedio de 24,3°C y máxima de 26,7°C.

Para estudiar el sustrato y la cantidad de luz, se realizó un experimento en invernadero con tres tipos de sustrato (suelos provenientes del bosque de kewiña, dos de bosques mixtos de kewiña-eucalipto y kewiña-pino y un control), además se probó e cantidades de luz (80, 50 y 20%) logradas con mallas semisobras. Se utilizaron 36 unidades experimentales en un diseño de parcelas divididas, evaluando un total de 10 800 semillas de *P. subtusalbida*. La variable de respuesta fue el número de semillas germinadas. Para los análisis de datos del número de semillas se utilizó una distribución de Poisson, de acuerdo a la teoría de los modelos lineales generalizados [8] con el procedimiento GENMOD y el estadístico de Wald [9]. Para las otras variables, con el estadístico de Shapiro Wilk (procedimiento UNIVARIATE [9]) y si no cumplía el supuesto de normalidad, las variables se transformaron en rangos y se realizó un análisis de varianza a datos originales y a rangos [10]. Para realizar los análisis de varianza se usó el procedimiento GLM para el diseño aleatorio y el procedimiento MIXED para el diseño de bloques completos al azar [9].

3. Resultados y discusión

En el primer experimento, la germinación de las semillas de *P. subtusalbida* se inició a partir de los 10 días después de la siembra, el valor máximo de germinación se observó a los 21 días y continuó hasta 37 días después de la siembra (Fig. 1). En total germinaron 109 semillas de las 3 200 sembradas (3.4%), ninguna de las cuales ocurrió bajo tratamiento a 35°C (Fig. 1). El número de semillas germinadas a temperatura ambiente fue siete veces mayor con el tratamiento sin remojo, (Fig. 2, $Pr < 0.01$). Las cámaras húmedas que contenían frutos sin remojo presentaron mayor desarrollo de hongos; esto ocurrió de igual manera a temperatura ambiente como a 35°C, condición en que la proliferación de hongos fue mayor. Se estimó que la proliferación de hongos alrededor de cada semilla fue de ~1,5 cm. La ausencia de germinación a los 35 °C en ambas condiciones del tratamiento pregerminativo indica que *P. subtusalbida* no puede germinar en estas condiciones; posiblemente debido a que un organismo se adapta a su medio y la evolución de las especies del género *Polylepis* fue paralela al desarrollo

de ambientes cada vez más fríos y secos al formarse la Cordillera de los Andes [4]. Por este motivo, *P. subtusalbida* estaría mejor adaptada a ambientes fríos y la temperatura de 35°C. Este resultado es en condiciones de laboratorio y no se probaron fluctuaciones cíclicas diarias de temperatura, que también pueden afectar a la germinación [1, 11].



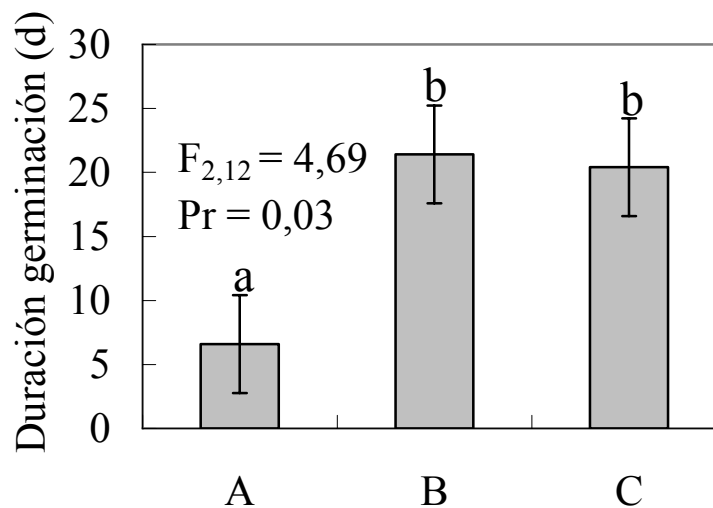
Leyenda: TA: tratamientos con temperatura ambiente; Con: tratamiento remojo, Sin: tratamiento sin remojo

Fig. 1: Número de semillas germinadas de *P. subtusalbida* acumulado hasta 37 días después de la siembra

Se esperaba que el remojo de las semillas acelere la germinación por facilitarse el proceso de imbibición, pero disminuyó la germinación de las semillas a temperatura ambiente, posiblemente porque la inundación (remojo) induce a la anoxia [1] y *P. subtusalbida* no sea muy tolerante a la anaerobiosis, aunque se cambió diariamente el agua. La mayor germinación sin remojo podría deberse a la presencia de hongos, pues éstos podrían producir compuestos como fenoles, inhibidores volátiles, acetaldehídos y otros que pueden alterar el patrón de germinación o inducir dormancia secundaria [1]. En este caso, los hongos presentes en semillas de *P. subtusalbida* podrían haber originado estos compuestos y facilitar la germinación, pues todo el material utilizado era estéril.

En el experimento de escarificación, el número total de semillas germinadas durante todo el ensayo, no presentó diferencias significativas ($\chi^2_{gl=2} = 2,14$, Pr = 0,34); el promedio del porcentaje de germinación fue del 31%. A su vez, la variable días a la 1° germinación no presentó distribución normal ($W = 0,81$, $P < 0,01$), pero los análisis de varianza con datos originales y rangos presentaron diferencias significativas entre tratamientos de escarificación del fruto de *P. subtusalbida* ($F_{2,8} = 27,55$, $P < 0,01$; rangos de datos: $F_{2,8} = 18,34$, $P < 0,01$). El tratamiento A presentó su primera

germinación a los 3 días, mientras que los tratamientos B y C germinaron a partir del 13° día (A vs. B: $t_{gl=12} = -6,3$, $P < 0,01$; B vs. C: $t_{gl=12} = -0,25$, $P = 0,81$). El tiempo que duró la germinación (desde el primer día hasta la culminación del ensayo) presentó una distribución normal ($W = 0,95$, $P = 0,49$) y el tiempo de germinación fue diferente entre tratamientos (Fig. 2, $F_{2,12} = 4,69$, $P = 0,03$). El tratamiento con menor tiempo de germinación fue el A, mientras que los tratamientos B y C germinaron durante 21 días (A vs. B: $t_{gl=12} = -2,7$, $P = 0,02$; B vs. C: $t_{gl=12} = 0,19$, $P = 0,85$).



Leyenda: A: semilla, B: fruto sin exocarpe y C: fruto completo. Las barras corresponden a los errores estándar y letras diferentes indican diferencias significativas ($Pr < 0,05$)

Fig. 2: Duración en días de la germinación de semillas de *P. subtusalbida* para experimento de escarificación desde que germinó la 1° semilla

Con diferentes horas de exposición a la luz, el número de semillas germinadas no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($\chi^2_{gl=2} = 0,87$, $Pr = 0,65$) y la germinación promedio fue del 9%. Lo que sí influyó en el número de semillas germinadas fue la morfología de la semilla, pues sólo las semillas llenas germinaron ($\chi^2_{gl=1} = 20,53$, $Pr < 0,01$). En cuanto a los experimentos de sustrato y porcentajes de luz, no hubo diferencias significativas entre sustratos, pero si germinaron más semillas expuestas a 80% de luz ($P < 0,005$); en promedio se dio una germinación del 3%. Podemos decir que las semillas de *P. subtusalbida* requieren de luz para germinar, ya que actúa como inhibidor o estimulante de la germinación, sobre el fotocromo que interacciona con hormonas que participan en la germinación de las semillas [12].

4. Conclusiones

A pesar de la variación obtenida en el porcentaje de germinación en los diferentes experimentos podemos indicar que las semillas de *P. subtusalbida* germinan más sin remojo y a temperaturas inferiores a los 35°C. El tiempo e inicio de germinación se

reducen cuando las semillas están escurificadas; en invernadero, se observó que ésta fue mejor con 80% de luz. Estos resultados sugieren que *P. subtusalbida* está mejor adaptada a sitios bien drenados con temperaturas inferiores a 35°C y con mayor cantidad de luz. Asimismo, la degradación del exocarpo y del endocarpo reduce el tiempo de germinación. Adicionalmente, el mayor porcentaje de germinación promedio obtenido en este estudio (31%) es superior a los porcentajes reportados para *Polylepis australis* que varió entre 12.5 a 15.8% [4]. En estudios de germinación con *P. subtusalbida* realizados en cámaras de germinación de BASFOR (temperatura promedio 28°C y con 8 h de luz), se obtuvo un promedio 2.5% de germinación, siendo 10.5% el máximo porcentaje de germinación alcanzado (datos no publicados); esto nos hace pensar que estamos ante condiciones de germinación buenas para realizar otro tipo de ensayos, i.e. obtener material vegetal y comparar los porcentajes de germinación de diferentes árboles, fragmentos y localidades.

Agradecimientos

El presente trabajo se realizó como parte del Proyecto P02CB002 financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI) y en el marco del Plan de Acción para el Desarrollo del Sistema de Investigación de la Universidad Mayor de San Simón con la colaboración del VLIR, Bélgica.

Referencias

- [1] A. Matilla. Ecofisiología de la germinación de semillas. En: M. Reigosa, N. Pedrol, A. Sánchez-Moreiras (Eds.). La Ecofisiología Vegetal: Una Ciencia de Síntesis. *Editorial Paraninfo S. A.*, España, 901-922, 2003.
- [2] J. Harper. Population biology of plants. *Academic Press*, Inglaterra, 892 p, 1977.
- [3] G.Vadillo, M. Suny, A. Cano. Viabilidad y germinación de semillas de *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Rev. Peru Biol.*, 11(1), 2004.
- [4] D. Renison, A. Cingolani. Experiencias en germinación y reproducción vegetativa aplicados a la reforestación con *Polylepis australis* (Rosaceae) en las sierras grandes de Córdoba, Argentina. *AGRISCIENTIA*, 15, 47-53, 1998.
- [5] R. Nina, F. Marino, R. Veliz. Establecimiento de fuentes semilleros de *Polylepis tomentella*, *Acacia feddeana* y *Prosopis ferox* en el departamento de Potosí. *FOSEFOR-IC-COSUDE y BAGAF*, *Universidad Autónoma Tomas Frías*, Potosí, Bolivia, 10 p, 2004.
- [6] J. Fjeldså, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Perú and Bolivia. *NORDECO*, Copenhagen, Dinamarca, 250 p, 1996.
- [7] R. Frankham, J. Ballou, D. Briscoe. Introduction to conservation genetics. *Cambridge University Press*, Inglaterra, 615 p, 2002.
- [8] R. Little, G. Milliken, W. Stroup, R. Wolfinger. SAS ® System for mixed models. *SAS Institute Inc.*, Cary, North Caroline, USA, 633 p, 1996.

- [9] SAS Institute Inc. Software, v. 9.00. *SAS Institute Inc., Cary, North Caroline, USA, 2002.*
- [10] J. Zar. Biostatistical analysis (4th Ed.). *Prentice-Hall, Inc., USA, 1999.*
- [11] M. Rodríguez. Morfología y anatomía vegetal. *ESFOR-UMSS, Cochabamba, Bolivia, 465 p, 1994.*
- [12] R. Rarker. La ciencia de las plantas. *Paraninfo S.A., España, 2000.*

Influencia de dos especies forestales exóticas sobre fauna terrestre de bosques nativos de *kewiña* en el Parque Nacional Tunari

L.F. Aguirre, J.A. Balderrama, C.F. Pinto, E.I. Maradiegue, R. Vargas
Centro de Biodiversidad y Genética, Facultad de Ciencias y Tecnología,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
laguirre@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: *Polylepis*, kewiña, introducción de especies exóticas, conservación, fauna

Resumen

En los bosques andinos amenazados y altamente fragmentados de *Polylepis* (kewiña) se practica reforestación [1] y se conoce poco sobre el efecto de la introducción de especies exóticas forestales en su fauna nativa [2]. Se evaluó el efecto de rodales de especies forestales exóticas (pinos y eucaliptos) en bosques de kewiña sobre aves, mamíferos y mariposas del Parque Nacional Tunari (Cochabamba). Durante más de un año de estudio se visitaron varios escenarios de bosque, empleándose diversas técnicas de evaluación: puntos de conteo, trampas Sherman y redes entomológicas. Muchas especies de aves se encuentran negativamente afectadas por rodales de árboles exóticos; las mariposas características de bosques de kewiña están desplazadas por especies generalistas, siendo mayor en eucaliptos; y no se muestra un efecto negativo evidente sobre los mamíferos pequeños. Los resultados son discutidos en el contexto de comunidades animales y se concluye que las especies exóticas afectan a la fauna terrestre nativa.

1. Introducción

Los ecosistemas más amenazados en Sudamérica son los bosques de *Polylepis* (kewiña) en las zonas altoandinas [1]. Estos bosques se encuentran en un escenario fragmentado mantenido por fuego y renovación de pastizales para ganado y algunas veces fuertemente modificados por prácticas de reforestación [3, 4]. En algunos casos el efecto de esta fragmentación puede verse incrementada por la introducción de especies exóticas dentro la matriz natural o directamente en remanentes fragmentados de bosque nativo. Una especie invasora es exitosa cuando llega a un lugar diferente de su origen y se expande rápidamente de sus colonias fundadoras. Esta situación puede ser aún más extrema si es que la especie invasora ha sido plantada artificialmente, reemplazando las condiciones naturales o habiendo sido distribuida entremezclada en formaciones de plantas nativas [5, 6].

Las especies de kewiña son endémicas de Sudamérica y constituyen el único bosque nativo que se desarrolla a grandes elevaciones. Los bosques de kewiña mantienen

especies únicas de plantas, algunas endémicas del área y presentan una gran diversidad de formas de vida, que va desde epífitas hasta hierbas. En contraste a los bosques de *Pinus* y *Eucalyptus*, los bosques de kewiña se encuentran restringidos a áreas con regímenes climáticos característicos que favorecen el desarrollo y establecimiento de este género [1].

En Sudamérica en general y en Bolivia en particular se han realizado pocos estudios referentes a la ecología de la fauna en ecosistemas altoandinos. Con excepción de algunos trabajos generales relacionados con la avifauna [2], pocos estudios reportan respecto al efecto de la introducción de especies exóticas forestales [7] en sitios de bosques nativos andinos sobre la fauna terrestre original. El presente proyecto busca evaluar si existe un efecto por la introducción de pinos y eucaliptos en sitios de bosques de kewiña en el Parque Tunari sobre el ensamblaje de especies de mamíferos, aves y mariposas diurnas. Si existe este efecto, la investigación buscará cuantificar el grado del mismo por medio del análisis de la composición de especies y abundancia de individuos de la fauna en rodales introducidos y nativos.

2. Metodología

El estudio se desarrolló en las localidades de Pajcha (17°19" S y 66°08" O), Pintu Mayu y Thola Pujru-Cruzani (17°30" S y 66°21" O) de las provincias Cercado y Quillacollo en el Parque Nacional Tunari (3 400-3 910 m). El muestreo de campo incluyó desde mayo de 2004 a febrero de 2005. Se seleccionaron cinco tipos de hábitats: 1) pino, 2) eucalipto, 3) kewiña y mixtos de 4) kewiña-pino y 5), kewiña-eucalipto con tres réplicas por cada tipo de hábitat, correspondientes a las tres localidades.

Para la captura de mamíferos se utilizaron trampas de captura viva tipo Sherman dispuestas en grillas de muestreo. En cada tipo de hábitat se instalaron cuatro grillas de 25 trampas cada una a una distancia de 10 m entre trampas, cubriendo una superficie de 1.600 m². Las trampas permanecieron activas durante ocho noches consecutivas por campaña, sumando un total de 12 000 trampas/noche y 96 000 m² de superficie evaluada para los cinco tipos de hábitats.

La caracterización del ensamblaje de mariposas diurnas se realizó a través de la captura por unidad de esfuerzo con redes entomológicas, las cuales se hicieron al azar en cada tipo de bosque, abarcando la superficie de los fragmentos con un esfuerzo de captura de 2 ó 3 personas/8 horas/día, llegando a un total de 216 horas de trabajo efectivo por persona a lo largo del tiempo de muestreo. El uso de trampas Van Someren Rydon no arrojó ningún resultado.

Para el estudio de las aves se empleó la metodología de los puntos de censo. La distancia mínima entre puntos de censo fue de 100 m, los registros fueron tomados de todas las aves vistas o escuchadas en un radio de 50 m. Los censos fueron realizados desde el alba hasta que la actividad de las aves bajaba (aproximadamente a 11:00 a.m.), cada conteo se realizó durante 12 minutos.

Para el análisis de datos se utilizó el programa EstimateS, vs 7.5 con el fin de obtener el número de especies esperadas y los índices de diversidad de Shannon y Simpson. También se estimaron curvas de acumulación de especies. Para establecer la asociación entre especies y hábitats se realizó una prueba de chi-cuadrado. Para comparar la similitud de especies en los diferentes tipos de hábitat se estimó el índice cualitativo de Sorenson donde todas las especies tienen igual peso en la ecuación independientemente de ser abundantes o raras; también se obtuvo el índice cuantitativo de Sorenson, el cual toma como medida la abundancia de las especies.

3. Resultados y discusión

Capturamos 312 individuos de pequeños mamíferos de dos familias: Didelphidae (1sp.) y Muridae (7 sp.). Los hábitats de kewiña y eucalipto poseen la mayor riqueza (seis especies), sin embargo, estas diferencias no son significativas ($\chi^2 = 3.952$; gl. = 20; $P > 0.05$). Se encontró diferencias en la abundancia entre hábitats al analizarlos conjuntamente ($\chi^2 = 21,32$; gl. = 4; $P < 0,05$). Consiguientemente, al hacer comparaciones múltiples entre pares de hábitats también existen algunas diferencias significativas, observándose un gradiente desde bosques de kewiña con la mayor abundancia, seguidos por bosques mixtos de kewiña-eucalipto y plantaciones de eucaliptos y pinos. El hábitat más diferente de todos fue el bosque mixto de kewiña-pino, donde se registró la menor abundancia. Las plantaciones de bosques exóticos tienen los mayores valores en sus índices de diversidad y el hábitat de kewiña-eucalipto el menor. Sin embargo, estas diferencias no son significativas ($F = 0,236$; Gl = 4; $P = 0,915$).

Durante la investigación registramos 24 especies de mariposas, en 20 géneros y 7 familias. La diversidad de especies entre los cinco tipos de hábitats no es significativamente diferente cuando comparamos los índices de diversidad de Shannon (H'), Hill (N_2) y Simpson (D). Sin embargo, observamos una tendencia de los bosques mixtos a contener una mayor abundancia y riqueza de especies; y una abundancia reducida de mariposas en los bosques de eucaliptos. Los cinco tipos de bosque estudiados presentaron alta equitatividad y similitud proporcional relativamente alta entre la composición de especies y proporción de individuos por especie en su mayoría con valores mayores al 50%. La especie *Junonia vestina livia* fue la dominante en 4 de los 5 hábitats (kewiña, eucalipto, pino-kewiña y eucalipto-kewiña). Se comprobó que la presencia de viento asociada a una disminución de temperatura es la limitante principal para la capturabilidad de mariposas.

Se encontraron diferencias altamente significativas de diversidad de aves entre épocas para el bosque exótico ($P < 0.0001$), registrándose una mayor diversidad en la época húmeda. También se encontraron diferencias altamente significativas entre los tres tipos de bosque ($P < 0.0001$, en todos los casos), siendo el más diverso el bosque nativo de kewiña. En cuanto a la composición de aves, los bosques más similares fueron el de kewiña y el mixto con un 83,5% de especies compartidas. El índice de

rareza o endemismo de aves fue más alto en bosques nativos ($R = 3.2$), debido principalmente a la presencia de aves endémicas y rangos de distribución restringida. En relación a la abundancia, se pudo observar que el bosque de Kewiña presentó la mayor cantidad de aves ($N = 1127$), seguido por el bosque mixto ($N = 561$) y el exótico ($N = 159$), estas diferencias fueron altamente significativas ($P < 0.0001$, para todos los casos).

4. Conclusiones

Los hábitats de kewiña y el mixto de kewiña-eucalipto son los que presentaron mayor abundancia de mamíferos comparados con los demás ambientes. La baja abundancia de pequeños mamíferos en las plantaciones de pino, eucalipto y bosques mixtos de kewiña-pino, indican que la diversidad de pequeños mamíferos estaría negativamente comprometida por pérdida de hábitat en bosques nativos, por introducción de pino y en menor grado por eucalipto. El ensamble de pequeños mamíferos en cuatro de los cinco ambientes evaluados están dominados por dos especies *Phyllotis osilae* y *Oxymycterus paramensis*, ambas generalistas en sus requerimientos de hábitat y alimentos, además de un amplio rango de distribución altitudinal y latitudinal.

No se han detectado diferencias producto de la introducción de especies exóticas en la diversidad del ensamblaje de mariposas asociadas a los distintos tipos de hábitats. La tendencia de los bosques mixtos a contener una mayor diversidad de especies sugiere que el estado de perturbación intermedia de los bosques nativos puede contener un ensamble de mariposas diurnas más diverso por la presencia de especies nativas y generalistas al mismo tiempo. Sin embargo, el costo de explotación de estos nuevos ambientes se traduce en una reducción muy importante en la abundancia de especies características de bosques altoandinos y un incremento de especies generalistas. El ensamble de mariposas en cuatro de los ambientes evaluados está dominada por una sola especie. Por otra parte, la baja abundancia de individuos en bosques de eucalipto nos sugiere que representa un ambiente más hostil para el ensamblaje de mariposas diurnas.

Existe una mayor diversidad y abundancia de aves en los bosques nativos de kewiña en relación a los bosques mixtos y exóticos. Por otra parte, los bosques de kewiña albergan más especies de aves endémicas y especialistas de hábitat. Los bosques exóticos y mixtos no proveen suficientes recursos para mantener la avifauna nativa de los bosques de kewiña.

La respuesta de los ensamblajes de animales nativos (mamíferos, mariposas y aves) a la introducción de bosques exóticos de pinos y eucaliptos es diferente entre ellos y depende de la historia natural de cada uno de los grupos. Sin embargo, existe una influencia de la introducción de pino y eucalipto en cada uno de estos ambientes sobre la fauna y se puede concluir que los pinos y eucaliptos plantados en zonas de kewiña tienen un efecto sobre la fauna nativa y que por lo general es negativa. Muchas especies disminuyen o desaparecen y se incrementa la abundancia de especies

generalistas. Esto podría tener consecuencias negativas sobre los procesos ecológicos de ambientes nativos andinos y afectar a la integridad ecológica de dichos ambientes.

Agradecimientos

Agradecimientos a los auxiliares, tesistas y a la dirección del Parque Nacional Tunari por permitirnos trabajar en el área. Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Cooperación Belga (VLIR-IUC) al Proyecto Tunari y al convenio ASDI-UMSS que financió el proyecto P01CC001.

Referencias

- [1] J. Fjeldså, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Peru and Bolivia: a contribution to sustainable natural resource management in the Andes. *NORDECO*, Copenhagen, Dinamarca, 250 p, 1996.
- [2] T. Hjarsen. Birds in high Andean woodlands and plantations in Bolivia. Implications for development of sustainable land-use. *Zoological Museum. University of Copenhagen*, Copenhagen, Dinamarca, 203 p, 1997.
- [3] J.C. Ralph, G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. Desante, B. Mila. Manual de métodos de campo para el monitoreo de las aves terrestres. *General Technical Report. ALBANO*, 47 p, 1996.
- [4] M. Kessler, P. Driesch. Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 21, 1-18, 1993.
- [5] W.C. Crespo. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari. *Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, FCyT, Universidad Mayor de San Simón*, Cochabamba, Bolivia, 92 p, 1989.
- [6] M.A. Damascos, G.G. Gallopin. Ecología de un arbusto introducido (*Rosa rubiginosa* L = *Rosa eglanteria* L): Riesgo de invasión y efectos en las comunidades vegetales de la región andino-patagónica de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 63, 395-407, 1992.
- [7] A. Schulte. Posibilidades y necesidades del desarrollo forestal en los Andes. Especies nativas versus especies exóticas. *Revista de Agricultura*, 48, 1991.

Diversidad florística asociada a los bosques montanos de Pinabete (*Abies Guatemalensis* Rehder) en Guatemala

M.M. Velásquez Villatoro
Instituto Nacional de Bosques, San Cristóbal Totonicapán, Guatemala
mariovelasquez_99@yahoo.com

Palabras claves: *Abies guatemalensis*, Pinabete, especie protegida, diversidad florística

Resumen

Los bosques de pinabete (*Abies guatemalensis*) son bosques nativos y se distribuyen principalmente en el altiplano occidental guatemalteco arriba de 2 000 m, dentro del ecosistema de bosque de coníferas altimontano [1]; el pinabete es una especie forestal protegida, endémica y en vías de extinción en Guatemala. Estos bosques tienen gran importancia debido a la biodiversidad que almacenan; por ello estudiantes y profesores de la Universidad de San Carlos de Guatemala han realizado investigaciones relacionadas con la diversidad florística asociada. Entre los principales resultados se tiene que son alrededor de 136 especies vegetales asociadas que están agrupadas en arbóreas, arbustivas y herbáceas [2, 3]. Estos bosques también cumplen la función de captadores dentro del ciclo hidrológico porque captan y liberan agua hacia las fuentes de agua que abastecen a las comunidades cercanas, además mantienen el caudal de ríos superficiales que son utilizados dentro y fuera de las fronteras guatemaltecas.

1. Introducción

El *A. guatemalensis* es una especie forestal perteneciente a las coníferas que puede alcanzar alturas arriba de los 45 metros, crece en rodales puros o mixtos encontrándose en asocio con *Pinus ayacahuite* y *Cupressus lusitanica* así como algunos árboles pertenecientes al género *Quercus* spp. Es el abeto más meridional (más sureño) de todo el continente americano [4] y en Guatemala se desarrolla naturalmente en zonas subalpinas que corresponden las zonas de vida de bosque muy húmedo montano y nosque muy húmedo montano bajo.

Sin embargo los ecosistemas de pinabete han sufrido una considerable disminución de su cobertura original estimada (tomando en cuenta desde cuando se tiene conocimiento de la especie en el país) y va con datos desde 558 858 hectáreas en 1954 a una cobertura estimada de 25 255 hectáreas en 1999 [4]. Sin embargo y para que esta disminución se de, muchos han sido los factores que han influido que van desde sus requerimientos altitudinales, baja exigencia en calor, resistencia al frío y altas demandas de humedad hacen que su distribución natural en el país sea restringida. También hay que sumar los cambios de uso de suelo, desramado de los árboles para utilizar como aromático en la época navideña, pastoreo, poca y escasa

producción de semillas han contribuido para considerar a esta especie como protegida, endémica y en vías de extinción.

Estando concientes que la reducción y/o pérdida de los bosques de pinabete no solamente afecta a la especie como tal, sino que toda a aquella flora que se encuentra asociada a estos bosques y que utilizan a los mismos como nichos o cobertores y que en muchas ocasiones se cree también que tienen relaciones simbióticas y en casos empíricos los comunitarios han determinado que algunas especies sirven de nodriza a otras que son sensibles al calor o al frío intenso. Por todo ello se hace necesaria la evaluación de flora asociada de estos bosques, ya que mucha de esta flora es utilizada por personas que viven en las periferias y que hacen uso de ellas con fines ornamentales y/o medicinales. Varias de estas especies también se encuentran incluidas en la lista de especies amenazadas o protegidas que maneja el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló como parte de dos tesis de grado de estudiantes de la carrera de ingeniería forestal del centro universitario del Nor-Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, sobre valoración de bienes y servicios ambientales en bosques de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder).

Los bosques evaluados están ubicados a altitudes sobre el nivel del mar que van desde 2 800-3 600; su ubicación geográfica pertenece a los municipios de: Chiantla, Todos Santos Cuchumatán y San Juan Ixcóy del departamento de Huehuetenango y San José Ojetenam, San Cristóbal Ixciguan y Concepción Tutuapa del departamento de San Marcos. Para el caso de los tres primeros municipios pertenecen a la región fisiográfica de tierras altas sedimentarias y los otros tres municipios a la región fisiográfica a tierras altas volcánicas.

La evaluación de la diversidad florística asociada a pinabete se hizo a través de parcelas de muestreo, de acuerdo al estrato que se estuviese evaluando, siendo éstas las siguientes: estrato arbóreo = parcelas de 50 x 10 m (500 m²), estrato arbustivo = tres subparcelas de 5 x 10 m (50 m²) distribuidas en la parte superior, central e inferior de la parcela de estrato arbóreo, estrato herbáceo = seis subparcelas de 1 x 0.5 m (1 m²) distribuidas en el centro inferior y superior de cada subparcela del estrato arbustivo [3]. En estas parcelas se recolectaron muestras representativas de cada una de las plantas contabilizadas dentro de las mismas las que posteriormente fueron identificadas en el laboratorio botánico.

3. Resultados y discusión

El estudio se realizó en un total de 42 parches de bosque de inabete ubicados en los seis municipios, las características de cada uno se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Información relacionada con la ubicación, tipo de propiedad y extensión de los bosques de *Abies guatemalensis* Rehder en los cuales se evaluó la diversidad florística asociada

Departamento	Municipio	Comunidad	Nombre del bosque	Tipo de propiedad	Extensión (ha)		
Huehuetenango	Chiantla	Aldea las Majadas	Tzup	Privada	22.13		
		Aldea Bacú	Yatolop	Municipal	41.07		
	San Juan Ixcoy	Aldea Chanchocal I	Quinini	Municipal	22.92		
		Aldea Jolotes	Jolotes	Privada	4.26		
		Aldea Chalhuitz	Puerta del Cielo	Municipal	64.80		
	Todos Santos Cuchumatán	Aldea el Rancho	Tujsaxom	Municipal	40.32		
			Tzichoc	Municipal	31.74		
			Tujxirole	Municipal	11.29		
	San Marcos	San José Ojetenam	Aldea Pavolaj	El Zapatillo	Comunal	17.60	
				El Moral	Comunal	8.70	
Aldea San Fernando			Las Nubes	Comunal	104.40		
			Las Cincuenta	Comunal	2.52		
Aldea Esquipulas			Las Ventanas	Comunal	412.00		
Aldea Santa Cruz Buena Vista			San Luis	Comunal	5.00		
Cabecera Municipal		Bosque Municipal	Bosque Municipal	Municipal	52.40		
			Bosque Comunal	Comunal	3.75		
			Gregorio Chilel	Privada	1.56		
			Juana López	Privada	1.25		
			Jerónimo Ramírez	Privada	1.25		
			Aldea Tuiquinamle	Bosque Comunal	Comunal	25.00	
			Aldea Julischin	Bosque Comunal	Comunal	3.13	
			Aldea Cieneguillas	Bosque Comunal	Comunal	9.10	
				Bosque Particular	Privada	12.40	
			San Cristóbal Ixchiguan	Cabecera Municipal	Los Cuervos	Municipal	56.60
					Macario Martín	Privada	1.25
					Gabino Martín	Privada	1.60
					Fidel Martín	Privada	1.25
					Lorenzo Ramírez	Privada	4.70
Eulalio Ramírez	Privada	6.25					
Cruz Sandoval	Privada	9.40					
Concepción Tutuapa	Concepción Tutuapa	Las Flores y las Barrancas	9 propietarios en Total	Privada	10.04		
		Calapte	Daniel Martínez	Privada	2.50		
Concepción Tutuapa	Concepción Tutuapa	La Hondonada	Privada	3.09			
Total					1,112.20		

Fuente: [2, 3]

La tabla anterior demuestra que el mayor número de bosques evaluados son de propiedad particular o privada con un total de 23 parches de bosque, que sumados en hacen 82.93 hectáreas y de las tres modalidades de propiedad de los bosques es la que está menos representada con un 7.46%, seguidos en área por los 8 bosques municipales con 321.14 hectáreas (28.87%) y los bosques comunales son 11 y hacen

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

un área de 708.20 hectáreas; esta modalidad es la que mayor número de área representa dentro de todo el estudio con un 63.67%.

Se determinó que la diversidad florística asociada a los bosques de pinabete es de un total de 136 especies agrupadas en 52 familias. Por cada uno de los dos grandes escenarios de estudio (regiones fisiográficas donde se ubica el bosque de pinabete) la diversidad florística asociada es la siguiente: en tierras altas sedimentarias se identificó un total de 84 especies agrupadas en 35 familias distribuidas por el estrato evaluado de la siguiente manera: 52 estrato herbáceo, 20 estrato arbustivo y 12 estrato arbóreo; mientras que en tierras altas volcánicas se encontraron 85 especies en total pertenecientes a 40 familias, siendo la distribución por hábito de crecimiento la siguiente: 43 estrato herbáceo, 30 estrato arbustivo y 12 estrato arbóreo. En la tabla 2 se presenta con mayor detalle esta información.

Tabla 2: Diversidad florística en los tres estratos de vegetación evaluados, asociada a los bosques de *Abies guatemalensis* Rehder. Las abreviaturas corresponden a: TAS = Tierras altas sedimentarias y TAV = Tierras altas volcánicas

Familia	Nombre científico	Presente		Hábito de crecimiento
		TAS	TAV	
ADIANTACEAE	<i>Adiantum sp.</i>			
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea acutifolia</i> (Link & Otto) Herb			
AMARYLLIDACEAE	<i>Bomarea acutifolia</i> (Lk & Otto)			
APIACEAE	<i>Daucus montanus</i> Hum & Bonpl ex Schult			
	<i>Eryngium carlinae</i> Delwar			
	<i>Eryngium cymosum</i> Delwar			
	<i>Myrrhidendron sp.</i>			
	<i>Arracacia atropurpurea</i> (Lehm) Benth & Hook			
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>			
BEGONIACEAE	<i>Begonia ludicra</i> A. DC			
	<i>Begonia oaxacana</i> A. DC			
BETULACEAE	<i>Alnus firmifolia</i> Fernald			
	<i>Alnus jorullensis</i> HBK			
BLECHNACEAE	<i>Blechnum sp.</i>			
BORAGINACEAE	<i>Hackelia skutchii</i> I. M. Johnston			
	<i>Hackelia mexicana</i> (Schlecht & Cham) I. M.			
BRASSICACEAE	<i>Lamprophragma longifolium</i> (Benth) O. E.			
BUDDLEJACEAE	<i>Buddleia megalcephala</i> Donn Sm			
	<i>Buddleia skutchii</i> Morton			
	<i>Buddleia nitida</i> Benth in DC			
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia umbelifera</i> M Vaugh			
	<i>Lobelia laxiflora</i>			
CAPRIFOLIACEAE	<i>Lonicera guatemalensis</i> Véliz et Carrillo			
	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> HBK			
	<i>Viburnum jucundum</i> Morton			
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria sp.</i>			

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

	<i>Aphanactis standleyi</i> Steyerm				
	<i>Baccharis vacciniodes</i> HBK				
	<i>Bidens chiapensis</i> Brandg				
	<i>Bidens triplinervia</i> HBK				
	<i>Calea guatemalensis</i> Donn. Sm				
	<i>Cirsium radians</i> Benth.				
	<i>Dahlia australis</i> (Sherff) Sorensen				
	<i>Eupatorium caeciliae</i> Rob				
	<i>Erigeron karsvinskianum</i> DC				
	<i>Eupatorium pycnocephaloides</i> Loes				
	<i>Eupatorium semialatum</i> Benth				
	<i>Gnaphalium greenmannii</i> Blake				
	<i>Gnaphalium</i> sp. 1				
	<i>Gnaphalium</i> sp. 2				
COMPOSITAE (ASTERACEAE)	<i>Hieracium</i> sp. 1				
	<i>Hieracium</i> sp. 2				
	<i>Oxylobus ganduliferus</i> (Sch-Bip) Gray				
	<i>Senecio doratophyllus</i> Benth.				
	<i>Senecio Warszewiczii</i> A Br & Bouché				
	<i>Senecio</i> sp. 1				
	<i>Senecio</i> sp. 2				
	<i>Senecio</i> sp. 3				
	<i>Senecio barba</i> - Johannis DC				
	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.				
	<i>Senecio heterogamus</i> (Benth) Hemsli				
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i> HBK				
	<i>Stevia jorulensis</i> HBK				
	<i>Tagetes foetidissima</i> DC				
	<i>Verbesina gigantea</i> Jacq.				
	<i>Wemeria nubigena</i> HBK				
	COMMELINACEAE	<i>Weldenia candida</i> Schult.			
	CRASSULACEAE	<i>Sedum australe</i> Rose in Britt & Rose			
	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus standleyi</i> Steyerm.			
		<i>Cupressus lusitanica</i> Miller			
CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp				
ERICACEAE	<i>Arctostaphylos pyrifolia</i> (Donn. Sm) Standl. et Steyerm				
	<i>Arbutus xalapensis</i>				
	<i>Permettya ciliata</i> (Schlt & Cham) Small				
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia</i> sp.				
FABACEAE	<i>Lupinus montanus</i> HBK				
	<i>Trifolium amabile</i> HBK				
FAGACEAE	<i>Quercus pilicaulis</i> Trel.				
	<i>Quercus</i> sp. 1				
	<i>Quercus</i> sp. 2				

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

GENTIANACEAE	<i>Halenia brevicornis</i> (HBK) G. Donn			
	<i>Halenia decumbens</i> Benth.			
GERANIACEAE	<i>Geranium andicola</i> Loes			
HYDROPHYLLACEAE	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav) Spreng			
	<i>Sisyrinchium</i> sp.			
IRIDACEAE	<i>Tigridia pavonia</i> (L.f) Ker in Koning & Sims.			
	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> var. centroamericanus Steyermark			
JUNCACEAE	<i>Luzula caricina</i> E Mey.			
LAMIACEAE	<i>Salvia cinnabarina</i> Mart. & Gal			
	<i>Salvia disjuncta</i> Fernald			
	<i>Salvia Hyptoides</i> Mart. & Gal			
	<i>Salvia nana</i> HBK			
	<i>Satureja seleriana</i> Loes			
LILIACEAE	<i>Kniphofia uvaria</i> (L.) Hook			
	<i>Smilacina flexuosa</i> Bertol.			
LYTRACEAE	<i>Cuphea cyanea</i> DC			
ONAGRACEAE	<i>Fuchsia microphylla</i> HBK			
	<i>Fuchsia</i> sp.			
ORCHIDACEAE	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pavón			
	<i>Calanthe</i> sp.			
	<i>Habenaria limosa</i> (Lind.) Hemsl.			
	<i>Malaxis ehrenbergii</i> (Reich f) O Ktze			
OXALIDACEAE	<i>Triplora</i> sp.			
	<i>Oxalis calcicola</i> Standl & Steyerm			
PAPAVERACEAE	<i>Oxalis</i> sp.			
	<i>Bocconia</i> sp.			
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i> L.			
PINACEAE	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder			
	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl			
	<i>Pinus rudis</i> Endl			
	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenberg			
PIPERACEAE	<i>Peperomia campyloptropa</i> A W Hill			
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis</i> Lam.			
POACEAE	<i>Bromas exaltatus</i> Bernh.			
	<i>Calamagrostis junciformis</i> (HBK) Steud.			
	<i>Chusquea</i> sp.			
POLYGALACEAE	<i>Monnina xalapensis</i> HBK			
POLYPODIACEAE (Helechos)	<i>Asplenium</i> sp.			
	<i>Plecosorus</i> sp.			
	<i>Polystichum</i> sp.			
	<i>Adiantum andicola</i> Liebm			
	<i>Cheilanthes</i> sp.			
PYROLACEAE	<i>Pyrola secunda</i> L.			
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus gooides</i> HBK			

	<i>Alchemilla guatemalensis</i> Rothm			
	<i>Alchemilla vulcanica</i> Schlt. & Cham			
	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.			
ROSACEAE	<i>Acaena elongata</i> I Mant.			
	<i>Holodiscus argenteus</i> (L f) Maxim			
	<i>Potentilla heterosepala</i> Fritsch			
	<i>Rubus eriocarpus</i> Liebm.			
	<i>Rubus trilobus</i> Seringe in DC			
SAXIFRAGACEAE	<i>Ribes microphyllum</i> HBK			
SCROPHULARIACEAE	<i>Castilleja integrifolia</i> var. <i>alpigena</i> L.			
	<i>Lamorouxia xalapensis</i> HBK			
	<i>Penstemon gentianoides</i> (HBK) Poiret			
SMILACACEAE	<i>Smilacina fructuosa</i>			
	<i>Cestrum guatemalense</i> Francer			
SOLANACEAE	<i>Solanum agrimonifolium</i>			
	<i>Solanum dulcamoroides</i> Dunal			
	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal			
STERCULIACEAE	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>			
VALERIANACEAE	<i>Valeriana</i> sp.			
VIOLACEAE	<i>Viola nannei</i> Polar			
	<i>Viola guatemalensis</i> Becker			

Fuente: [2, 3]

Las especies que fueron encontradas en ambos escenarios de evaluación son 6 arbóreas, 12 arbustivas y 15 herbáceas, lo que demuestra la gran diversidad de flora que se encuentra asociada a estos bosques montanos, que podría depender en gran parte al origen de los suelos.

4. Conclusiones

Al comparar especies comunes entre los escenarios de evaluación, se concluye que la diversidad de flora entre ambos es diferente si consideramos esta riqueza de plantas encontradas e identificadas y de las cuales una mínima parte es común en ambos, aunque tendría que evaluarse en otro estudio dicha hipótesis con mayor detalle si esta riqueza depende del origen de los suelos.

En los bosques de pinabete evaluados se pudo determinar que la mayor área en extensión son de propiedad y/o administración comunal, lo que sin duda alguna ha permitido mantener estos bosques y a toda la diversidad florística asociada a esta especie.

Los ecosistemas de pinabete representan para Guatemala paisajes únicos en las montañas altas del altiplano del país, donde aún se puede encontrar esta especie. Además es importante la flora asociada. Habría que evaluar también la fauna que tiene como nicho ecológico permanente estos bosques así como la que lo utiliza únicamente como un puente de migración en su traslado hacia otras áreas.

Agradecimientos

A mis colegas Herless Arbey Martínez Recinos y Leyder Estuardo Gómez Gómez, por permitirme utilizar la información que generaron durante la realización de sus tesis de grado.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Bosques. Mapa de Ecosistemas Vegetales de Guatemala. (CD-R). *Interactivo, 1 disco compacto (74 min, 650 MB)*, 2001.
- [2] H.A. Martínez Recinos. Valoración económica preliminar de bienes y servicios brindados por la comunidades naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en los municipios de Chiantla, Todos Santos Cuchumatán y San Juan Ixcoy, Huehuetenango. *Tesis de Licenciatura, CUNOROC / USAC, Huehuetenango, Guatemala, 2002.*
- [3] L.E. Gómez Gómez. Valoración de bienes y servicios ambientales en los bosques naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en tres regímenes de propiedad de los municipios San José Ojetenam, San Cristóbal Ixchiguan y Concepción Tutuapa, San Marcos. *Tesis de Licenciatura CUNOROC / USAC, Huehuetenango, Guatemala, 2004.*
- [4] CONAP (*Consejo Nacional de Areas Protegidas*), INAB (Instituto Nacional de Bosques), USAID (United States Agency for International Development). *Diagnostico de las poblaciones naturales de pinabete (Abies guatemalensis Rehder) en Guatemala, 60 p, 1999.*

Diversidad y composición florística del bosque seco andino del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi

L. Cayola^{1,2}, P.M. Jørgensen², A. Araujo-M.^{1,2}, A. Fuentes^{1,2}

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés,
La Paz, Bolivia

² Missouri Botanical Garden, St. Louis, USA
lcayola@yahoo.com, lpb.madidi@accelerate.com

Palabras claves: Diversidad, estructura, bosque seco, Madidi

Resumen

Los bosques secos tropicales presentan una estación seca pronunciada y suelos fértiles aptos para la agricultura. Comparados a bosques montanos y amazónicos, son bajos, menos diversos, pobres en epífitas y lianas; pero tienen un alto nivel de endemismos. El bosque seco de la región de Madidi es el relicto más grande y mejor conservado de esta formación en el Neotrópico. Se establecieron 82 parcelas temporales de muestreo (0.1 ha), se evaluaron 25 515 individuos (17 166 árboles, 6 180 arbustos y 2 169 lianas), se registraron 77 familias y 427 especies. Las familias más diversas fueron Fabaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae. Las especies importantes fueron *Oxandra spintana*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha* y *Phyllostylon rhamnoides*. Su composición y diversidad son similares a las de otras regiones de bosque seco del Neotrópico. Presentando afinidades florísticas con el bosque seco chiquitano y piedemonte andino del sur de Bolivia, confirmando los supuestos de trabajos anteriores.

1. Introducción

Los bosques secos tropicales presentan una estación seca pronunciada y suelos fértiles aptos para la agricultura. La mayor parte han sido ocupados y aprovechados desde las épocas coloniales; actualmente están provocando su desaparición el uso agrícola, ramoneo del ganado y especialmente el uso de la leña como principal combustible. La característica distintiva más sobresaliente de estas formaciones vegetales desde el punto de vista fisonómico es su carácter caducifolio. Es decir, que entre el 50 y 75% de los árboles pierde completamente sus hojas durante la época seca, originando un contraste fisonómico muy marcado entre la época seca y la de lluvias. Este periodo varía considerablemente según el régimen de lluvias [1].

En Bolivia, entre las ecoregiones más afectadas y utilizadas hace miles de años se encuentran los bosques secos interandinos, donde apenas existen relictos de vegetación boscosa que permiten determinar la vegetación potencial natural [2]. Los bosques secos en Bolivia se extienden desde el N de La Paz hasta el SO de Tarija,

pasando entre las sierras subandinas y la Cordillera Oriental. Es una ecoregión naturalmente fragmentada y heterogénea con distintas afinidades biogeográficas y elevado grado de endemismos [3].

El bosque seco de la región de Madidi (NO de La Paz), localizado en la cuenca alta del Río Tuichi es el relicto más grande y mejor conservado de esta formación en el Neotrópico [4]. Es una formación vegetal prístina, donde se intercalan bosques secos semidecíduos hasta decíduos. Posee clima estacional con época seca que dura aproximadamente 3 meses, en algunos sitios es más amplia. Durante la época de lluvias la mayor parte de los bosques secos semidecíduos es similar fisonómicamente a un bosque húmedo, pero son más bajos, menos diversos y en la mayoría de los casos pobres en epífitas y con poca o ninguna presencia de lianas. El bosque se extiende a manera de parches dispersos desde la comunidad de Moxos hasta Virgen del Rosario, desde donde se distribuye en forma continua a ambos lados del Río Tuichi hasta la Serranía de Asariamas. En ambos extremos contacta con bosques montanos húmedos (pluviales y pluviestacionales), de ahí en adelante y siguiendo el curso del Río Tuichi se presentan manchas cada vez más pequeñas con menos frecuencia. Hacia el oeste se extiende por el Río Machariapo hasta entrar en contacto con sabanas y el cerrado. El núcleo del bosque seco (decíduo y con una estación seca más amplia) se encuentra cerca de la comunidad de Asariamas. Se presenta desde los 600 m hasta los 1 150 m de altitud y ocupa un área aproximada de 1 418 km² [5], de los cuales 700 km² se encuentran en buen estado de conservación [4].

El Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y el Jardín Botánico de Missouri (MO) mediante el Proyecto Inventario Florístico de la Región del Madidi han inventariado el bosque seco del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN y ANMI) Madidi. Con el objeto de conocer la diversidad y composición florística de esta formación, se ha inventariado la vegetación en diferentes épocas, obteniéndose información básica y un juego completo de especímenes. Constituyéndose en el punto de partida para promover acciones y desarrollar estrategias de manejo y conservación del bosque seco.

2. Materiales y métodos

Para ubicar las localidades de muestreo, se trabajó con el mapa de vegetación de Madidi, Apolobamba y Pílon Lajas (del Depto. de Geografía, Museo Noel Kempff Mercado, a escala 1:250 000), mapas del plan de manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, cartas topográficas a escala 1:100 000 de Santa Cruz del Valle Ameno y Asariamas (Defense Mapping Agency, Serie H632, hojas 3 141 y 3 142) e imágenes satelitales de la región. Se definieron 11 localidades en función a su accesibilidad, distribuidas en los límites y núcleo de la formación vegetal (Fig. 1).

Se instalaron parcelas temporales de muestreo tipo Gentry modificado de 0.1 ha. La dimensión de cada parcela temporal fue de 20 x 50 m, divididas en 10 subparcelas de 10 x 10 m para facilitar la evaluación de los individuos. En campo, se identificó un

ambiente representativo y homogéneo de bosque seco, sin perturbaciones recientes. Inicialmente se abrió una senda de 50 m de largo, a partir de la cual y con ayuda de una brújula y una cinta métrica, se demarcaron las subparcelas de 10 x 10 m. En cada vértice de las subparcelas se clavaron jalones marcados con cintas de color. Se inventariaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 2.5 cm ($dap \geq 2.5$ cm, medido a 1.30 m del suelo).

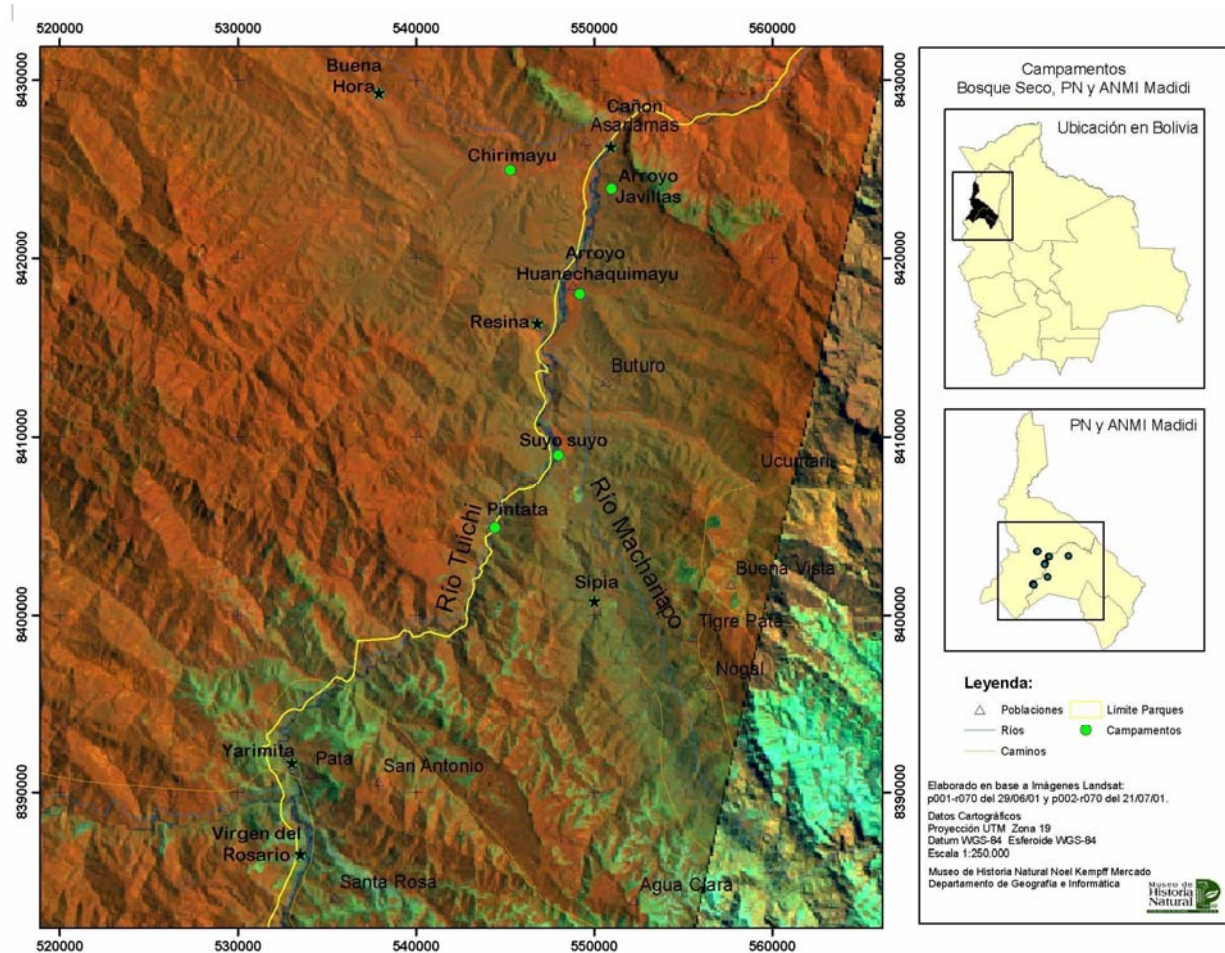


Fig.1: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo, los puntos señalan las localidades visitadas, las estrellas señalan las 6 localidades en donde se realizaron los inventarios

Los datos registrados de cada parcela fueron altitud, coordenadas geográficas, situación topográfica (fondo de valle, ladera, cima) y orientación. De los individuos se registraron la altura total, altura de fuste (solo de árboles con $dap \geq 10$ cm) y estado fenológico. Se coleccionaron todos los individuos registrados como especies diferentes, 4 duplicados de especies estériles y 8 de especies fértiles. Las colecciones fueron identificadas con las iniciales del colector y por números correlativos. Se herborizaron mediante métodos tradicionales de prensado y secado con estufas o preservación en solución alcohólica al 70%. Para su identificación se utilizaron claves botánicas o comparación con especímenes de la colección del LPB; un juego de plantas fue depositado en el LPB y otro fue enviado al MO para su identificación por especialistas.

Adicionalmente juegos de duplicados fueron enviados a los herbarios de Santa Cruz, Cochabamba y Chuquisaca.

3. Resultados y discusión

Se instalaron 82 parcelas temporales de muestreo (0.1 ha) en 6 localidades del bosque seco, de las 11 visitadas (Fig. 1). Los valores mínimos registrados en el inventario en todos los casos corresponden a las parcelas instaladas en el bosque de cerrado de las cercanías de la comunidad Virgen del Rosario, límite sur del bosque seco.

Diversidad

En 8.2 ha se registraron 427 especies, aproximadamente 242 géneros y 77 familias. Se encontró un promedio de 42 especies por parcela, la parcela más diversa presentó 65 especies y la menos diversa 12. Las familias con más géneros fueron Fabaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae (Tabla 1), esto indicaría niveles de especiación elevados en estas familias. Para el caso especial de Fabaceae se esperaría encontrar la mayor cantidad de endemismos; asimismo Fabaceae también fue diversa en especies, junto con Myrtaceae, cada una con 65 y 44, respectivamente. Sin embargo, es probable que Myrtaceae esté sobrevalorada en especies, debido a que es una familia taxonómicamente compleja y la mayor parte del material fue encontrada en estado estériles, lo que dificulta su identificación; esta cantidad elevada de especies de Myrtaceae nos hace pensar en alguna relación del bosque seco del Madidi con el bosque de mirtáceas boliviano-tucumano del subandino superior, mencionado por Navarro [6] con los cuales comparte 9 especies: *Blepharocalyx* sp., *Eugenia feijoi*, *E. uniflora*, *Myrcia fallax*, *Myrcianthes callicoma*, *M. pseudomato*, *M. pungens*, *Myrciaria floribunda* y *Siphoneugena occidentalis* [7]. De estas especies, la más importante en este bosque seco es *Myrciaria floribunda* (Tabla 2). El género con más especies fue *Eugenia*, seguido de *Machaerium*, *Acacia* y *Arrabidaea* (Tabla 1).

Tabla 1: Las 12 familias y 12 géneros más diversos del bosque seco de la cuenca alta del Río Tuichi, Región del Madidi

Familia	Nº especies	Nº géneros	Géneros	Nº especies
Fabaceae	65	30	<i>Eugenia</i>	18
Myrtaceae	44	8	<i>Machaerium</i>	9
Bignoniaceae	29	17	<i>Acacia</i>	8
Euphorbiaceae	22	14	<i>Arrabidaea</i>	5
Malpighiaceae	19	6	<i>Banisteriopsis</i>	5
Sapindaceae	18	9	<i>Bunchosia</i>	5
Rubiaceae	14	13	<i>Chrysophyllum</i>	5
Moraceae	12	8	<i>Lonchocarpus</i>	5
Lauraceae	11	5	<i>Piptadenia</i>	5
Rutaceae	11	8	<i>Allophylus</i>	4
Sapotaceae	11	4	<i>Myrcianthes</i>	4
Apocynaceae	10	5	<i>Aspidosperma</i>	4

Se registraron 66 especies raras (un solo registro en toda la muestra) muchas de ellas especies restringidas a un solo hábitat. El bosque seco de Madidi se distribuye en cimas, laderas de pendiente suave a escarpadas, fondos de valle y terrazas amplias.

Tabla 2: Las 20 especies con mayores valores de índice de valor de importancia (IVI) del bosque seco de la cuenca alta del Río Tuichi, Madidi

Especie	Ab.	Frec.	Dom. (m ² /ha)	Ab. rel. (%)	Frec. rel. (%)	Dom. rel. (%)	IVI
<i>Oxandra espintana</i>	3004	61	19,39	11,77	1,73	7,70	7,07
<i>Anadenanthera colubrina</i>	348	60	26,07	1,36	1,71	10,35	4,47
<i>Trichilia catigua</i>	1430	49	6,28	5,60	1,39	2,49	3,16
<i>Capparis polyantha</i>	790	53	7,92	3,10	1,51	3,14	2,58
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	611	51	9,74	2,39	1,45	3,87	2,57
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	215	34	12,16	0,84	0,97	4,83	2,21
<i>Machaerium scleroxylon</i>	375	57	8,12	1,47	1,62	3,22	2,10
<i>Trichilia elegans</i>	673	54	3,02	2,64	1,53	1,20	1,79
<i>Myrciaria floribunda</i>	995	14	2,31	3,90	0,40	0,92	1,74
<i>Capparis coimbrana</i>	553	57	3,49	2,17	1,62	1,39	1,72
<i>Gallesia integrifolia</i>	166	37	8,27	0,65	1,05	3,28	1,66
<i>Opuntia brasiliensis</i>	476	67	1,98	1,87	1,90	0,79	1,52
<i>Astrocasia jacobinensis</i>	701	31	1,10	2,75	0,88	0,44	1,35
<i>Chrysophyllum</i> vel sp. nov.	325	38	4,22	1,27	1,08	1,67	1,34
<i>Ceiba speciosa</i>	39	23	7,75	0,15	0,65	3,08	1,29
<i>Myroxylon balsamum</i>	229	42	4,46	0,90	1,19	1,77	1,29
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	133	41	4,42	0,52	1,17	1,75	1,15
<i>Achatocarpus praecox</i>	290	42	2,47	1,14	1,19	0,98	1,10
<i>Ximenia americana</i>	196	30	4,19	0,77	0,85	1,67	1,10
<i>Allophylus edulis</i>	388	47	0,91	1,52	1,34	0,36	1,07

Debido a los numerosos hábitats por la variación topográfica, muchas especies de bosques amazónicos y montanos comparten el espacio con especies típicas de este bosque. Sin embargo, la mayoría se restringe a ambientes colindantes del bosque seco con bosques montanos y amazónicos. Es el caso claro de *Swietenia macrophylla* de la cual se hallaron 8 individuos, confinados a fondos de valle donde existen condiciones favorables de humedad por la presencia cercana de arroyos o ríos. Además se manifiesta una influencia actualmente disjunta de elementos florísticos brasileño-paranenses con presencia de numerosas especies también presentes en la Chiquitanía y el Cerrado [8]. Adicionalmente encontramos 24 nuevos registros para la región de Madidi, algunas de ellas son *Kielmeyera paniculada* (Clusiaceae), *Luetzelburgia praecox* (Fabaceae), *Banara tomentosa* y *Xylosma velutina* (Flacourtiaceae). También encontramos 10 especies nuevas para la ciencia, dos de ellas son nuevas especies de *Passiflora* y *Bauhinia* por lo que están siendo descritas. Otras como *Amyris*, *Chrysophyllum* y *Justicia* todavía no pueden describirse por falta de material adecuado.

Abundancia

Se evaluaron 25 515 individuos, de los cuales 17 166 fueron árboles, 6 180 arbustos y 2 169 lianas. El promedio de individuos por parcela fue de 311.2 ± 88.8 valor que supera al promedio de árboles (304.5) hallado inicialmente por Kessler y Helme [4] para el bosque seco de Madidi. La parcela con menos árboles y/o arbustos tuvo 99 individuos en bosque del Cerrado. Las parcelas más densas registraron 650 y 589 árboles y/o arbustos. El promedio de lianas fue de 26.45 ± 22.06 por parcela con extremos de 0 y 122. El valor 0 fue hallado en parcelas instaladas en bosque del Cerrado, el valor 122 fue hallado en el límite entre bosque seco y bosque montano pluvial. Las familias más abundantes fueron Fabaceae, Annonaceae, Myrtaceae, Meliaceae y Euphorbiaceae, que acumulan el 52.4% de todos los individuos. Las especies abundantes fueron: *Oxandra espintana*, *Trichilia catigua*, *Myrciaria floribunda*, *Capparis polyantha*, *Astrocacia jacobinensis*, *Trichilia elegans*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Capparis coimbrana*, *Opuntia brasiliensis*, *Allophylus edulis* y *Machaerium scleroxylon*. Existen 712 individuos/ha con $dap \geq 10$ cm, este valor es cercano a los 697 obtenido por Cayola et al. [9] y los 757 ± 200 registrado por Araujo et al. [10] usando el método de parcelas permanentes de muestreo ($dap \geq 10$ cm).

Dominancia

El área basal para las 8.2 ha fue de 251.8 m^2 con un promedio de $3.07 \pm 0.98 \text{ m}^2/0.1 \text{ ha}$. *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana*, *Schinopsis brasiliensis*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Gallesia integrifolia*, *Machaerium scleroxylon*, *Capparis polyantha*, *Ceiba speciosa*, *Trichilia catigua*, *Myroxylon balsamum* y *Aspidosperma cylindrocarpon* son las especies que acumularon el 45.5% del área basal total. Asimismo Fabaceae, Annonaceae, Anacardiaceae, Ulmaceae y Myrtaceae, acumulan más del 50% del área basal (Tabla 2). En cuanto a los individuos con $dap \geq 10$ cm su área basal fue de $25.4 \text{ m}^2/\text{ha}$, siendo un valor intermedio entre los obtenidos por Araujo et al. [10] que reporto un promedio de $25.82 \pm 7.16 \text{ m}^2/\text{ha}$ para 13 PPMs y Cayola et al. [9] $19.96 \text{ m}^2/\text{ha}$ de 1 PPM.

Frecuencia

De las 427 especies encontradas, solo 14 se presentaron en más del 50% de las parcelas instaladas y 140 especies fueron registradas en una sola parcela de las 82 inventariadas. Entre las especies más frecuentes tenemos a *Opuntia brasiliensis*, *Oxandra espintana*, *Anadenanthera colubrina*, *Capparis coimbrana*, *Machaerium scleroxylon*, *Trichilia elegans*, *Capparis polyantha*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Trichilia catigua* (Tabla 2). El resto presenta valores de frecuencia bajos, lo que nos ayuda a concluir que la mayor parte de las especies están restringidas a microhábitats especializados, por la altitud, clima, orientación y usos o también por el sustrato y la disponibilidad de agua en época seca. Las familias más frecuentes fueron Fabaceae, Meliaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae y Annonaceae.

Importancia ecológica

Oxandra espintana, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *T. elegans*, *Capparis polyantha*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Schinopsis brasiliensis*, *Machaerium scleroxylon*, *Myrciaria floribunda*, *Capparis coimbrana*, *Gallesia integrifolia*, *Opuntia brasiliensis*,

Astrocasia jacobinensis y *Chrysophyllum* vel. sp. nov., fueron las especies más importantes, acumularon el 42.3% del IVI. Fabaceae fue la familia con el valor más alto de IVIF (15%), seguida por Annonaceae (8%), Myrtaceae (6.5%), Meliaceae (6.3%) y Capparaceae (4.5%) (Tabla 2). Kessler & Helme [4], Fuentes et al. [3] y Cayola et al. [9], encontraron afinidad estrecha entre bosques secos de la Chiquitanía y estos bosques del Madidi. López et al. [11] al comparar 628 géneros de plantas leñosas de 19 regiones secas, confirmaron estas afinidades del bosque seco de la cuenca alta del Río Tuichi con los chiquitanos, pero además son afines a los bosques secos del norte de Perú.

Estructura de la vegetación

La distribución horizontal de los individuos refleja una "J" invertida típica de bosques tropicales, donde el 77.1% de los individuos posee un dap < 10 cm (Fig. 2), la siguiente clase 10-20 cm acumula solo el 17.1% de los individuos. El área basal vs. clases diamétricas presenta una curva distorsionada con 2 picos notorios, el primero refleja la acumulación del área basal en la clase diamétrica 10-20 cm, probablemente debido a la abundancia de individuos en esta clase. El segundo pico se encuentra sobre la clase diamétrica > 50, esta clase no es abundante, pero todos sus individuos poseen diámetros elevados, lo que ocasionaría la acumulación del área basal. La distribución vertical denota la acumulación de individuos en dos clases altimétricas. La clase altimétrica 5-10 m con 46.5% de los individuos, seguida de la clase < 5 m con el 29.3% (Fig.2), mostrando que el bosque está dominado por árboles de bajo porte y/o arbustos. La clase altimétrica más diversa es 5-10 m con 297 especies, < 5 m con 262 especies y 10-15 m, 202 especies. En relación al área basal, la curva muestra la acumulación de área basal entre clases altimétricas 5-10 y 10-15 m.

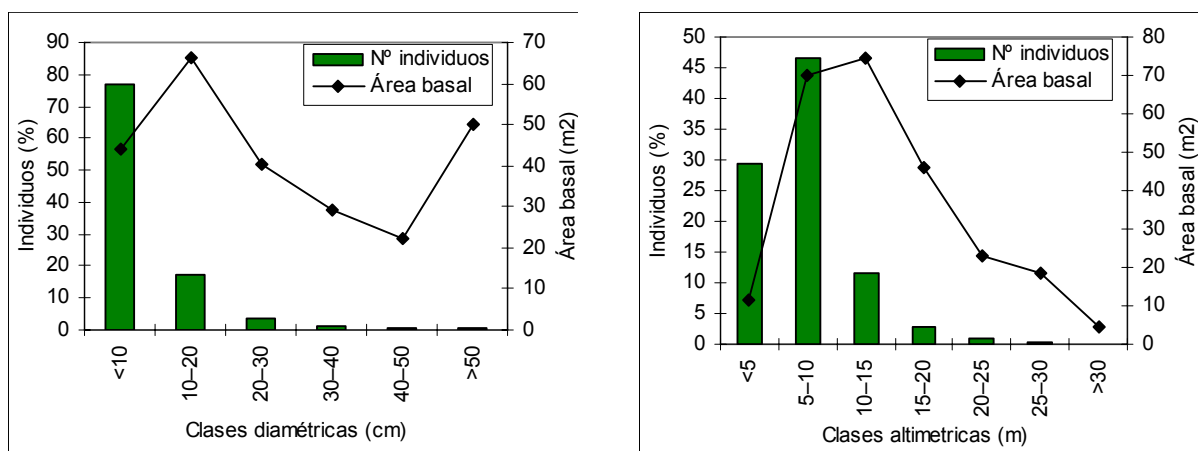


Fig. 2: Distribución de los individuos y el área basal en clases diamétricas y altimétricas

4. Conclusiones

En el bosque seco de la región de Madidi se encontraron 24 nuevos registros para la región y 10 nuevas especies para la ciencia, dos de ellas *Passiflora* sp. nov. y *Bauhinia* sp. nov. están siendo descritas actualmente. Fabaceae, Annonaceae, Myrtaceae,

Meliaceae y Capparaceae, así como *Oxandra espiñana*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha* y *Phyllostylon rhamnoides* son las familias y especies, respectivamente, más importantes de esta formación.

El bosque seco de Madidi se distribuye en diversos hábitats formados a partir de la variación topográfica, por lo que su composición florística es heterogénea. Especies de bosques amazónicos y montanos comparten el espacio con especies típicas del bosque seco. Además su afinidad florística con el bosque seco chiquitano es muy estrecha.

Agradecimientos

El trabajo fue realizado por el Proyecto Inventario Florístico de la Región del Madidi, gracias al apoyo del Herbario Nacional de Bolivia, el Jardín Botánico de Missouri y la National Geographic Society.

Referencias

- [1] T.D. Pennington, J. Sarukhán. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO*, 413 p, 1968.
- [2] P.L. Ibsch, J.C. Chive, S.D. Espinoza, N.V. Araujo. Estado de conservación de la biodiversidad. Pp 264–296. En: P. Ibsch, G. Mérida (Eds.). Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación. *Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz, Bolivia*, 2003.
- [3] A. Fuentes, A. Araujo-M., H. Cabrera-C., F. Canqui, L. Cayola, C. Maldonado, N. Paniagua. Estructura, composición y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del Río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, 41-62, 2004.
- [4] M. Kessler, N. Helme. Floristic diversity and phytogeography of the central Tuichi valley, an isolated dry forest locality in the Bolivian Andes. *Candollea*, 54, 341-366, 1999.
- [5] T.J. Killeen, T.M. Siles, L. Soria, L. Correa. Estratificación de vegetación y cambio de uso del suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 32-69, 2005.
- [6] G. Navarro. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. En: G. Navarro, M. Maldonado (eds.), Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. *Centro de Ecología Simón I. Patiño, Departamento de Difusión, Cochabamba, Bolivia*, 500 p, 2002.
- [7] RAP. South Central Chuquisaca. *Conservation Internacional, RAP Working Paper*, 8, 1997.
- [8] G. Navarro, W. Ferreira. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, 1-40, 2004.

- [9] L. Cayola, A. Fuentes, P.M. Jørgensen. Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 40(3), 396-417, 2005.
- [10] A. Araujo-M., L. Cayola, J. Uzquiano, C. Campos, S. Paredes, F. Zenteno-R., P.M. Jørgensen. Composición florística de los bosques andinos semidecíduos pluviestacionales del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* (en prensa), 2007.
- [11] R.P. López, D. Larrea, M. Macia. The arid and dry plant formations of South America and their floristic connections: new data, new interpretation? *Darwiniana*, 44(1), 18-31, 2006.

Caracterización florística y ecológica de las etapas seriales de los bosques nativos de *Polylepis subtusalbida* en las cuencas de Tirani y Chorojo en la Cordillera del Tunari del Departamento de Cochabamba, Bolivia

C. Antezana, M. Mercado
Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
cantezana@gmail.com, magalymercado@hotmail.com

Palabras claves: Vegetación altoandina, fitosociología, comunidades

Resumen

El presente trabajo constituye un estudio de las comunidades vegetales existentes en la Cordillera del Tunari correspondiente a las cuencas de las comunidades de Chorojo y Tirani (provincias Cercado y Quillacollo), dentro de los límites altitudinales de 3 200-3 700 m. La metodología utilizada se basó en un enfoque integrado de las relaciones entre el medio físico (clima, suelo, geomorfología, geología), el paisaje vegetal y el uso humano a lo largo de la historia, incorporando técnicas de análisis geobotánico del paisaje (Gèhu y Rivas-Martínez [1], Rivas-Martínez et al. [2]). Se encontró una serie climatófila Navarro y Maldonado [3] de vegetación con 5 comunidades vegetales y sus especies características que corresponden a: bosques de *Polylepis subtusalbida* y *Schinus andinus*, arbustales seriales de *Berberis commutata* y *Clinopodium bolivianum*, pajonal de *Baccharis papillosa* y *Poa asperiflora*, pajonal pionero de *Stipa ichu*, así como una comunidad de malezas arvenses de *Tarasa tenella* y *Muhlenbergia peruviana*.

1. Introducción

Las especies de *Polylepis* son endémicas de Sudamérica [4] y constituyen los únicos bosques nativos que se desarrollan a grandes elevaciones. Los bosques de *Polylepis* mantienen especies únicas de plantas, algunas endémicas y presentan una gran diversidad de formas de vida que van desde epífitas hasta hierbas, constituyendo los ecosistemas más amenazados en zonas altoandinas de Sudamérica [5]. Estos bosques se encuentran en un escenario fragmentado mantenido por el fuego y la renovación de pastizales para el ganado y algunas veces fuertemente modificados por prácticas de reforestación o instalación de cultivos.

La Cordillera del Tunari en su conjunto muestra claramente las características de un paisaje cultural amoldado durante siglos de agricultura tradicional andina en la zona, la misma que tiene una estrecha relación entre el hombre y la naturaleza. Sin embargo, la

declaración del área como parque nacional en 1962 y su ampliación en 1991 apunta a una modificación drástica del uso del territorio.

Bajo los antecedentes mencionados, el presente estudio constituye una propuesta para la diferenciación preliminar de los tipos de vegetación en las comunidades de Chorojo y Tirani de la Cordillera del Tunari, en Cochabamba.

2. Materiales y métodos

Las áreas de estudio se ubican en la comunidad de Tirani colindante con la ciudad de Cochabamba (Prov. Cercado) 2 700-4 500 m y la comunidad de Chorojo localizada aproximadamente a 60 km de la ciudad de Cochabamba (Quillacollo, municipio Sipe Sipe) con un rango altitudinal de 3 200-4 600 m. La realización de los inventarios fitosociológicos se ha llevado a cabo según Braun-Blanquet [3], escuela de Zurich-Montpellier y Gèhu y Rivas-Martínez [1]. Por tanto esta constituye la etapa analítica o la realización de los inventarios de la vegetación sobre el terreno.

La selección de los lugares para realizar los inventarios se hizo subjetivamente tratando de escoger áreas representativas de todos los tipos de vegetación presentes en el área total de estudio. Los inventarios fueron caracterizados mediante elevación, exposición e inclinación, datos estructurales de la vegetación (porte y cobertura de los estratos de vegetación), así como la influencia humana (tala, cobertura y pastoreo).

La abundancia de las especies indicadoras fue anotada según la escala de abundancia [1]. Por otra parte, está la etapa sintética o de comparación analógica de los inventarios por las técnicas de tablero (o por ordenamiento) y de la elaboración del sistema fitosociológico.

3. Resultados y discusión

El paisaje vegetal aparece en la actualidad como un mosaico dinámico de distintos biótopos, ocupado cada uno de ellos por una comunidad vegetal que representa un aspecto o etapa más o menos degradada o estructurada de un conjunto de etapas que confluyen hacia una determinada vegetación potencial. El conjunto así constituido, incluyendo los biótopos posibles con remanentes de la vegetación original, se traduce en las siguientes comunidades, descritas según los pisos bioclimáticos y ecológicos existentes en la zona:

3.1. Piso bioclimático supratropical (vegetación del piso puneño)

Bosques climatófilos altoandinos de *Polylepis subtusalbida* y *Schinus andinus* (bosques de kewiña)

Vegetación que se encuentra en el paisaje a manera de manchas boscosas residuales, repartidas de manera óptima en las situaciones de difícil acceso para: el hombre, el

ganado, el fuego y la extracción de leña, así como también cabeceras de quebradas, laderas de quebradas abruptas, pedregales de bloques rocosos en laderas y similares protegidas del viento fuerte de las zonas altas. Esto unido a varias manchas boscosas remanentes en topografías no tan abruptas, producto de un uso moderado del bosque, así como de árboles dispersos en áreas de uso intensivo del suelo, permite deducir en la mayoría de los casos la potencialidad boscosa original. En el área de estudio, por tanto, los khewiñares de la asociación *Berberis commutata*-*Polylepis subtusalbida*, constituyen la vegetación climácica potencial del piso ecológico puneño (supratropical) y tienen su límite superior a los 3 760 m y el inferior en la zona de estudio a los 3 580 m. Se puede interpretar en general la estructura de los fragmentos remanentes como micro-mesobosques semi-sempervirentes bajos a medios (2-6 m) de altura.

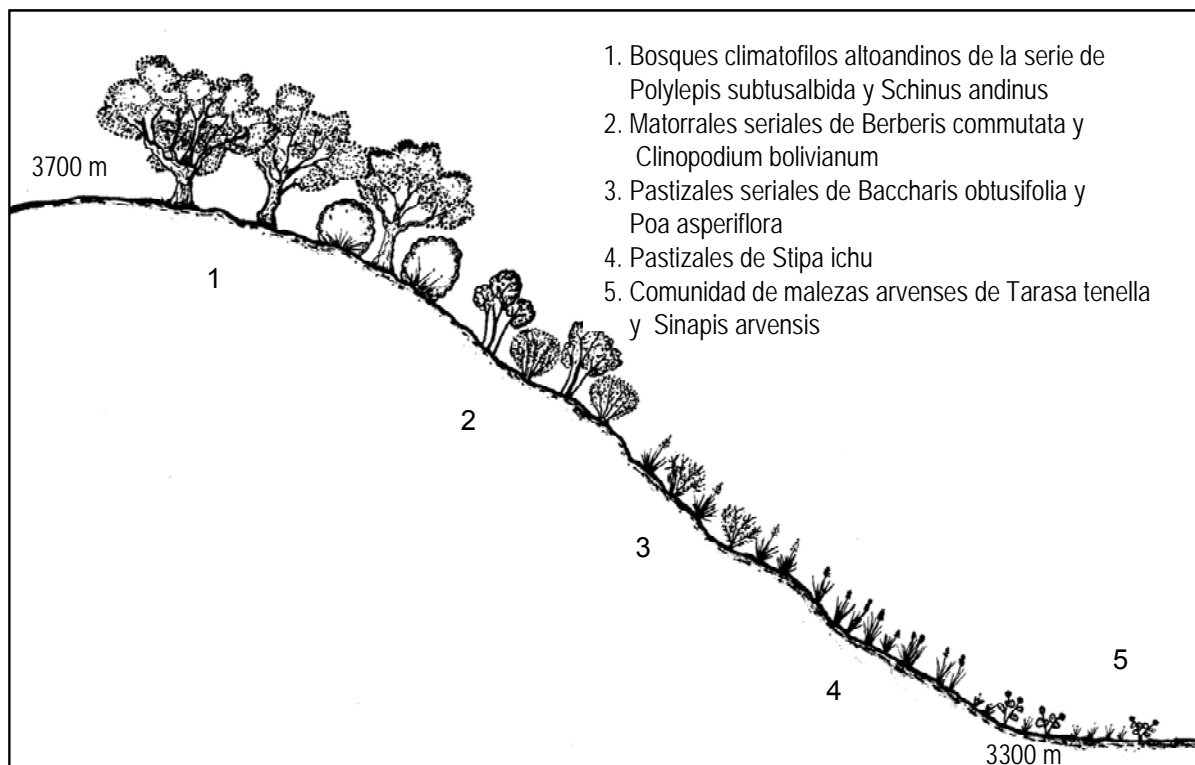


Fig. 1: Perfil de vegetación en la Cordillera del Tunari

Desde el punto de vista florístico, el estrato arbóreo se encuentra caracterizado solamente por *Polylepis subtusalbida*. El estrato arbustivo se caracteriza principalmente por *Ribes sucheziense*, *Berberis conmutata*, *B. rariflora*, *Clinopodium bolivianum*, *Mintostachys andina*, y *Mutisia acuminata*. En el estrato herbáceo se encuentran *Woodsia montevidensis*, *Asplenium guillesii*, *Adiantum thalictroides*, *Asplenium monantes* y *Festuca dolichophylla*, entre otras.

En contacto con los pajonales, en situación de suelos mal drenados y depresiones topográficas inundadas, se establecen comunidades de plantas tolerantes al exceso de agua. Las plantas características de este tipo de vegetación son: *Juncus ebracteatus*, *Mimulus glabratus*, *Cotula mexicana*, *Castilleja pumila*, *Alchemilla pinnata*.

3.2. Vegetación serial (etapas de sustitución) en el límite entre el piso mesotropical y supratropical

Matorrales seriales de *Berberis commutata* y *Clinopodium bolivianum*

Constituye una etapa serial situada en el límite de los pisos mesotropical y supratropical no muy representativa, dada la mezcla de elementos de ambos pisos, pero en el presente caso más dirigido a los bosques altoandinos de kewiña (*Polylepis subtusalbida*). Se encuentran en pequeñas hondonadas o quebradas húmedas, bordeando terrenos de cultivo situación que favorece a la conservación de este tipo de comunidades y que a la larga formarían parte de la sucesión progresiva hacia los bosques naturales, por tanto se considera buena esta práctica de los campesinos.

Estructuralmente esta comunidad está constituida por un dosel de 1-3 m, en el que sobresalen pequeños arbolitos y arbustos como *Berberis commutata*, *B. rariflora*, *Schinus andinus*, *Clinopodium bolivianum*, *Baccharis yunguensis*, *B. dracunculifolia*, *Barnadesia sp.*, *Ribes sucheziense* y *Lepechinia graveolens* (Fig. 1). El segundo estrato comprendido entre los 50-80 cm se caracteriza principalmente por la presencia de algunos hem criptófitos graminoides, herbáceas y apoyantes como: *Stipa ichu*, *Festuca sp.*, *Ageratina stenbergiana*, *Stevia sp.*, *Eryngium rauhianun*, *Cajophora canarinoides* y *Salvia sp.*

Pajonales seriales de *Baccharis obtusifolia* y *Poa asperiflora*

Son pajonales de sustitución que se encuentran justo en el límite superior de la serie de la en el inferior de la serie del *Polylepis subtusalbida*. Esta comunidad de pajonal con arbustos ocupa situaciones topográficas de laderas, generalmente en áreas adyacentes a los sitios de ecotono entre remanentes boscosos de *Polylepis subtusalbida*. Este tipo de comunidades disponen de humedad estacionalmente y como consecuencia de la biomasa que producen en estas épocas soportan un pastoreo moderado sin sobrecarga. Constituye la etapa serial de sustitución más extendida actualmente en el paisaje ocupado por la serie.

Estructuralmente se encuentra dominado por un estrato superior de macollos compactos de gramíneas altas y algunos fanerófitos como: *Poa asperiflora*, *Baccharis obtusifolia*, *B. poliphylla*, *Gomphrena meyeniana* y *Festuca dolichophylla*. Así como otras herbáceas de menor tamaño.

Pajonales de *Stipa ichu*

Como parte de los terrenos en descanso por lapsos superiores a tres años, encontramos algunos pajonales caracterizados por la presencia de *Stipa ichu*, buen bioindicador de esta situación. Los pajonales de *Stipa ichu* crecen en lugares semisecos a secos con suelos superficiales a profundos, pero siempre en laderas. Esta comunidad sólo se la evidenció en la localidad de Tirani, sin embargo es de suponer que también se encuentra en la otra cuenca que corresponde al Chorojo.

Estructuralmente este pajonal está caracterizado por un estrato que puede llegar a medir hasta un metro, en el que la especie dominante es *Stipa ichu* seguida por otros arbustos como: *Baccharis dracunculifolia*, *Lepechinia meyenii* y *Eryngium rauhianum*. Un segundo estrato bajo está predominado por muchas herbáceas hemicriptófitas y terófitas de talla menor, entre las que sobresalen *Tagetes minuta*, *Trifolium amabile*, *Apium leptophyllum*, *Nasella inconspicua*, *Bidens andicola*, *Muhlenbergia peruviana*, *Chenopodium ambrosioides*, entre otras.

Según Pestalozzi [7] los pajonales de Sikuya o ichu (*Stipa ichu*), son los más ampliamente distribuidos en áreas similares (Tapacari), siendo los más preferidos para la instalación de parcelas, para el cultivo de papas.

Comunidad de *Tarasa tenella* y *Muehlenbergia rigida*

Es una comunidad de malas hierbas arvenses subnitrófilas, que se desenvuelven en cultivos de (papa, oca, cebada, avena), barbechos y claros eutrofizados comunes en toda el área de estudio, propia de los pisos supratropical y orotropical en su límite inferior (Fig. 1). Estructuralmente es abierta a semiabierta, con coberturas comprendidas entre 30-40%, con un dosel que puede alcanzar unos 80 cm de altura, en el que sobresalen especies como: *Tarasa tenella* y el geófito rizomatozo, *Sinapis arvensis*.

El herbazal es de estructura biestratificada, en el que se destaca un primer estrato que alcanza de 50-80 cm de alto con la presencia de especies como: *Tarasa tenella*, *Sinapis arvensis* y *Bromus catharticus*; en el segundo estrato se caracterizan especies rastreras y de menor talla que en algunos casos sólo llegan a medir entre 10-20 cm, entre las que se encuentran varias especies como: *Muhlenbergia peruviana*, *Lachemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Richardia brasiliensis*, *Zinnia peruviana*, *Anoda cristata*, *Anagallis arvensis* y *Heterosperma tenuisetum*.

Las especies asociadas están constituidas sobre todo por terófitos, caméfitos neotropicales y andinos como: *Agrostis toluensis*, *Rumex acetocella*, *Galium corymbosum*, *Bidens andicola*, *B. pseudocosmos*, entre otras; en todos los casos las especies provienen de las comunidades arvenses y ruderales con las que la comunidad entra en contacto.

4. Conclusiones

En el presente estudio se encontró una serie climatófila según Navarro y Maldonado [9] de vegetación con cinco comunidades vegetales con sus especies características que corresponden a: bosques de *Polylepis subtusalbida* y *Schinus andinus*, arbustales seriales de *Berberis commutata* y *Clinopodium bolivianum*, pajonal de *Baccharis papillosa* y *Poa asperiflora*, pajonal pionero de *Stipa ichu*, así como una comunidad de malezas arvenses de *Tarasa tenella* y *Muhlenbergia peruviana*.

Referencias

- [1] J.M. Gehu, S. Rivas-Martínez. Notions fondamentales de phytosociologie. *Ver. Intern. Symposium Syntaxonomie in Rinteln*, 1-33, 1981.
- [2] S. Rivas-Martínez, D. Sánchez-Mata, M. Costa. North American boreal and western temperate forest vegetation. *Itinera Geobotánica*, 12, 5-316, 1999.
- [3] G. Navarro, M. Maldonado. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. *Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba, Bolivia*, 745 p, 2002.
- [4] B.B. Simpson. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbea). *Smithsonian. Contr. Bot.*, 43, 1997.
- [5] J. Fjeldsá, M. Kessler. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Peru and Bolivia . A contribution to sustainable natural resource management in the Andes. *NORDECO, Copenhagen, Dinamarca*, 1996.
- [6] J. Braun-Blanquet. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. *H. Blume, Madrid, España*, 820 p, 1979.
- [7] H. Pestalozzi. Flora Ilustrada altoandina. *M & C. Editores, Cochabamba, Bolivia*, 244 p, 1998.

Caracterización micorrizogénica de un bosque de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en el Parque Nacional Villarrica, Cordillera de los Andes, IX Región, Chile

J.N. Villegas¹, R.F. Carrillo¹, P. Núñez¹, M. Rodríguez²

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera,

² Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

jvill008@pinhue.ufro.cl, rcarril@ufro.cl

Palabras claves: *Nothofagus pumilio*, ectomicorrización, composición florística

Resumen

Los bosques de *Nothofagus pumilio* se caracterizan por ser propios de Sudamérica y únicos en el mundo, dado el carácter de su composición florística y sitios donde se desarrollan. Los suelos se caracterizan por ser delgados, pobres en nutrientes y con una alta tasa de fijación química de fósforo. Para establecer la presencia de micorriza arbuscular (MA) y ectomicorrización (EC) se utilizó la metodología propuesta por Koske y Gemma [1] y Brundrett et al. [2] respectivamente. El análisis de suelo refleja las condiciones restrictivas en las cuales se presenta el bosque con un pH ácido y escaso fósforo disponible para las plantas. Ello justifica la presencia de un alto porcentaje de micorrización, existiendo predominio de la micorriza arbuscular (84,8%). Sin embargo, el fenómeno de ectomicorrización es relevante a nivel rizosférico, dado que la comunidad vegetal está determinada por *N. pumilio*, la cual aparece asociada al simbionte *Cortinarius magellanicus* Spegazzini.

1. Introducción

Los procesos de micorrización favorecen la agregación del suelo, mejorando la retención de agua, porosidad y ampliando el ámbito de acción radicular para la obtención de nutrientes. Lo anterior es posible gracias a una compleja red de hifas, a través de las cuales se interconectan las especies vegetales, adquiriendo importancia la traslocación bidireccional de hidratos de carbono en el ciclado de los nutrientes [2, 3].

Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser (lenga) corresponde a una especie arbórea endémica, la cual forma parte de los bosques subantárticos; se caracteriza por ser monoica, caduca y alcanzar alturas de hasta 30 m. Su distribución abarca desde la VII a XII región de Chile a lo largo de la Cordillera de los Andes (35°35' - 55°31'S) y también tiene distribuciones locales en la Cordillera de la Costa, entre la VIII y X región [4]. Otra clasificación plantea que la lenga como tipo forestal está representada desde

el paralelo 36°50' hasta los 56° S y que incorpora comunidades boscosas que forman el límite del bosque, ubicándose a alturas superiores a los 1000 m [5].

La escasa información existente en la actualidad referida a los fenómenos simbióticos a nivel rizosférico en comunidades boscosas de distribución natural en Chile hacen pertinente la recopilación de información con antecedentes fundamentales para su requerimiento futuro. De este modo, el presente trabajo caracteriza la micorrización de la flora vascular asociada a un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) (Poepp. et Endl.) Krasser en el Parque Nacional Villarrica, Cordillera de los Andes, IX Región, Chile.

2. Metodología

El área de estudio está ubicada en los faldeos del Volcán Villarrica, Cordillera de los Andes y corresponde a un bosque de lenga puro; georeferencialmente localizada en los 39°23'-71°58'S y a 1 283 m. La topografía y relieve del lugar se encuentran fuertemente modificados por la actividad volcánica, lo que hace particular la presencia de altas cumbres, abruptas quebradas y fuertes pendientes. El clima se caracteriza por ser templado lluvioso con precipitaciones que sobrepasan los 3 000 mm anuales. La actividad volcánica del lugar ha originado extensas áreas en que es posible reconocer flujos de lava y depósitos volcanoclásticos, con predominio de material denominado olivino, lo que es importante en la formación de suelos con cenizas parentales basálticas [6]. Esta área fue inaugurada como Parque Nacional en 1940 y en la actualidad alcanza una superficie de 63 000 ha, la mayoría de las cuales se encuentran en la Provincia de Cautín, IX Región de La Araucanía.

El estudio de la comunidad vegetal se realizó de acuerdo a la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet [7, 8]. Para la determinación y reconocimiento de la flora, se consultó el herbario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera (Temuco) y se utilizaron textos para su identificación [9, 10, 11]. Para la asignación de nombres científicos de las especies se utilizó el catálogo de la flora vascular de Chile [12]. Las especies registradas fueron clasificadas según formas de vida de Raunkiaer para la determinación del espectro biológico [13, 14].

La extracción del material radical se realizó entre los 15-30 cm de profundidad. Para establecer la presencia de micorriza arbuscular (MA), el material radical fue teñido y su evaluación se realizó al microscopio óptico [1, 8]. El estudio de la ectomicorrización se llevó a cabo con el análisis del material radical bajo lupa estereoscópica y microscopio óptico [2]. Para el análisis químico de suelo, se determinó el contenido de fósforo según método Olsen. Para la extracción de sales de Ca, Mg, K y Na se utilizó CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0.

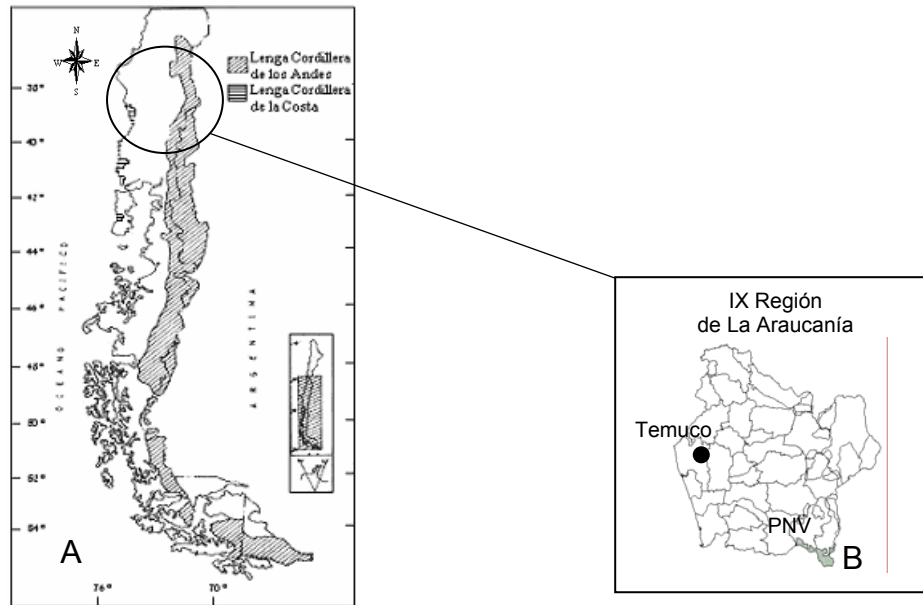


Fig. 1: Sitio del estudio: (A) Distribución longitudinal de *N. pumilio*, en la Cordillera de los Andes y Cordillera de la Costa; (B) Identificación del área de estudio, Parque Nacional Villarrica (PNV)

3. Resultados y discusión

La caracterización de la flora vascular del bosque de lenga se muestra en la tabla 1. Se registró un total de 33 especies y 16 familias. Las especies más importantes corresponden a *Nothofagus pumilio* y *Drimys andina*, la primera es la única que alcanza tamaños arbóreos y por tanto es dominante en el dosel, mientras que *D. andina* es predominante en la formación del estrato arbustivo bajo (subarbustivo) junto a otras, como *Maytenus magellanica* y *M. disticha*. Un último estrato corresponde al tipo herbáceo, que aparece debido al carácter decíduo de lenga y permite el paso de la radiación solar al piso del bosque, factor relevante en el periodo primaveral y estival, que incide en el aumento significativo de la actividad biológica del suelo. En la tabla 1 se observa la distribución de los tipos de micorrizas en relación a las diferentes formas de vida. El predominio del tipo MA está presente en las formas de vida fanerófitica, hemicriptófitica, criptófitica y camefítica, la simbiosis ectomicorrícica y ericoide se asocia a formas de vida fanerófiticas, en cambio la ausencia del fenómeno simbiótico de micorrización se constata en la especie *Myoschilos oblonga*.

En el rodal estudiado, no aparecen individuos de *N. pumilio* de tamaño arbustivo y es posible distinguir al menos tres clases de edad, lo que constituye una estructura multietánea con densidades (N) desde 66-733 indiv./ha. La altura media del rodal (H) es de 13 m. La caracterización de la comunidad de *N. pumilio* se presenta en la tabla 2.

Tabla 1: Caracterización de la flora y tipo de micorrización en el bosque de lenga, Parque Nacional Villarrica, Chile

Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> , Parque Nacional Villarrica					
Nº	Especie	Nombre común	Familia	FV	TM
1	<i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl.) Krasser.	Lenga	<i>Fagaceae</i>	Fa	EC
2	<i>Drimys andina</i> (Reiche) R.A. Rodr. et Quez.	Canelo andino	<i>Winteraceae</i>	Fa	MA
3	<i>Maytenus magellanica</i> (Lam.) Hook. f.	Maiten, leña dura	<i>Celastraceae</i>	Fa	MA
4	<i>Maytenus disticha</i> (Hook. f.) Urban.	Maitén enano	Celastraceae	Fa	MA
5	<i>Berberis empetrifolia</i> Lam.	Michay de cordillera	<i>Berberidaceae</i>	Fa	MA
6	<i>Berberis darwini</i> Hook.	Michay	<i>Berberidaceae</i>	Fa	MA
7	<i>Berberis linearifolia</i> Phil.	Michay rojo	<i>Berberidaceae</i>	Fa	MA
8	<i>Berberis buxifolia</i> Lam.	Calafate	<i>Berberidaceae</i>	Fa	MA
9	<i>Berberis serrato-dentata</i> Lechler.	Michay	<i>Berberidaceae</i>	Fa	MA
10	<i>Empetrum rubrum</i> Vahl ex Willd.	Mutilla	<i>Empetraceae</i>	Ca	MA
11	<i>Chusquea tenuiflora</i> Phil.	Tihuén	<i>Poaceae</i>	Fa	MA
12	<i>Anthoxanthum juncifolium</i> (Hackel) Veldk.	Pasto de la cordillera	<i>Poaceae</i>	He	MA
13	<i>Pernettya poeppigii</i> DC.	Chaurilla	<i>Ericaceae</i>	Fa	ER
14	<i>Pernettya pumila</i> (L.f.) Hook.	Chaura	<i>Ericaceae</i>	Fa	ER
15	<i>Gaultheria pumila</i> var. <i>pumila</i> (L.f.) D.J. Middleton.	Chaura	<i>Ericaceae</i>	Fa	ER
16	<i>Ribes magellanicum</i> Poir.	Parrilla	<i>Saxifragaceae</i>	Fa	MA
17	<i>Ovidia andina</i> (P. et E.) Meisn.	Pillo-pillo	<i>Saxifragaceae</i>	Fa	MA
18	<i>Haplopappus dipoplappus</i> Remy.	Hierba del chivato	<i>Asteraceae</i>	He	MA
19	<i>Baccharis magellanica</i> (Lam.) Pers.	Radín, mosaiquillo	<i>Asteraceae</i>	Fa	MA
20	<i>Belloa chilensis</i> (H. et A.) Remy	Lucilia	<i>Asteraceae</i>	He	MA
21	<i>Senecio trifurcatus</i> (G. Forster) Less	Senecio	<i>Asteraceae</i>	He	MA
22	<i>Adesmia retusa</i> Griseb.	Adesmia	<i>Papilionaceae</i>	Cr	MA
23	<i>Adesmia emarginata</i> Clos.	Paraneka, paramela	Papilionaceae	Ca	MA
24	<i>Adesmia longipes</i> Phil.	Paramilla	<i>Papilionaceae</i>	Ca	MA
25	<i>Myoschilos oblonga</i> R. et P.	Codocoypu, orocoipo	<i>Santalaceae</i>	Fa	SM
26	<i>Quinchamalium chilense</i> Mol.	Quinchamalí	<i>Santalaceae</i>	He	MA
27	<i>Fragaria chiloensis</i> (L.) Duch.	Frutilla blanca	<i>Rosaceae</i>	He	MA
28	<i>Acaena pinnatifida</i> R. et P.	Cadillo de la cordillera	<i>Rosaceae</i>	He	MA
29	<i>Sisyrinchium pearcei</i> Phil.	Huilmo, sissi	<i>Iridaceae</i>	He	MA
30	<i>Viola reichei</i> Skottsbo.	Violeta amarilla	<i>Violaceae</i>	He	MA
31	<i>Viola cotyledon</i> Gingins.	Hierba del corazón	<i>Violaceae</i>	He	MA
32	<i>Calandrinia</i> sp.	Calandrinia	<i>Portulacaceae</i>	He	MA
33	<i>Astroemeria ligtu</i> LM.	Amancay	<i>Liliaceae</i>	He	MA

Leyenda: Presencia/ Ausencia de tipos de micorrizas (TM) (MA = Micorriza arbuscular, EC = ectomicorriza, ER = ericoide, SM = sin micorriza); FV = formas de vida (Fa = fanerófitos, Ca = caméfitos, He = hemicriptófitos, Cr = criptófitos)

El espectro biológico basado en las formas de vida (Fig. 2) nos muestra predominio de fanerófitos (52%) y hemicriptófitos (33%). El representante exclusivo de la primera forma de vida señalada corresponde a *N. pumilio*, que determina la comunidad vegetal y que en su condición de caducidad permite la aparición de estratos inferiores donde se desarrollan las formas caméfiticas y criptófiticas. En la Tabla 3 se muestran los tipos de micorrizas asociadas a la comunidad boscosa de lenga con dominio del tipo micorrícico

arbuscular (MA) el cual alcanza un 84,85%; le siguen el tipo de micorriza ericoide y finalmente se representa el tipo ectomicorrícico (EC) en *N. pumilio*.

Tabla 2: Caracterización de la comunidad boscosa de *N. pumilio*, Parque Nacional Villarrica

Característica s asociación vegetal	Nº Especies vasculares	Nº Estratos vegetales	Tipo de bosque	N Total (árb/ha)	H (m)	Composición del suelo	Cobertura dosel arbóreo (%)	% de luz incidente a nivel del sotobosque	Espesor de la pp nival en invierno (m)
Bosque de Lengua <i>Nothofagetum pumiliae</i>	33	3	Caduco	2100	13	Cenizas parentales basálticas, ricas en olivino	65	80,5	1,5

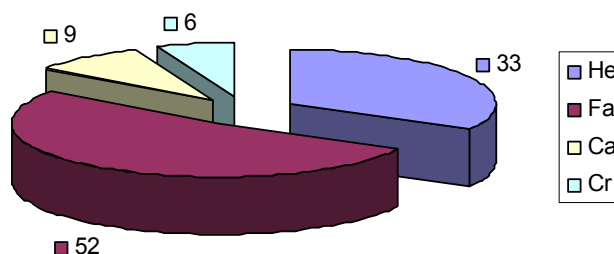


Fig. 2: Espectro biológico asociado a la comunidad boscosa de *N. pumilio*, Fa = Fanerófitos, Ca = Caméfitos, He = Hemicriptófitos, Cr = Criptófitos

Tabla 3: Tipos de micorriza asociada al bosque de *N. pumilio* (MA = Micorriza-Arbuscular, EC = Ectomicorriza, ER = Ericoide, SM = Sin micorriza)

Tipos de Micorriza	Bosque <i>N. pumilio</i>	
	Nº	%
MA	28	84,85
EC	1	3,03
ER	3	9,09
SM	1	3,03
Total	33	100

Si consideramos que los suelos de origen volcánico se caracterizan por una alta fijación química de fósforo y en consecuencia la disponibilidad de este elemento es escasa,

hecho documentado también para comunidades boscosas caducifolias de *Nothofagus* en el Valle Central de Chile [3], explicaría el alto porcentaje de especies micorrizadas pertenecientes a la flora vascular del bosque de lenga. Esto se debe a que la micorrización posibilita el incremento de la captación de fósforo por la planta como ión fosfato, superando de esta forma la presencia de zonas de agotamiento de este elemento que se generan a nivel radical [15]. El tipo de micorrización ericoide se asocia a especies de la familia *Ericaceae*, que se caracterizan por distribuirse en ambientes altitudinales cordilleranos y adaptadas a suelos ácidos. Ellas presentan un tipo especializado de colonización simbiote, con participación de hongos ascomicetes, que penetran las células epidérmicas en regiones distales de raíces finas (Fig. 3A) [16]. Es importante la aparición de las especies de la familia *Papilionaceae* correspondientes al género *Adesmia*, para la cual es posible describir una asociación simbiótica de tipo tripartita (hongo MA + bacteria *Rhizobium* + planta vascular) con presencia de nódulos a nivel radical los cuales son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*. La particularidad de este grupo de plantas radica en la factibilidad de fijar nitrógeno atmosférico, el cual es un elemento deficitario en el suelo y de incorporar fósforo, lo que hace que ellas tengan una ventaja comparativa al momento de colonizar este tipo de ambientes.

Tabla 4: Análisis químico de suelo del Parque Nacional Villarrica

N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	pH (en H ₂ O)	MO (%)	K (cmol+/kr)	Na (cmol+/kr)	Ca (cmol+/kr)	Mg (cmol+/kr)	Al (cmol+/kr)
38	7	235	5,08	17	0,6	0,14	8,8	2,05	0,12

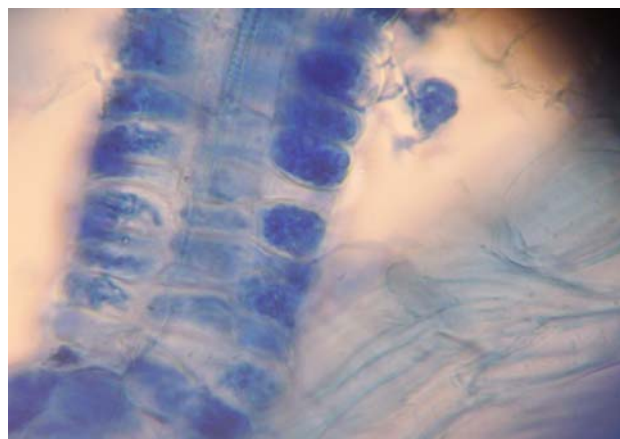


Fig. 3: (A) Micorriza ericoide presente en especies componentes del bosque de lenga
(B) Carpóforos del hongo ectomicorrícico *Cortinarius magellanicus*

Los carpóforos del hongo ectomicorrícico *Cortinarius magellanicus* son frecuentes en el bosque de lenga estudiado. Sus características morfológicas y de coloración lo hacen particularmente inconfundible (Fig. 3B); el sombrero o pilio alcanza diámetros ca. 8 cm con un mamelón central y lamelas algo ócreas; y el estipe cilíndrico es de hasta 12 cm por 0.8 cm de diámetro. Las esporas son elipsoidales y de color pardo. La coloración

de esta seta varía de violácea a púrpura, la cual se pierde con su madurez [17]. También es característica la presencia de un mucílago que cubre la mayor parte de su cuerpo. Este hongo puede ser observado fácilmente en época otoñal, antes del receso de la actividad biológica provocado por el periodo invernal. Si se considera que la presencia de estos carpóforos corresponde a la estructura reproductiva del hongo simbiote [18], son las conexiones interradales originadas por una gran red de hifas en el suelo, las que adquieren importancia, pues estas interconexiones son las encargadas de la absorción, transporte y traslocación bidireccional del agua, nutrientes e hidratos de carbono presentes en la rizósfera.

4. Conclusiones

Considerando la rigurosidad del ambiente y clima invernal en que se desarrolla el bosque de *N. pumilio*; más aun cuando el periodo estival es relativamente corto en relación a las condiciones invernales, se hace relevante la asociación de la flora vascular componente del bosque con hongos simbiotes. El reestablecimiento funcional de la red de hifas a nivel del suelo hace posible, entre otros factores, la permanencia de esta comunidad en el lugar. Lo anterior se fundamenta por el grado de dependencia micotrófica asociada en más del 95% de especies componentes de esta comunidad vegetal. El predominio del tipo micorrícico arbuscular (MA) corresponde a una característica de los bosques templados de Sudamérica. Sin embargo, el tipo ectomicorrícico sólo está presente en especies del género *Nothofagus*, que son determinantes en las comunidades vegetales en que participan. En este ecosistema vegetal *N. pumilio*, aparece asociado a nivel rizosférico al hongo simbiote *Cortinarius magellanicus* Spegazzini, lo que determina a la comunidad en estudio como ectotrófica.

Aún cuando este trabajo ha sido realizado en un área incluida como parte de la superficie del Parque Nacional Villarrica, la actividad turística en los alrededores de este ecosistema, presenta indicios de alteración constatados por la presencia florística de especies consideradas malezas, así como evidencias de tala ilegal de especies leñosas. Estas actividades conllevan a la alteración en la estructura y estabilidad de las comunidades vegetales, que están fuertemente influenciadas por fenómenos simbióticos descritos en este trabajo y que determinan su estabilidad ecosistémica.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero entregado por el proyecto de investigación DIUFRO N° 9545, N° 2828 y DIUCT 2002-2-02 y al programa Araucanía Tierra Viva de Temuco. Se desarrolló una tesis de pregrado por el investigador principal a nivel de trabajo preliminar. Agradecemos al profesor Rubén Carrillo por sus valiosos aportes y constante apoyo en el desarrollo de este manuscrito, a los profesores Patricio Núñez y Marcelo Rodríguez por sus comentarios y sugerencias; finalmente a los ingenieros forestales Vasco Vargas y Pablo Sepúlveda, y al ingeniero agrónomo Luis Varnet por su fraternal apoyo brindado en terreno, durante la toma de datos y colecta de muestras.

Referencias

- [1] R. Koske, J. Gemma. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizae. *Mycol. Res.*, 92(4), 486-488, 1989.
- [2] M. Brundrett, M. Bougher, B. Dell, T. Grove, N. Malajczuk. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR, Canberra, Australia*, 374 p, 1996.
- [3] R. Carrillo, R. Godoy, H. Peredo. Simbiosis micorrízica en comunidades boscosas del Valle Central en el sur de Chile. *Bosque*, 13, 57-67, 1992.
- [4] C. Donoso. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. *Editorial Universitaria, 3ª Ed., Santiago, Chile*, 180 p, 1993.
- [5] C. Donoso. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. *Documento de Trabajo Nº 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO) (Publicación FAO Chile), Santiago, Chile*, 82 p, 1981.
- [6] Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Suelos volcánicos de Chile. *Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile*, 723 p, 1985.
- [7] J. Braun-Blanquet. Sociología vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. *Acme Agency, Soc. de Resp. Ltda., Suipacha 58, Buenos Aires, Argentina*, 441 p, 1950.
- [8] R. Steubing, R. Godoy, M. Alberdi. Métodos de ecología vegetal. *Editorial Universitaria*, 330 p, 2001.
- [9] C. Marticorena, R. Rodríguez. Flora de Chile. Vol. 2, *Winteraceae-Ranunculaceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile*, 99 p, 2001.
- [10] C. Marticorena, R. Rodríguez. Flora de Chile. Vol. 2(2), *Berberidaceae-Betulaceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile*, 93 p, 2003.
- [11] A. Hoffmann. Flora silvestre de Chile. Zona araucana. 2ª Edic., *Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile*, 255 p, 1991.
- [12] C. Marticorena, M. Quezada. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Editorial Universitaria SA, Universidad de Concepción, Revista Gayana, Botánica, 42(1-2)*, 1-157, 1985.
- [13] A. Lacoste, R. Salanon. Biogeografía. *Ediciones Oikos-Tau, S.A. Vilassar de Mar, Barcelona, España*, 271 p, 1978.
- [14] S. Matteucci, A. Colma. Metodología para el estudio de la vegetación. *Serie Biología, Monografía, 22, OEA*, 1982.
- [15] R. Nuñez. Inoculación ectomicorrízica en roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), mediante esferas de alginato de calcio. *Tesis de grado, Universidad de La Frontera, Chile*, 72 p, 2003.
- [16] D. Read. Mycorrhizal fungi in natural and semi-natural plant communities. Ecophysiology of ectomycorrhizae of forest trees. *The Marcus Wallenberg Foundation Symposia Proceedings*, 1991.
- [17] W. Laso. Hongos de Chile. Atlas micológico. *Ediciones Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, Santiago, Chile*, 231 p, 2001.
- [18] F. Le Tacon, M. Selosse. Los hongos dopan el bosque. *Mundo Científico*, 202, 23-25, 1999.

Comunidades de aves en plantaciones exóticas y bosques nativos del Parque Nacional Tunari, Cochabamba, Bolivia

J.A. Balderrama, E. Rocha L., A. Torrez T., O. Ruiz B.
Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón
Cochabamba, Bolivia
tangara_sp@hotmail.com

Palabras claves: Aves, plantaciones exóticas, bosques nativos, diversidad, endemismo

Resumen

Se evaluaron aves (diversidad, endemismo, bandadas mixtas y gremios tróficos) en plantaciones exóticas (pino, eucalipto) y bosques nativos del Parque Nacional Tunari. Durante un año se registraron datos en tres hábitats: (1) bosques nativos (*Polylepis*); (2) plantaciones exóticas (*Eucaliptus* y *Pinus*); y (3) bosques mixtos. Hay diferencias altamente significativas en diversidad y abundancia de aves entre bosques evaluados. El endemismo es más bajo en plantaciones exóticas y bosques mixtos; la formación de bandadas mixtas es mayor en bosques nativos; los insectívoros de tronco (como *Oreomanes fraseri*) solo fueron registrados en bosques nativos, siendo los demás gremios más diversos en bosques nativos. Bosques de *Polylepis* rodeados por una matriz de plantación exótica presentaron menor diversidad, abundancia y endemismo que bosques de *Polylepis* rodeados por vegetación nativa. Especies amenazadas y con rangos de distribución restringido como *Poospiza garleppi* son ausentes en plantaciones exóticas y bosques de *Polylepis* con matriz de plantas exóticas.

1. Introducción

Todavía existen datos contradictorios sobre los posibles efectos de las plantaciones exóticas (principalmente sobre pinos y eucaliptos) en relación a la biodiversidad, hidrología, condición del suelo, socio-economía, entre otros [1, 2]. Específicamente en fauna los estudios son escasos: Poore y Fries [3] observaron que los bosques exóticos de eucalipto en Malawi presentaron una biomasa de arañas menor que los bosques naturales y que la riqueza de especies de aves y abundancia de especialistas fue mayor en los bosques nativos. La FAO [1] afirma que en algunos casos la vida silvestre puede ser enriquecida por estos árboles exóticos, cuando no son densos y permiten el crecimiento del sotobosque nativo. También las plantaciones pueden ser favorables cuando se intercalan con corredores de vegetación nativa [4].

Los efectos de las plantaciones exóticas en bosques de *Polylepis* todavía son poco conocidos [2, 5, 6], siendo los estudios de Hjarsen [2, 6], las publicaciones más recientes donde reporta una significativa menor cantidad de aves en plantaciones

exóticas que en bosques nativos, atribuyendo sus resultados a que la comunidad de aves no está adaptada a hábitats de plantaciones exóticas.

Debido a la escasa información y a la variabilidad de sus resultados en la actualidad sobre efectos que estas plantaciones pueden ocasionar en las comunidades faunísticas, el presente estudio pretende evaluar las comunidades de aves en cinco diferentes tipos de bosques en el Parque Nacional Tunari.

2. Metodología

Durante 15 meses se realizaron censos de aves en 118 puntos de censo ubicados aleatoriamente en cinco diferentes tipos de bosque: (1) bosque nativo de *Polylepis* (Fig. 1); (2) bosque mixto de *Polylepis* INDICAR ESPECIE! y pino; (3) bosque mixto de *Polylepis* y Eucalipto; (4) plantaciones exóticas de Pino; y (5) plantaciones exóticas de eucalipto (Fig. 2).



Fig. 1: Bosque nativo de *Polylepis* (Thola Pujru)

La abundancia de cada especie fue registrada en puntos de censo, tomando un radio de 50 m durante 12 minutos de duración de censo. Los censos fueron realizados durante la mañana (05:30-11:00 a.m.) y dos minutos después del arribo al punto de censo. La distancia entre cada punto de censo fue de por lo menos 100 m, para evitar el riesgo de censar al mismo individuo.

Área de estudio

El Parque Nacional Tunari está localizado en el departamento de Cochabamba. Tiene una extensión de aproximadamente 6 000 ha y presenta tres zonas ecológicas: Puna, valles secos interandinos y ceja de monte. Su rango altitudinal oscila entre los 2 750 y 4 400 m. Las laderas con vegetación nativa (principalmente bosques *Polylepis*) han

sido sustituidas con plantaciones exóticas de Pino y Eucalipto desde 1978 [7]. Nuestra área de estudio comprende tres cuencas: (1) Pajcha; (2) Pintumatu; y (3) Thola Pujru; cada cuenca presenta bosques nativos y plantaciones exóticas.



Fig. 2: Bosque exótico de eucalipto (Pajcha)

Análisis de los datos

La diversidad fue calculada utilizando el índice de diversidad de Shannon. Este índice es ampliamente utilizado y expresa la ocurrencia del número de individuos por especie, Ec. 1:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

Donde, p_i es la proporción de i . Las diferencias de diversidad fueron calculadas aplicando la prueba de *t-student*. La similitud entre los diferentes tipos de bosque fue calculada utilizando los índices cualitativo y cuantitativo de Sørensen.

El endemismo fue determinado utilizando el índice de endemismo, que es calculado como el número recíproco de la distribución de una especie en el mapa WorldMap de distribuciones de las especies de aves en Sudamérica (Zoological Museum, Copenhagen). Un valor final es luego otorgado a cada bosque, calculado como el promedio de la suma de todas las especies presentes [2]. Considerando un análisis cualitativo del endemismo de especies, utilizamos la definición de Stattersfield et al. [8], que considera como especie endémica a cualquier especie con un rango de distribución menor a 50 000 km². Regiones con un elevado número de estas especies fueron declaradas como áreas de endemismo de aves, (EBAs en inglés), existiendo cinco EBAs en Bolivia. Otro tipo de endemismo considerado fue el propuesto por Stotz et al. [9], quienes dividieron al Neotrópico en regiones zoogeográficas, de las cuales

tres están presentes en Bolivia. El número de especies consideradas endémicas por ambas publicaciones presentes en una localidad nos ayuda a discriminar lugares de prioridad para la conservación.

3. Resultados

3.1. Riqueza y diversidad

Se registraron 53 especies entre las tres zonas de estudio. La riqueza de especies (85% de todas las registradas), diversidad ($H' = 1.330$), abundancia (776 ind), densidad (10 ind/ha) y endemismo ($R = 1.470$) fueron mayores en bosques nativos de *Polylepis* (Tabla 1). La diversidad de aves fue significativamente mayor en bosques de *Polylepis* que en los otros tipos de bosque ($p < 0.001$) en cada caso; también significativas las diferencias de diversidad entre bosques mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* con los demás (Tabla 2). Las comunidades de aves en bosques de *Pinus* y *Polylepis* fueron las más diferentes cualitativa y cuantitativamente, mientras que las comunidades de aves de bosques mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* y *Eucalyptus* fueron cuantitativamente las más similares; cualitativamente las comunidades de aves de bosques de *Eucalyptus* y bosques mixtos de *Polylepis-Pinus* fueron más similares (Tabla 3).

Tabla 1: Riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon (H'), abundancia, densidad (Ha) y endemismo en los cinco diferentes tipos de bosque

Tipo bosque	Riq. Esp.	H'	Abund.	Dens (Ha)	Endem
Polylepis	39	1.330	776	10.00	1.470
Eucalipto	12	0.953	85	4.89	0.183
Pino	8	0.931	37	2.34	0.141
Euc-Poly	15	1.016	66	3.80	0.165
Pino-Poly	14	0.979	87	6.89	0.195
Total	53		1051		

Tabla 2: Diferencias estadísticas de diversidad de aves entre tipos de bosque (prueba *t-student*)

	Pino	Eucalipto	Kewiña-Euca	Kewiña-Pino
Kewiña	$P < 0.001^{**}$	$P < 0.001^{**}$	$P < 0.001^{**}$	$P < 0.001^{**}$
	Pino	$P = 0.346$	$P = 0.001^{**}$	$P = 0.034^*$
		Eucalipto	$P = 0.013^{**}$	$P = 0.229$
			Kewiña-Euca	$P = 0.138$

Tabla 3: Similitud cualitativa y cuantitativa entre tipos de bosque (índice de Sørensen)

Forest type	Kew	Pine	Euc	Kew - Euc	Kew-Pine
Kewiña	100	44.18	65.56	54.95	81.42
Pine	40.82	100	73.50	85.61	58.44
Eucaliptus	47.06	72.73	100	87.42	83.08
Kew - Euc	51.85	56.00	74.07	100	71.11
Kew - Pine	49.06	75.00	76.92	75.86	100

En los bosques nativos de *Polylepis* se registró una especie endémica y catalogada como en peligro de extinción (*Poospiza garleppi*) (Fig. 3), ocho endémicas a los Andes Centrales (EBA), cuatro endémicas a los Andes altos de Bolivia y Argentina, una endémica a los Yungas superiores de Bolivia y Perú, y cuatro especies casi amenazadas. Solo una especie endémica a los Andes Centrales, *D. carbonaria*, fue registrada en bosques mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* (según [8, 10, 11] (Tabla 4).



Fig. 3: *Poospiza garleppi*, endémica y en peligro de extinción del PNT
(Foto: N. Huanca)

Tabla 4: Especies de aves endémicas y amenazadas en diferentes tipos de bosque

	Poly	Pino	Euc	Euc-Poly	Pino-Poly
END	1	0	0	0	0
CAN	8	0	0	1	0
056	4	0	0	0	0
055	1	0	0	0	0
CAS	4	0	0	0	0
PEL	1	0	0	0	0

END: Endémica a Bolivia, *CAN*: endémica a los Andes centrales, *056*: Endémica a los Andes altos de Bolivia y Argentina, *055*: Endémica a los Yungas superiores de Bolivia y Perú, *CAS*: Casi amenazada y *PEL*: En peligro de extinción

Los bosques de *Polylepis* se presentaron con diferentes tipos de matriz (vegetación nativa, exótica y mixta). Es así que, la riqueza de especies, diversidad, abundancia y endemismo de aves fueron mayores en Thola Pujru, donde la matriz que rodeaba al bosque estaba constituida por vegetación nativa (Tabla 5). Las diferencias de diversidad entre los bosques de *Polylepis* de las tres localidades fueron estadísticamente significativas (Tabla 6).

Tabla 5: Riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon (H'), abundancia, densidad (Ha) y endemismo en tres localidades de bosque de *Polylepis*

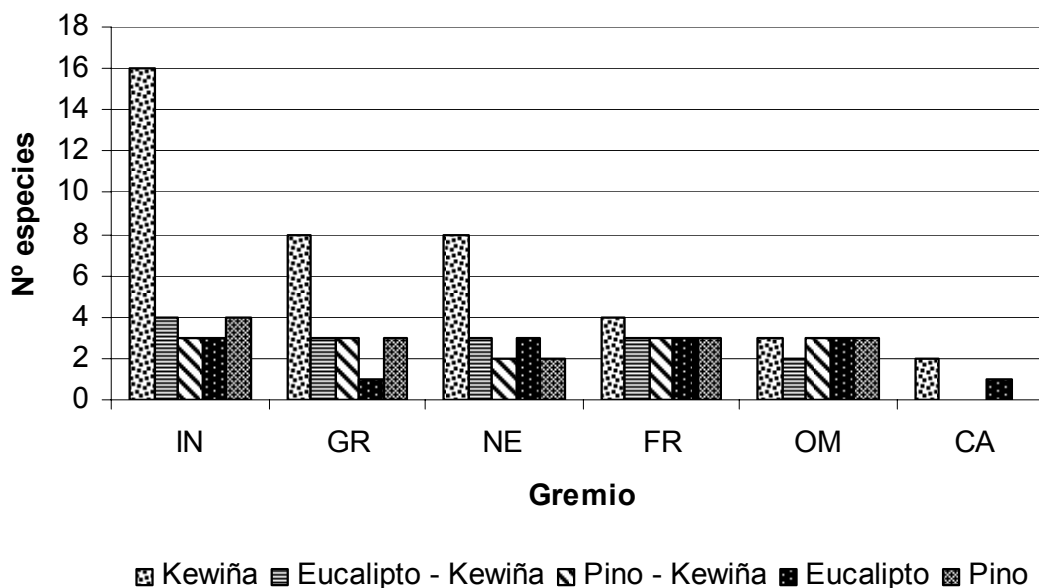
Localidad	Matriz	Riq. Esp.	H'	Abund.	Endem
Thola Pujru	Nativa	34	1.302	461	1.321
Pajcha	Exotica	12	0.779	85	0.123
Pintumayu	Mixta	32	1.225	228	0.843

Tabla 6: Diferencias estadísticas de la diversidad de aves entre cada tipo de localidad con bosque de *Polylepis* (prueba de *t-student*)

	Pajcha	Pintumayu
T. Pujru	p<0.001 **	p<0.001 **
	Pajcha	p<0.001 **
		Pintumayu

3.2. Gremios tróficos

Se observó en los diferentes tipos de bosque una mayor cantidad de especies insectívoras (N = 16), seguidas por granívoros (N = 9) y nectarívoros (N = 8), siendo las carnívoras las menos diversas (N = 2). También se registró que la diversidad de aves insectívoras, granívoras y nectarívoras fue mayor en bosques de *Polylepis* que en los demás tipos de bosque. Las especies de aves frugívoras y omnívoras presentaron una diversidad relativamente similar en todos los tipos de bosque; las aves carnívoras solo estuvieron presentes en bosques de *Polylepis* y en exóticos de eucalipto (Fig. 4).



Leyenda: IN= Insectívoro, GR= Granívoro, NE= Nectarívoro, FR= Frugívoro, OM= Omnívoro, CA= Carnívoro

Fig. 4: Número de especies de aves de cada gremio trófico en cada tipo de bosque

Las aves insectívoras pueden separarse en diferentes grupos en relación a la forma y lugar en que capturan a sus presas. Se pudo observar que las aves insectívoras de follaje, aire y suelo estuvieron presentes en los diferentes tipos de bosque, pero la diversidad de especies fue mayor en los bosques de *Polylepis*. Los insectívoros de follaje de arbustos y suelo estuvieron presentes solo en algunos tipos de bosque; las aves insectívoras de tronco como *Oreomanes fraseri* (ave especialista de bosques de kewiña) solo fueron registradas en los bosques nativos (Fig. 5).

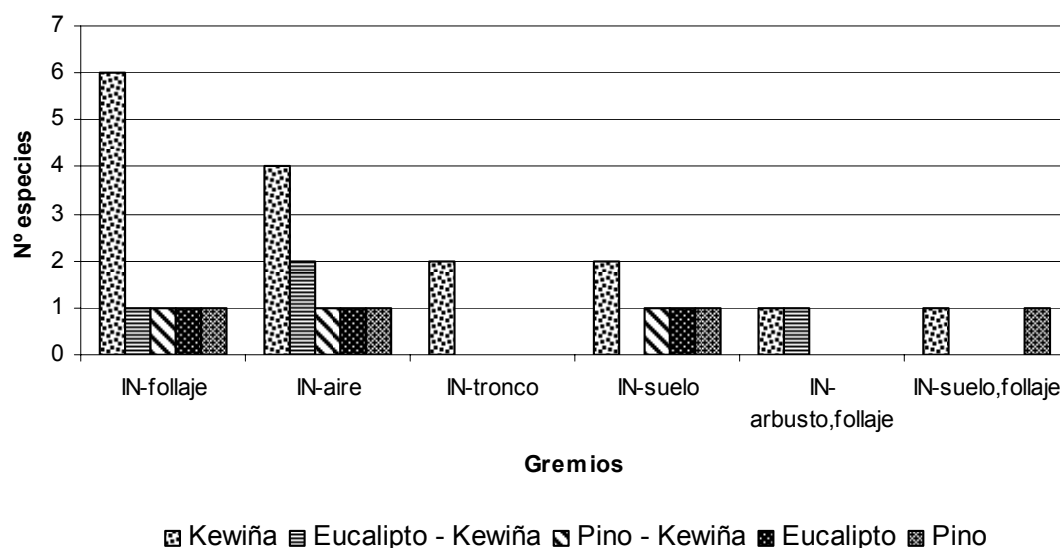


Fig. 5: Número de especies de insectívoros en los diferentes tipos de bosque

3.3. Bandadas mixtas

Se observó un total de 296 bandadas mixtas en las tres zonas de estudio. De manera general se registró en bosques de kewiña mayor cantidad de bandadas mixtas (N = 199), mayor número de individuos participando en bandadas mixtas (N = 1698) y mayor cantidad de especies (N = 29) (Tabla 7).

Tabla 7: Bandadas mixtas, individuos participantes y riqueza de especies de aves formando bandadas mixtas en diferentes tipos de bosque

Tipo de bosque	Nº de bandadas	Nº de individuos	Nº especies
Kewiña	199	1 698	29
Mixto	64	470	21
Exótico	33	269	11
Total	296	2 437	32

También se observó mayor formación de bandadas mixtas con 3, 4 y 5 especies de aves participantes en cada tipo de bosque, siendo 11 el número mayor de especies de aves en una misma bandada mixta en un bosque de kewiña (Fig. 6).

4. Discusión y conclusiones

Se observó que la abundancia, diversidad y endemismo fueron mayores en bosques nativos de *Polylepis* que en plantaciones exóticas. Estudios similares realizados por Hjarsen [2, 6] y Fjeldså y Hjarsen [5] en bosques de *Polylepis* y plantaciones exóticas también registraron resultados similares. Por otra parte, Vergara y Simonetti [12] encontraron que algunas especies pueden ser más abundantes en plantaciones de

pino que en bosques nativos continuos, pero esta situación puede estar relacionada a la diferencia en la composición de especies que habitan el bosque maulino en Chile.

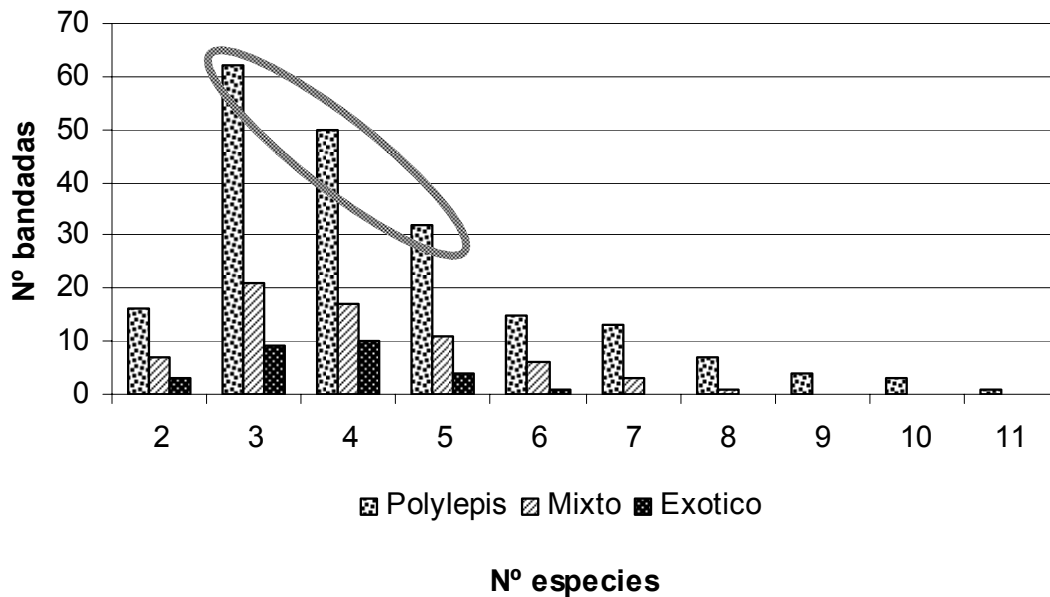


Fig. 6 Número de especies en una bandada mixta, en diferentes bosques

También observamos que las plantaciones exóticas no proveen valores biológicos importantes a aves de bosques de *Polylepis* y por lo tanto no deberían ser consideradas como una opción viable para resolver la deforestación. La única especie de rango de distribución restringido registrada en bosques mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* fue *Diglossa carbonaria* atraída por las flores de *Tristerix* sp. (jamillo) presentes en árboles residuales de *Polylepis*. En general, las flores del eucalipto se constituyen en el recurso alimenticio más importante de las plantaciones exóticas, especialmente para picaflores como *Colibri coruscans* y *Sappho sparganura*, que aprovechan cualquier tipo de néctar [13]. Las aves especialistas y de rangos de distribución restringido como *Oreomanes fraseri*, *Poospiza garleppi* y *Saltator rufiventris* están ausentes o se vuelven raros en plantaciones exóticas [5].

Estades y Temple [11] afirman que es significativo el tipo de matriz circundante al bosque para la composición de la riqueza de especies en los bosques; registramos que la abundancia, diversidad y endemismo fue menor en bosques nativos rodeados por una matriz de plantaciones exóticas, que puede relacionarse a que estas plantaciones realicen un efecto de barrera para el movimiento de las aves. Existen efectos negativos de las plantaciones exóticas en la comunidad de aves: (1) reducción en el número de especies, abundancia y endemismo de las aves; (2) reducción de grupos funcionales (insectívoros de corteza y tronco); (3) reducción en número de especies en bandadas mixtas; y (4) cuando los bosques nativos están rodeados por vegetación exótica, disminuye la diversidad, abundancia y endemismo de las aves.

Referencias

- [1] FAO. Annotated bibliography on environmental, social and economic impacts of *Eucalyptus*. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia*, 27 p, 1995.
- [2] T. Hjarsen. Bird fauna and vegetation in natural woodlands and *Eucalyptus* plantations in the high Andes in Bolivia. Implications for development of sustainable agroforestry techniques. *Proc. of the IUFRO Conf. on Silviculture and Improvements of Eucalyptus, EMBRAPA, 4*, 89-94, 1997.
- [3] M.E.D. Poore, C. Fries. The ecological effects of *Eucalyptus*. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia*, 88 p, 1989.
- [4] J. Evans. Plantation forestry in the tropics (2nd Ed.). *Oxford University Press, Oxford, Inglaterra*, 1992.
- [5] J. Fjeldså, T. Hjarsen. Needs for sustainable land management in biologically unique areas in the andean highland. *III Simp. Int. de Desarrollo Sustentable de Montañas: Entendiendo las interfaces ecológicas para la gestión de los paisajes culturales en los Andes, Quito*, 151-162, 1998.
- [6] T. Hjarsen. Biological diversity in high altitude woodlands and plantations in the Bolivian Andes: Implications for development of sustainable land-use. *Quito, Ecuador*, 145-149, 1998.
- [7] W. Crespo. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari. *Tesis de Lic. en Biología, FCyT, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*, 1989.
- [8] A. Stattersfield, M.J. Crosby, A.J. Long, D. Wege. Endemic bird areas of the world priorities for conservation status N° 7. *Birdlife International, Inglaterra*, 1998.
- [9] D. Stotz, J. Fitzpatrick, T.A. Parker, D. Moskovits. Neotropical birds: ecology and conservation. *Field Museum of Natural History, The University of Chicago Press, Chicago y Londres*, 1996.
- [10] A.B. Hennessey, S.K. Herzog, F. Sagot. Lista anotada de las aves de Bolivia 5ta. Edic. *Asociación Armonía/BirdLife International, Santa Cruz, Bolivia*, 238 p, 2003.
- [11] C.F. Estades, S.A. Temple. Deciduous-forest bird communities in a fragmentes landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological Applications, 9(2)*, 573-585, 1999.
- [12] P.M. Vergara, J.A. Simonetti. Does nest site cover reduce nest predation upon rhynocriptids? *Journal of Field Ornithology, 75*, 188-191, 2004.
- [13] J. Fjeldså, N. Krabbe. Birds of the high Andes. *University of Copenhagen & Svendborg, Apollo Books, Copenhagen, Dinamarca*, 1990.

Herbivoría en bosques altoandinos de *Polylepis besseri*, Cochabamba, Bolivia

O. Ruiz, J.C. Huaranca, M. Fernandez
Centro de Biodiversidad y Genética, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
oruiz@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: Borde, denso, *Polylepis besseri*, kewiña, herbivoría

Resumen

La fragmentación de los bosques tropicales es un fenómeno cada vez más frecuente, que amenaza la diversidad de organismos y crea nuevos hábitats (bordes), los cuales pueden afectar las interacciones entre organismos, tales como la herbivoría. El objetivo del estudio fue analizar la intensidad de la herbivoría en fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* (kewiña). Se determinaron las diferencias de herbivoría entre sitios densos y ralos y las diferencias entre borde e interior. Los resultados indican mayor herbivoría en hojas del interior con relación a las del borde, también fue mayor en sitios densos que en ralos. Estos datos sugieren que la menor herbivoría en el borde, respondería a una menor presencia de herbívoros y que la mayor herbivoría registrada en las partes internas, estaría relacionada con una mayor preferencia de insectos, donde es mayor la disponibilidad de recursos.

1. Introducción

Los bordes de bosque, generados por el hombre o naturalmente, producen potenciales cambios en la intensidad de las interacciones biológicas, tales como la granivoría, depredación de huevos o herbivoría, debido a las modificaciones en la composición y abundancia de las especies que habitan en la matriz y en los bosques remanentes [1, 2, 3]. En particular, los bordes pueden modular la abundancia de herbívoros [4], que podrían afectar el crecimiento y reproducción de las plantas a través del consumo de follaje [4, 5, 6, 7]. En ambientes templados, la probabilidad que una hoja sea comida y la cantidad de área foliar perdida por herbivoría disminuye desde el interior del bosque hacia la matriz de pastizales que le rodea [2]. Asimismo, tanto en bosques tropicales como templados la herbivoría disminuye en fragmentos más pequeños, los que tienen una mayor cantidad de bordes en relación a su superficie [8, 9].

Dado que la herbivoría y la probabilidad de consumo de una hoja disminuye desde el interior del bosque hacia la matriz, entonces en bordes de un bosque de kewiña (*Polylepis besseri*) debería existir una situación similar. En este trabajo se puso a prueba dicha hipótesis en un gradiente desde una matriz de pastizales al interior del

bosque, en fragmentos de *Polylepis* de la comunidad de Sacha Loma (Cochabamba, Bolivia).

Los objetivos planteados para este estudio fueron establecer el grado de la herbivoría causado por el efecto de borde y determinar si esta herbivoría es dependiente de la densidad en tres fragmentos de bosque de *Polylepis besseri*.

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Sacha Loma, que se encuentra a 65°34' longitud oeste y 17°44' latitud sur; a una altitud de 3 710-3 880 m, provincia Mizque del departamento de Cochabamba. Esta localidad está situada a 112 kilómetros de la ciudad de Cochabamba, siguiendo el camino que une Arani y Mizque, aproximadamente a 12 km del cruce de Pocona (Prov. Mizque, Departamento de Cochabamba). El tamaño de los tres fragmentos es de: A = 30.4 ha, B = 34.4 ha y C = 65.3 ha.

En parcelas preestablecidas se seleccionaron 16 puntos por fragmento, de las cuales 8 se encontraban en el borde y 8 en el interior, haciendo un total de 48 parcelas en los tres fragmentos. La recolección de las hojas se realizó del centro de cada parcela (20 x 20 m).

Se colectaron más de 200 hojas por parcela de las cuales se seleccionaron 100 al azar. Se cuantificó el número de hojas depredadas o no por parcela; se utilizó como criterio "más de 5% de la hoja depredada", finalmente se examinó la densidad de las parcelas pre-establecidas. Se analizó el número de hojas depredadas en borde e interior, número de hojas depredadas por fragmento y número de hojas depredadas por parcela en el borde e interior de cada fragmento. Los datos se analizaron en un modelo lineal generalizado. Se realizó una regresión entre la densidad de las parcelas y el número de hojas depredadas. Los datos se analizaron en el Programa SAS. V. 8,0.

3. Resultados y discusión

La herbivoría tiende a disminuir desde el interior del bosque hacia la matriz, probablemente debido a una disminución en la fauna de herbívoros [2, 5, 7, 10]. Como la mayoría de los trabajos realizados en este tipo de estudios, nuestros resultados mostraron que la herbivoría fue mayor en bordes que en el interior del bosque (Fig. 1). Los datos de borde e interior nos muestran que existen diferencias altamente significativas entre ambos ($X^2 = 16.82$; $Pr \geq 0.0002$), es decir que existe un mayor porcentaje de hojas depredadas en el borde que en el interior del fragmento.

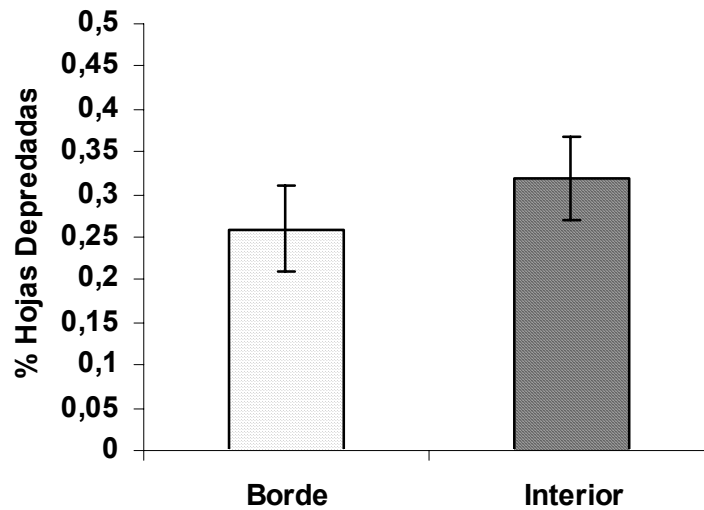


Fig. 1: Porcentaje de hojas depredadas en borde e interior del fragmento

Existe un efecto de borde sobre la herbivoría que es específico para la especie [12] y una variabilidad interespecifica, como muestran los resultados de Ruiz y Pinto [13] quienes observaron en la enredadera *Uncaria guianensis* (uña de gato) una mayor herbivoría en el interior del bosque. Por lo tanto, estos resultados sugieren que los bordes pueden modificar la herbivoría en forma diferente, dependiendo de la especie y del estado de desarrollo de la planta.

El porcentaje de hojas depredadas entre fragmentos, nos muestra que existe mayor depredación en el fragmento A que en el C y que en el B, existiendo diferencias significativas entre fragmentos ($X^2 = 7.68$; $Pr \geq 0.0056$) (Fig. 2). Estas diferencias podrían deberse a las diferencias de densidades que existen entre los fragmentos [14].

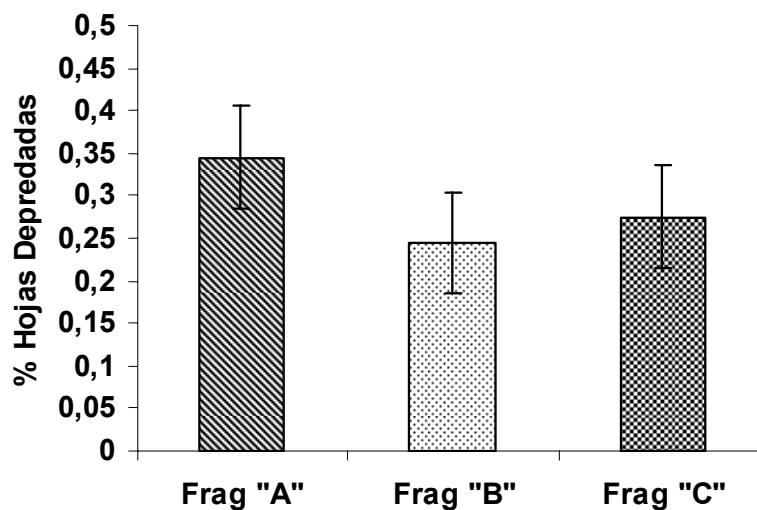


Fig. 2: Porcentaje de hojas depredadas en los tres fragmentos

La Fig. 3 nos muestra que la herbivoría entre fragmentos y tanto en el borde como al interior, es diferente; donde se puede observar que ésta tiende a disminuir al interior del fragmento; los resultados son significativos ($X^2 = 10.68$; $Pr \geq 0.0048$).

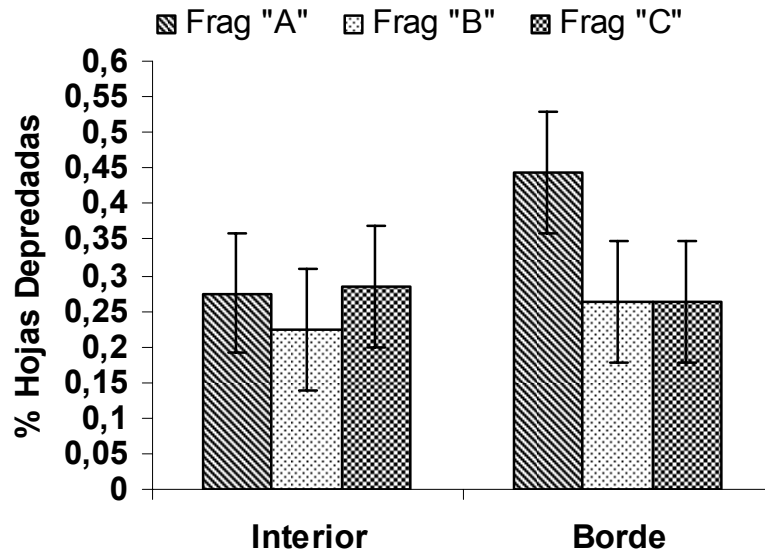


Fig. 3: Porcentaje de hojas depredadas en borde e interior de los tres fragmentos

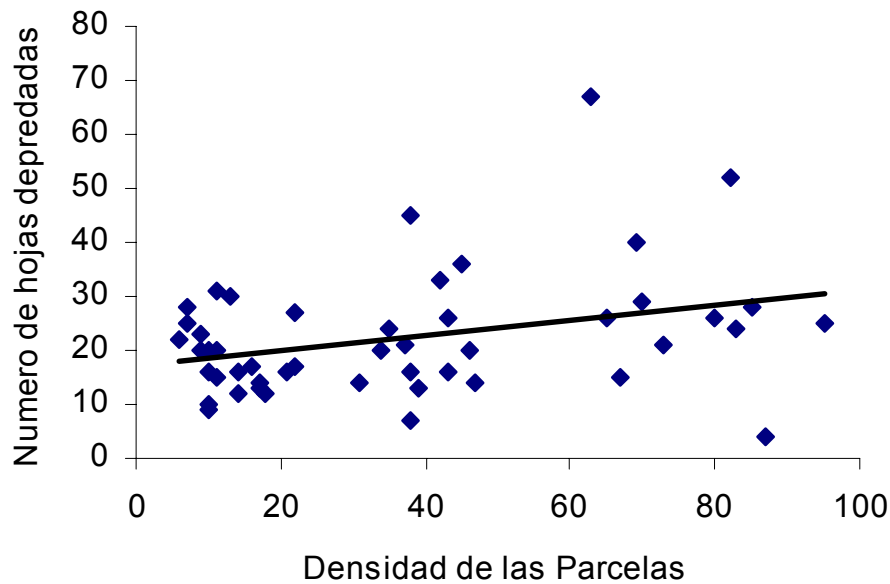


Fig. 4: Regresión entre densidad de parcelas (Nº de plantas/400 m²) y número de hojas depredadas/parcela

La densidad del bosque es una de las mayores causas para la mayor abundancia de insectos folívoros [10]. En nuestros resultados se obtuvieron pruebas significativas respecto a la densidad, por lo que a mayor densidad del bosque, mayor herbivoría, como muestra la regresión con una tendencia positiva ($T = 2.32$; $Pr \geq 0.0249$). Pero es

necesario hacer notar que si bien la herbivoría en parcelas ralas fue levemente mayor que en parcelas densas (como muestra la Fig. 4 donde hay un número relativamente mayor de parcelas), este efecto probablemente se debió a la presencia de algunos insectos, observados defoliando algunas plantas en parcelas ralas, sobre todo en el fragmento A. Sin embargo, el poco tiempo de observación de herbivoría en estas plantas ha sido insuficiente como para concluir si este efecto es igual en parcelas ralas de los otros fragmentos.

4. Conclusiones

Por lo anteriormente mencionado, se concluye que el borde tiene un efecto diferente sobre la herbivoría en bosques fragmentados de *Polylepis besseri*. Además el efecto de borde sobre la herbivoría es especie-específico, por cuanto la remoción foliar en plantas de *Polylepis* fue menor hacia el interior del bosque.

La herbivoría en bosques fragmentados es directamente dependiente de la densidad de los fragmentos de bosque de *Polylepis*., es decir a mayor densidad del bosque, existe mayor herbivoría.

Referencias

- [1] R. Didham, J. Ghazoul; N. Stork, A.J. Davies. Insects on fragmented forest: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution*, 11, 255-260, 1996.
- [2] D. Bresciano, J. Simonetti, A. Grez. Edge effects in Mediterranean woodlands of central Chile. *Journal of Mediterranean Ecology*, 1, 35-40, 1999.
- [3] B. Braschler, B. Baur. Effects of experimental small-scale grassland fragmentation on spatial distribution, density, and persistence of ant nests. *Ecological Entomology*, 28, 251-658, 2003.
- [4] M. Cadenasso, S.T. Pickett. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. *Journal of Ecology*, 88, 31-44, 2000.
- [5] R. Dirzo. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en "Los Tuxtles", Veracruz. *Revista Biología Tropical*, 35, 119-131, 1987.
- [6] G. Wahungu, C. Catterall, M. Olsen. Seedling predation and growth at a rainforest-pasture ecotone, and the value of shoots as seedling analogues. *Forest Ecology and Management*, 162, 251-260, 2002.
- [7] F. Alfaro, C. Mérida; R. Ruiz; A. Selaya; C. Troche, A. Troncoso. Folivoría por insectos y preferencia de consumo en *Bellucia* sp. (Melastomataceae). En: J.C. Herrera, D. Rumíz, T. Fredericksen, B. Flores (Coordinadores). Evaluación y ecología de fauna silvestre en áreas de producción-III. *BOLFOR, Documento Técnico 96/2000, II-54-57, Santa Cruz, Bolivia*, 2000.
- [8] J. Benitez-Malvido, G. García-Guzmán, E. Kossmann-Ferraz. Leaf-fungal incidence and herbivory on tree seedlings in tropical rainforest fragments: an experimental study. *Biological Conservation*, 91, 143-150, 1999.

- [9] P. Vásquez, A. Grez; R. Bustamante, J. Simonetti. Herbivory, foliar survival and shoot growth in fragmented populations of *Aristotelia chilensis*. *Acta Oecologica*, (en revisión), 2005.
- [10] R. Manson, R.S. Ostfeld, C.D. Canham. Long-term effects of rodent herbivores on tree invasion dynamics along forest-field edges. *Ecology*, 82, 3320-3329, 2001.
- [11] J.C. Huaranca, A. Lacaze, K. Moya. Efecto de borde sobre la folivoría en un bosque tropical amazónico. *Ciencia y Tecnología, Instituto de Investigaciones, Facultad de Ciencias y Tecnología, Revista Facultativa*, 5, Cochabamba, Bolivia, 2006
- [12] O. Ruiz, C. Pinto. Herbivoría sobre *Uncaria guianensis* en el borde e interior de un bosque del Valle del Sacta (Cochabamba). *Ciencia y Tecnología, Instituto de Investigaciones, Facultad de Ciencias y Tecnología, Revista Facultativa*, 5, Cochabamba, Bolivia, 2006.
- [13] M. Fernández, M. Mercado, S. Arrazola, E. Martínez. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis berteroi* Hieron. Subs. *berteroi* en Sacha Loma (Cochabamba). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación*, 9, 15-27, 2001.
- [14] G. Wahungu, C. Catterall, M. Olsen. Selective herbivory by red-necked pemuon *Thylogale thetis* at rainforest margins: factors affecting predation rates. *Australian Journal of Ecology*, 24, 577-586, 1999.

Estudio y conservación de la paraba de frente roja (*Ara rubrogenys*) en el Río Caine

V. Pasquier
Food for the Hungry International, Bolivia
vpasquieri@fhi.net

Palabras claves: Paraba de frente roja, uso de hábitat, comportamiento

Resumen

La paraba de frente roja es un ave endémica y en peligro de extinción, FHI inició el proyecto de estudio de esta especie, mediante el censo y uso de hábitat por puntos de observación. El comportamiento fue evaluado por observaciones y seguimiento a esta población, paralelamente se están realizando planes de conservación con capacitaciones a niños de las escuelas de la zona en temas de medio ambiente. El censo de esta especie muestra una variación de densidad poblacional según la época del año (seca y húmeda). En el uso de hábitat la fragmentación de los bosques nativos de la zona ha influido en el comportamiento de esta especie, que usa a los árboles en los bosques solo para descanso; los cultivos de maní son su principal recurso alimenticio y la mayor dificultad es el recurso trófico durante la época reproductiva.

1. Introducción

Ara rubrogenys es una especie endémica de Bolivia que se encuentra en peligro de extinción debido a la caza para el comercio ilícito como mascota. En la década de los 80 se permitió el traslado de individuos de esta especie a otros países para su reproducción en cautiverio, pero en esa época Bolivia no tenía una reglamentación para especies silvestres. Es que bajo el Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Ailvestre (CITES) y con estudios de corta duración se estimó que la población de la paraba de frente roja en Bolivia de aproximadamente de 5 000 a 8 000 individuos disminuyó a 1 000-3 000. Por este motivo es catalogada por CITES como especie endémica en peligro de extinción. La distribución de esta especie en Bolivia se da en tres regiones con clima de valle seco interandino: Río Caine, Río Mizque y Río Pilcomayo. El bajo porcentaje de reproducción, debido a la pérdida de hábitat (en la zona del Río Caine), Food of the Hungry International (FHI) trabaja para el desarrollo social de varias comunidades de Bolivia y observó que la paraba de frente roja se alimenta exclusivamente de los cultivos de maní. Los agricultores de la zona recurrían a la caza, eliminando a individuos de esta población como forma de control para que sus cultivos ya no se vean afectados. Por lo que se implementó un proyecto Estudio y conservación de parabas, para elaborar planes de conservación mediante censos por puntos de observación.

2. Metodología

La zona de estudio corresponde a Julo (Prov. Charcas, Depto. Potosí) con altitudes promedio de 1 998 m, ubicada en las riberas del Río Caine, que desemboca en el Río Grande. Tiene clima subtropical, presenta vegetación arbórea en mayor proporción que las otras zonas, el clima es caluroso en los veranos teniendo un promedio anual de 27°C.

Para el censo se consideraron cinco comunidades Thaqo thaqo, Julo Chico, Julo Grande, Calahuta y Sucusuma con 2 a 3 puntos de observación por cada una. Posteriormente se llevaron estos datos a un análisis estadístico descriptivo en paquete estadístico de SPSS, donde obtuvimos datos sobre uso de hábitat, actividades realizadas y comportamiento dentro de la época de cosecha de maní y la época de reproducción (cuando parte de esta especie realiza un movimientos estacionales). Se realizó un seguimiento desde las primeras horas del día hasta el momento en que la paraba se retiraba de las comunidades de estudio. Para registrar su comportamiento se realizaron observaciones durante el periodo húmedo cuando la paraba entra en época reproductiva, por lo que se registró comportamiento de las parejas y para poder tomar decisiones con respecto a la alimentación de esta población es que se vio necesario determinar del porcentaje de maní del cual se alimenta esta población en la zona de estudio.

Se realizaron visitas a los dormideros de las localidades de Qaqa Thapa y Cusi Cusi para la observación de nidos de *Ara rubrogenys*.

3. Resultados

El censo poblacional de 1992 fue de aproximadamente 60 individuos en los meses de octubre, noviembre, febrero y marzo. En 2003 la población fue registrada con 180 individuos, el de 2004 nos muestra una población de 266 individuos aproximadamente y en año 2005 de 200 individuos. En este censo fue realizado de junio-septiembre, que son los meses de cosecha y post-cosecha donde la población de *Ara rubrogenys* se alimenta en los cultivos de maní; mientras que en los meses posteriores de octubre-marzo la población fue de 160 individuos; en estos meses ya no hay maní en la zona y empieza la época reproductiva de esta especie.

El censo poblacional se llevó a cabo en las comunidades de Thaqo Thaqo, Julo Grande, Julo Chico, Calahuta y Sucusuma.

Se encontró una mayor concentración de individuos en las comunidades de Calahuta y Thaqo Thaqo, esto puede deberse al tipo de suelo blando que es más fácil de escarbar y buscar maní para esta especie; en las otras comunidades el tipo de suelo es más duro.

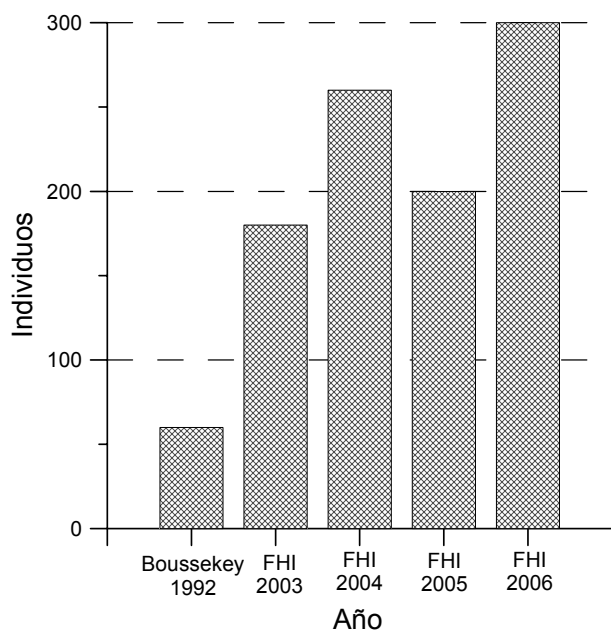


Fig. 1: Censo poblacional paraba de frente roja

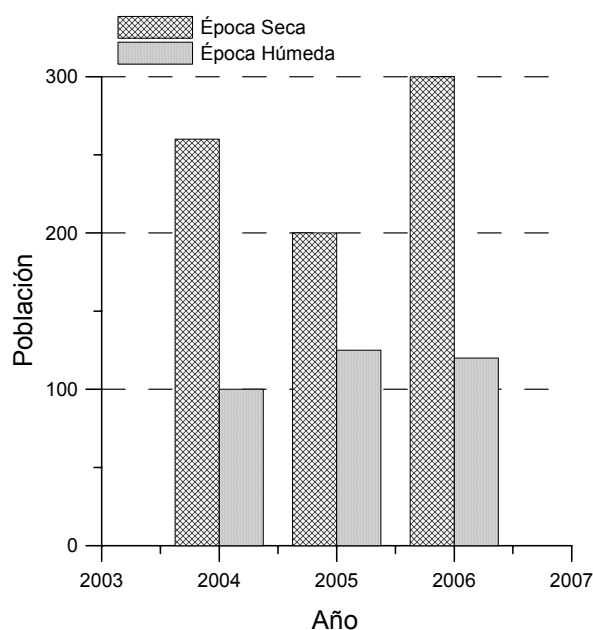


Fig. 2: Época seca vs. época húmeda

La disminución de esta población es muy difícil de poder determinar, ya que disminuye por los movimientos que realiza en la época de reproducción, pero en los meses de cosecha y post cosecha de maní aumenta. En Bolivia no se tiene aún registros de las poblaciones de otros sectores, pero el presente año y con la colaboración de la Asociación Armonía, se elaborará una base de datos de los tres sectores de distribución de la Paraba de frente roja (Río Caine: FHI, Río Mizque y Río Pilcomayo: Armonía), con el cual podremos determinar cuál es la situación actual de la paraba de frente roja en Bolivia.

Se estima que la paraba de frente roja realiza un vuelo estacional, dado que a partir del mes de septiembre se inicia el verano y es cuando se observa una disminución de la población. También esta disminución coincide con la disminución de recursos tróficos, mientras la población se encuentra en época reproductiva, por lo que requieren un mayor recurso alimenticio. En los meses posteriores a la cosecha de maní se alimentan de los restos de éste, pero ya en el mes de diciembre se alimentan de maíz (semillas).

Se observa que el mayor uso de hábitats es en sembradíos a primeras horas del día, posteriormente se retiran al bosque que se encuentra a lado de los cultivos para acalamiento o percheo. Luego se trasladan a orillas del Río Carne para el descanso - esto por el excesiva calor hasta aproximadamente las 15:00 - para luego volver al forrajeo hasta cerca a las 17:00. Después de esta actividad se dirigen a los ríos aledaños donde beben agua (en los ríos de agua dulce; el Río Caine tiene aguas salinas) y finalmente se dirigen a sus dormideros.

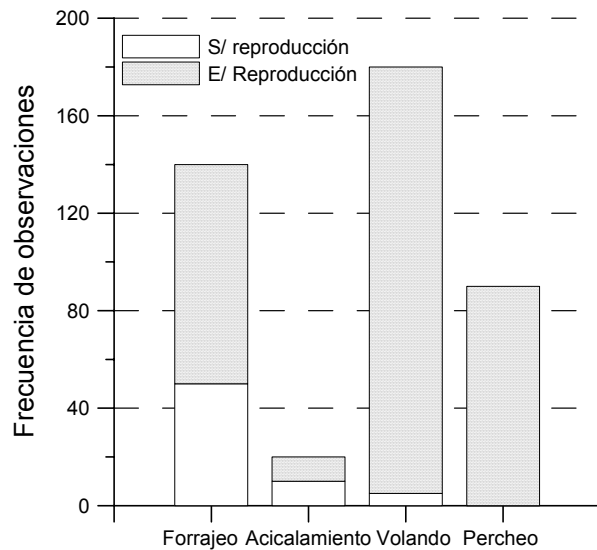


Fig. 3: Número de individuos vs. hábitat

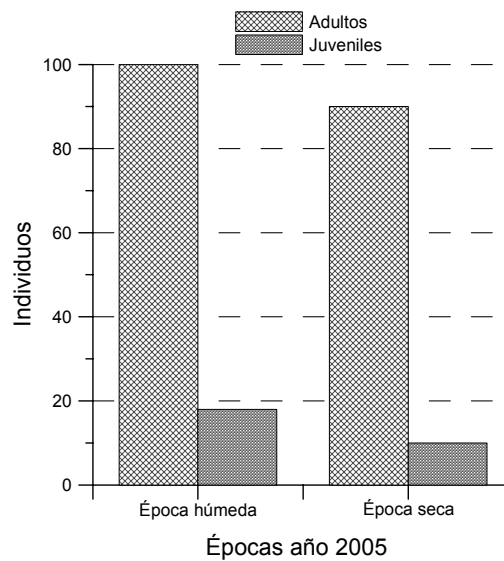


Fig. 4: Actividad vs. épocas de reproducción

Entre las actividades diarias de *Ara rubrogenys* durante la época no reproductiva se puede observar que la más importante es el percheo y vuelo de los individuos, pero en la época reproductiva la principal actividad es la de forrajeo, siendo muy importante debido a que tienen que alimentar al polluelo bajo su cuidado. Pero la actividad de acicalamiento sigue siendo una importante actividad que realizan; según estudios anteriormente realizados en otras especies de parabas indican que refuerzan las relaciones entre los individuos.

Se puede observar que la población con mayor porcentaje de reproducción es la población que se queda en la zona, las otras poblaciones tienen un bajo porcentaje.

Las diferencias morfológicas entre un individuo adulto y uno juvenil son las manchas auriculares de color anaranjado y la frente completamente de color rojo que tienen los adultos, los juveniles no tienen estas manchas auriculares y las plumas de la frente son de color negro, las cuales van cambiando a color rojo de acuerdo pasan a la etapa adulta. El periodo que pasa para que un individuo juvenil pase a la etapa adulta no está determinado aún, pero se observó en 2005 que los polluelos que salieron de los nidos en abril, todavía tenían manchas negras en la frente y no estaban completas las manchas auriculares hasta el mes de diciembre.

El resultado del daño ocasionado al cultivo de maní en este año por *Ara rubrogenys* fue del 3.5% del total cultivado por m² y en 2005 del 18.6% del total de la cosecha de maní. Pero este daño no es solo ocasionado por esta paraba, ya que también se alimentan liebres, angulas (mamífero pequeño aun no identificado) y las palomas de campo.

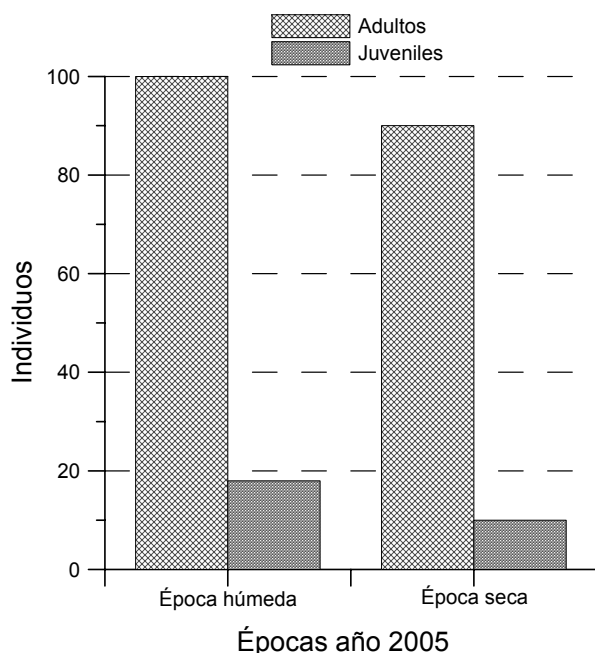


Fig. 5: Población adulta y juvenil en la zona de estudio

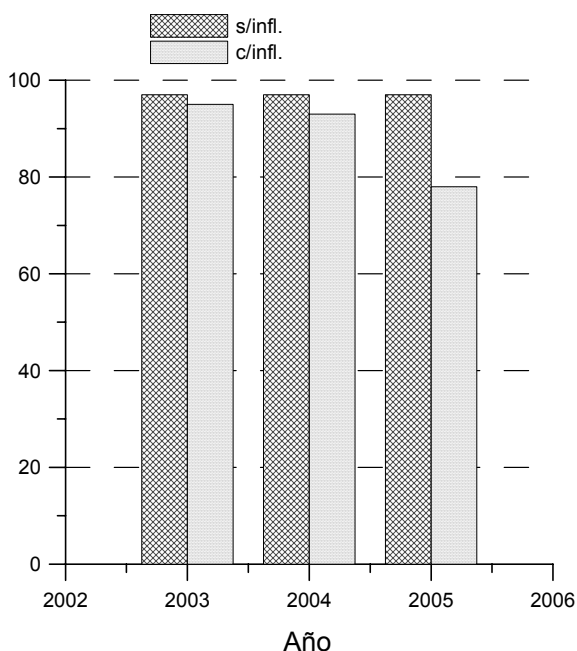


Fig. 6: Determinación del daño ocasionado a los cultivos de maní en porcentaje

4. Conclusiones

Según los datos del censo de población se puede observar que la población aumenta durante los meses de cosecha y post-cosecha de maní, pero en los meses posteriores se observó su disminución. Esto puede deberse al movimiento estacional que realiza *Ara rubrogenys* y se desconoce el destino de su desplazamiento. Por lo que no se puede concluir que la población de este sector esté aumentado o disminuyendo.

A partir del mes de octubre esta población es muy difícil de observar en la zona, aunque todavía queda residiendo en la zona, pero no se puede decir que esta población sea fija.

Según los datos obtenidos y durante la época de reproducción, la principal actividad es el forrajeo, en que uno de los padres se queda al cuidado del polluelo y es el otro que realiza el forrajeo para alimentar al polluelo. También es importante el acicalamiento dado que es una actividad que refuerza las relaciones entre individuos. En época de cosecha del maní una de las actividades que más desarrolla esta especie es el percheo y jugueteo entre parejas.

Para garantizar el éxito en la conservación de ésta y otras especies es necesario frenar el tráfico de especies de vida silvestre, mediante la difusión sobre las consecuencias que acarrea el equilibrio ecológico y respecto a la función ecológica de todas las especies (fauna y flora), así como el desarrollo ecoturístico que es un atractivo que día a día atrae a más gente a Bolivia.

Importancia de los productos forestales no maderables en la Reserva Forestal Imataca, Venezuela

J. Figueroa, E. Sanoja

Centro de Investigaciones Ecológicas (CIEG), Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), Calle Chile, Urb Chilemex, Puerto Ordaz, Edo. Bolívar, Venezuela
jfiguero@cantv.net, eliosanoja@cantv.net

Palabras claves: Especies forestales, productos forestales no maderables, Río Botanamo, Reserva Forestal Imataca

Resumen

En la Reserva Forestal Imataca conviven comunidades criollas e indígenas que utilizan productos forestales no maderables (PFNMs), principalmente como medicinales y alimenticios [1]. El objeto de esta investigación fue relacionar aspectos socio-económicos de los habitantes en la cuenca del Río Botanamo con el uso medicinal y alimenticio de los PFMNs. Se realizaron entrevistas semi-estructuradas personales en 310 hogares y se colectaron 94 especies empleando métodos tradicionales fitotaxonómicos. Los resultados de las variables socio-económicas indican que el 73% de la población entrevistada posee bajo nivel educativo y el 51% percibe menos del salario mínimo, lo que demuestra que el uso de los PFMNs son indispensables para los habitantes más marginados socialmente en la cuenca. El 76,6% de las especies arbóreas utilizadas como PFMNs es nativo de los bosques de la localidad, lo cual refleja un alto grado de conocimiento y uso del bosque natural por las comunidades criollas que habitan en el sector estudiado.

1. Introducción

El interés por los productos forestales no maderables (PFNM) ha crecido a nivel mundial en los últimos años, debido a la mayor preocupación por la conservación de la diversidad biológica [2]. En efecto, la meta del manejo sostenible del bosque es mantener y restaurar el ecosistema forestal y su integridad biológica, para que puedan continuar produciendo bienes y servicios con el paso del tiempo [3].

Históricamente las poblaciones humanas han utilizado una extensa variedad de productos provenientes de los bosques. Estudios etnobotánicos muestran que los grupos indígenas que viven en la Guayana venezolana utilizan una amplia variedad de productos forestales no maderables [4, 5, 6, 7, 8], la mayoría de ellos son usados como productos para su subsistencia.

El término producto forestal no maderable o no maderero (en inglés: non timber forest products: o non wood forest products: NWFP) es la denominación más comúnmente

utilizada para productos silvestres distintos de la madera [9]. Son definidos como todos aquellos productos biológicos, excluida la madera, leña y carbón, que son extraídos de los bosques naturales para el uso humano [10]; la FAO [2] considera además, otras áreas forestales y los árboles fuera de los bosques.

Los PFMN presentan una gran variedad de formas, orígenes y usos; incluyen plantas y animales que pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones o sistemas agroforestales. Es importante destacar que de los PFMN de la flora, las categorías alimento y medicinas son utilizadas en todos los países de América del Sur [1]. Zamora [11] refiere que los PFMN son utilizados como medios de subsistencia, por ejemplo como medicinales: utilizan en México a *Byrsonima crassifolia*, *Bursera simaruba*, *Bixa orellana* y *Crescentia cujete*, en Uruguay: *Bauhinia forficata*, en Brasil: *Curatella americana* y en Paraguay: *Cecropia peltata*. Señala también que son utilizadas como alimentos en Perú: *Chrysophyllum caimito*, *Manilkara* sp. y *Mauritia flexuosa*; en Argentina: *Eugenia* sp., en Paraguay: *Psidium* sp. y la *Guazuma ulmifolia* en Brasil y Paraguay.

Esta investigación se realizó en la cuenca alta de Río Botanamo, al noreste del Estado Bolívar-Venezuela, Municipio Sifontes (Fig. 1). Ocupa una superficie de 2 556 km², de los cuales el 52% de la superficie está dentro de la Reserva Forestal Imataca. La temperatura media anual es de 26°C en un rango de variación entre 24,4 a 27,1°C. La distribución de la precipitación es bimodal con una media anual de 1 284 mm, en un rango de variación en sentido este-oeste, entre 1 100 y 1 600 mm anuales. Asociado a dicho gradiente, están presentes el bosque semicaducifolio y el bosque húmedo tropical. El relieve predominante es una peniplanicie suavemente ondulada, destacándose hacia el noroeste de la cuenca, en la Serranía de Nuria, una altiplanicie que alcanza 600 m de altitud.

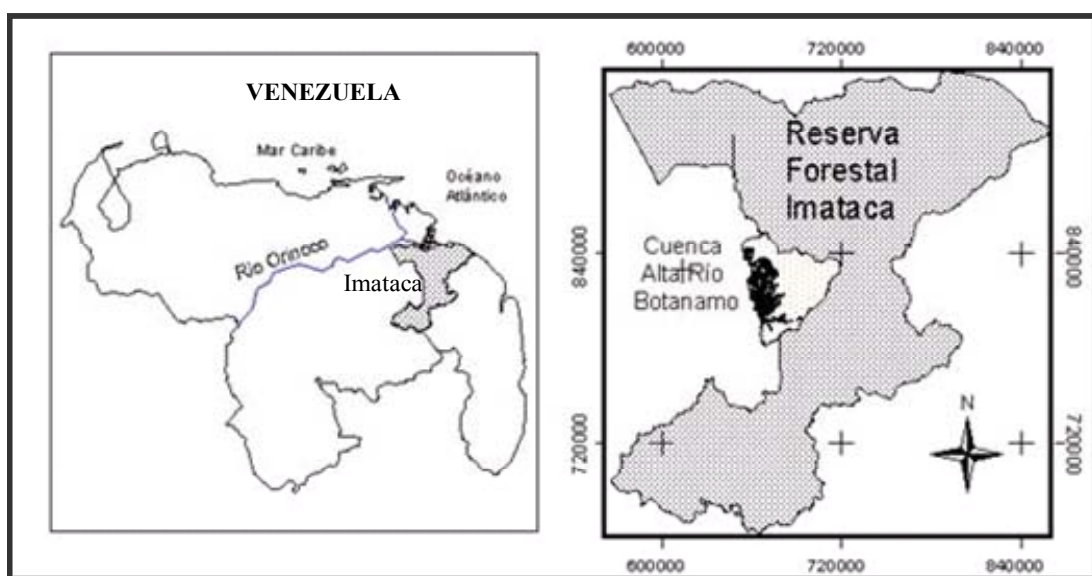


Fig. 1: Cuenca alta del Río Botanamo, Reserva Forestal Imataca, Venezuela

Históricamente, la cuenca ha estado sometida a múltiples usos de la tierra. Hasta la mitad del siglo 17 estuvo ocupada por indígenas del grupo Kamaracoto, quienes basaron su subsistencia en cultivos itinerantes (conucos). Con la fundación de Tumeremo en 1778, fueron establecidos otros usos, tales como la ganadería, la agricultura, la minería y actividades de extracción forestal. Es importante reseñar que la población indígena mantiene sus cultivos de subsistencia, en los bosques continuos de la cuenca [12].

2. Metodología

Las encuestas fueron aplicadas a comunidades urbanas y extraurbanas de la parroquia capital Sifontes. La identificación taxonómica de las especies arbóreas usada por los pobladores de la cuenca, fue corroborada con la colección de muestras botánicas empleando métodos tradicionales fitotaxonómicos. Las mismas fueron procesadas e identificadas en el Laboratorio de Botánica y Dendrología de la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG) y depositadas en el herbario regional de Ciudad Bolívar (GUYN).

El tamaño de la muestra se definió con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5,4%. Un total de 310 hogares fueron encuestados bajo la modalidad de entrevistas personales, usando un cuestionario semi-estructurado. Las preguntas incluyeron además de los aspectos del uso de los PFM de la flora e información socioeconómica de la población.

3. Resultados

Las 94 especies arbóreas usadas como PFM (Tabla 1), están representadas en 35 familias botánicas y 91 géneros. Las familias botánicas con mayor número de especies fueron Caesalpiniaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Fabaceae, Meliaceae y Mimosaceae. El 63,8% (60/94) de las especies arbóreas colectadas es usado como medicinales y el 40,4% (38/94), como alimenticias.

Tabla 1: PFM colectados e identificados en la cuenca alta del Río Botanamo

Nº	Nombre local	Nombre Científico	Familia	Origen	Usos
78	Aceite	<i>Copaifera officinalis</i> L.	Caesalpiniaceae	Nativo	Fib y Art, Me
40	Aceituno	<i>Agonandra brasiliensis</i> Mart.	Opiliaceae	Nativo	Al, Fo
14	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Introducido	Al, Fo, Me
54	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpiniaceae	Nativo	Al, Fo, Fib y Art, Me
26	Amapola	<i>Plumeria</i> sp.	Apocynaceae	Introducido	Or
34	Anón	<i>Annona</i> sp.	Annonaceae	Nativo	Al
26	Apamate	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	Bignoniaceae	Introducido	Fib y Art, Or
49	Araguaney	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson.	Bignoniaceae	Nativo	Fib y Art, Me, Or

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

60	Baramán	<i>Catostemma Sandwith</i>	<i>commune</i>	Bombacaceae	Nativo	Fib y Art
69	Cacao	<i>Eschweilera</i> sp.		Lecythidaceae	Nativo	Al
31	Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i> L.		Sapotaceae	Introducido	Al
68	Canela	<i>Pimenta racemosa</i> (P. Miller) J.W. Moore		Myrtaceae	Introducido	Me
61	Canjilón negro	<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.		Apocynaceae	Nativo	Fib y Art, Me, Or
22	Cañafistola	<i>Cassia moschata</i> H.B.K		Caesalpiniaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
56	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> Ledoux & Lobato		Meliaceae	Introducido	Fib y Art
*	Capure	<i>Pouteria</i> sp.		Sapotaceae	Nativo	Al
*	Caramacate	<i>Piranhea longepedunculata</i> Jabl.		Euphorbiaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
46	Caraño	<i>Protium</i> sp. 2		Burseraceae	Nativo	Fib y Art, Me
52	Carapa	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.		Meliaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
50	Caro montañero	<i>Parkia nitida</i> Miq.		Mimosaceae	Nativo	Fo, Fib y Art
*	Cartán	<i>Centrolobium paraense</i> Tul.		Fabaceae	Nativo	Fib y Art
*	Caruto	<i>Genipa americana</i> L.		Rubiaceae	Nativo	Al, Fo, Col
25	Castaña	<i>Artocarpus</i> sp.		Moraceae	Introducido	Al, Fo, Me
55	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i> L.		Meliaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
24	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.		Bombacaceae	Nativo	Fib y Art, Me, Or
11	Cereza	<i>Malpighia glabra</i> L.		Malpighiaceae	Nativo	Al, Fo
19	Chaparro	<i>Curatella americana</i> L.		Dilleniaceae	Nativo	Me
77	Chaya	<i>Cnidioscolus chayamansa</i> Mc Vaught		Euphorbiaceae	Introducido	Fo, Fib y Art, Me
76	Chupón	<i>Pouteria</i> sp.		Sapotaceae	Nativo	Al, Fo
18	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.		Arecaceae	Introducido	Al, Fo, Fib y Art, Me, Or
*	Conserva	<i>Trichilia pallida</i> Sw.		Meliaceae	Nativo	Al, Me
*	Coroba	<i>Attalea butyraceae</i> (Mutis ex L.f.) Wess. Boer		Arecaceae	Nativo	Al, Fo
66	Corozo	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq) Lodd. ex Mart.		Arecaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
*	Cosoiba	<i>Garcinia madruno</i> (H.B.K.) Hammel		Clusiaceae	Nativo	Al, Fo
30	Cotoperi	<i>Talisia</i> sp.		Sapindaceae	Nativo	Al, Fo
*	Crucita real	<i>Strychnos fendleri</i> Sprague & Sandwith		Loganiaceae	Nativo	Me
2	Cuji	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl.		Mimosaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
35	Dividive	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.		Caesalpiniaceae	Nativo	Fo, Col, Me
39	Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.		Myrtaceae	Introducido	Me
4	Fruta de burro	<i>Xylopia aromatica</i> (Lamp.) Mart.		Annonaceae	Nativo	Me
9	Guamo	<i>Inga</i> sp.		Mimosaceae	Nativo	Al, Fo, Fib y Art
10	Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.		Annonaceae	Introducido	Al, Me
37	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		Sterculiaceae	Nativo	Al, Fo, Me
16	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.		Myrtaceae	Nativo	Al, Fo, Col, Me

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

71	Guayabillo	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	Nativo	Fo
73	Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Nativo	Me
32	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Nativo	Al, Fo, Fib y Art, Me
23	Mahomo	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Fabaceae	Nativo	Fib y Art
27	Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae	Nativo	Al, Fo
67	Mandingo	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	Nativo	Fib y Art, Me, Or
80	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Introducido	Al, Fo, Me
44	Manteco	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K	Malpighiaceae	Nativo	Al, Fo, Me, Or
5	Mapurite negro	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Rutaceae	Nativo	Me
59	Merecurillo	<i>Parinari rodolphii</i> Huber	Chrysobalanacea	Nativo	Al, Fo
36	Merecure	<i>Licania pyrifolia</i> Griseb.	Chrysobalanacea	Nativo	Al, Fo, Me
33	Merey	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Nativo	Al, Fo, Me
65	Mora	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	Nativo	Fib y Art
*	Morea	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson	Bombacaceae	Nativo	Fib y Art
42	Moriche	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Arecaceae	Nativo	Al, Fo, Fib y Art
51	Mureillo	<i>Erisma uncinatum</i> Warm	Vochysiaceae	Nativo	Fib y Art
17	Nim	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	Introducido	Me
13	Níspero	<i>Manilkara achras</i> L.	Sapotaceae	Introducido	Al, Me
15	Onoto	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Nativo	Col, Me
12	Pan de Año	<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	Moraceae	Introducido	Al
21	Pardillo	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Nativo	Fib y Art, Me
48	Pata de danto	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell.	Combretaceae	Nativo	Fib y Art
1	Pata de Ratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Runth ex. Walp.	Fabaceae	Introducido	Fo, Me
38	Pata de Vaca	<i>Bauhinia</i> sp.	Caesalpiniaceae	Nativo	Me
*	Pendanga	<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Myrtaceae	Nativo	Al, Fo
53	Pilón Rosado	<i>Cedrelinga cataniformis</i> (Ducke) Ducke	Caesalpiniaceae	Nativo	Fo, Col, Fib y Art, Me
7	Pomalaca	<i>Syzygium malacense</i> L.	Myrtaceae	Introducido	Al, Fo, Me
70	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	Introducido	Al, Fo, Me
43	Puneral sabanero	<i>Casearia spinescens</i> (Sw.) Benth.	Flacourtiaceae	Nativo	Me, Or
58	Purguo	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) Chev.	Sapotaceae	Nativo	Al, Fo, Col, Fib y Art, Me
57	Puy	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Bignoniaceae	Nativo	Me, Or
3	Quiebracho	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Mimosaceae	Nativo	Fo, Col, Me
72	Quina	<i>Angostura trifoliata</i> (Willd.) Elias.	Rutaceae	Nativo	Me
20	Roble	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand.	Fabaceae	Nativo	Fib y Art, Me

63	Rosa de montaña	<i>Brownea</i> sp.	Caesalpiniaceae	Nativo	Me, Or
47	Samán	<i>Samanea saman</i> Jacq.	Mimosaceae	Introducido	Fo, Me
*	Sangre de Drago	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	Papilionaceae	Nativo	Col, Me
*	Sangrito	<i>Croton matourensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	Nativo	Me
74	Sapote	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapotaceae	Introducido	Al
79	Sarrapia	<i>Coumarouna punctata</i> S.F. Blake	Fabaceae	Nativo	Me
*	Sipuede	<i>Protium sagotianum</i> (Aubl.) Griseb.	Burseraceae	Nativo	Fo, Fib y Art
41	Tacamajaca	<i>Protium</i> sp. 1	Burseraceae	Nativo	Me
29	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpiniaceae	Introducido	Al, Me
*	Tampipio	<i>Couratari multiflora</i> (J.E. Smith) Eyma	Lecythidaceae	Nativo	Me
8	Tapara	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Introducido	Fib y Art, Me, Or
45	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
75	Yagua	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess. Boer	Arecaceae	Nativo	Fo
64	Yara yara	<i>Anaxagorea</i> sp.	Annonaceae	Nativo	Fo, Fib y Art, Me
62	Zapatero	<i>Peltogyne floribunda</i> Benth.	Caesalpiniaceae	Nativo	Al, Fo, Fib y Art

* No fueron colectadas, identificación realizada por uno de los autores

Al: alimento, Fo: forraje, Col: colorante, Fib y art: fibra y artesanía, Me: medicinal, Or: ornamental

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la investigación

Las especies de mayor frecuencia de uso en la categoría alimento fueron: Mango (*Mangifera indica*), guamo (*Inga* sp.), jobo (*Spondias bombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y aguacate (*Persea americana*); y en la categoría medicinal: Quina (*Angostura trifoliata*), (tacamajaca *Protium* sp. 1), rosa de montaña (*Brownea* sp.), mango (*Mangifera indica*), jobo (*Spondias bombin*), guanábana (*Annona muricata*), tampipio (*Couratari multiflora*), yagrumo (*Cecropia peltata*), merey (*Anacardium occidentale*), onoto (*Bixa orellana*), aceite (*Copaifera officinalis*) y fruta de burro (*Xylopia aromatica*).

En relación a la condición socioeconómica de la población objetivo, los resultados indican que el nivel de ingreso promedio mensual del 49% de las personas entrevistadas se ubican entre 500 000 y 1 000 000 Bs. (equivalente a \$US 232 666 y 465 332). La ocupación predominante es oficios del hogar (24%), obreros (16%), agricultores (10%) y mineros (8%). En cuanto al género el 53% de la muestra corresponden a hombres y 47% a mujeres. Con respecto al nivel educativo, el 33% sólo alcanza el grado de primaria, el 17% nivel básico de bachillerato y el 23% bachiller y 27% técnicos y otras profesiones.

4. Conclusión

Respecto al uso de las especies arbóreas utilizadas como medicinales por los habitantes de la cuenca algunas coinciden con las utilizadas en México, Brasil, Uruguay y Paraguay. Entre ellas destacan especies tales como: *Byrsonima crassifolia*, *Bursera*

simaruba, *Bixa orellana*, *Crescentia cujete*, *Bauhinia* sp., *Curatella americana* y *Cecropia peltata*. En la categoría alimentos en Perú, Argentina, Paraguay y Brasil se reportan algunas coincidencias con especies tales como: *Manilkara* sp., *Chrysophyllum caimito*, *Mauritia flexuosa*, *Casearia spinescens* y *Psidium guajava* [11].

En Venezuela, Petit Aldana [13] reporta para la Reserva Forestal Imataca como especies arbóreas medicinales al aceite (*Copaifera officinalis*), yagrumo (*Cecropia peltata*), merey (*Anacardium occidentale*) y como alimenticias guamo (*Inga* sp.), jobo (*Spondias bombin*) y guayaba (*Psidium guajava*), coincidiendo con las de mayor frecuencia de uso en la cuenca del Botanamo, dentro de dicha Reserva Forestal.

Los resultados de las variables socioeconómicas indican que el 73% de la población entrevistada posee un bajo nivel educativo y el 51% percibe menos del salario mínimo (465.750 Bs (216.728 \$) según gaceta oficial N° 3842 del. Año 2006), lo que demuestra que el uso de los PFMN son indispensables para los habitantes más marginados socialmente en la cuenca. Ellos se constituyen en los actores principales en la extracción de los PFMN, pudiendo constituir la única fuente de ingresos personales tal como lo enuncia [14, 15, 16].

Se debe resaltar que el 76,6% (72/94) de las especies arbóreas utilizadas como PFMN son nativas de los bosques de la localidad, lo cual refleja un alto grado de conocimiento y uso del bosque natural por parte de las comunidades criollas que habitan en el sector estudiado. El resto, 23,4% de las especies, son introducidas pero todas ellas son de amplio uso por los habitantes de las tierras bajas del país, así como por la mayoría de la gente de las zonas tropicales cálidas del mundo.

Referencias

- [1] J. Figueroa. Valoración de los productos forestales no maderables (PFNM) en la Reserva Forestal Imataca, bajo el enfoque de la economía ecológica: caso de estudio cuenca alta del Río Botanamo, estado Bolívar. Venezuela. *Soportes Audiovisuales e Informáticos, Serie Tesis Doctorales, Servicios de Publicaciones, Universidad de la Laguna, Tenerife, España*, 323 p, 2005.
- [2] FAO. Hacia una definición uniforme de los productos forestales no Madereros. <http://www.fao.org/forestry/foris/webview/fop/index.jsp?siteId=2301&langId=3>, 2003.
- [3] J.A. Hansen. Sustainable forestry in concept and reality. En: Curtis H. Freese (Ed.), *Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation*, *The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA*, 217-245, 1997.
- [4] A.B. Anderson. The names and uses of palms among a tribe of Yanomami Indians. *Principes*, 22(1), 30-40, 1998.
- [5] J. Wilbert, M. Layrisse. Demographic and biological studies of the Warao indians. *UCLA Latin American Center Publications, Los Angeles, USA*, 252 p, 1980.

- [6] G.T. Prance, W. Balee, B.M. Boom, R.I. Carneiro. Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Amazonia. *Conservation Biology*, 1(4), 296-310, 1980.
- [7] L. Hernandez, P. Williams, R. Azuaje, G. Picón. Nombres indígenas y usos de algunas plantas de bosques de la Gran Sabana (Venezuela): una introducción a la etnobotánica regional. *Acta Botanica Venezuelica*, 17, 69-127, 1994.
- [8] M. Bell. The direct use-value of tropical moist forest foods: the Hottuja (Piaroa) Amerindians of Venezuela. *Ambio*, 25(7), 468-472, 1996.
- [9] A. Tacón, U. Fernández, F. Ortega. El mercado de los PFNM y su papel en la conservación de la ecorregión de los bosques valdivianos. *WWF-Red PFNM de Chile, Valdivia*, Chile, 200 p, 1999.
- [10] UICN Forest Conservation Programme Non timber forest products. Ecological and economical aspects of exploitation in Colombia, Ecuador and Bolivia. *Department of Plant Ecology and Evolutionary Biology, Universidad de Utrecht, Utrecht*, Holanda, 125 p, 1996.
- [11] M. Zamora. Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en América latina. Proyecto Información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales de América Latina. *FAO* (<http://www.rlc.fao.org/proyecto/rla133ec/Informes%20Regionales-pdf/PFNM%20II%20.PDF>), 115 p, 2001.
- [12] J. Delgado, H. Rosales, J. Castellanos, S. Figueroa, A. Leal, A. Mansutti, B. Rodríguez, R. Sanchez, R. Blanca, C. Valeri. A conceptual model of biocomplexity in the upper Botanamo river basin. *Proceeding Modelling, Simulation and Optimization*, 471-830, 2005.
- [13] Y. Petit Aldana. Productos forestales no madereros en América Latina, Venezuela. www.rlc.fao.org/proyecto/rla133ec/PFNM-pdf/PFNM%20Ven.PDF, 2001.
- [14] FAO, Food and agriculture, organization, state of the world s forest. *FAO, Roma*, Italia, 188 p, 1997.
- [15] A. Rodda. Women and the environment. *Zed Books Ltd., Londres*, Inglaterra, 144 p, 1993.
- [16] M.A.F. Ros-Tonen. Introduction: NTFP research in the Tropenbos programme. *Proceedings: NTFP research in the Tropenbos programme: Results and perspectives*, 15-32, 1999.

Evaluación del estado de conservación actual de los ecosistemas terrestres fronterizos de Venezuela con Colombia

A. Pineda

Departamento de Ciencias Agrícolas y Ambientales
Instituto Universitario Tecnológico de Ejido, Ejido, Estado Mérida, Venezuela
arvinp@cantv.net

Palabras claves: Ecosistemas fronterizos, conservación, evaluación

Resumen

En este trabajo, además de identificar los grandes ecosistemas terrestres presentes localizados a lo largo de la zona de frontera de Venezuela con Colombia, se describe su conformación. Se evalúa su estado actual de conservación mediante la utilización de una metodología que combina datos obtenidos de investigaciones documentales, imágenes georeferenciadas originadas en sensores remotos, y notas de campo. El estudio revela la existencia de un ambiente natural mega diverso, producto de la existencia de siete ecoregiones diferentes, pertenecientes a cuatro macroregiones ecológicas, donde se identifican quince zonas de vida, cada una de ellas debido a la relación localización geográfica - ecodiversidad - sociodiversidad, se registran valores de degradación superiores a nuestra capacidad de conocerlos y entenderlos.

1. Introducción

Enmarcado dentro de estrategias de índole geopolítica, económica, sociales y territoriales contenidas en el modelo de gestión actual, el gobierno de Venezuela se propone, con relación a la zona de frontera internacional terrestre, en especial con Colombia, realizar ejecutorias de múltiples proyectos destinados a incorporar un área históricamente deprimida, asimétricamente desarrollada, sometida a permanente olvido y desconocida en todos sus aspectos para la mayoría de los venezolanos, en donde estudios puntuales señalan la existencia de un ambiente natural mega diverso, que presentan algunos de ellos, significativos niveles de alteración en cuanto a sus condiciones ambientales originales, las cuales pueden acelerarse al ponerse en ejecución inversiones, algunas de ellas en su etapa inicial de implantación, sin una debida evaluación de impactos ambientales, en ecosistemas poco conocidos, lo que puede ocasionar pérdidas incalculables para el entorno, por lo que es urgente realizar investigaciones que coadyuven a su identificación.

La propuesta de este estudio está en correspondencia con tal preocupación. En consecuencia busca proporcionar información base acerca de los ecosistemas presentes en dicha área bajo un enfoque holístico, así como evaluar el grado de amenaza que se cierne sobre los mismos. Es decir, una evaluación sobre su estado de

conservación instantáneo o actual con miras a generar una plataforma base de investigaciones posteriores.

2. Metodología

El mismo se realizó utilizando la metodología de Dinerstein et al. [1] la cual se sustenta en la fotointerpretación de imágenes digitales georeferenciadas de las eco-regiones presentes en el área de frontera de Venezuela con Colombia, según la clasificación propuesta por el WWF [2]. Para medir el comportamiento de indicadores ambientales ampliamente validados y aceptados por la comunidad científica y de amplio uso en Latinoamérica, cuyos resultados se expresan en grados de amenaza. Los procedimientos a seguir, la aplicación de instrumentos, la agrupación de datos, su discusión y presentación de los resultados se ciñeron a lo establecido en dicha metodología, la única variante empleada por razones obvias, fue de carácter escalar, es decir con mayor detalle, en la descripción de las principales características físico-naturales y sociodemográficas presentes, lo que dio lugar a su vez a un pequeño ajuste en la toponimia empleada, sin que esto último signifique posición contrastante de fondo con la clasificación propuesta.

En concordancia con las características de la investigación, la información provino fundamentalmente de la fotointerpretación de imágenes satelitales georeferenciadas para la zona en estudio, proporcionadas por los satélites LandSat y EarthSat de los años 2002, al 2005 con una resolución de 8 a 12 m por píxel. También se basó en el análisis de información proporcionada por recursos bibliográficos diversos, en especial la suministrada por mapas temáticos de carácter biogeográfico [2]; de los registros presentados en los libros rojos de la flora y fauna de Venezuela (incluir referencias!!); e información de investigaciones de entes oficiales y universitarias diversas, así como la obtenida por visitas de campo.

3. Resultados y discusión

La investigación pone de relieve la característica ambiental multidiversa del área en estudio, en atención a la presencia de siete ecoregiones pertenecientes a cuatro macroregiones ecológicas diferentes a saber: Cordillera Andina, Cuenca del Lago de Maracaibo, Cuenca del Río Orinoco y Cuenca del Río Amazonas; donde se registra la presencia de quince (15) zonas de vida de las veintidós (22) presentes en el país.

La aplicación de los indicadores de evaluación del estado de conservación propuestos por BIOCENRO [3], muestran que de las zonas de vida encontradas, cuatro se encuentran en peligro crítico; cuatro en condición vulnerable; cuatro como relativamente estable y tres intactas. De forma consolidada tal como se puede apreciar en la Fig. 1, las zonas con peor estado de conservación son las que ocupan la mayor extensión del área en estudio (53,8%), mientras que las relativamente intactas e intactas ocupan el resto, con la particularidad de que estas últimas se concentran

mayoritariamente en zonas despobladas, de difícil acceso y protegidas bajo la figura de área bajo régimen de administración especial.

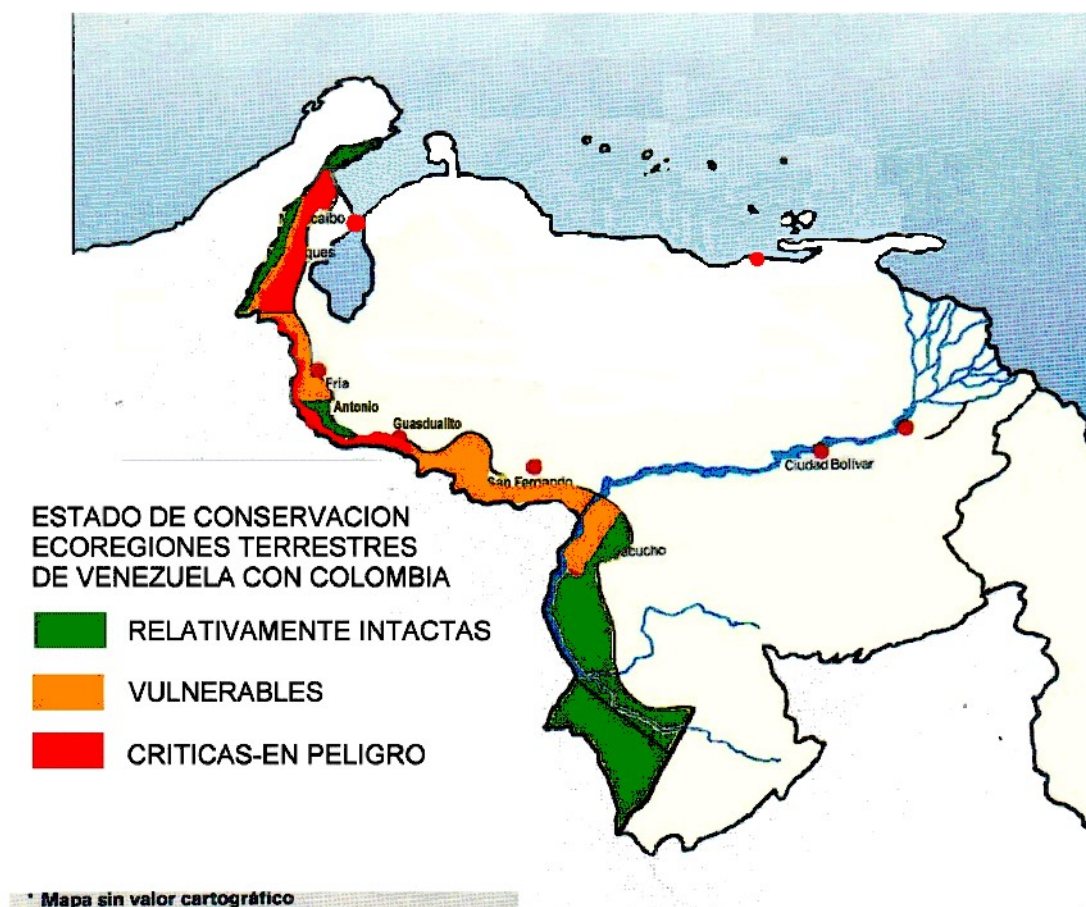


Fig. 1: Mapa con estado de conservación ecoregiones terrestres de Venezuela y Colombia

4. Conclusiones

La metodología empleada, que se sustenta en el uso combinado de técnicas de análisis de fotointerpretación de imágenes satelitales, análisis documental y observaciones de campo resultó ser un instrumento útil y válido, a la hora de realizar un inventario de ambientes naturales complejos como el existente en zonas de frontera internacional entre Venezuela y Colombia, al permitir cubrir grandes áreas en tiempo real, en una proyección que difícilmente puede percibir un observador en tierra, reduciendo el tiempo del exigente y a veces riesgoso trabajo de campo.

Los indicadores ambientales aplicados muestran para toda la zona en estudio, una composición ecosistémica compleja, que provee servicios ecológicos de valor estratégicos. Se presentan niveles negativos de preservación ambiental con índices de

degradación que amerita tratamientos binacionales para su conservación antes de que se pierdan definitivamente.

Referencias

- [1] E. Dinerstein, D. Olson, D. Gram, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder, G. Ledec. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. *Banco Mundial y Fondo Mundial para la Naturaleza, Washington DC, USA, 1995.*
- [2] A. Castillo. Afinidad florística de los bosques húmedos ribereños, localizados al Norte del Estado Amazonas, Venezuela. *Memorias del IV Congreso Interamericano Sobre el Medio Ambiente, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 1998.*
- [3] BIOCENTRO. Proyecto Conservación y uso sustentable de la biodiversidad en la ecoregión de los Llanos venezolanos. *Informe final, FUDENA, Venezuela, 2000.*

Información pública sobre desempeño ambiental: Efectos de la certificación sobre el ecoturismo en el Parque Natural Tayrona, Colombia

D.A. Revollo Fernández
Economista Ambiental, Profesional Independiente
Bogotá, Colombia
drevollofer@gmail.com, drevollofer@hotmail.com

Palabras claves: Análisis conjoint, certificación, recreación, área protegida

Resumen

Las áreas protegidas a cargo del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) de Colombia proveen servicios ambientales como actividades de recreación (ecoturismo) entre otros, los cuales pueden ser usados para el beneficio de la sociedad. El estudio tiene como objetivo calcular la disponibilidad a pagar (DAP) de los consumidores en un área natural protegida por mejoras en la calidad de los productos y servicios en el sector de ecoturismo. Las disponibilidades a pagar varía dependiendo del enfoque que se utilice: en la comparación de opciones se tiene una disponibilidad a pagar de \$5.046 pesos para la certificación nacional y en la certificación internacional se tiene una disponibilidad a pagar igual a \$17.325 pesos. El enfoque de calificación de opciones reporta una disponibilidad a pagar de \$18.083 pesos mientras que el de ordenamiento de opciones es de \$19.821 pesos.

1. Introducción

Un instrumento de política ambiental que puede fomentar al consumo de bienes y servicios en el ecoturismo dentro el sistema de parques naturales es el ecoetiquetado o certificación. Es un distintivo que pueden portar los bienes y/o servicios que acatan ciertos criterios ambientales y cuyo cumplimiento es probado por una tercera parte. Para la certificación como instrumento de fomento del consumo se deben analizar problemas como la infraestructura existente, acceso a los sitios, orden público entre otros como alternativas para pensar en generar un impacto a la demanda por estos servicios. Por tal motivo, es importante identificar cuáles características (por ejemplo derechos de los trabajadores, flora y fauna, contaminación entre otros) pesan más para los consumidores potenciales de ecoturismo para poder diseñar en un futuro un certificado y así aumentar el beneficio de los consumidores por mejores condiciones de calidad del producto y al mismo tiempo conservar la naturaleza que presentan los parques.

Estudios como el de Wheeler et al. [1] y Foulon et al. [2], proponen establecer nuevas estrategias de regulación ambiental, específicamente en el uso de la información para el manejo de la contaminación ambiental. Plantean que en la regulación ambiental se

debe involucrar tanto a la comunidad, a las empresas y la autoridad ambiental para que todas ellas maximicen sus objetivos, pero tomando en cuenta al resto de los agentes de la economía. Kirchoff [3] plantea que el uso de incentivos para las empresas como por ejemplo el uso de ecoetiquetas influye en la conducta de los consumidores para consumir bienes y servicios que sean amigables con el medio ambiente y, que al mismo tiempo, esta conducta de los consumidores se vea reflejada en la actitud de las empresas en la producción de esos bienes. En el campo de certificación de ecoturismo en parques naturales se tiene a European Charter for Sustainable Tourism in Protected Areas que inició sus actividades en 1997; Environmental Squirrel es un sistema alemán que certifica instalaciones de hospedaje en parques; Gites Panda y el PANParks fundada por el Fondo Mundial para la Conservación; y el World Wildlife Fund junto con la empresa turística de los Países Bajos Molecaten Groep, avalada por el World Commission on Protected Areas (WCPA) que maneja altos niveles de estándares en campos como valores naturales, manejo del hábitat, manejo de los visitantes y desarrollo de turismo sostenible (www.panparks.org).

El objetivo de esta investigación es determinar la disponibilidad a pagar (DAP) de los consumidores en un área natural protegida por mejoras en la calidad de los productos y servicios en el sector de ecoturismo y determinar las influencias que puede tener la información disponible en la conducta de los consumidores.

2. Materiales y métodos

El análisis de conjunto (en inglés: conjoint) se basa en que los agentes económicos eligen un determinado bien con base a sus atributos y no solamente tomando en cuenta el precio, este análisis forma parte de los modelos de utilidad aleatoria y existen tres enfoques dentro del análisis de conjunto. El primer enfoque compara las opciones que se tenga frente al *status quo*, donde la variable dependiente toma los valores de cero o uno; en este caso, uno significa que el individuo está de acuerdo con la implementación de la política (para nuestro caso la aplicación de la certificación). El individuo será indiferente entre comprar el bien con la nueva política (certificación) y el de no comprarlo (*status quo*), si:

$$U^{ij}(q_1^j, q_2^j, m^i - VC^i) = U^{io}(q_1^o, q_2^o, m^i) \quad (1)$$

Hanemman [4] plantea el cambio de la función de utilidad indirecta como:

$$\Delta V = \alpha - \beta(m^i - VC^i) \quad (2)$$

Donde la indiferencia entre los dos estados presentados al individuo debe ser igual a cero, mediante lo cual se obtiene una medida de bienestar por la implementación de la política:

$$VC = \frac{\alpha}{\beta} + m^i \quad (3)$$

El segundo enfoque de calificación de opciones se basa en que al individuo se le presentan las diferentes opciones y un rango de calificaciones de uno a diez. El entrevistado debe otorgar a cada opción una calificación que no deben ser iguales, que dependen de los atributos, del precio y de las características del individuo. Según Teisl et al. [5], la medida de bienestar se representa de la siguiente manera:

$$r^{i0}(p^0, q^0, m^i, z^i) = r^{ij}(p^j, q^j, m^i - VC, z^i) \quad (4)$$

Donde r^{i0} son las calificaciones asignadas por los individuos a cada opción que se le presenta, p^j representa el precio de la opción, m^i representa el ingreso, z^i representa el vector de características socioeconómicas del turista i y VC representa la variación compensada. De lo cual se obtiene la medida de bienestar, es decir la variación compensada como:

$$VC^i = \frac{[r^{ij}(q^j, z^i) + \alpha(m^i - p^j)]}{\alpha} \quad (5)$$

Debido a que la variable dependiente toma valores comprendidos entre el rango de -9 a 9, se utiliza una regresión tipo tobit.

Y finalmente el tercer enfoque de ordenamiento de opciones, que consiste en ordenar a las opciones presentadas al agente en función de la calificación que impuso según sus preferencias. El agente debe maximizar su función de utilidad sujeta a una restricción de presupuesto:

$$\begin{aligned} \max U^i(x^i, O^j, q_1^j, q_2^j, z^i, w^{ij}) + e^{ij} \\ \text{s.a } p^j O^j + x^i = m^i \end{aligned} \quad (6)$$

Donde x^i es un vector de indica el consumo de otros bienes de mercado, O^j son las opciones disponibles para cada individuo, q_1^j es un vector relacionado con el desarrollo de la política N° 1 (certificación nacional), q_2^j es un vector relacionado con el desarrollo de la política N° 2 (certificación internacional), z^i es un vector de características socioeconómicas, p^j es el precio de cada alternativa y m^i es el ingreso del agente. Al solucionar el problema de maximización, se obtienen funciones de demanda las cuales se reemplazan en la función de utilidad indirecta y se obtiene:

$$V^{ij} = v(q_1^j, q_2^j, z^i, w^{ij}) + \beta_1(m^i - p^j) + e^{ij} \quad (7)$$

Se plantea la función de utilidad indirecta indicando la indiferencia del agente entre las opciones y el *status quo*, obteniendo la variación compensada:

$$V^{ij}(p^j, q_1^j, q_2^j, m^i - VC) = V^{i0}(p^0, q_1^0, q_2^0, m^i) \quad (8)$$

$$VC^i(0 a^k) = \left(\frac{1}{\beta_1} \right) \left[\ln \left(\sum_{j=1}^m e^{V_k^{ij}} \right) - \ln \left(\sum_{j=1}^m e^{V_0^{ij}} \right) \right] \quad (9)$$

Para estimar este tipo de modelos se recurre a un logit multinomial, donde la variable dependiente toma los valores de 1 a 3 (de más preferida a menos preferida).

El Parque Natural Nacional Tayrona tiene un área de 15.000 hectáreas de las cuales 12.000 son terrestres y el resto marinas. Fue declarado como área nacional protegida en 1969; se encuentra ubicado en el litoral Caribe a 34 km de Santa Martha vía Riohacha en el Departamento del Magdalena y presenta una temperatura promedio de 25-30° C. En el campo del ecoturismo, el Parque presenta diferentes actividades como son el canotaje, senderismo, exploración de flora y fauna, pesca, cuenta con infraestructura para alojamiento en cabañas que conservan características de la arquitectura Tayrona.

Para establecer el número posible de turistas a ser encuestados, se utiliza la fórmula sugerida por Yamane [6]:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{Nd^2 + Z^2PQ} = \frac{(7683)(1.64)^2(0.5)(0.5)}{(7683)(0.05)^2 + (1.64)^2(0.5)(0.5)} = \frac{5166.0492}{19.8799} = 259.86 \approx 260$$

La encuesta se aplicó a los turistas (sin discriminar entre jefes de familia o de grupo y sin excluir edades) dentro del Parque de manera personal que es la forma más común, que proporciona la gran ventaja de que el encuestador puede resolver dudas al entrevistado y proporcionar información detallada y personalizada. La encuesta se divide en tres secciones: la primera presenta preguntas socioeconómicas como sexo, nacionalidad, edad, estado civil, estudios realizados, ocupación, ingresos y estrato. La segunda parte referida al Parque como si saben de la existencia con anterioridad del lugar que visitan, si saben que es una área protegida, si lo habían visitado antes, si realizó el viaje exclusivamente al Parque o a otro lugar turístico y aprovechó el momento para visitarlo, cuáles actividades desarrolló dentro del Parque como caminatas, surf, buceo, disfrute del paisaje o conocer la biodiversidad, cuáles atributos considera importantes para realizar la visita al Parque (aire puro, agua limpia, tranquilidad, biodiversidad, existencia y tipo de infraestructura o la calidad del acceso al parque) y la calidad de prestación de servicios ecoturísticos que recibieron. Y finalmente la tercera parte dedicada a la parte de certificación y atributos. Cada alternativa presenta un precio: sin certificación el precio es igual al costo de la tarifa de ingreso al parque, con certificación del ICONTEC (Instituto de Normas Técnicas y Certificación de Colombia) el precio es igual a esa tarifa más el costo que reportaría que dicha institución realice la certificación (jornadas de trabajo dividida entre el posible número de turistas que visiten el parque en un año) y con certificación PANPARKS el precio es igual a la tarifa de ingreso más el costo de que dicha certificadora certifique al Parque dividida entre el número de visitantes al año.

Cada alternativa presenta tres atributos, protección de flora y fauna que representa que el Parque no vende, trafica o exhibe productos o especies en extinción que provengan de prácticas no sostenibles; al mismo tiempo que presenten planes de manejo de dichos recursos. El segundo atributo hace referencia a la contaminación ambiental, donde se realice un manejo de las aguas residuales, se tengan medidas para minimizar emisiones de gases contaminantes, manejo de de desechos sólidos, entre otros. Mientras que el tercer atributo se refiere a la infraestructura, donde se respete el paisaje y las costumbres de la región, se utilicen materiales autóctonos que no degraden el medio ambiente, ofreciendo la mayor comodidad a los turistas.

3. Resultados y discusión

Se realizaron 400 encuestas dentro del Parque, de las cuales se rechazaron 26 por tener información inconsistente. Al realizar 374 encuestas, el nivel de confianza aumentó a un 96 por ciento; observamos que un 51% son hombres, se tiene un promedio de edad de 39 años, estado civil en promedio corresponde a casados, un promedio de ingresos igual a 1.800.000 pesos colombianos; 211 encuestados (56%) prefieren certificación nacional a no tener certificado y 204 (55%) prefieren certificación extranjera. Por lo que la mayoría desea tener certificación en actividades de ecoturismo. La tabla 1 resume los diferentes enfoques que utilizamos para el análisis de conjunto, donde presentamos la disponibilidad a pagar y los atributos que presentamos a los turistas.

El enfoque de comparación de opciones compara la certificación nacional (ICONTEC) versus no certificar, es decir compara el *status quo* frente a la implementación de la política. El segundo modelo es la comparación entre la certificación internacional (PANPARKS) versus no certificar, donde la variable Y_{i1} toma el valor de uno si acepta la política y cero si desea el *status quo*. Los resultados de las regresiones nos indican que ambos modelos son globalmente significativos, el primer modelo predice un 66% de las observaciones y el segundo un 67%. En el primer modelo de la comparación de certificación nacional con el *status quo* se observa que las variables protección de flora y fauna (respecto al efecto marginal es el de mayor valor entre los atributos) y contaminación ambiental tienen signo positivo y el atributo infraestructura con signo negativo. Se observa que a mayor nivel de educación, la probabilidad de una respuesta positiva para la certificación nacional es mayor, lo mismo que con la variable ingreso residual, estrato, si tiene conocimiento que es un área protegida.

El segundo modelo que compara certificación internacional contra el *status quo* presenta los tres atributos con signo negativo, pero con mayor probabilidad de una respuesta positiva para la certificación a medida que aumenta el nivel de estudios, ingreso residual y si se tiene conocimiento de que se trata de un área protegida. Respecto a la medida de bienestar, en este caso la disponibilidad a pagar, se tiene que en el primer modelo los turistas están dispuestos a pagar \$5.046 pesos por la adopción de la política y en el segundo modelo \$17.325 pesos.

Tabla 1: Resumen de los modelos del análisis de conjunto (elaboración propia, 2006)

Enfoque de comparación de opciones - ICONTEC Vs. No certificar			
DAP	\$5.046		
Atributo	Coficiente	P valor	Efecto Marginal
PFF	0.3041	0.035	0.074
CA	0.05	0.729	0.012
INF	-0.402	0.006	-0.098
Enfoque de comparación de opciones - PANPARKS Vs. No certificar			
DAP	\$17.325		
Atributo	Coficiente	P valor	Efecto Marginal
PFF	-0.1412	0.298	-0.129
CA	-0.0409	0.767	-0.039
INF	-0.184	0.198	-0.168
Enfoque de calificación de opciones			
DAP	\$18.083		
Atributo	Coficiente	P valor	Efecto Marginal
PFF	0.715	0	0.715
CA	0.992	0	0.992
INF	-0.187	0.235	-0.187
Enfoque de ordenamiento de opciones			
DAP	\$19.821		
Atributo	Coficiente	P valor	
PFF	0.234	0	
CA	0.304	0	
INF	0.118	0.012	

El enfoque de calificación de opciones o también llamado modelo de intensidad de preferencias asume que el turista expresa sus preferencias otorgando una calificación a las opciones que se le presenten. Debido a que la variable dependiente (DIF) toma valores comprendidos de -9 a 9, se utiliza una regresión tipo tobit. Valores centrales indican una indiferencia entre algún cambio y el *status quo*. La interpretación de la variable dependiente se la realiza dependiendo si su valor es positivo o negativo: si es positivo el turista aceptaría el cambio de la situación actual, si es negativo se reduce la intensidad al aceptar el *status quo*. El modelo es globalmente significativo debido a que la razón de verosimilitud es relativamente elevada. Se puede observar que los turistas estarían más interesados en realizar el cambio del *status quo* si se contempla el atributo contaminación ambiental y protección de flora y fauna. Se observa que la variable sexo presenta signo negativo (no significativa), indicando que si la persona es masculina existe menor interés en realizar la certificación. En cambio las variables estudio, ingreso residual, estrato, área protegida y calidad presentan signo positivo. La disponibilidad a pagar del modelo (medida de bienestar) es igual a \$18.083 pesos.

El enfoque de ordenamiento de opciones consiste en ordenar a las opciones que se le presentaron al turista en función de la calificación que impuso según sus preferencias. Para estimar este tipo de modelos, se recurre a un logit multinomial, donde la variable dependiente (orden) toma los valores de 1, 2 ó 3 (de más preferida a menos preferida). Este modelo como el modelo de calificación de opciones, el turista se enfrenta a todos

los posibles escenarios que se pueden presentar, en nuestro caso el turista debe decidir entre el *status quo* (sin certificación), realizar certificación nacional por medio del ICONTEC o la certificadora internacional PANPARKS. Los resultados nos indican que todas las variables son significativas al 10%, con excepción de la variable nacionalidad. Los atributos protección de flora y fauna, contaminación ambiental e infraestructura tienen signo positivo, indicando que son importantes en el momento de la elección del turista para certificar a actividades de ecoturismo. Pero el signo de la variable ingreso es negativo, diferente a los resultados de los anteriores modelos y no cumpliendo con el signo esperado para la teoría. Por medio de este modelo, la disponibilidad a pagar es igual a aproximadamente \$19.000. Finalmente realizamos la estimación de un modelo logit multinomial donde incluimos la interacción de los atributos con la forma de certificación nacional o internacional con la finalidad de observar cuál atributo es importante. Se presentan las diferentes disponibilidades a pagar que tienen los turistas a medida que aumentan la calidad de los productos de servicios ecoturísticos respecto a los atributos.

Tabla 2: Disponibilidad a pagar - Modelo 2 (elaboración propia, 2006)

ESCENARIOS	DISPONIBILIDAD A PAGAR (pesos)		
	MODELO 2		
	1 estrella	2 estrellas	3 estrellas
Línea base			
<i>Protección de flora y fauna</i>	8.611,98	11.425,98	13.072,06
<i>Contaminación ambiental</i>	4.460,08	9.893,6	13.072,06
<i>Infraestructura</i>	13.072,06	18.592,9	21.822,5
Línea base con certificación ICONTEC			
<i>Protección de flora y fauna</i>	12.590,05	19.382,1	25.006,3
<i>Contaminación ambiental</i>	9.125,7	19.224,8	27.068,8
<i>Infraestructura</i>	12.065,6	16.580,2	18.803,3
Línea base con certificación PANPARKS			
<i>Protección de flora y fauna</i>	2.822,7	3.100	3.254,5
<i>Contaminación ambiental</i>	6.202,5	13.378,4	18.299,2
<i>Infraestructura</i>	11.025,1	14.499	15.681,7
Línea base con INFORMACIÓN			
<i>Protección de flora y fauna</i>	3.742,6	3.931,4	8.164,5
<i>Contaminación ambiental</i>	8.784,7	9.602,2	8.164,5
<i>Infraestructura</i>	8.164,5	14.865,2	19.274,4

Dependiendo del enfoque que se tome, se tendrán diferentes disponibilidades a pagar (medida de bienestar), en el caso del enfoque de comparación de opciones con el *status quo* como se presenta a cada turista las opciones entre parejas no se puede capturar la disponibilidad a pagar que tendría el individuo frente a todas las opciones. Por tal motivo se tienen dos disponibilidades a pagar con valores diferentes dependiendo de la opción presentada, donde el turista presenta una mayor disponibilidad a pagar por tener una certificación internacional. Si observamos los resultados de los enfoques de calificación de opciones y de ordenamiento de opciones,

las disponibilidades a pagar son aproximadamente parecidas. Al momento de decidir entre los diferentes enfoques, la teoría (modelos de transporte y salud) indica que el enfoque de ordenamiento de opciones es el más sólido o robusto en cuanto a su capacidad para calcular medidas de bienestar [7]; en nuestro caso para calcular la disponibilidad a pagar. Por tal motivo, se podría sugerir que si se toman en cuenta dichos atributos, la nueva tarifa de ingreso (que incluye la posibilidad de recurrir a alguna certificadora) podría alcanzar hasta un máximo aproximado de \$19.000 pesos.

Tabla 3: Disponibilidad a pagar - Modelo 3 (elaboración propia, 2006)

ESCENARIOS	DISPONIBILIDAD A PAGAR (pesos)		
	MODELO 3		
	1 estrella	2 estrellas	3 estrellas
Línea base			
<i>Protección de flora y fauna</i>	9.438,5	11.678,7	12.989,1
<i>Contaminación ambiental</i>	3.550,7	9.505,7	12.989,1
<i>Infraestructura</i>	12.989,1	17.166,7	19.610,5
Línea base con certificación ICONTEC			
<i>Protección de flora y fauna</i>	13.656,1	20.113,9	25.641,9
<i>Contaminación ambiental</i>	7.104,6	16.613,6	23.651
<i>Infraestructura</i>	9.440,9	10.070,3	8.965,8
Línea base con certificación PANPARKS			
<i>Protección de flora y fauna</i>	8.364,3	9.530,3	9.766,5
<i>Contaminación ambiental</i>	4.066,8	10.538	14.537,6
<i>Infraestructura</i>	9.253,4	9.695,2	8.403,2
Línea base con INFORMACIÓN			
<i>Protección de flora y fauna</i>	1.295,5	4.924,1	7.623
<i>Contaminación ambiental</i>	5.195,4	7.644,9	7.623
<i>Infraestructura</i>	7.623	12.785,5	16.214

Por tal motivo, si tomamos como promedio del número de visitantes igual a 7.683 turistas que ingresan al Parque en un mes y con una disponibilidad a pagar igual de \$19.000 pesos, tendríamos beneficios totales iguales a \$1.751.724.000 pesos al año.

4. Conclusiones

Las disponibilidades a pagar varían dependiendo del enfoque que se utilice. Si comparamos las diferentes disponibilidades a pagar respecto al ingreso promedio de los turistas que visitan el parque Tayrona, se podría indicar que en promedio se tendría una disponibilidad a pagar aproximada de \$19.000, es decir tomar como medida la obtenida mediante el enfoque de ordenamiento de opciones (el enfoque de ordenamiento de opciones es el modelo más robusto desde la parte teórica para calcular medidas de bienestar). Si tomamos como promedio del número de visitantes igual a 7.683 turistas que ingresan en un mes y con disponibilidad a pagar igual de \$19.000, tendríamos beneficios totales iguales a \$1.751.724.000 al año, los cuales pueden ser importantes para el sistema de parques para llevar a cabo actividades de conservación dentro del parque y pensar en realizar una certificación.

Agradecimientos

El autor agradece al Dr. Eduardo Uribe Botero por sus valiosos aportes y a Carlos Mario Tamayo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (SPNN) por su colaboración para la realización de la investigación.

Referencias

- [1] D. Wheeler, H. Hettige, S. Singh. Formal and informal regulation of industrial pollution: comparative evidence from Indonesia and the United States. *World Bank Economic Review*, 1997.
- [2] F. Foulon, P. Lanoie, B. Laplante. Incentives for pollution control: regulation and (?) or (?) information. *World Bank*, 1999.
- [3] S. Kirchhoff. Green business and blue angels. *Environm. and Resourc. Econ.*, 15, 403-420, 1999.
- [4] M. Hanemman. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *Am. J. of Agric. Econ.*, 67(3), 332-341, 1984.
- [5] B. Teisl, R. Roe, J. Hicks. Can eco-labels tune a market? Evidence from dolphin-safe labelling. *J. of Environ. Econ. and Manag.*, 43, 339-359, 2002.
- [6] T. Yamane. Elementary of sampling theory. *Prentice Hall*, 1967.
- [7] D. McFadden, Ch. Manski. Structural analysis of discrete data with econometric applications. *MIT Press, Cambridge*, 1981.

Estado actual, dinámica y conservación de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

S. Cruz Torres, Y. García Quintana
Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba
suriel@af.upr.edu.cu, ygarcia@af.upr.edu.cu

Palabras claves: Conservación, poblaciones, endémico

Resumen

La conservación y utilización racional de los recursos forestales constituye un importante desafío de carácter global, por cuanto conseguir un adecuado equilibrio entre ambos representa un aspecto crucial y un reto para el desarrollo. Se desarrolló este trabajo en Pinar del Río, con el objetivo de caracterizar el estado actual, dinámica y conservación de la especie *P. caribaea* var. *caribaea*. Para ello se tomó información referente a su dinámica, áreas protegidas, patrimonio genético y se evaluó su estado actual, reportándose un creciente deterioro en las poblaciones naturales de esta especie endémica del occidente del país. Se elaboró un plan para la conservación de la especie que incluye como unidades de conservación las poblaciones de Arenas blancas y Guanahacabibes, como unidades especiales de conservación los huertos semilleros Martinitas y Malas Aguas, unidades significativas de evolución Galalón y como unidades de manejo las restantes poblaciones de la especie en estudio.

1. Introducción

El archipiélago cubano, conformado por la Isla de Cuba y de la Juventud y más de 1 600 cayos, ocupa una superficie de 110 982 km² y 5 746 km de costas con una población de 11 038 602 habitantes, dividido en 14 provincias y 169 municipios, con una densidad poblacional de 100 hab/km². La flora cubana presenta una gran diversidad, provocada por la complejidad de las condiciones físico-geográficas y su diferenciación espacial que conforman un mosaico ecológico, con gran riqueza de especies (cerca de 8 000), incluida dentro de estas alrededor de 600 especies, 4 macizos montañosos y 2 sistemas de cayerías, Los Canarreos y sabana Camaguey [1].

La política forestal del país se ha encaminado al desarrollo creciente de planes de forestación y reforestación a gran escala, lo cual ha permitido que se empleen un gran número de especies forestales, que unas veces han sido llevadas a áreas de su hábitat natural, pero otras fuera de su área natural, tal es el caso de *P. caribaea* var. *caribaea*, valiosa especie de rápido crecimiento, que es endémica del occidente del país y con gran plasticidad ecológica.

En los últimos años, las poblaciones de esta especie ha sido domesticadas y han sido afectadas por diferentes factores, entre ellos figuran: Incendios forestales,

aprovechamiento irracional, huracanes recientes a esta región y aunque se han iniciado una serie de actividades encaminadas a fortalecer su conservación y utilización sostenible, la experiencia práctica ha demostrado que aún existen problemas. Tal es el caso que *P. caribaea* var. *caribaea* en la lista preliminar de *Pinus* en extinción por la comisión de la UICN en 1994, se reporta en estado vulnerable, notándose una reducción casi total de sus areales, identificando como problema principal de esta investigación, el deterioro de las poblaciones naturales de *P. caribaea* var. *caribaea*, teniendo como objetivo caracterizar el estado actual, dinámica y conservación de la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

2. Materiales y métodos

Este trabajo fue realizado en la provincia de Pinar del Río, la más occidental del país, la cual se encuentra ubicada entre los 21°54', 23°00' latitud norte y los 84°57', 83°00' longitud oeste. Limita al norte con el golfo de México; al este, La Habana; al sur El Mar Caribe y El Golfo de Batabano y al oeste con el Canal de Yucatán. La misma alcanza el tercer lugar entre las provincias de la nación por su extensión, con un área de 100 242 ha y se encuentra dividida en 14 municipios, estando distribuidas ya sea de forma natural o artificial las poblaciones de la especie *P. caribaea* var. *caribaea* a lo largo de todo el territorio pinareño.

Para caracterizar la dinámica de bosques naturales de este endémico se tomó la información brindada por el Servicio Estatal Forestal Provincial de Pinar del Río [2] en cada una de las empresas forestales integrales (EFI) de la provincia Pinar del Río, referido a las variables patrimonio forestal, superficie cubierta de bosques naturales por la especie *P. caribaea* var. *caribaea*, en el período del año 2000 hasta el 2004.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestra la superficie cubierta de bosques naturales de pinares en la provincia de Pinar del Río en un período de cinco años. Nótese que se está evaluando la superficie en la formación de pinares, ya que los registros de dinámica forestal no contemplan por separado las especies, aspecto este que sería recomendable mejorar en función de obtener información más precisa sobre la dinámica por cada especie.

Es de destacar las afectaciones que sufren las áreas con poblaciones naturales de esta especie, provocadas fundamentalmente por factores como: el mal manejo, los incendios forestales y el aprovechamiento maderero, convirtiéndose los incendios forestales en el principal enemigo de estas poblaciones. Por lo que sería recomendable redoblar los esfuerzos en aras de conservar este genofondo y poner en práctica acciones que contribuyan de manera sustancial a su conservación, justificada aún más la actividad de conservación por la importancia particular que tiene para la especie continuar habitando es estos sitios. Las observaciones realizados en el área de estudio permitieron evaluar de regular a malo el estado de conservación de casi la totalidad de

las poblaciones donde habita de forma natural la especie, ya que se aprecia un alto grado de antropización, siendo una excepción el área protegida Mil Cumbres que actualmente se puede clasificar como la zona donde mejor se conservan estos genotipos, también se evalúa como buena el área cubierta en mezcla con *Pinus tropicalis* perteneciente al área protegida Sabanalamar.

Tabla 1: Superficie cubierta de bosques naturales (formaciones de pinares por hectáreas) en el período 2000-2004

EFI	Superficie cubierta por años				
	2000	2001	2002	2003	2004
Macurije	9877.60	9842.60	9842.60	9842.60	9842.60
La Palma	5550.30	5220.90	4916.50	4593.10	4422.20
Minas Matah.	15346.30	15751.30	15777.30	15777.30	15763.30
Viñales	7978.60	7978.60	7978.60	7978.60	7928.10
Costa Sur	75.00	75.00	66.60	66.60	66.60
Bahía Honda	24.60	24.60	24.60	24.60	24.60
Pinar del Río	3766.8	3765.8	3765.8	3764.2	3722.5
Guanahacabibes	0	0	0	0	0

Fuente: Servicio Estatal Forestal. Pinar del Río. 2004

En la tabla 2 se presenta una breve caracterización y estado actual del patrimonio genético compuesto por la especie.

Tabla 2: Caracterización y estado actual del patrimonio genético de la especie en Pinar del Río

Categoría	Localización	Superficie (ha)	Utilización actual	Nivel producción (kg)	Estado actual
Huerto Sem. Malas aguas	M. Aguas (M. Matah)	187	Consumo nacional y exportación	50-125	Bueno (108 clones)
Huerto Sem. Martinitas	Guanah. (Sandino)	20	Consumo nacional y exportación	50-125	Bueno (49 clones)
Masa Sem. Marbajita	Marbajita (La Palma)	Entre ambas masas 720	Consumo nacional y exportación	350-1058	Regular
Masa Sem. Cajálbana	M. Cajalb. (La Palma)		Consumo nacional y exportación	350-1058	Regular

Como se observa en la tabla anterior los huertos semilleros de la especie en la provincia se caracterizan por presentar buen estado, se encuentran bien conformados, con buena estructura, buen estado sanitario, poca o casi nula antropización. Se han realizado las atenciones silviculturales que requieren, aunque poseen déficit de fertilizantes, ocurriendo todo lo contrario para el caso de las masas semilleras, encontrándose las masas semilleras 101, 102 y 103, unificándose la 101 y 102 como una sola y la 103 (meseta de Cajálbana) como otra independiente, las cuales han sido dañadas por diferentes causas: incendios, insecticidas de otros cultivos que allí se

habían plantado e incluso por negligencias del hombre, lo que demuestra la importancia de conservar parte de este patrimonio donde están representados genotipos ideales de este taxón, además de encontrarse en esta zona la mayor fuente de producción de semilla, reconocida incluso internacionalmente.

4. Plan de conservación para *P. caribaea* var. *caribaea*

Debido a la abundancia y extensión de *P. caribaea* var. *caribaea*, muchas personas consideran complicado someter estrategias y elaborar planes de conservación para la especie. Sin embargo, no es menos cierto el creciente deterioro de sus poblaciones naturales, lo cual implica que actúen como depósito de diversidad genética y permitan la emergencia continuada de variación genética de adaptación dentro de la población natural, justificando la razón para temer a una pérdida inmediata de variación genética y acentuado aún más por la inolvidable práctica de la dasonomía cubana, la regeneración natural, siendo esta una importante contribución a la conservación.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos por Moritz [3], así como los antecedentes de la especie reportados por García [4] y Geada [5], se definen dentro del plan de conservación las siguientes unidades:

Unidades significativas de evolución (USE)

Se define como USE la población de Galalón, la misma ha sido la única población que ha presentado características genéticas únicas tanto a nivel cloroplástico, nuclear y a nivel poblacional. Esto que permite designarla como una unidad genética diferente a las restantes y la población de Cajalbana. En esta unidad según Moritz [3] se encuentran las poblaciones que representan una variación adaptativa, ecológica y genética.

Unidades de conservación (UC)

Las poblaciones de Arenas Blancas.

Unidades de manejo (UM)

Se definen como UM las restantes poblaciones de la especie en la provincia.

Unidades especiales de conservación (UEC)

Esta unidad, es importante definirla como especial para la conservación, ya que la especie *P. caribaea* var. *caribaea*, tiene condiciones para estar incluida como una unidad especial. Según Pérez et al. [6], plantean que es la especie más adelantada en los programas de mejoramiento genético forestal, por lo tanto se definen como UES los huertos semilleros y bancos clonales de la especie.

El plan para la conservación de la especie incluye además la propuesta de un conjunto de medidas dirigidas a la conservación de los recursos genéticos forestales. Dentro de estas se encuentran:

- Fortalecer el papel y la capacidad de las direcciones forestales y de las comunidades en función de la conservación.

- Fortalecer el marco político/legal que incluya prácticas de aprovechamiento maderero, directrices de aprovechamiento maderero de impacto reducido, los criterios e indicadores para el manejo forestal sostenido así como criterios de conservación.
- Garantizar la sostenibilidad del aprovechamiento maderero.
- Medidas específicas apropiadas de conservación.
- Lograr una mejor inclusión en la ordenación de la planificación forestal de aspectos como: la identificación de los recursos genéticos existentes en el bosque, información básica sobre las áreas de conservación, su localización, extensión, límites, mapeo y estado actual de recursos.
- Evaluar el impacto potencial de las amenazas externas, humanas y ambientales, sobre el bosque y sus recursos genéticos.
- Garantizar la regeneración natural en los rodales que muestren buena producción de semillas, antes de ser aprovechado.

5. Conclusiones y recomendaciones

- La especie *P. caribaea* var. *caribaea* presenta una continua reducción en sus areales naturales, provocado fundamentalmente por los incendios forestales y el aprovechamiento forestal.
- Se definen como unidades de conservación las poblaciones de arenas blancas, como unidades significativas de evolución la población de Galalón, como unidades especial de conservación los huertos semilleros y bancos clonales de la especie en estudio y como unidades de manejo las restantes poblaciones donde se desarrolla la especie.
- Presentar el plan de conservación con las medidas propuestas y la identificación de las unidades a la unidad de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de la Provincia Pinar del Río.

Referencias

- [1] B.A. Álvarez. Informe de país sobre conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos de bosques y árboles forestales. *IIF, CATIG*, Cuba, 2002.
- [2] SEF (Servicio Estatal Forestal Provincial de Pinar del Río). 2004.
- [3] C. Moritz. Strategies to protect biological diversity and the evolutionary. *University of California*, Berkeley, California, USA, 2002.
- [4] Y.Q. García. Análisis de la variabilidad genética en pruebas combinadas de procedencias /progenies y perspectivas de mejoramiento forestal de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tesis de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba, 2002.
- [5] G. Geada López. Filogenética del género *Pinus*. Memoria CD Rom. *Congreso Ecología Tropical. Trópico 2004*. Palacio de las Convenciones. Ciudad de la Habana, Cuba, 2004.
- [6] M.H. Pérez et al. Estudio de descendencia de *Pinus*, 1990.

Action plan for the multi-level conservation of forest wetlands in the Mekong River Delta, Vietnam

L.A. Tuan^{1,2}, G.C.L. Wyseure²

¹ Department of Environmental and Water Resources Engineering,
College of Technology, CanTho University, CanTho, Vietnam

² Department of Land Management and Economics, Faculty of Bioscience Engineering,
Katholieke Universiteit Leuven, Heverlee, Belgium
latuan@ctu.edu.vn, guido.wyseure@biw.kuleuven.be

Keywords: Mekong, wetland, forest, water, multi-level conservation

Abstract

The Mekong River Delta in Vietnam can be considered as a large tropical wetland, in which two typical eco-forest wetlands can be distinguished: the inland *Melaleuca* forest wetlands and the coastal mangrove forest wetlands. Their main functions are the provision of forest commodities, the regulation of the water balance and biodiversity conservation. However as elsewhere under human pressure their existence is under the threat of forest fires and deforestation. Their protection requires the implementation of a multi-level national or sub-national planning policy. This paper elaborates on a few processes and offers a number of suggestions for a sustainable policy action plan, which fits the objectives at national, regional and local level.

1. Introduction

In the period 1992 to 1997, the United Nations Development Programme provided a 3-million USD grant to the Vietnamese Government for the formulation and implementation, of a Biodiversity Action Plan (BAP). The goal of the BAP is remediation of the threats to biodiversity caused by the 40 years of war. In 1993, the Vietnam National Assembly approved the Law on Environment Protection and the Vietnamese Government signed the Convention on Biological Diversity and ratified officially this Convention in 1994. One year later, in 1995, Vietnam Prime Minister signed the BAP for Vietnam. Under this document, Vietnam recognizes the importance of wetlands in supporting biodiversity, and has committed itself to establish a number of protected areas encompassing important wetlands with high biodiversity values [1].

The Mekong Delta (MD) in Vietnam, located in the tropical monsoon zone, is formed by the alluvium deposition of the Mekong River stretching from the border between Cambodia and Vietnam to the sea (Fig. 1). The MD is four million hectares in size and hosts 18 million inhabitants. It is the country's basket for agricultural, fishery and forestry. The MD supplies more than 50 percent of the nation's staple food and covers

60 percent of the total fish production. The MD is confirmed as a part of the international biodiversity conservation Mekong basin.

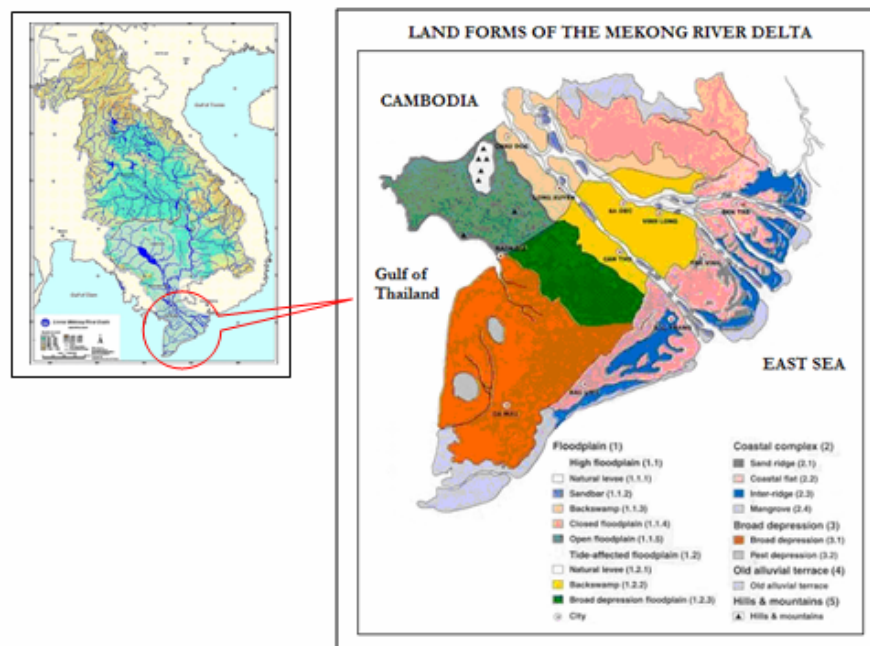


Fig.1: The Mekong River Basin and Land forms of the MD in Vietnam

The main objective of this article is the presentation of the forest wetland inventory process, applied to both the inland and coastal forests. Forest wetland inventory is considered as the first most important step in the formulation of sustainable strategies in wetland conservation. The inventories provide information on the type and the location of wetland, the economic and ecological value of the wetland, and the type and incidence of human threat [2]. They are used as basis for the formulation of conservation priorities, the drafting of planning and management measures and regulations, and a variety of conservation programmes.

2. Materials and Methods

There are only two seasons in the MD: the rainy and dry season. Each year, from May to October, most of the MD receives between 1800 and 2200 mm of rainfall. At the end of the rainy season, due to the combination of floodwater draining from the upstream areas, the overland flood water entering from Cambodia across the Vietnam border, the inland high rainfall and the effects of high tide from the sea, yearly between 1.2 and 1.9 million hectares of land are inundated, mainly the Northern parts of the MD known as the LongXuyen quadrangle and the Plain of Reeds. Along the 600 km-coast, the sea tide strongly influences the water quality by sea water intrusion. In the dry season, about 500,000 hectares of land are affected by salinity intrusion. In addition, an area of 2-million ha is covered by acid sulphate soils.

In the period 2001-2006 many wetlands, such as Tram Chim, Lang Sen, Ha Tien, U Minh, Dat Mui, Lung Ngoc Hoang and others were surveyed. Parallel and for the account of the Vietnamese Government the available literature on forest wetlands was reviewed, and a summary made of special documents, maps, published and unpublished data. This review was complemented with rapid in-situ wetland assessments and interviews as to better identify the key problems with respect to the multi-level conservation of forest wetlands. Using international and national criteria, forest wetlands were ranked according to their conservation priority. The output of this exercise was the basis for the formulation of a multi-level conservation action plan for forest wetlands in the MD, using the guidelines in the Ramsar Convention [3] and the Biodiversity Action Plan for Vietnam as boundary conditions [4].

3. Results and discussion

3.1. Mekong wetland forests in practice and threats

The 280,000 ha of forest in the MD can be split in two distinctive, typical eco-forest wetlands using the Food and Agriculture Organization (FAO) guidelines: the inland *Melaleuca* forest wetlands and the coastal mangrove forest wetlands [5] (Fig. 2). Depending on their location in the MD the twenty two forest wetland sites are classified as coastal (predominantly saltwater) and inland (predominantly freshwater) sites. BirdLife International [1] identified on the basis of the habitat diversity of the site 10 priority wetlands for conservation. Table 1 lists the 11 most important and relevant habitat types in each of those priority wetlands. The forest wetlands in the MD are considered as the largest and richest ecosystems of Vietnam due to their development in a very low topography, high humidity and temperature, interlacing rivers and canals and abundant alluvium.

Mangrove forests is found along the country's 3,000-km coastline [6], and are the harbour of at least 38 on a total of 46 plant species with economic value. Farmers use mangrove trees mainly as a source of firewood and for construction. However, mangrove forests are known for their high biodiversity to coastal fisheries and many aquatic species. There are 77 *Melaleuca* plant species in which *Melaleuca leucodendron* plant is predominating throughout.

The exponential growth of the population in the MD, which expands annual with 2.3%, is the primary cause of the increasing pressure on the natural resources and the tropical eco-environmental system. Many mangrove forests are destroyed for aquaculture farming (mainly shrimp, fishes and oysters), and *Melaleuca* forests are cut for the harvest of construction piles, rice cultivation and drainage works. *Melaleuca* forests are prune to fire every dry season. In general, the MD wetland area is being reduced by unplanned forest exploitation and poor management. A recent study in the MD discovered that every hectare of lost mangrove forest results in an annual loss of roughly 0.7 tons of fish caught from the sea [7].

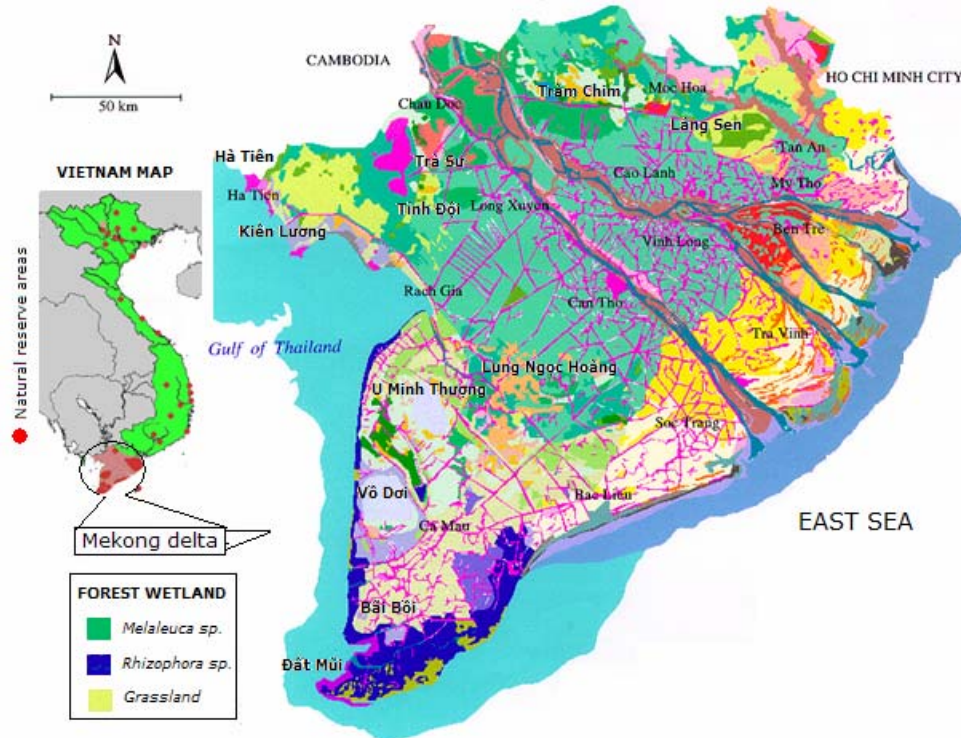


Fig. 2: The forest wetland map of the MD

Table 1: Areas of 11 broad habitat types at 10 priority wetland sites in the MD

Habitat type	Area (ha)										Total
	Bai Boi	Dat Mui	Lung Ngoc Hoang	Vo Doi	U Minh Thuong	Ha Tien	Tra Su	Tinh Doi	Tram Chim	Lang Sen	
Mangrove plantation	2,344	3,077									5,421
Regenerating mangrove	748	1,134									1,882
Old growth mangrove		771									711
Mudflat	1,504	1,050									2,554
<i>Nypa fruticans</i> swamp	646	720				519					1,366
Settlement and agriculture	283	486	1,022	2,012	12,140	2,101	47	154	557	2,225	519
Open swamp			222	727	1,019		90	20	520	23	21,027
Grassland					1,721	8,509	85	379	3,609		2,621
Grassland with <i>Melaleuca</i>			429	1,872	1,606	71	71	510	955		14,303
<i>Melaleuca</i> plantation			1,040	5,500	2,309	3,188	568	581	2,099	970	5,514
Mature <i>Melaleuca</i> forest	881	4,123					62	5,066			16,255
Total (ha)	5,525	7,238	2,713	10,992	22,918	14,388	861	1,644	7,740	3,280	77,299

Under the population and economic pressure inhabitants of the MD are gradually encroaching upon the forest areas for conversion to aquaculture and agriculture land, timber exploitation and wildlife hunting. These human activities are threatening dramatically the forests especially in wildlife reduction and forest fire. In an investigation on forest fire in 2002 [7], about 8,212 ha of *Melaleuca* forest in the Upper and the Lower U Minh areas were burned, accounting for approximately 57% (17% in the Lower U Minh and 40% in the Upper U Minh) of the total *Melaleuca* forest area. In the U Minh coastal forest areas, the existing peat layers in the soil, 150 cm thick, has been reduced by 30 to 100 cm [8].

3.2. Action plan for the Mekong wetland forest

A four-level conservation action plan for wetland forests, meeting the objectives at international, national, regional and site level was developed (Fig. 3). By 1993 more than 75 countries, including Vietnam, became member of the Ramsar Convention. The latter being an intergovernmental agreement offers a sound and stable framework for international cooperation in the area of wetland conservation.

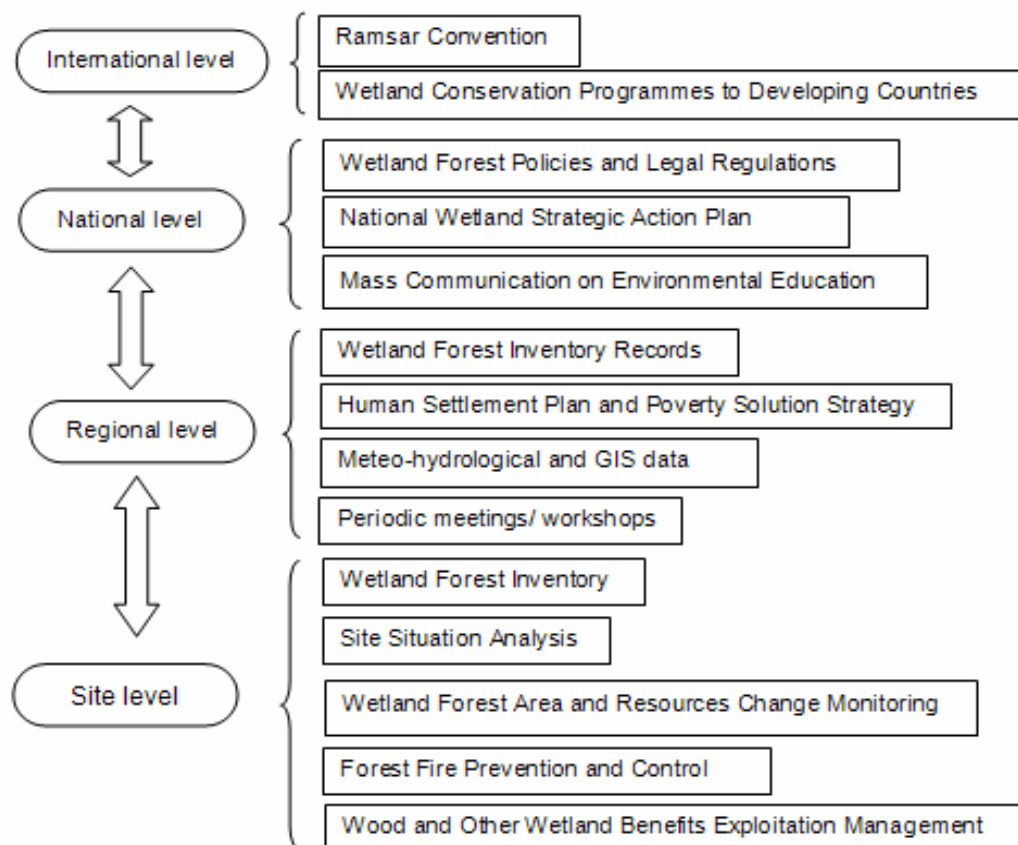


Fig. 3: Multi-level conservation scheme for forest wetlands in Vietnam

In 2004, the Vietnamese Ministry of Natural Resources and Environment signed a decree on the conservation and development of wetlands. The decree, called the "Strategic Action Plan on the Conservation and Sustainable Exploitation of Wetlands to 2010", provides an important legal basis for promoting sustainable management of wetlands in Vietnam. The decree is fully in line with the Ramsar Convention and stipulates that wetland conservation areas need to be managed and restrictedly exploited. Constructions in the buffer zones that impact or potentially threaten wetland conservation areas are strictly prohibited. The decree was designed to guide regional policy makers, provincial governments, managers of wetland forests and national parks, and researchers/scientists in wetland conservation and sustainable exploitation. Recently, Vietnam made strong efforts to nominate three more Ramsar sites among 65 already identified nationally important wetland areas [9].

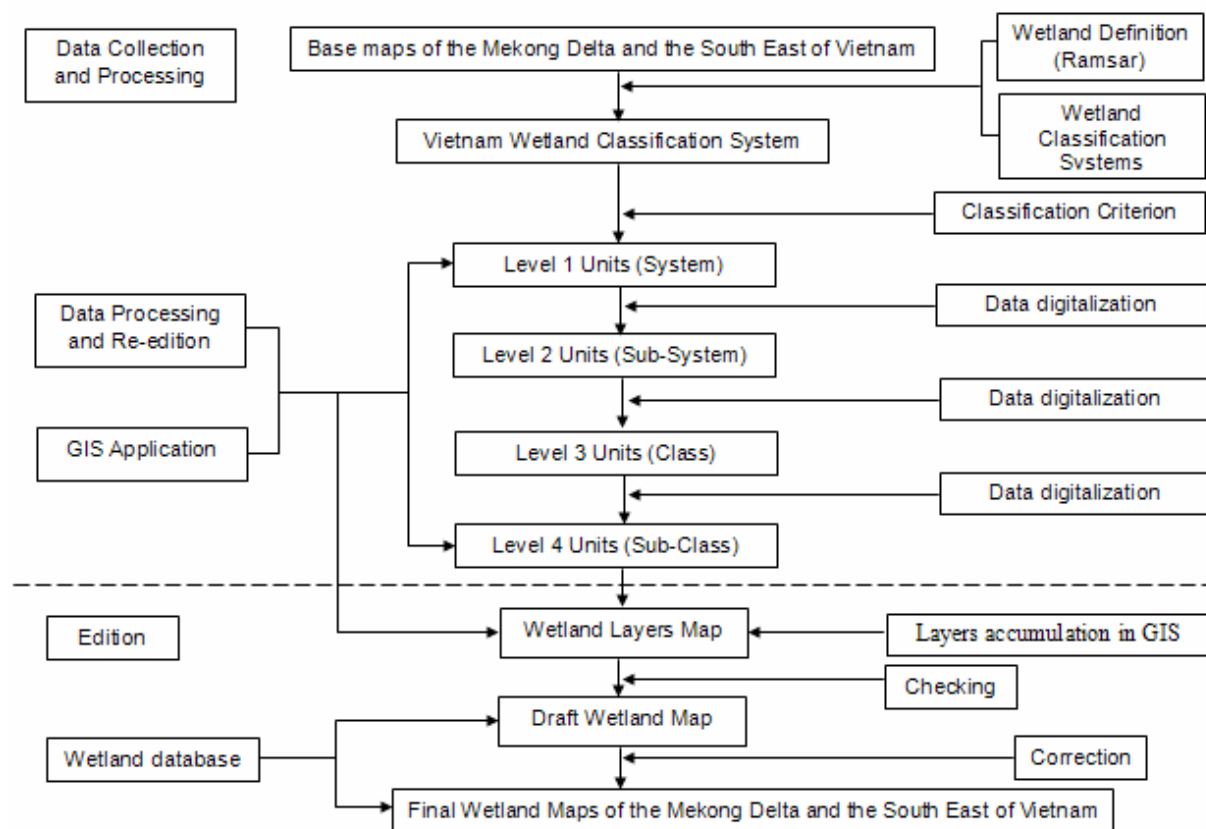


Fig. 4: Wetland mapping and data analysis process

In the last five years, the central and local governments and Vietnamese scientists collaborated with many international agencies and organizations, such as BirdLife International, EuroConsult, Mekong Committee, National Center for Tropical Wetland Research, Asian Wetland Bureau, the World Conservation Union, among others on the classification of forest wetlands, the inventory and mapping of wetlands, the mapping, and detailed description of the wetland's diversity, and conducted applied research at regional and site levels. The Sub-Institute for Forest Inventory and Planning (Sub-FIPI) in Ho Chi Minh City has been the regional coordinator for the project "Investigation and

Management of Wetlands in the Mekong River Delta” [10]. The project has been carried out with the participation of several research institutes. Figure 4 illustrates the 1:250,000 scale mapping and data processing framework, which was designed for the characterization and ranking of the wetlands in the MD and the South East region.

Today, each MD wetland forest managing board finished the wetland situation analysis report as part of the action plan. The analysis report consists in a detailed description of the wetland forest site; the inventory of the biodiversity values and environmental issues; policy issues and livelihood of the people; and management strategies for the exploitation, development and conservation of the wetland. The multi-level action plan for the conservation of forest wetlands in the MD is not a rigid document. It offers sufficient flexibility for planning, exploitation and management at local level. Furthermore, it easily can be adjusted to changing boundary conditions such as climate change, the displacement of human settlements, etc. Albeit the MD site action plans are useful key instruments for:

- answering the policy recommendations for wetland forest management;
- giving an understanding and awareness of economic and livelihood values in wetland biodiversity conservation sites;
- revising and upgrading wetland sustainability utility planning; and
- integrating information for wetland forest sustainability financing mechanisms.

The rapid expansion of intensified agricultural cultivation and urbanization in the MD is strongly affecting wetland forest, resulting ultimately in shrinkage of the area covered with wetland forest. Environmental problems and sustainable development in general, and wetland ecosystem in particular, can not be solved effectively if people’s knowledge, understanding, attitude and behavior are not taken into consideration. Hence, environmental education is an important issue in the successful protection of the environment. Also, natural resources conservation policies should pay sufficient attention to the income mechanisms of the local, mostly poor farmers, living at the fringe of the wetland forests. These people should share and benefit from the wetland revenues and positively stimulated by adequate government subsidy policies.

4. Conclusion and recommendation

The wetland forests in the MD must be managed in an integrated and sustainable way towards the wise use of wetland values. It is a trend policy on wetland multi-level conservation, adopted by many countries in the world for preventing the further wetland forest loss or degradation. Implementing in Vietnam the above described action plan, it is believed that consultancy and support of international institutions and universities with capacity in wetland exploitation and management are essential. Their input will be of high relevance for local and central decision makers.

It is strongly suggested to establish on site community-based wetland forest resources management groups. These groups need to be trained in the understanding of the

socio-economic benefits of natural ecosystems and how to use existing techniques for a sustainable wetland forest conservation and exploitation.

Acknowledgements

The authors like to acknowledge the critical and constructive review of the manuscript by Dr. Jan Feyen of the Soil and Water Division, Department of Land Management and Economics, Katholieke Universiteit Leuven. In addition, the first author is grateful for the financial support offered by the IUC Programme of VLIRUOS with the CanTho University, through which he could embark on a sandwich doctoral programme between the College of Technology, Can Tho University (Vietnam) and the Faculty of Bioscience Engineering, Katholieke Universiteit Leuven (Belgium).

References

- [1] BirdLife International Vietnam Programme. The Conservation of Key Wetlands Sites in the Mekong Delta. *Conservation Report, N° 12, Hanoi, Vietnam, 1999.*
- [2] L.T. Costa, J.C. Farinha, N. Hecker, P. Tomás Vives (Eds.). Mediterranean Wetland Inventory: A Reference Manual. MedWet/Instituto da Conservação da Natureza, *Wetlands International Publication, Vol. I, 1996.*
- [3] Ramsar Convention Bureau. The Ramsar Convention manual. *Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland, 1994.*
- [4] Vietnam Prime Minister. Decision Approving the Biodiversity Action Plan for Vietnam. *Prime Minister Decision N° 845/TTg, dated 22 December 1995.*
- [5] Food and Agriculture Organization. Mangrove forestry guidelines. *FAO Forestry Paper, 117, Rome, Italy, 1994.*
- [6] To Thi Thuy Hang, Nguyen Thi Ngoc An. An economic Analysis of the Can Gio Mangrove Scheme in Ho Chi Minh City. *Economy & Environment Case Studies in Vietnam, EEPSEA, Singapore, 205-221, 1999.*
- [7] World Bank. Vietnam Coastal Wetlands Protection and Development Project. *Report N° 19825 VN, 1999.*
- [8] M.S. Bradford. Fire Incident Assessment. U Minh Ha Forest and U Minh Thuong National Park, Ca Mau and Kien Giang Provinces, Vietnam, 2002. Accessed on 20 March 2006 from the website: <http://www.reliefweb.int/ochaunep/edr/Vietnamexpert.pdf>.
- [9] Pham Dinh Viet Hong. Vietnam adopts Decree on the conservation and development of wetlands. Ramsar Vietnam. 2003. Accessed on 20 March 2006 from the website: http://www.ramsar.org/wn/w.n.vietnam_decree.htm.
- [10] Sub-Institute for Forest Inventory and Planning. Vietnam Wetland - Classification System (in Vietnamese). *Agriculture Publishing House, HoChiMinh City, Vietnam, 2004.*

Diversidad de comunidades de escarabajos coprófagos en zonas con actividad ganadera-agrícola (valles de Cochabamba, Bolivia)

R. Quinteros¹, D. Tacachiri², M.D. Córdova¹, N. Franco¹, L.A. Paz-Soldan¹

¹ Museo De Historia Natural Alcides D'orbigny, Casilla 4324 Cochabamba, Bolivia

² Comunidad Sumaj Káusay Wasi, Casilla 5184, Cochabamba, Bolivia
rokyqf@yahoo.es

Palabras claves: Escarabajos coprófagos, valles, ganadería, agricultura

Resumen

La importancia de los escarabajos coprófagos en paisajes agrícola–ganaderos radica en su función de reciclaje del excremento, fertilización del suelo, dispersión de semillas, controles parásitos y vectores de enfermedades. La investigación se realizó en tres localidades de Cochabamba: Ucureña (Valle Alto), Callajchullpa (Valle Central) e Itapaya (Valle Bajo) con el objetivo de conocer su diversidad, utilizando trampas *pit-fall* y colecta manual. La diversidad fue mayor en Ucureña y menor en Itapaya, en total se registraron seis especies; las tres localidades fueron similares en más del 60% cualitativamente. Considerando la elevada intensidad de la actividad ganadera y agrícola en décadas pasadas en los valles de Cochabamba, la poca diversidad de escarabajos coprófagos encontrados actualmente se debe a la reducción de esta actividad a causa de factores económicos, climáticos y socioculturales. Este hecho conlleva la reducción de la fertilidad de suelos, incremento de parásitos y enfermedades propias de actividades agropecuarias.

1. Introducción

La transformación gradual de bosques a pasturas y tierras agrícolas reduce la disponibilidad de hábitats y recursos alimenticios; interrumpe la conectividad del paisaje y las funciones de los ecosistemas, dando lugar a un mosaico compuesto por remanentes del hábitat original en medio de una matriz de ambientes antropogénicos, pero aun mantienen alguna cobertura arbórea y pueden servir como refugio para una porción de la flora y la fauna de la diversidad original [10]. Dentro de la fauna, los escarabajos coprófagos se caracterizan al ser los más diversos por sus servicios ecológicos en los ecosistemas, como aireación y fertilización del suelo, eficiencia del reciclaje de nutrientes, mejor rendimiento de las plantas, control biológico de parásitos y dispersión secundaria de semillas [1, 2, 4, 11, 14, 15].

Debido a que los escarabajos coprófagos requieren elevados niveles de nitrógeno en su dieta tanto en sus etapas larval como adulta, son sensibles a modificaciones en las características del suelo (dureza, humedad y textura), condiciones microclimáticas, alteraciones en las comunidades de mamíferos y estructura de la vegetación (densidad,

estratificación vertical) asociada a perturbaciones antropogénicas; por ello son utilizados como bioindicadores de perturbación de hábitat porque esos factores producen cambios en sus comunidades y afectan su sobrevivencia [1, 8, 10, 15] y como consecuencia disminuye la tasa de enterramiento de las heces y proporción de semillas enterradas, lo cual desfavorece la regeneración de la cobertura vegetal [1, 5, 7].

Por las razones anteriormente expuestas, se realizó un estudio sobre la biodiversidad de escarabajos coprófagos presentes en paisajes agrícolas ganaderos de los valles de Cochabamba.

2. Metodología

El área de estudio comprende tres localidades de los valles del departamento de Cochabamba con un gradiente altitudinal que oscila entre 2 200 a 2 700 m; estas localidades son: Ucureña (Valle alto) Callajchullpa (Valle central) e Itapaya (Valle bajo) ubicadas en las provincias Cliza, Quillacollo y Capinota, respectivamente, donde los cultivos dominantes fueron variedades de *Zea mays* y la producción pecuaria de ganado vacuno con dos formas de forrajeo: campo abierto y dentro de la granja.

El trabajo se realizó en abril de 2006 con un total de nueve días muestreo (3 días por localidad). Se emplearon diez trampas de caída (*pitfall*) y colecta manual [12]. El cebo empleado fue excremento humano y de ganado vacuno; fue remplazado cada 24 horas por la mañana y la distancia entre trampas fue de 20 m. Los individuos colectados se preservaron en alcohol al 70% e identificados con claves taxonómicas; se asignó un número o letra a las morfoespecies.

Los análisis estadísticos realizados fueron: curvas rango abundancia e índice de similitud de Sørensen cualitativo y cuantitativo.

3. Resultados y discusión

En total se registraron 179 individuos pertenecientes a dos subfamilias, de las cuales 4 géneros, 3 especies y 3 morfoespecies correspondían a la subfamilia Scarabaeinae y una especie no identificada a la subfamilia Aphodinae.

La riqueza del número de especies de escarabajos coprófagos varía en relación a la diversidad estructural de la vegetación de diferentes hábitats generados por las actividades agropecuarias, por lo que a menor complejidad del hábitat hay menor diversidad de escarabajos y mayor dominancia de pocas especies [3, 10]. Las localidades en estudio presentaban diferencias en cuanto a altitud, características del suelo, humedad e intensidad de la actividad ganadera, donde Ucureña destacó como la más diversa (6 especies) porque la actividad de pastoreo era más intensa y por lo tanto la oferta del recurso alimenticio para estos escarabajos era mayor y dispersa; solamente el contorno de las parcelas presentaba una cobertura vegetal lo cual

favorecía a la rápida localización del recurso alimenticio por parte de los coprófagos. También es importante reconocer el beneficio de la humedad y temperatura del día en la conservación de las heces, lo que facilita su remoción y entierro. Por otra parte, el suelo era de textura porosa y blanda favoreciendo a la presencia de estos escarabajos. En cambio, la localidad de Itapaya fue la menos diversa (3 especies), esto se atribuye a la alimentación del ganado vacuno en granjas y poca actividad de pastoreo a campo abierto, por lo que la distribución del excremento fue más segregada que dispersa; influyó también las características del suelo (duro y salino), desfavoreciendo el entierro del excremento y que influye negativamente en su ciclo de vida, ya que en suelos pobremente drenados ocurre una alta mortalidad de adultos y larvas [9].

La diversidad registrada en total es baja, especialmente en Itapaya, en comparación a la diversidad registrada en los valles interandinos del municipio de Pampagrande con 23 especies de escarabajos coprófagos, con los cuales compartimos tres géneros, *Onthophagus*, *Sulcophanaeus* y *Dichotomius* [2].

Tabla 1: Especies de escarabajos coprófagos registrados en valles de Cochabamba

Especie	Ucureña	Callajcullpa	Itapaya
<i>Sulcophanaeus batesi</i>	47	72	19
<i>Onthophagus</i> sp. c	2	0	0
<i>Onthophagus</i> sp. f	5	6	4
<i>Onthophagus rubescens</i>	2	0	0
<i>Oxysternum silenus</i>	2	3	0
Aphodinae sp.	3	8	2
<i>Dichotomius</i> sp.	0	4	0
TOTAL	61	93	25

En las tres localidades las curvas de rango abundancia tuvieron una pendiente pronunciada y fueron amplias. Sin embargo, la curva de Callajchullpa presentó mayor pendiente. La especie *Sulcophanaeus batesi* se destacó como la más abundante en las tres localidades (Fig. 1). En otras investigaciones en paisajes agrícola-ganaderos registraron como especie dominante a *Gromphas aeruginosa* [13], *Onthophagus batesi* y *Copris lugubris* [6, 10]. Como una sola especie de los valles de Cochabamba resulta ser la más dominante en relación con las restantes, puede ser considerada generalista como consecuencia de los cambios producidos por las actividades antrópicas [13].

Según el índice de Sørensen cualitativo, las tres localidades mostraron composición similar de especies mayor al 60%, siendo más similares entre Callajchullpa e Itapaya (75%) y menos similares, Ucureña e Itapaya (67%). Respecto a su similitud a nivel cuantitativo fueron más similares en abundancia por especie Ucureña y Callajchullpa (79%) y menos similares Callajcullpa e Itapaya (42%) (ver tabla 2).

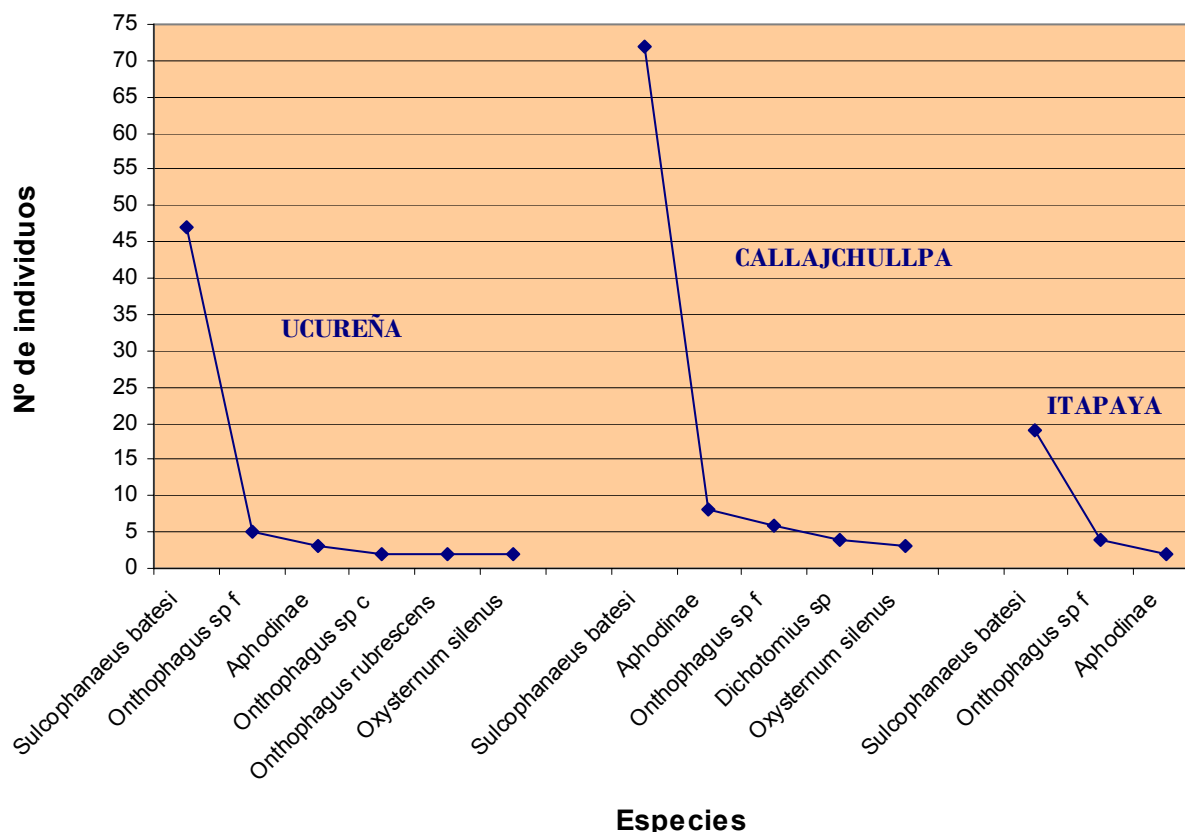


Fig. 1: Curvas de rango-abundancia de tres localidades de los valles de Cochabamba

Tabla 2: Comparación de similitud de especies mediante índice de similitud Sørensen cualitativo y cuantitativo entre las tres localidades de estudio

Índice de Similitud de Sørensen cualitativo			
Localidad	Ucureña	Callajchullpa	Itapaya
Ucureña	1	72,73	66,67
Callajchullpa	-	1	75
Itapaya	-	-	1
Índice de Similitud de Sørensen cuantitativo			
Localidad	Ucureña	Callajchullpa	Itapaya
Ucureña	1	79,22	58,14
Callajchullpa	-	1	42,37
Itapaya	-	-	1

4. Conclusiones

La actividad antrópica establecida hace décadas en la zona de los valles del departamento de Cochabamba, caracterizada por la cría de ganado vacuno mediante pastoreo a campo abierto, para producción de leche y utilización de tierras para la agricultura en especial la siembra de maíz, alfa alfa y otros cultivos, redujo la diversidad

de fauna existente en estas localidades, incluyendo la diversidad de escarabajos coprófagos. A pesar que actualmente esta actividad ha disminuido drásticamente debido a factores climáticos, económicos y socioculturales, el impacto negativo en la fauna silvestre que habita en las tres localidades estudiadas ha conducido a una baja riqueza de especies de escarabajos coprófagos que puede llevar a una mayor reducción y hasta una desaparición, lo que produciría una pérdida de fertilidad natural de los suelos y la proliferación de parásitos y enfermedades relacionadas con la actividad agropecuaria.

Agradecimientos

Agradecemos al Lic. Ricardo Céspedes Director del Museo de Historia Natural Alcides d'Orbigny por el apoyo brindado durante la investigación; a Boris Rivas por su colaboración durante el trabajo de laboratorio, a Sergio Ayzama y Yumi Herrera por su colaboración en la identificación de especies, al personal de la Escuela Técnica Ciudad del Niño de Itapaya por permitirnos realizar la investigación en sus ambientes.

Referencias

- [1] E. Andresen. Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoria. *Revista Universidad y Ciencia*, 2, 73-84, 2005.
- [2] J.L. Aramayo, M.J. Ledezma. Orden Coleoptera (Scarabaeidae, Cerambycidae, Cicendelidae). En: H. Azurduy, J.L. Aramayo, M.J. Ledezma, A.M. Langer (Eds.). Historia natural del Municipio de Pampagrande. Una localidad típica de los valles interandinos de Bolivia. *Fondo Editorial A.C. NUSAMO, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, WWF, Santa Cruz, Bolivia*, 133-135, 2004.
- [3] T. Bermudez, J. Flores. Monitoreo de sostenibilidad ecológica en plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, Costa Rica, 13 p, 2003.
- [4] G. Cabrera, H. Cordo, J. Briazo, D. Gandolfo, G. Logarzo. Laboratory culture of beneficial dungle scarabs. *Journal of Coastal Bermuda Grass. Agron.*, 75, 775-779, 1997.
- [5] J. Celi, E. Terneus, J. Torres, M. Ortegá. Diversidad de escarabajos del estiércol (Coleóptera: Scarabaeinae) en una gradiente altitudinal en la Cordillera del Cutucú, Morona Santiago, Amazonía Ecuatoriana. *LYONIA a Journal of Ecology and Applicari (sn)*, 1-14, 2006.
- [6] R. Fuentes. Estudio comparativo de las poblaciones de escarabajos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) en un pastizal y un cafetal en Tonacatepeque. *Escuela de Biología, Departamento de Zoología, Universidad de El Salvador*, El Salvador, 2004.
- [7] G. Halffter. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Folia Entomologica Mexicana*, 82, 195-238, 1991.

- [8] G. Halffter, M. Favila. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) and animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27, 15-22, 1993.
- [9] I. Hanski, Y. Cambefort. Dung beetle ecology. *Princeton University Press, Nueva Jersey, USA*, 481 p, 1991.
- [10] B. Hernández, J.M. Maes, C.A. Harvey, S. Vílchez, A. Medina, D. Sánchez. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10(39,49), 93-102, 2003.
- [11] P. Mariategui, C. Speicys, N. Urretabizkaya, E. Fernandez. Efecto de *Ontherus sulcator* F. (Coleoptera: Scarabaeidae) en la incorporación de estiércol al suelo. *Zootecnia Trop.*, 19(2), 131-138, 2001.
- [12] G. McGavin. Expedition field techniques. Insects and other terrestrial artropods. *Expedition Advisory Centre. Londres, Inglaterra*, 94 p, 1997.
- [13] S. Mézquita, M.A. Forsyth, A. Lopera, A. Camacho. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquía Colombiana. *Acta Zoológica México*, 76, 113-126, 1999.
- [14] E. Montes de Oca. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *México Instituto de Ecología*, 82, 111-132, 2001.
- [15] G. Ponce-Santizo, E. Andresen, E. Canio, A.D. Cuarón. Dispersión primaria de semillas y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikai, Guatemala. *Biotropica*, 38(3), 390-397, 2006.

Conservación de los recursos nativos en comunidades indígenas de la IX Región, Chile

Z. Neira, A.M. Alarcón, I. Jelvés, A.M. Conejeros, P. Ovalle
Universidad de La Frontera, Temuco, Chile
zneira@ufro.cl

Palabras claves: Conservación de recursos, biodiversidad, conocimiento indígena, ethnobotánica, espacios ecológico-culturales

Resumen

Las comunidades indígenas establecen una estrecha relación con la naturaleza. El presente estudio permitió rescatar el conocimiento que los Mapuches poseen respecto a espacios ecológicos que sirven de hábitat a las plantas usadas en la medicina. Se trata de un estudio descriptivo basado en la metodología de investigación acción participativa. Se identificaron 14 espacios ecológicos, donde los elementos identificatorios fueron en un nivel general, el agua, la vegetación, la topografía y la acción humana. Todos los espacios descritos tienen en común como elemento transversal y esencial, el componente espiritual dado por la presencia de dueños del lugar (*ngen*) y fuerzas espirituales (*newen*), conformando de esta manera una macro categoría, donde la acción humana está sujeta a una serie de normas. En consecuencia, la presencia de estos seres demuestra que la naturaleza, para el Mapuche, no puede ser entendida como un agregado de recursos bajo la potestad del ser humano.

1. Introducción

Los Mapuches pueblo originario de Chile, cuyo nombre en el idioma propio significa “Gente de la Tierra”, comparte el paradigma de una relación de reciprocidad con todos los elementos que conforman la naturaleza, ya sean aves, animales, insectos, plantas, piedras, aguas e incluso seres espirituales. Asimismo, han otorgado al ecosistema nominaciones que tienen significación en el marco de la cultura propia, identificando diferentes espacios rituales o sagrados, de sustento familiar, de crecimiento de especies medicinales, e incluso otorgando denominaciones propias a las características del hábitat en que se encuentran. Ello demuestra que la nominación científica de muchos elementos del ecosistema varía de cultura en cultura, denotando con esto el complejo sistema de conocimiento que subyace habitualmente en culturas tradicionales como la Mapuche.

De acuerdo a los participantes de este estudio, es justamente esta comprensión de la naturaleza que requiere un proceso de recuperación y difusión dentro y fuera de la propia cultura, con el objetivo de recuperar y fortalecer el conocimiento Mapuche sobre

la naturaleza, lo que contribuiría en el mediano y largo plazo a proteger o rescatar los hábitats perdidos.

En Chile la diversidad de los bosques está compuesta por 443 especies de plantas vasculares, con 160 especies leñosas (44 especies de árboles correspondientes a 32 géneros y 20 familias) y 283 especies herbáceas [2]. Otra característica importante es la gran diversidad de estratos y tipos biológicos de plantas con que cuenta. El territorio tradicionalmente ocupado por el pueblo Mapuche coincide en su límite septentrional con el comienzo del bosque templado chileno [3]. Sin embargo, muchas especies del bosque mediterráneo esclerófilo del norte penetran en este bosque, asimismo en el ecotono entre el bosque caducifolio y el siempreverde; lo anterior generó un ambiente poco común en cuanto a potencialidades para la recolección, destacándose la presencia de abundante cantidad de especies con frutos carnosos y comestibles [3]. Los Mapuches aprovecharon este ambiente para la recolección de una gran variedad de frutos, tallos, tubérculos, raíces carnosas, semillas de gramíneas y hongos, además de la caza de aves y animales menores. De gran importancia resultaba el bosque como fuente de una enorme cantidad de plantas medicinales, siendo éste el más frecuente dado a las plantas hasta la actualidad [2]. El bosque se ha visto fuertemente presionado el último tiempo, ocasionando una creciente escasez de recursos nativos, especialmente de plantas medicinales, tema que ha sido abordado por diferentes autores [6, 8, 9, 10, 11, 12]. Sin embargo, estudios referidos a determinar el estado de conservación de las especies de uso medicinal se puede señalar que son menos abundantes.

Lo señalado anteriormente, sumado a la transculturización y la deforestación han generado una fuerte pérdida de conocimiento tradicional, especialmente en las nuevas generaciones. Esta erosión cultural se ha expresado también en una menor valoración del bosque nativo, generándose un peligroso círculo vicioso entre pérdida de tradiciones y deforestación. Sin embargo y a pesar de las diferentes presiones que amenazan la biodiversidad en las comunidades Mapuche, aún se conserva un importante capital biológico que ha sido conservado gracias a estrategias comunitarias tradicionales. La autora [7] entrevistó a siete especialistas y sabios de la cultura Mapuche que corresponden a tres identidades territoriales (costa, pre-cordillera de la costa y valle), rescatando con su trabajo la identificación de 11 ecosistemas. En el sector de Rulo cercano a nuestro sitio de estudio, se identificaron desde la perspectiva intercultural seis tipos de suelo, señalando que la extracción de plantas medicinales se efectúa principalmente en cuatro de ellos [6].

Esta investigación se ha centrado en explorar las categorías y significados que los habitantes Mapuche del territorio Boroa-Filulawen poseen de los espacios ecológicos de su comunidad. Por lo tanto los objetivos propuestos han sido, 1) Identificación y caracterización de espacios ecológicos Mapuche, y 2) Determinación de la importancia cultural o religiosa de cada espacio ecológico. Este es un estudio descriptivo basado en la metodología de investigación acción participativa, que consiste en un trabajo cooperativo entre investigadores de la universidad e investigadores locales Mapuche. A través de esta investigación se conjugaron los intereses, motivaciones, y

proyecciones de los investigadores y de la organización para recuperar el conocimiento ancestral y las prácticas culturales, en torno a los ecosistemas indígenas partiendo de las necesidades y experiencias de las personas de la comunidad.

2. Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el territorio de Boroa-Filulawen, ubicado en la comuna de Nueva Imperial, IX Región de la Araucanía, Chile. Las coordenadas geográficas de Nueva Imperial corresponden a 38°15' S al norte, 39°00' S al sur y 72°46' W al este y 73°04' W al oeste. Posee una población de 40.059 habitantes de los cuales un 53,4% corresponde a población Mapuche [1]. En el año 2001 en Boroa-Filulawen, se conformó el comité de salud intercultural constituido por 1.560 personas, agrupadas en 380 familias provenientes de 16 comunidades del sector, que ocupan una superficie de 4.729 ha.

El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de 24,1°C en enero y una mínima de 4.1°C en julio. El régimen hídrico presenta una precipitación media anual de 1 342 mm. Su posición de vertiente oriental de serranías costeras aumenta el periodo seco en relación a los distritos ubicados más al sur [4]. Los suelos de esta comuna se clasifican del tipo rojo arcilloso, de origen volcánico antiguo. Se ubica en la depresión intermedia de la región, caracterizado por lomajes suaves y con pendientes complejas que sobrepasan el 15%, lo cual evidencia la susceptibilidad de erosión de estos suelos [5]. Los cultivos típicos de la zona son: trigo, avena, cebada y papa como los principales, un 2% de la superficie de la comuna está cubierta con bosque, principalmente con plantaciones exóticas.

De acuerdo a la metodología planteada, el estudio implicó una primera fase de conversaciones formales con los dirigentes de la organización, para coordinar una propuesta de investigación que tenga sentido cultural para la comunidad, recorridos de campo y discusión con líderes y ancianos Mapuche. En una segunda fase denominada de diseño, se definieron los participantes del estudio, y la forma de recolección y análisis de los datos, mediante análisis cualitativo de discurso para acceder a significados, valores, creencias, y símbolos que maneja el grupo cultural sobre los espacios ecológicos en que habitan. De esta forma se realizaron conversaciones grupales con siete dirigentes Mapuche (3 mujeres y 4 hombres entre 30 y 52 años), se entrevistaron individualmente a seis personas de la comunidad (4 mujeres y 2 hombres entre 96 y 45 años), entrevistas que fueron conducidas por un miembro de la organización, lo cual facilitó la comunicación y diálogo desde la propia cultura; y finalmente a un *machi* (principal agente curativo de la medicina Mapuche) quien vivía cerca del territorio estudiado. En total fueron entrevistados 14 miembros de la cultura Mapuche del sector.

3. Resultados y discusión

3.1. Espacios ecológico-culturales Mapuche en el territorio Boroa-Filulawen

Los participantes identificaron un total de 14 espacios ecológicos de significación cultural para el pueblo mapuche en el territorio de estudio (Tabla 1). Estos espacios fueron claramente diferenciados de otros por su componente espiritual, religioso o ceremonial. De acuerdo a los entrevistados, estos espacios tienen un dueño o ser espiritual, quien cuida el lugar manteniendo las fuentes de agua y las especies vegetales; poseen además una fuerza espiritual que otorga poder cultural al lugar. Los participantes señalaron que la persona Mapuche tiene un profundo respeto por cada uno de los componentes de la naturaleza y se siente parte de ella en una relación de reciprocidad y cuidado. Ello se manifiesta en una serie de normas culturales de relación y uso de estos espacios, que al no ser respetadas generarían daño o enfermedad a quienes las quebrantan.

Tabla 1: Espacios ecológicos-culturales identificados en el territorio de acuerdo a la frecuencia de nominación por los participantes

Espacios Ecológico-Culturales	Frecuencia (%)
Menoko - Trayendo - Lil - Fotrako	83,33
Mallín - Mawiza	66,67
Wiñoko - Chayako - Pitrantu - Funamapu	50,00
Leufu - Winkul	33,33
Kilantu - Riñintu	16,67

Como se muestra en la tabla anterior, el 83,33% de los participantes reconoció que *menoko*, *trayenko*, *lil* y *fotrako*; son espacios ecológicos de significación cultural para el pueblo Mapuche y de mayor frecuencia en el sector. Los menos reconocidos en el espacio fueron *kilantu* y *riñintu* (16,67%). Sin embargo, todos ellos fueron considerados culturalmente importantes, debido a la presencia de seres o fuerzas espirituales, ser utilizado como sitio ceremonial, ser productor de plantas con poder medicinal o constituir espacios socio-culturales para la reproducción de la vida comunitaria. Las conversaciones grupales fueron la instancia que brindó mayor información cultural, dado que la mayoría de los espacios identificados fueron a través de esta vía, por tanto, la discusión grupal ha sido la mejor técnica para recordar en forma colectiva el conocimiento que cada miembro posee de su propia cultura.

Seis de los catorce espacios anteriores son mencionados por otras autoras [6, 7]. La diferencia entre los diversos estudios podría fundamentarse en la influencia de la relación con el espacio geográfico local, diferentes denominaciones y la pérdida gradual de memoria colectiva.

3.2. Espacios ecológico-culturales y variables del medio físico

La tipificación de los espacios ecológico-culturales están en directa relación con variables del medio físico que lo caracterizan; entre las que aparecen muy relevante

para los entrevistados son: la existencia de agua en sus diversas formas, el tipo de vegetación existente y la topografía del lugar. La tabla 2 muestra los espacios según estos factores ambientales.

Tabla 2: Caracterización de los espacios ecológicos-culturales, según variables del medio físico

Espacio ecológico	Agua	Relieve	Vegetación
1. Menoko	Sitio pantanoso y presencia de vertiente	Sector plano	Variedad de especies. Principalmente herbáceas.
2. Trayenko	Agua que corre, cascada o chorrillo	Sector plano, asociado a esteros	Típica de lugares húmedos. Principalmente herbáceas y arbóreas
3. Lil	Siempre está húmedo, goteándose. Abajo hay un chorrillo.	Quebradas	Variedad de especies. Arbóreas, herbáceas, trepadoras, rastreras
4. Fotrako	Se mantiene presente permanentemente sobre la superficie del suelo	Plano	Especies de hábitat muy húmedos, principalmente herbáceas.
5. Mallín	Hay agua en invierno y en verano se seca.	Plano	Típica de lugares anegados, principalmente herbáceas.
6. Mawiza	No se menciona relación con el agua	Quebrada	Vegetación nativa abundante, principalmente arbórea.
7. Chayako	No se seca nunca el agua. Agua muy limpia. En grandes sequías se sacaba agua de este lugar.	Plano	Muy escasa, arbustiva
8. Wiñoko	Corresponde a un curso de agua.	Estero	Abundante vegetación nativa, herbáceas y arbóreas
9. Pitrantu	En invierno se llena de agua y durante el verano permanece más bien seco.	Plano	Especies de hábitat húmedos, principalmente arbóreas.
10. Funamapu	No se menciona relación con el agua	Plano	Abundante, principalmente herbáceas.
11. Lewfu	Corresponde a un curso de agua.	Plano	Vegetación escasa, arbórea y herbácea.
12. Wigkul	No se menciona relación con el agua	-	Vegetación escasa, herbácea.
13. Kvlantu	No se menciona relación con el agua	-	Vegetación escasa, arbórea, arbustiva, trepadora.
14. Riñintu	No se menciona relación con el agua	-	Vegetación escasa, arbórea, arbustiva.

Nueve de los 14 espacios del territorio de estudio fueron descritos a partir de su asociación con el agua. En general ésta tiene gran importancia en la cultura Mapuche, lo cual se ejemplifica a través de la incorporación del morfema *ko*, en cinco de los espacios referidos, y que en el idioma nativo significa agua. Entre estos: *menoko* (sitio pantanoso y presencia de vertiente), *trayenko* (agua que corre, cascada o chorrillo), *fotrako* (pantano o barrial), *chayako* (hoya con vertiente) y *wiñoko* (lugar donde un río o estero da una vuelta). Asimismo, se mencionaron el *mallín* (lugar inundado) y *lewfu* (río), como espacios identificados a partir del agua.

Otra forma de describir los espacios ecológicos ha sido de acuerdo a la especie vegetal de mayor predominio en el lugar, es así como se caracterizaron a tres espacios del sector: *Pitrantu* (bosque de Pitra), *kvlantu* (bosque de Kila o quila) y *riñintu* o *koliwal* (bosque de koliwe o colihues). La descripción basada en la topografía del sector constituyó una forma menos usual de identificar a los espacios; entre éstos se mencionaron, *lil* (quebrada barranco) y *wigkul* (monte, cerro pequeño).

Un caso especial de descripción basado en el medio físico es el denominado *mawiza*, ya que de acuerdo a los entrevistados su característica esencial es la gran diversidad, abundancia y multiplicidad de especies nativas que lo conforman. Finalmente, el espacio denominado *funamapu*, que literalmente significa tierra podrida, fue descrito por su fertilidad y vegetación medicinal; pero fue claramente diferenciado de los otros, por constituir un espacio generado a partir de la acción humana.

3.3. Connotación espiritual de los espacios ecológico-culturales del territorio y especies que lo caracterizan

En general los catorce espacios tienen una connotación espiritual, destacándose el Menoko, que corresponde a un lugar sagrado y muy respetado por los habitantes del sector, ya que es el sitio preferencial del agente médico mapuche para la recolección de sus plantas medicinales y también puede ser el lugar en donde este, experimenta el llamado divino a ejercer su rol sanador.

A continuación se señalan las especies principales presentes en cada uno de los espacios, la que es principalmente nativa, de importancia medicinal y ritual:

1. Menoko: *Drimys winteri* J.R.et Forst. *Myrceugenia exsucca* (D.C.) Berg., *Blepharocalyx cruckshanksii* (H.et A.) Nied., *Solanum gayanum* L.
2. Trayenko: *Peumus boldus* Mol., *Chusquea quila* Kunth., *Equisetum bogotense* H.B.K., *Plantago major* L.
3. Lil: *Tristerix tetrandus* (R. et P.) (Mart.), *Adiantum chilense* Kaulf., *Gunnera chilensis* Lam. (vel *G. scabra* R. et P.), *Baccharis salicifolia* (R.et P.) Pers.
4. Fotrako: *Rumex patientia*, *Senecio fistulosus* Poepp. Ex Less., *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc., *Marrubium vulgare* L.
5. Mallin: *Sagittaria montevidensis* Cham.et Schecht., *Juncus procerus* E. Meyer, *Hydrocotyle ranunculoides* L.f., *Coriaria ruscifolia* L.
6. Mawiza: *Buddleja globosa* Hoppe., *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oersted, *Persea lingue* (R. et P.) Ness ex Kopp., *Chusquea coleou* Desv.
7. Chayako: *Ribes magellanicum* Poir.
8. Wiñoko: *Viola reichei* Skottb., *Cardamine nasturtioides* Bertero., *Hypochaeris echegarayi* Hieron., *Blechnum chilense* (Kaulf.) Mett.
9. Pitrantu: *Myrceugenia exsucca* (D.C.) Berg., *Aristolelia chilensis* (Mol.) Stuntz., *Polypodium feuillei* Bert., *Blepharocalyx cruckshanksii* (H.et A.) Nied.
10. Funamapu: *Plantago lanceolata* L., *Urtica urens* L., *Conium maculata*, *Matricaria chamomilla*.
11. Lewfu: *Salix sp.*, *Rosmarinus officinalis* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. *Ulex europaeus* L.

12. Wílgul: *Laurelia sempervirens* (R. et P.) Tul., *Solanum* spp, *Polygonum sanguinaria* Remy.
13. Kvlantu: *Lapageria rosea* Ruiz et Pavón., *Chusquea quila* Kunth., *Aristolelia chilensis* (Mol.) Stuntz.
14. Riñintu: *Sophora microphylla* Ait., *Schinus polygamus* Cabr. *Aristolelia chilensis* (Mol.) Stuntz., *Chusquea coleou* Desv.

4. Conclusiones

El análisis de los resultados del estudio constata que la concepción Mapuche de los ecosistemas es similar a otros pueblos indígenas en Latinoamérica [13]. Esta implica una cosmovisión que concibe al ser indígena como parte constitutiva de la naturaleza; un elemento más en la cadena ecológica. Desde esta perspectiva, los espacios ecológicos identificados en este estudio son descritos no sólo en tanto sus características biofísicas, sino además por las significaciones culturales, sociales o ceremoniales que la determinan. Por esta razón, los espacios descritos constituyen una unidad ecológica y cultural para los habitantes del sector.

Lo cultural está dado en cada uno de los espacios por la presencia de dueños y fuerzas espirituales quienes cuidan sus animales, plantas, y fuentes de agua. Las fuerzas o energías espirituales que gobiernan en el espacio otorgan ciertos poderes a los elementos contenidos en él como, plantas, animales, agua o barro, que adquieren significado para los miembros de la cultura. Un elemento importante para la descripción de los espacios ha sido su asociación con el agua. La mayoría de los espacios tienen una denominación que depende de la presencia del agua en sus distintas manifestaciones. Es importante señalar que a pesar de la pérdida de conocimiento, las comunidades tienen un profundo respeto por la naturaleza. Se destaca el esfuerzo del comité de salud intercultural Boroa Filulawen en rescatar parte del conocimiento Mapuche respecto a espacios ecológicos, por la significación en la vida personal, espiritual y el bienestar para la familia y la comunidad. Esta visión de la naturaleza y el conocimiento indígena sobre su manejo podrían ser un gran aporte al saber científico en su afán de conservar los recursos naturales, donde pudiesen predominar el resguardo y el respeto no solo a los ecosistemas, sino también a las culturas originarias.

Finalmente es relevante destacar que para incorporar la racionalidad campesina a los proyectos de conservación, se requiere reconocer el profundo conocimiento socio-ecológico que las comunidades poseen de su medio y por otra parte, incorporar una metodología que permita a los profesionales conocer la racionalidad campesina en todos sus aspectos.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible, mediante financiamiento, DIDUFRO N° 120302 Universidad de La Frontera. Temuco-Chile. Gracias, a la comunidad y su gente.

Referencias

- [1] INE. *Etnia*. Consultado en el mes de marzo del 2004. Disponible en <http://www.ine.cl/cd2002/etnia.pdf>, 2002.
- [2] R. Catalán, R. Ramos. Pueblo mapuche, bosque nativo y plantaciones forestales. Las causas subyacentes de la deforestación en el Sur de Chile. *Centro de desarrollo sustentable, CONADI, CET*, 81 p, 1999.
- [3] C. Aldunate, C. Villagrán. Botánica indígena de Chile. Ernesto Wilhelm de Mösbach. *Editorial Andrés Bello, Santiago, Chile*, 140 p, 1992.
- [4] Q.F. Santibáñez, M.J. Uribe. Atlas agro climático de Chile: regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. *Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Laboratorio de Agro climatología, Departamento de Ingeniería y Suelos*, 1993.
- [5] Municipalidad de Nueva Imperial. *Diagnóstico Técnico Plan de Desarrollo Comunal*. Plan de desarrollo comunal 2002-2005, Comuna nueva imperial - Secretaria de Planificación. Disponible en sitio web: http://www.nuevaimperial.cl/plan_desa.htm, 2004.
- [6] T. Durán, J. Quidel, E. Hauenstein, L. Huaiquimil, Z. Hinostrero, E. Pichun. Conocimientos y vivencias de dos familias Wenteche sobre medicina. *Editado por el Centro de Estudios Socioculturales de la Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile*, 1998.
- [7] I. Pérez. Ecosistemas mapuches. *Dialogo intercultural para la restauración ambiental en la Región de la Araucanía*, 2004
- [8] L. Citarella, A.M. Conejeros, B. Espinoza, I. Jelves, A.M. Oyarce, A. Vidal. Medicinas y culturas en la Araucanía. *TRAFKIN, Editorial Sudamericana*, 617 p, 1995.
- [9] J. Gumucio. Hierarchy, utility and metaphor in mapuche botany. *Uppsala Studies in Cultural Anthropology, Upsala, Suecia*, 210 p, 1999.
- [10] A. Hoffmann. Flora silvestre de Chile. Zona araucana. *Ediciones Claudio Gay, Santiago, Chile*, 257 p, 1998.
- [11] M. Montes, T. Wilkomirsky. Medicina tradicional chilena. *Editorial Universitaria, Universidad de Concepción, Concepción, Chile*, 205 p, 1987.
- [12] R. Rodríguez, O. Matthei, M. Quezada. Flora Arbórea de Chile. *Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile*, 408 p, 1983.
- [13] S. Rist. Diálogo intra e intercientífico entre comunidades ontológicas: Caminos para recuperar las dimensiones espirituales de las ciencias naturales y sociales. Dialogo intercultural e intercientífico, para el fortalecimiento de las ciencias de los pueblos indígenas originarios. *Agruco Compas, Plural Editores, La Paz, Bolivia*, 2006.

Estrategias de conservación de bienes y servicios ambientales en el Parque Nacional El Chico, México

E. Rendón Hernández, E.M. Romero Vertti, P. Lina Manjarrez, J.M. Sánchez Nuñez
Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y
Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México
erh_jaguar@yahoo.com.mx

Palabras claves: Conservación, servicios ambientales, Parque Nacional El Chico

Resumen

El Parque Nacional El Chico realiza importantes funciones ambientales derivadas del ecosistema forestal, ya que mantiene uno de los bosques relictos de oyamel (*Abies religiosa*) de México. Los servicios ambientales que se estudiaron fueron: recarga de agua y conservación de biodiversidad. Las estimaciones muestran que el bosque recarga 0.238 mil m³ por hectárea al año. La biodiversidad de vertebrados que se presenta en el parque es la siguiente: mamíferos 23 especies, aves con 49, reptiles 15 (de las cuales 10 son endémicas y siete están en alguna categoría de riesgo según la legislación ambiental nacional) y anfibios 11 (de los cuales 9 son endémicos y 7 se encuentran en alguna categoría de riesgo). Es importante valorar los bienes y servicios ambientales para obtener recursos financieros nacionales e internacionales que permitan conservar los recursos naturales y al mismo tiempo lograr un desarrollo local sustentable.

1. Introducción

La subsistencia y el desarrollo de toda sociedad dependen del aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, el ser humano ha provocado la extinción de muchas especies, así como un gran deterioro al entorno natural (en muchos casos irreversible), cuyos costos pueden ser tan altos como la supervivencia misma [1].

En muchas partes del mundo los bosques están seriamente amenazados. Durante la década de los noventa se perdieron casi 15 millones de hectáreas boscosas al año, especialmente en las zonas tropicales [2]. A esta pérdida se suman la de los numerosos y valiosos servicios que proporcionan las cubiertas boscosas, tales como la regulación de los flujos hidrológicos, la captura de carbono, la protección de la biodiversidad y la belleza escénica. En los últimos años se ha vivido una intensa experimentación con mecanismos basados en el mercado para poder abordar estos problemas. Muchos de éstos consideran incentivos poderosos y medios eficientes para conservar los bosques y los bienes públicos que ellos proveen y también ofrecer nuevas fuentes de ingreso para apoyar a los habitantes de las zonas rurales [3].

Ante este creciente y preocupante deterioro ambiental, cada vez es mayor el interés por encontrar esquemas que permitan estimar y asignar valores objetivos a los bienes y servicios de los ecosistemas, pues sólo de esta forma las acciones de conservación y restauración de la naturaleza surtirán el efecto adecuado [1]. La valoración de los servicios ambientales se nos presenta como una opción muy viable para apoyar la conservación y el desarrollo sustentable. Hoy la naturaleza y su conservación como pilares del desarrollo sustentable revisten importancia vital para ciudadanos, pueblos y gobiernos. Por esta razón, la valoración justa de nuestros ecosistemas y los servicios ambientales que éstos nos prestan debe permitir a las comunidades indígenas y rurales mejorar su calidad de vida. Ello, además de ser un acto de justicia, contribuirá a revertir procesos de deterioro que han provocado, entre otros efectos, el cambio climático [1].

Para el caso particular de los recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico [4]. Dados los enormes beneficios sociales y ecológicos de los servicios forestales y muchas partes interesadas en aprovecharlos, incluyendo a personas de bajos recursos, es esencial sacar el mayor beneficio posible del potencial de los mecanismos del mercado. Es claro que si no logramos vincular las actividades del mercado con los objetivos de la conservación, será incierto el futuro de las tierras boscosas en parques y áreas protegidas. Para que sobrevivan los bosques necesitan competir financieramente. La idea es seguir direcciones estratégicas, las cuales nos llevarán a un futuro que contemple puntos de vista ecológicos, económicos y sociales que incluyan a los bosques en el paisaje [3].

2. Metodología

El Parque Nacional El Chico es un área de gran belleza, cuya importancia biológica trasciende al albergar uno de los bosques relictos de oyamel, que existen en la cuenca del valle de México. Esta área posee además hábitats que han perdurado como auténticas reliquias naturales, donde podemos encontrar comunidades de bosques de encino y pastizales, al igual que sus magníficas formaciones rocosas que no se encuentran en ninguna otra parte de la región. La belleza e importancia ecológica de este lugar, propició que desde 1898 se haya considerado su protección y preservación al decretarla como Zona de Reserva Forestal, constituyendo así la primera área natural protegida de México y América Latina, pero no fue hasta 1982 cuando se decretó como Parque Nacional [5].

El Parque Nacional El Chico pertenece al Estado de Hidalgo (Fig. 1) se ubica geográficamente entre 98°41'47" y 98°45'31" de longitud oeste y entre 20°10'05" y 20°13'25" de latitud norte [6] con una extensión territorial de 2,739 ha; su posición está enclavada en el sector centro sur-oriente de México, que corresponde al extremo occidental del sistema orográfico Sierra de Pachuca, incluido en la porción austral del eje neovolcánico transversal [5].

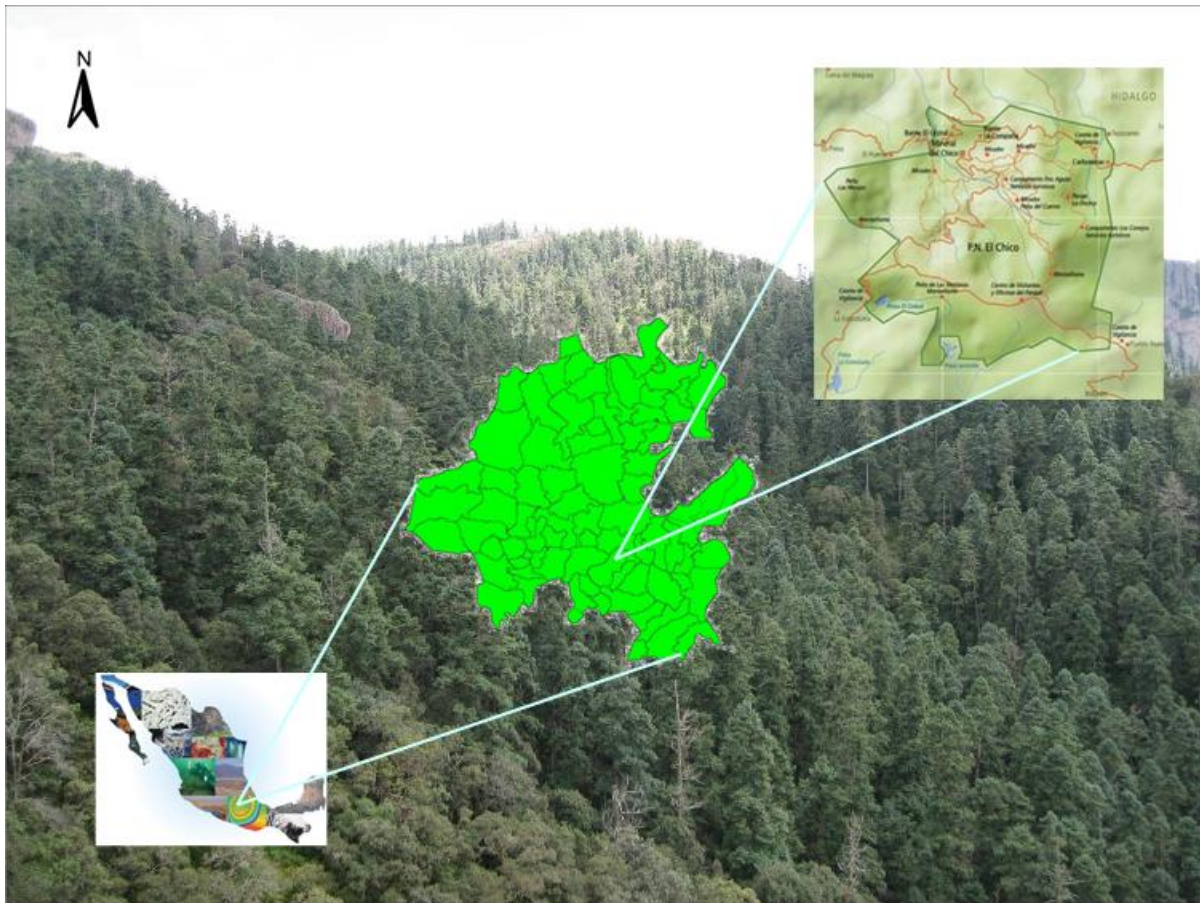


Fig. 1: Ubicación geográfica del Parque Nacional El Chico

Para identificar los bienes y servicios ambientales en el Parque Nacional se realizaron visitas de campo para observar los beneficios ambientales que el área natural protegida brinda a la población. Las áreas óptimas que ofrecen bienes y servicios ambientales se determinaron de la siguiente manera:

- Recarga de agua: los sitios más importantes para la recarga de agua se identificaron según estadísticas de precipitación media anual del Estado, tipo de vegetación y pendiente del terreno.
- Conservación de biodiversidad: se elaboró un listado faunístico del Parque de acuerdo al programa de conservación y manejo, analizando si las especies son endémicas o si se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001. El análisis se realizó tomando en cuenta los lineamientos establecidos por la comisión nacional forestal y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

3. Resultados y discusión

El análisis sobre el volumen de extracción y recarga de los acuíferos sobreexplotados en el Estado muestra que de cada 193.45 m³ se recargan 92 m³ por lo que tiene un

déficit de -101.45 y en particular la captura de agua en regiones forestales (bosques) es de 54.863 millones de m³ y por hectárea es de 0.238 miles de m³. El parque presenta un buen estado de conservación y tiene diferentes tipos de vegetación (Fig. 2).

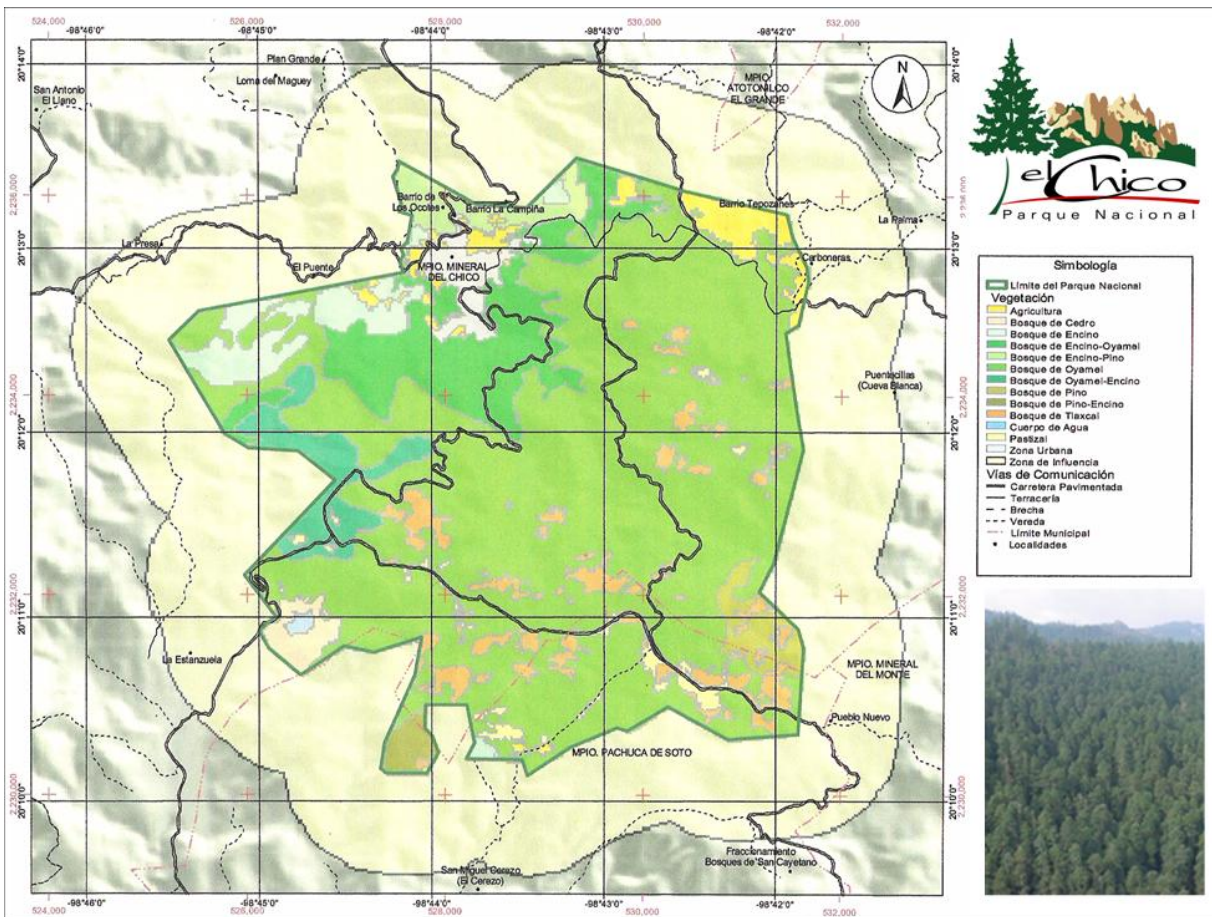


Fig. 2: Mapa de vegetación del Parque Nacional El Chico

De acuerdo al análisis en el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional El Chico sobre la biodiversidad presente en el área, se encontraron los siguientes datos: se encuentran 23 especies de mamíferos distribuidas en 11 familias y 19 géneros; acerca de las aves, se han registrado 49 especies distribuidas en 17 familias y 38 géneros; la herpetofauna tiene 11 especies de anfibios agrupadas en 5 familias y 6 géneros, que incluyen ajolotes, salamandras, ranas y sapos; representando el 3.7% del total nacional (292 especies); así mismo, se han registrado 15 especies de reptiles que se distribuyen en 6 familias y 9 géneros, incluyendo escorpiones, lagartijas, culebras y serpientes, representando el 2.1% de todas las especies de este grupo en el país (705 especies) [7].

En el Parque Nacional se distribuyen especies de anfibios y reptiles que se consideran endémicas de México, registrando 9 anfibios y 10 reptiles que corresponden al 81.8% y 71.4%, respectivamente (Fig. 3); por lo que es primordial darles un manejo adecuado para su conservación. Hay 14 especies entre anfibios y reptiles catalogadas bajo una categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Fig. 4); entre las

especies de anfibios se encuentran las ranas (*Hyla alicata* y *H. robertsorum*), ajolote (*Ambystoma velasco*) y salamandras (*Chiropterotriton dimidiatus*, *Ch. multidentatus*, *Pseudoeurycea belli* y *P. cephalica*). Mientras que entre reptiles se encuentran los escorpiones (*Abronia taeniata* y *Barisia imbricada*), lagartijas (*Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus grammicus*) y culebras (*Thamnophis cyrtopsis*, *T. scalaris* y *T. scaliger*).

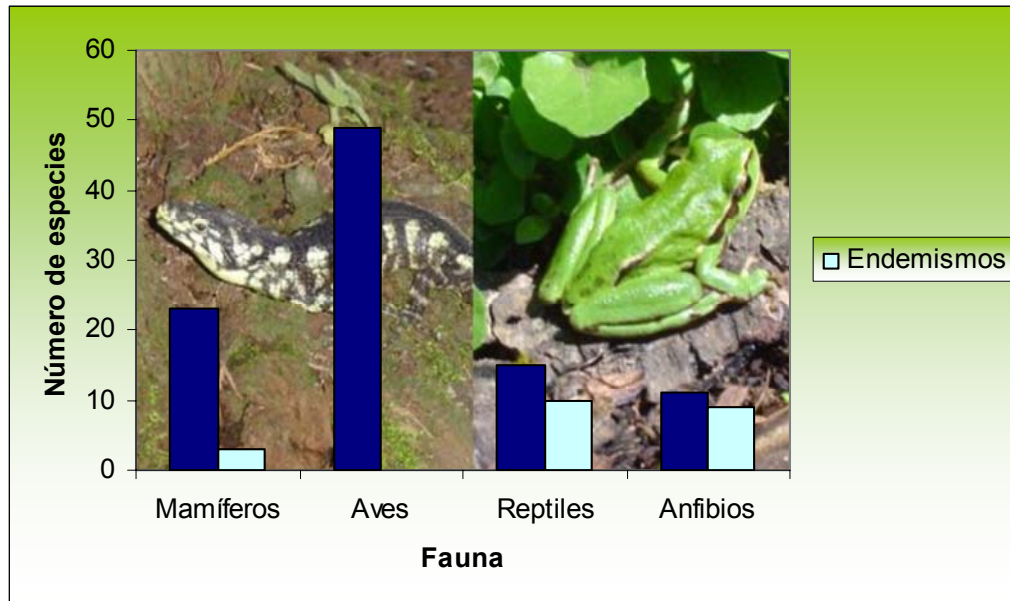


Fig. 3: Especies endémicas de fauna en el Parque Nacional El Chico

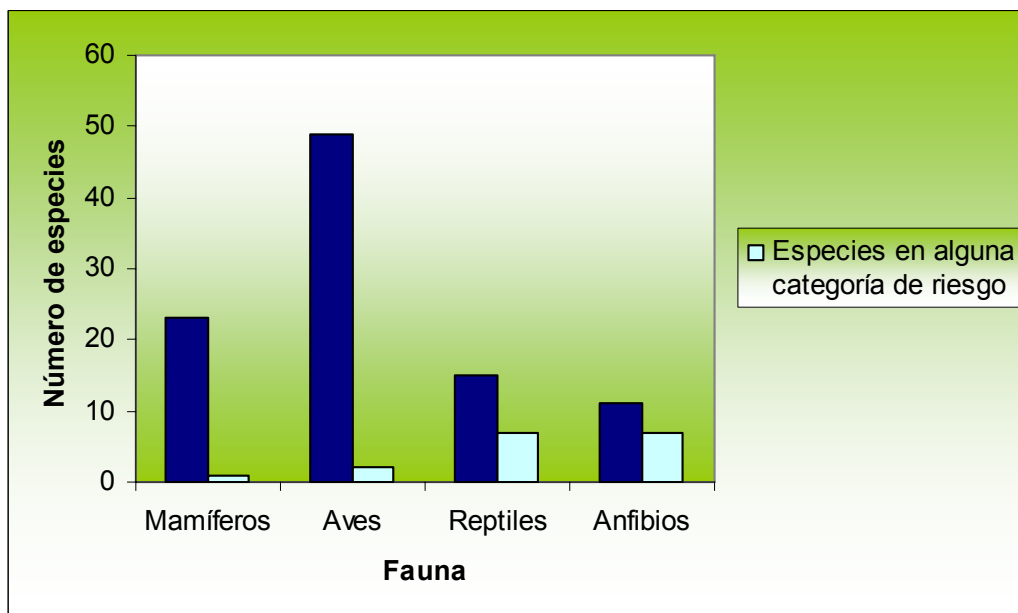


Fig. 4: Especies de fauna en alguna categoría de riesgo en el Parque Nacional El Chico de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001

Las áreas naturales protegidas desempeñan un papel muy importante en la preservación de la riqueza natural de cada país; actualmente estas áreas deben ser vistas como una modalidad de uso de suelo que es indispensable para promover el bienestar y progreso del país, por lo que su propósito es el mantener la estructura y los procesos ecológicos para salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, particularmente las endémicas o en peligro de extinción. En términos biológicos las áreas naturales preservan ecosistemas y con ellos los distintos niveles de la jerarquía ecológica que permiten una calidad adecuada y consecuentemente un mejor lugar de vida [8].

La magnitud y los ritmos de agotamiento de los ecosistemas y recursos naturales, así como el deterioro ambiental de diferentes medios (agua, aire, suelo, paisaje, entre otros) son tan graves que resulta imprescindible valorar los costos ecológicos y sociales derivados de las actividades humanas en general y en particular de aquellas vinculadas con los circuitos de producción y consumo de bienes y servicios intermedios y finales. La vinculación que se da entre la economía y la ecología no sólo es evidente en cuanto a disciplinas científicas, también en las dimensiones y ritmos en que los agentes económicos nacionales e internacionales (familias, empresas, gobiernos) disponen del medio ambiente, como fuente de insumos y recipiente de desechos, más allá de su capacidad de carga [9].

Para la creación de un sistema basado en un esquema de mercado y su éxito a largo plazo es fundamental entender y probar la demanda de servicios ambientales que existen en las áreas. La iniciativa de este trabajo es plantear que los recursos naturales de México pueden conservarse, pagándole a los propietarios de la tierra por los servicios ambientales (externalidad positiva) que ellos producen, ya sea utilizando sistemas sustentables de producción, reforestación y restauración para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

4. Conclusiones

Los servicios ambientales que brinda el Parque Nacional El Chico son fundamentales para el desarrollo de la sociedad (local, estatal y nacional), por lo que es necesario conservarlos para seguir gozando de los beneficios ambientales. El volumen de agua que se recarga en el Parque es de gran importancia para la ciudad de Pachuca y en general para toda la cuenca de México, por lo que se debe promover el área como un sitio estratégico de recarga de agua para la región central del país.

Dentro de la biodiversidad el grupo de vertebrados, la herpetofauna representa un gran valor ecológico, ya que tiene un alto grado de endemismos y porque contiene 14 especies dentro de alguna categoría de riesgo. El Parque Nacional El Chico presenta un buen estado de conservación, lo que lo hace más susceptible a recibir estímulos económicos para conservar los ecosistemas y su biodiversidad para el beneficio común.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolla con el apoyo institucional del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo y financiado por el Programa Institucional de Formación de Investigadores del Instituto Politécnico Nacional.

Referencias

- [1] SEMARNAT. Introducción a los servicios ambientales. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Hombre Naturaleza, A.C., México DF, México*, 71 p, 2003.
- [2] FAO. State of the world's forests. *FAO, Roma, Italia*, 2001.
- [3] S. Pagiola, N. Landell-Mills, J. Bishop. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. En: *La Venta de Servicios Ambientales Forestales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional Forestal, México*, 23-42, 2003.
- [4] J. Torres, A. Guevara. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta Ecológica*, 63, *Instituto Nacional de Ecología, México*, 2002.
- [5] CONANP. Programa de conservación y manejo del Parque Nacional El Chico. *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México DF, México*, 182 p (en prensa), 2007.
- [6] M.F. Vargas. Parques nacionales de México. Vol. II: Zonas Centro y Occidente. *Instituto Nacional de Ecología, México DF, México*, 1997.
- [7] R.J. Camarillo, A.G. Casas. Anfibios y reptiles del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoológica, Universidad Nacional Autónoma de México*, 72(1), 105-123, 2001.
- [8] V. Flores, D. Ordóñez. Áreas naturales protegidas. *PRONATURA, México DF, México*, 43 p, 1995.
- [9] E. Vega. La valuación económica de la biodiversidad en México. En: *Economía Ambiental: Lecciones de América Latina. INE, México*, 1997.

Valor económico del manejo sostenible de los ecosistemas de aguaje (*Mauritia flexuosa*)

W. Guzmán Castillo
Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, IIAP, Iquitos, Perú
wguzman@iiap.org.pe

Palabras claves: Valor económico total, ecosistemas de aguaje, almacenamiento de carbono, pago por servicios ambientales

Resumen

El aguaje es la palmera amazónica de mayor importancia económica, social y ambiental de Perú. Los ecosistemas conformados por esta especie (“aguajales”) presentan una superficie aproximada de 5 millones de ha. Sin embargo, la cultura extractivista incluye la cosecha del aguaje mediante la tala generando fuertes impactos negativos. En la localidad de Parinari dentro la Reserva Nacional Pacaya Samiria, la cosecha del aguaje se realiza a través de la ascensión, lo cual evita la tala y permite aprovechar los 40 años que como promedio de producción tiene esta palmera. Las metodologías económicas valorativas aplicadas han permitido determinar, incrementos por venta de productos tangibles mayores a 200 USD/ha y como trabajo pionero la obtención de la mayor cantidad almacenada de carbono (532 - 631 t/C/ha), lo cual se está aprovechando para diseñar e implementar instrumentos de pago por servicios ambientales para internalizar los beneficios económicos.

1. Introducción

El proceso de extracción, comercialización y transformación del aguaje genera fuentes de empleo e ingresos principalmente a mujeres provenientes de estratos sociales más pobres. Sin embargo, la cultura extractivista de poblaciones amazónicas conlleva a la cosecha del aguaje mediante la tala de esta palmera, generando un impacto negativo en la capacidad reproductiva de la especie por efecto de la muerte de plantas femeninas que son las que producen el fruto (Fig. 1). Actualmente y considerando el consumo de aguaje solamente en la ciudad de Iquitos (más grande en la Amazonía peruana), la demanda de 21.9 t/mes equivale a 461 palmeras cosechadas/día [1].

Los hermanos Emilton y Heráclides Flores Simón han perfeccionado y promocionado desde 1999 la cosecha del aguaje a través de un instrumento denominado subidor (Fig. 2), el cual evita la tala y permite aprovechar los 40 años que, como promedio de producción, tiene esta palmera. Esta práctica se ha extendido a toda la comunidad y hoy todas las familias en Parinari han parcelado sus aguajales y desarrollan prácticas de manejo sostenible. Sin embargo, en la planificación de políticas, programas o proyectos existe poco conocimiento del valor económico de los beneficios que se

obtienen (o ganan) a través del manejo sostenible de estos recursos naturales y de instrumentos de gestión para internalizar sus beneficios en propuestas de desarrollo que permitan compensar estas buenas prácticas. Es de mucha utilidad conocer la importancia de la incorporación de elementos de valoración económica en la gestión y aplicación de políticas de conservación de humedales; y adicionalmente, promover esta experiencia de manejo sostenible, en un área que, como la Reserva Nacional Pacaya Samiria, amerita atención especial dada la gran riqueza de su diversidad biológica.



Fig. 1: Tala de palmera de aguaje



Fig. 2: Subidor

La presente investigación estuvo dirigida a obtener beneficios económicos para obtener, entre otros aspectos del valor agregado: propuestas de pago por servicios ambientales de estos ecosistemas, conservación de ecosistemas, belleza escénica, recreación, turismo y secuestro de carbono; propuestas de comercialización de productos etiquetados con sello verde a través del manejo sostenible; y propuestas de bionegocios para productos con gran demanda local o regional. La hipótesis propuesta es que: existen beneficios económicos adicionales en ecosistemas de aguajal con planes de manejo en relación a ecosistemas intervenidos, los cuales pueden ser valorados económicamente. El objetivo general fue obtener el valor económico de los beneficios del manejo sostenible de sistemas de aguajal en la comunidad de Parinari, RNPS, mientras que los específicos: (i) obtener el valor económico de uso directo de los beneficios por manejo sostenible de ecosistemas de aguajal; (ii) determinar el valor económico de los beneficios por valor de uso indirecto asociado a las funciones ecológicas por servicios de almacenamiento de captura de carbono; (iii) analizar el comportamiento de las disposiciones a pagar para obtener valores de no uso a través de la metodología de valoración contingente.

2. Área de estudio

En la margen derecha del Río Marañón, dentro la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS), se encuentra la localidad de Parinari (Fig. 3) donde viven 57 familias y un total de 233 habitantes. Existen dos zonas dentro del área de extracción de sistemas de aguajal en la localidad de Parinari; una deforestada y que fue objeto de extracción permanente por toda la población y que actualmente se encuentra sometida regeneración natural desde 1999 (área denominada Punga); y otra que es manejada con subidor o con manejo sostenible desde la misma época (área denominada Esperanza).

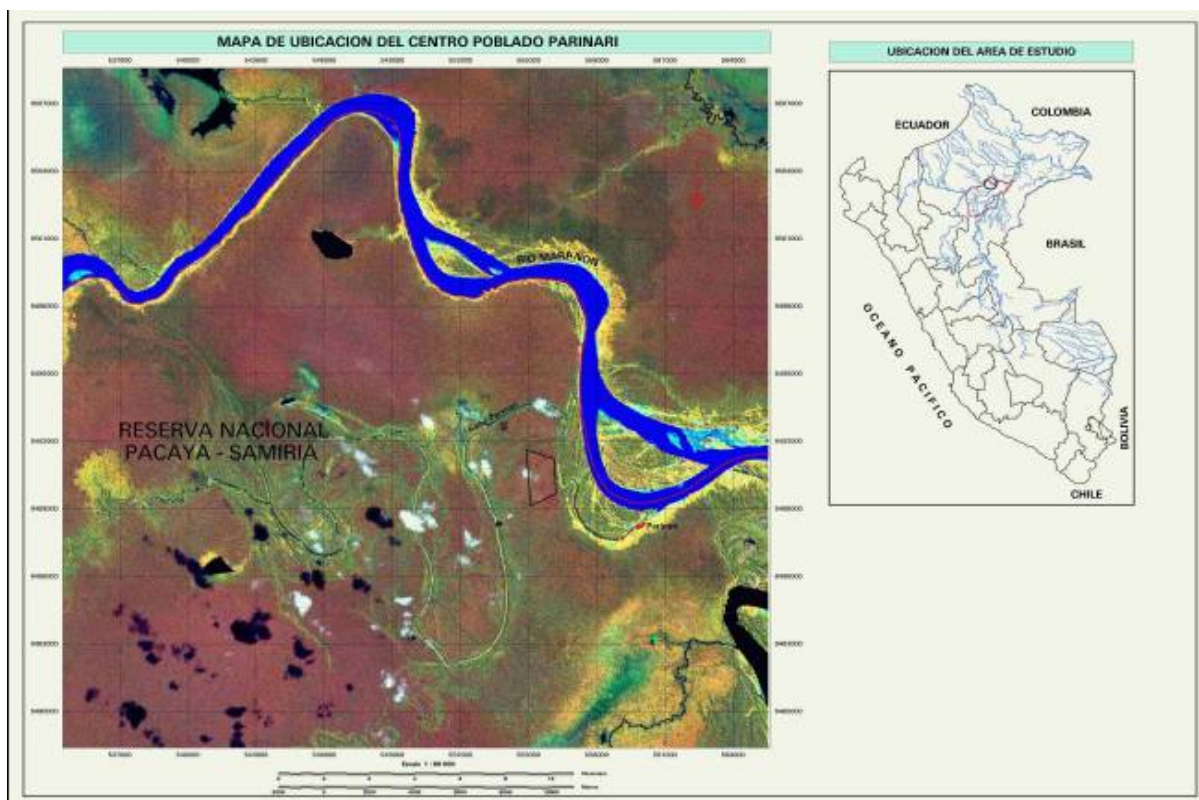


Fig. 3: Área de estudio

3. Materiales y métodos

3.1. Componentes biofísico y socioeconómico

En base a [2] se efectuaron las siguientes tres etapas: Primera etapa: Se utilizó el enfoque de valoración parcial o evaluación de dos o más usos alternativos de humedales a medida que se apliquen valores de uso directo (componentes estructurales: productos obtenidos por los pobladores en estos ecosistemas: aguaje,

huasaí, pona, aguajillo, tamshi y otros) e indirecto (función reguladora: servicios de captura de carbono del ecosistema de aguajal principalmente); Segunda etapa: Se determinó el alcance y límites del análisis, así como de la información necesaria para aplicar el enfoque elegido. En nuestro caso, la investigación está centralizada en dos áreas de la localidad de Parinari: área deforestada y sometida a regeneración natural (Punga) y área explotada con prácticas sostenibles (Esperanza). Ambas han sido delimitadas con imágenes satélite Lansat TM del IIAP. Información relevante y de utilidad ha sido la proporcionada por los inventarios de aguaje y vegetación asociada de 1995 y 2000 [3, 4] y el estudio de fauna en 2001 [5] para la zona de Punga y Esperanza, respectivamente. Adicionalmente, se utilizó la información estadística de cosecha a nivel de la comunidad de Parinari y para la zona de Esperanza; Tercera etapa: se aplicaron metodologías de cambios de productividad y costo de oportunidad; la primera permite determinar cambios biofísicos adicionales producto de la intervención o realización de nuevas actividades en un área. En nuestro caso, se determinó el incremento (por el desarrollo de prácticas sostenibles en la cosecha) de palmeras de aguaje y vegetación principal asociada (huasaí, pona, tamshi, aguajillo, entre otras) y fauna (diversas especies del ecosistema) mediante inventarios por especialistas, que fueron valorados posteriormente a precio de mercado. La segunda metodología busca valorar el uso directo de un bien sobre la base de su mejor valor alternativo o costo de oportunidad; se realizaron encuestas a pobladores para obtener costos y beneficios de los diversos productos dentro y fuera del ecosistema de aguajal sobre la base del tiempo empleado en diversas actividades. En general, el costo de oportunidad para las 8 horas de trabajo diario en el área rural es de 10 S./ (2.86 USD).

Finalmente, a nivel preliminar y para efectos del nivel de validez en la aplicación de la metodología de valoración contingente, se hicieron preguntas de disposición a pagar para capturar valores de no uso y determinar valores de existencia a través de la metodología de valoración contingente. La valoración económica efectuada determina una parte de los beneficios económicos totales que proveen ecosistemas de aguajal cosechados de manera sostenible. De una forma resumida, un esquema de las metodologías aplicadas se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} \mathbf{VET} = & \mathbf{VU} & + \\ \mathbf{VET} = & (\mathbf{VUD} + \mathbf{VUI}) & + \quad (\mathbf{VO} + \mathbf{VE}) \end{array}$$

VET = Valor económico total de beneficios económicos en el aprovechamiento sostenible de aguaje

VUD = Valor económico de uso adicional en áreas manejadas de aguaje (frutos de aguaje, especies asociadas y fauna). Metodologías: Cambios de productividad y costo de oportunidad de la mano de obra.

VUI = Valor económico de servicios ambientales adicionales por captura o almacenamiento de carbono en áreas manejadas. Metodología: Costo de oportunidad de precio de t/C/ha.

VO + VE = Valores sometidos a análisis preliminares para poder ser valorados a través de técnicas directas o encuestas por el método de valoración contingente.

3.2. Componente almacenamiento de carbono

Reconocimiento y georeferenciación de tipos de bosques de aguajal

En un inventario rápido en parcelas de 5 000 m² de la RNPS se identificó la abundancia del aguaje y se georeferenció con un receptor GPS del sitio, utilizando complementariamente imágenes Landsat .

Muestreo

Para el inventario florístico en 2 tipos de bosque se tomaron dos parcelas de 2 500 m², en que se evaluó biomasa y carbono presente, dividiéndose en cuatro subparcelas (Fig. 4). El carbono generalmente se encuentra en cuatro componentes: biomasa sobre el suelo, del sistema radicular, necromasa y carbono orgánico del suelo. Para las palmeras se muestrearon al azar en base a clases de altura, el resto de componente en parcelas de 2 500 m² con cuatro subparcelas de 25 m x 25 m y para evaluar vegetación arbustiva y herbácea se tomaron 4 miniparcelas de 1 m². Se evaluar la necromasa en tres áreas de 25 m² dentro de las subparcelas. También se evaluó el suelo, para lo cual se tomaron muestras a diferentes niveles.

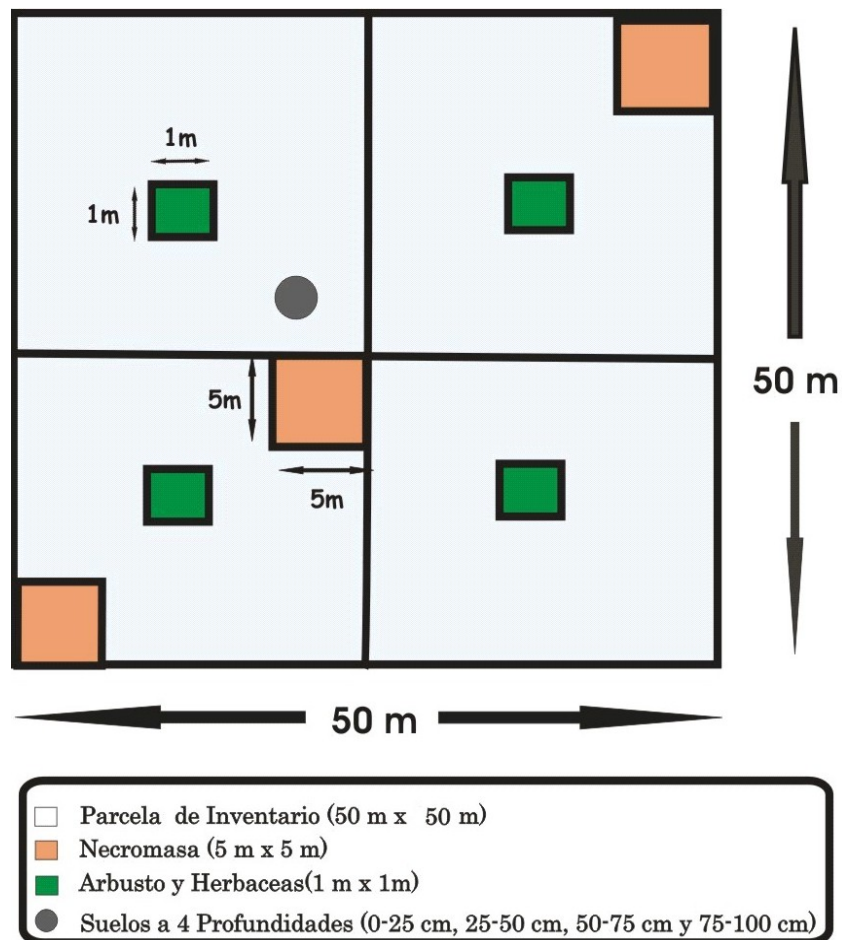


Fig. 4: Esquema de subparcelas

La biomasa de las raíces (neumatóforas) se evaluó mediante un cilindro de metal (0.9 m largo x 0.1 m de radio), para obtener un volumen preciso del suelo con raíces pequeñas, que posteriormente fueron separadas para ser pesadas (Fig. 5). Para evaluar raíces se tomó como referencia la metodología de [6]. Los valores de peso de biomasa fueron expresados en base seca (biomasa de la especie sobre la superficie). El cálculo se efectuó a partir las siguientes Ec. 1 y 2:

$$\% M.S. = \frac{\text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de la muestra original}} \times 100 \quad (1)$$

$$B_m = \frac{P_m \times M.S.(\%)}{100} \quad (2)$$

Donde, B_m es la biomasa de las muestras (t), P_m es el peso de las muestras (t) y M.S. (%) es el porcentaje de materia seca.

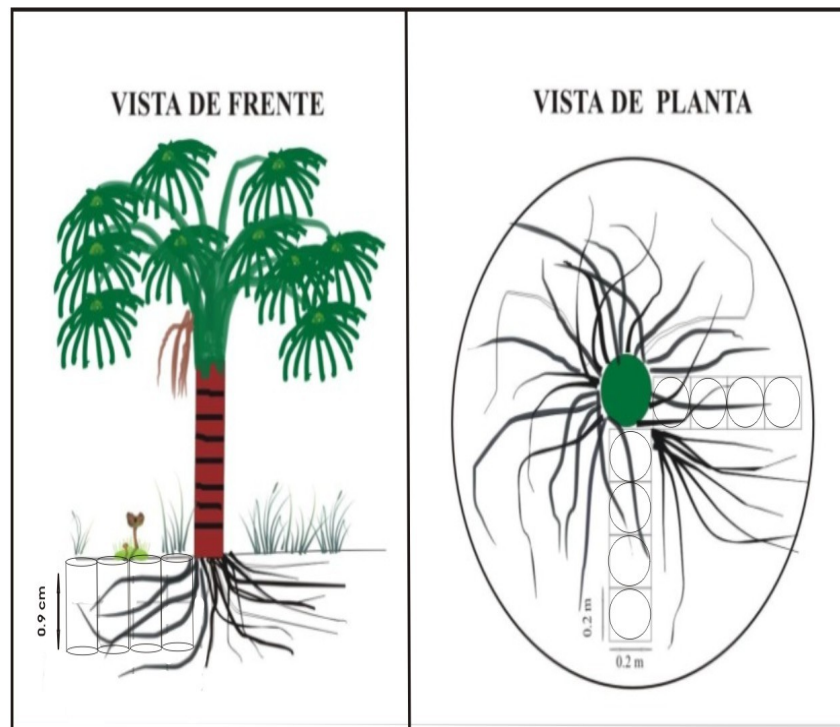


Fig. 5: Monitoreo de biomasa de la especie sobre la superficie

Un análisis de correlación ha permitido efectuar ajuste por regresión relacionando los valores de biomasa por componente del árbol a su altura. Se integraron datos obtenidos de un muestreo efectuado en 11 individuos de aguaje en la zona del proyecto en 2003 [7]. La sumatoria de los valores de biomasa de cada componente del árbol proporcionó la biomasa total del árbol y permitió esbozar una ecuación de regresión para la biomasa de aguaje y otras palmeras en función de su altura. La

biomasa del aguaje y otras palmeras en cada ecosistema de aguajal se estimó para los árboles inventariados, aplicando la ecuación de regresión obtenida y escalando los valores a 1 ha. Para estimar la biomasa de otras especies leñosas se empleó la siguiente Ec. 3 [8]:

$$y = e^{[-2.134 + 2.530 * \ln(D)]} \quad (3)$$

Donde, y es la biomasa en kg y D es diámetro a la altura de pecho (cm).

La biomasa del sotobosque se determinó de acuerdo al plan de muestreo: el muestreo del sotobosque se realizó en el centro de los cuatros cuadrantes I, II, III y IV, miniparcelas de 1 m² (Fig. 4). Para esto se tomaron tallos leñosos menores a 10 cm de diámetro y muestreo de herbáceas y realizando el reporte del peso fresco [9]. Luego de ser sometidas a secado, se cuantificó la biomasa en base seca y se reportó escalando los valores a 1 hectárea. La biomasa por hectárea de cada ecosistema de aguajal en estudio involucró efectuar la sumatoria de los valores de biomasa de cada uno de los árboles inventariados (aguaje, aguajillo, otras palmeras, otras especies leñosas) expresándolos en t/ha, e integrando los valores de sotobosque y necromasa.

4. Resultados y discusión

Valor económico de uso directo en la extracción de aguaje

Considerando los resultados de inventarios en la zona de Punga, para el periodo 1999/2000 - 2002/2003, la cantidad de palmeras femeninas de aguaje/ha (aún cuando se dice que éstas están en regeneración) ha disminuido de 9, 7 y 5. Al mantenerse la zona de Esperanza bajo manejo sostenible y considerando que el inventario arrojó 30 plantas femeninas/ha se parte del supuesto que esta cantidad es la mínima para el periodo analizado. En otras palabras, la cantidad adicional de palmeras femeninas para ese periodo ha sido 21, 23 y 25, respectivamente. Considerando un precio promedio de 10 S./ saco de aguaje con una producción de 2 sacos por palmera, los beneficios adicionales/ha para venta de aguaje serían entonces de: 420, 460 y 500 S./ha, respectivamente (equivalente en \$US?).

Valor económico de uso directo de especies asociadas al aguaje

Se consideraron los inventarios de otras especies y beneficios que se obtienen de cada una de ellas sobre la base del costo de oportunidad en su extracción. No se consideraron las fibras shapaja y tamiz, debido a que no fueron incluidas en el inventario y por su escaso uso en la población.

Valor económico de uso directo de fauna asociada al aguajal

Debido a las características del recurso (sobre todo su movilidad) es muy restrictivo hablar de cantidades/ha. Los trabajos de inventario elaborados [5] se efectuaron en la zona manejada de aguajal la cual involucra el área de Esperanza, donde existe alimento y se encuentran ungulados que aprovechan el fruto fresco que cae al suelo.

De todos modos y de manera referencial, sobre la base del inventario de fauna, los beneficios directos de uso para el área de Esperanza (250 ha) es de 3,070 S. y el valor de uso potencial o futuro de 6,565 S.. Se debe recalcar que estos resultados son restrictivos, pues se parte de supuestos fuertes como: ausencia de crías, no llegada de otros animales de zonas aledañas, entre otros.

Valor económico de uso indirecto por captura de carbono

Se valoraron cantidades de carbono en biomasa aérea y raíz, suelo, necromasa y sotobosque/ha para ambas zonas como servicios por captura de carbono a precio de 3 \$/t/ha (Tabla 1). Dicho precio es referencial y se tomó del fondo prototipo de carbono del Banco Mundial en proyectos por servicios ambientales (similar al Biocarbonfund) de la misma institución.

Tabla 1: Valor económico de uso S./ha (2000-2003)

	Valor económico de uso directo			Valor económico de uso indirecto		
	Aguaje ha/año			Especies asociadas (ha/año)	Fauna (ha/año)	Servicios por captura de carbono (T/ha/ año)
	00/01	01/02	02/03			
Esperanza	600	456	600	22.28	12.28 + 26.3	5,710
Punga	180	140	100	10.06	----	6,531
Diferencial	420	460	500	12.22	38.58	-822

5. Conclusiones

El valor económico de uso en ecosistemas de aguajales explotados de manera sostenible genera beneficios en relación a aquellos que se manejan irracionalmente. Sin embargo, el bajo precio de mercado impide que se valoren en su real magnitud. Los aguajales estarían proporcionando el mayor beneficio por captura de carbono que cualquier otro ecosistema, siendo el suelo el componente que presenta mayor almacenamiento de carbono (532-631 t/ha). Existe un potencial importante en los beneficios por captura de carbono de este ecosistema y que es necesario aprovechar en la RNPS y otras áreas inundables en la Amazonía para realizar propuestas por servicios ambientales de captura de carbono. Son necesarios mayores análisis a través de modelos dinámicos para ampliar los beneficios obtenidos en aguajales manejados. Ello permitirá incluir especies de aves, fauna adicional, peces y otros.

Los ecosistemas de aguajal deforestados o cosechados a través de la tala, estarían capturando mayor contenido de carbono en el suelo debido a la mayor acumulación de materia orgánica por la tala efectuada. Se han evidenciado problemas al tratar de desarrollar metodología de valoración contingente como evaluación que permita capturar valores de no uso, debido a la racionalidad económica de personas o grupos encuestados.

Referencias

- [1] A. García. Comercialización de aguaje (*Mauritia flexuosa*) en la ciudad de Iquitos. Trabajo técnico no publicado. *Programa de Ecosistema Terrestres, PET, IIAP*, 2000.
- [2] E.B. Barbier. The economic value of ecosystems: tropical wetlands. *LEEC Gatekeeper Series 89-02, London Environmental Economics Centre, Londres, Inglaterra*, 1989.
- [3] L. Freitas. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera. IIAP. *Documento Técnico, 21*, 1995.
- [4] L. Freitas. Impacto del aprovechamiento convencional sobre la densidad y regeneración de aguajes. Informe Sobre Inventario de aguajales en la zona "La Punga". 2000.
- [5] R. Aquino. Estado de la fauna silvestre en bosques aledaños a las comunidades de San Miguel y Parinari. *AIF-WWF/DK, Programa Integral de Desarrollo y Conservación Pacaya-Samiria, Informe Técnico, Iquitos, Perú*, 2001.
- [6] J. Gallardo. Root carbon and nutrient stocks in central Amazonian abandoned pastures and agroforestry systems. *INPA, Brasil*, 2001.
- [7] W. Guzmán. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de aguaje: Caso de la comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria. *Proyecto BIOFOR*, 2003.
- [8] B. Schlegel, J. Gayoso, J. Guerra. Manual de procedimiento para inventario de carbono en ecosistemas forestales. *Proyecto FONDEF D98I1076, Universidad Austral De Chile, Valdivia, Chile*, 17 p, 2001.
- [9] S. Brown. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer - A forest resources assessment publication. *FAO Forestry Paper, 134*, 55 p, 1997.

Ocupación territorial vs. protección de recursos naturales del suelo de conservación del Distrito Federal, México

E.M. Romero, E. Rendón, P. Lina, J.M. Sánchez
Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y
Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México
lizvertti@yahoo.com.mx

Palabras clave: Ocupación territorial, recursos naturales, suelo de conservación

Resumen

El suelo de conservación está constituido por áreas boscosas que realizan funciones ambientales para mantener el equilibrio ecológico de la ciudad de México. Sin embargo, enfrenta serias amenazas, como la ocupación territorial por asentamientos humanos debido a la acelerada urbanización, por lo que esta área se ve sujeta a diferentes procesos de degradación. Se analizó la tasa de deforestación respecto al área ocupada por asentamientos humanos en el suelo de conservación. La primera es de 240 ha anuales y la segunda ha crecido a un ritmo de 300 ha por año. Por lo que es urgente hacer compatibles los programas de uso de suelo y conservación con los de urbanización en este territorio para protegerlo, ya que la ciudad tiene como única superficie de expansión al suelo de conservación, lo que constituye un gran reto para la conservación de los recursos naturales.

1. Introducción

La dinámica concentradora de población y actividades económicas en la ciudad de México o Distrito Federal (D.F.) ha incidido en las modificaciones de sus espacios geográficos considerados como el suelo de conservación (SC). Debido a esto, su patrón de crecimiento urbano ha estado definido por un constante proceso de incorporación de nuevas áreas que rodean a la zona más consolidada, que tiene como elementos característicos la redistribución de la población y los procesos de cambio en el uso del suelo con la consecuente modificación de la estructura urbana en esta expansión periférica [1]. El SC está constituido por áreas rurales y boscosas, las cuales brindan bienes y servicios ambientales. A pesar de su importancia ambiental enfrenta grandes amenazas, una de ellas es la acelerada urbanización, que al no tener espacios disponibles y no contar con opciones de vivienda se está urbanizando, poniendo en peligro las características físicas y biológicas que lo caracterizan [2].

Los asentamientos humanos en el SC se pueden clasificar en regulares e irregulares con base a la normatividad que rige en el área donde se establecen. Los poblados rurales son los únicos asentamientos permitidos por la legislación ambiental y urbana del D.F. Sin embargo, esto no se cumple dada la creciente ampliación de la mancha

urbana por asentamientos irregulares, es decir, los que se incorporan sin ser parte del poblado rural. Actualmente, la expansión urbana se distingue por asentamientos irregulares en el SC, que se ha convertido en la reserva territorial que los alberga. Los procesos de ocupación territorial ilegal se han dado como una respuesta a la falta de opciones de vivienda y de reservas territoriales. Esta invasión urbana ha ocurrido principalmente en espacios periféricos de las delegaciones del sur que son las que albergan la mayor superficie [1].

La existencia de asentamientos humanos irregulares en el SC hace que en esta zona se realicen otro tipo de actividades, como las productivas y recreativas, que se efectúan sin ningún tipo de control. Por lo que estas áreas se ven sujetas a diferentes procesos de degradación, como contaminación, presencia de desechos sólidos, fauna nociva, pérdida de cobertura vegetal por deforestación o a causa de incendios provocados, expansión de la frontera agrícola y de las áreas urbanas. Estos procesos de degradación provocan el detrimento de los servicios ambientales que proporciona, repercutiendo en las actividades de la población rural establecida en este territorio [3].

El proceso de urbanización al que se ha enfrentado el SC se debe principalmente a la ocupación inmobiliaria denominada “hormiga”, es decir a la expansión de construcciones individuales en los asentamientos existentes, así como a la consolidación de las construcciones que los conforman. Por otra parte y aunque en menor medida, este proceso se debe a la ocupación masiva de predios, ocasionada por la venta ilegal de terrenos en propiedad social o de propiedad privada donde no se permite el uso habitacional, constituyendo fraccionamientos clandestinos [2].

En el presente trabajo se hace un análisis de la ocupación territorial por asentamientos humanos, los cuales parecen ir en contra de la conservación de los espacios de gran importancia ecológica para el D.F.

2. Metodología

El D.F. tiene una extensión aproximada de 149,524 ha y está dividido en dos grandes áreas de acuerdo a los usos de suelo y las actividades económicas de la población: 1) suelo urbano con 61,082 ha, 41% del territorio y 2) suelo de conservación ecológica con 88,442 ha, 59% del territorio (ver Fig. 1) [4]. En el presente trabajo solamente se analizó el área que comprende el SC del D.F.

Por ubicarse el SC en el eje neovolcánico transversal posee características de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, que gracias a su variación orográfica, producto de su intensa historia geológica, así como su posición geográfica le confieren una compleja topografía, edafología y variedad de climas, que hacen posible la existencia de ecosistemas con una alta diversidad de especies y variedad de tipos de vegetación. Estos ecosistemas albergan especies de flora y fauna silvestre y otros recursos naturales que proporcionan bienes y servicios ambientales para la sobrevivencia de la población. La importancia de estos recursos naturales reside en

ámbitos diversos no sólo de la vida local, sino nacional. Desde el punto de vista biológico, aún cuando el D.F. es la entidad más pequeña del país, ocupa el lugar 23 en cuanto al número de vertebrados mesoamericanos endémicos y el lugar 24 en número de especies endémicas estatales (es decir que estas especies se distribuyen únicamente en esta entidad) [4, 5 y 6]. Se estima que alrededor del 2% de la biodiversidad del planeta está albergada dentro de la cuenca de México, lo cual se aproxima a 3 000 especies de plantas y 350 especies de vertebrados terrestres, el 30% de los mamíferos del país y el 10% de las aves, que conviven con más de 20 millones de habitantes de la zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) [7].

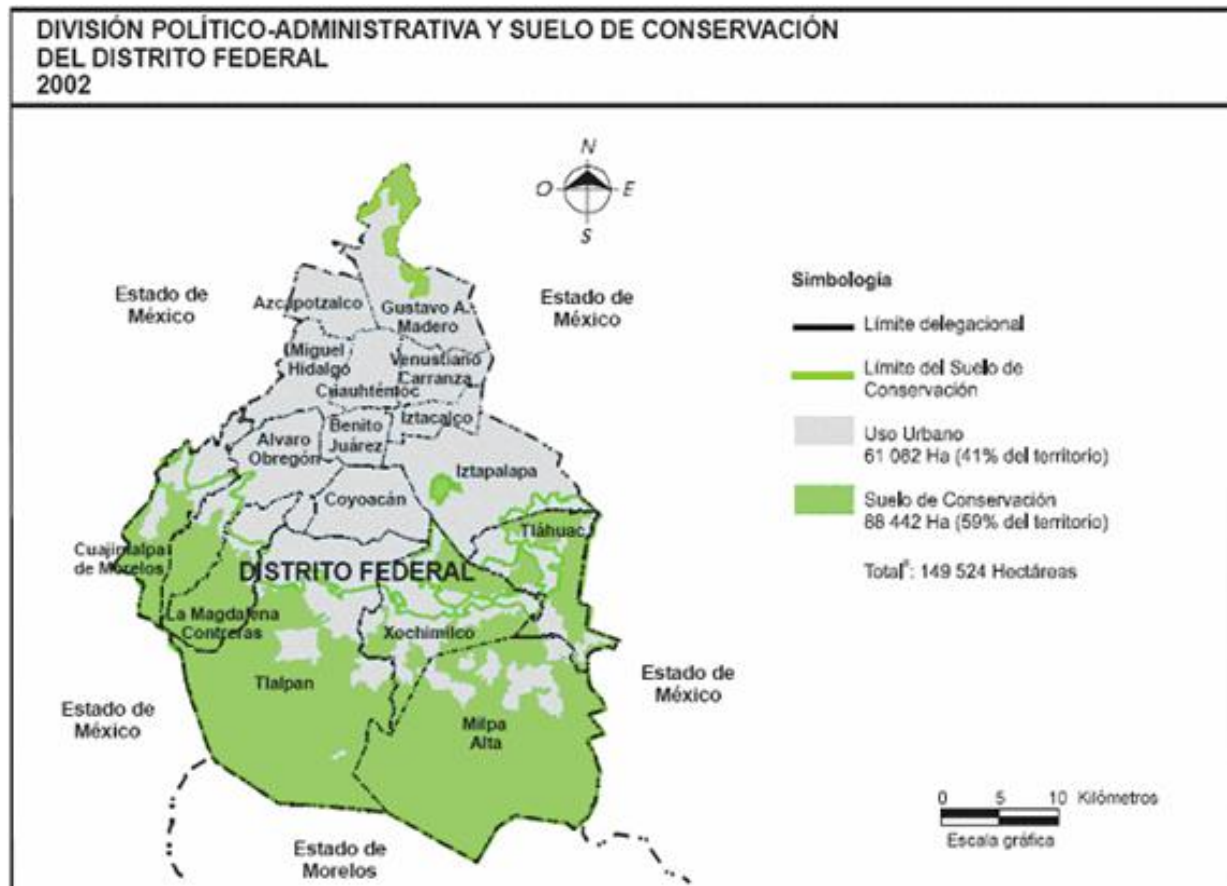


Fig. 1: Suelo de conservación del Distrito Federal [3]

El análisis de la ocupación territorial por asentamientos humanos irregulares en el SC se realizó en base a las estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y zona metropolitana (ZMCM) 2000 y 2002 [2 y 3] con informes emitidos por la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT) de 2003 y 2005 [8 y 9]; el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal 2002-2003 [4] y el Programa General de Desarrollo Urbano del D. F [10]. Para el análisis, se obtuvieron los siguientes datos: superficie deforestada y urbanizada por asentamientos humanos, número de asentamientos regulares e irregulares, tasa de ocupación y si presentan algún pronóstico.

3. Resultados y discusión

El desarrollo de una estructura urbana tan compleja y extensa como la del D.F. implica la transformación de superficies para uso habitacional, industrial, comercial y de servicios, lo que causa la fragmentación de hábitats y alteración de los ecosistemas de captación hídrica y de CO₂ que son esenciales para el mantenimiento del equilibrio ecológico de la ciudad y la ZMCM, ya que este crecimiento urbano se ha dado de forma desordenada en lugares que no son adecuados por las características geográficas y ecológicas del suelo donde se establecen [3].

En la tabla 1 se pueden observar los datos recopilados. De acuerdo a estos datos y debido a que cada programa presenta un número similar, para el presente trabajo se determinó que la tasa de deforestación es de 240 hectáreas anuales, con la finalidad de uniformizar la información y presentar un dato más exacto, además que se ha mantenido ese promedio durante 2000 a 2003. Respecto a la tasa ocupada por asentamientos humanos, también se determinó un dato aproximado de 300 hectáreas anuales. Se puede observar que las hectáreas deforestadas por el fenómeno de urbanización representan el 80% y el 20% restante se da por incendios y ampliación de la frontera agrícola.

Otro punto que es importante resaltar es el incremento de los asentamientos irregulares que pasó de 528 en 2000 a 804 para 2003. En tan sólo tres años los asentamientos aumentaron a 276. Algunas características de la expansión urbana pueden explicarse a través de las limitaciones de la planeación urbana que ha sido por décadas totalmente incompatible con la planeación ambiental. Esto ha provocado un crecimiento urbano descontrolado, particularmente en las delegaciones del sur, debido a que es donde se ubica el SC y se invade por considerarlo como territorio disponible para urbanizarlo y que no cuenta con vigilancia. Esto provoca que se modifique el patrón de uso de suelo y se atente contra la disponibilidad de los recursos naturales que se encuentran en esta parte del D.F., ya que la urbanización de este suelo provoca el deterioro crítico de esos recursos y sus servicios ambientales. Esta acelerada concentración de la población en zonas urbanas está ejerciendo una fuerte presión hacia los recursos naturales de la misma ciudad como en los de las zonas aledañas, por la enorme demanda de materia prima, alimento, energía y desarrollo económico. Lo que coloca a la ciudad en la discusión de alternativas de desarrollo. Una de ellas es la planeación urbana sustentable en el uso del suelo, dado que la ciudad ya no puede seguir creciendo a costa de las zonas de reserva ecológica porque está atentando contra ella misma al disminuir la calidad de los servicios ambientales que prestan estas zonas de gran valor ambiental.

Algunas causas por las que el D.F. está creciendo dentro de zonas de reserva ecológica son por la limitada oferta de vivienda originada a un déficit habitacional y por las necesidades no resueltas de los sectores populares, lo que ha estimulado el crecimiento desordenado hacia su periferie. A esta situación se le suma la escasa reserva del suelo para uso habitacional, ocasionando el establecimiento de

asentamientos humanos irregulares en lugares que no son adecuados para su desarrollo o ubicados en zonas donde no está permitida la construcción de viviendas, como en el SC [2]. Es necesario mencionar que los asentamientos en el SC no sólo corresponden a los de tipo popular, pues recientemente también se ha evidenciado la ocupación de sectores de población con ingresos altos, conformando así un espacio heterogéneo donde se pueden observar diferencias entre ambos tipos de asentamiento.

Tabla 1: Datos recopilado

Documento	Deforestación	Asentamientos humanos	No. de asentamientos regulares/ irregulares	Tasa de ocupación	Pronóstico
EMADF ¹ y ZM ² 2000	500 ha anuales	No presenta	En 2000 180 regulares y 528 irregulares. Total: 708	No presenta	No presenta
EMADF y ZM 2002	240 ha anuales	300 ha anuales	En 2002 86 regulares y 804 irregulares. Total: 890	No presenta	No presenta
PAOT ³ 2003 y 2005	240 ha anuales (2003) 300 ha anuales (2005)	300 ha anuales(2003) 240 ha anuales (2005)	En 2000 180 regulares y 528 irregulares. Total: 708 (2003). Para 2002 86 regulares y 804 irregulares. Total: 890 (2005)	No presenta	No presenta
PGOEDF ⁴	240 ha anuales	350 ha anuales	No presenta	6.09%	Escenario perder en 5 años el equivalente a un área de 1529 ha
PGDUDF ⁵	240 ha y 500 ha anuales	300 ha anuales	En 2000 180 son regulares y 528 irregulares. Total: 708	6.01%	Riesgo de hundimiento de las delegaciones centrales, y posibilidad de accidentes geológicos

¹ Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal

² Zona Metropolitana

³ Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D. F.

⁴ Programa General de Ordenamiento Ecológico del D. F.

⁵ Programa General de Desarrollo Urbano del D. F.

Desde el punto de vista ambiental, el SC representa un factor determinante para la subsistencia de la ciudad de México y desde un enfoque social, constituye el territorio sobre el cual se desarrollan diversos procesos rurales, que tienen una interdependencia con la ciudad y sus procesos, sociales, culturales y económicos. Esta convergencia de procesos genera condiciones ambientales, que resultan de las relaciones sociedad-naturaleza y que posibilitan cambios de uso de suelo y por tanto la pérdida de superficies importantes con recursos naturales vitales para la ciudad de México y la ZMCM [11, 9 y 6]. El crecimiento demográfico previsto para el D.F. hasta

2025 demandará la construcción de alrededor de 7 600 nuevas viviendas anuales. Para satisfacer esta demanda se requerirían alrededor de 16 000 ha de terreno [10]. Esta demanda constituye un verdadero reto para cualquier gobierno, sobre todo si se quiere evitar que el SC siga reduciéndose por la ocupación territorial de asentamientos humanos.

Las características del medio natural en que se encuentra la ciudad de México han marcado y marcan el tipo de apropiación y transformación social a las que ha estado sujeto el territorio y de las cuales se derivan los problemas ambientales actuales [6 y 12]. Dentro de este contexto, la presencia de infraestructura y asentamientos humanos, así como la promoción inmobiliaria han contribuido a que la urbanización se desplace hacia zonas rurales, lo cual se traduce en el cambio continuo del uso del suelo. Dicha expansión urbana demanda una serie de servicios que provienen en gran medida del SC del D.F., lo que a su vez se traduce en procesos cíclicos constantes que conllevan impactos negativos a los recursos naturales [11].

El análisis de las modificaciones a la naturaleza derivadas de las actividades humanas en el contexto de la ocupación territorial y la protección del SC implica considerar los riesgos del desarrollo urbano en el contexto megalopolitano, ya que no ha respetado ni resguardado espacios ambientales al aumentar su crecimiento urbano. Esto conduce a cuestionar las bases de la planeación urbana y de la ambiental, que parecen ir y actuar cada una en sentido opuesto y no se conjuncionan en un bien común con el enfoque de desarrollo sustentable, para que ambas ofrezcan alternativas de solución y elaboren estrategias administrativas que contribuyan a la conservación real y efectiva del SC.

La comprensión del problema de la ocupación territorial contra la conservación del entorno natural muestra que el D.F. ha entrado en una fase crítica de su ordenamiento territorial y su sustentabilidad ambiental. El problema sería menos grave si se tuviera la certeza de que lo que se ha realizado y lo que se hace cotidianamente por parte del gobierno y la sociedad es correcto; en la medida en que las normas de uso de suelo y de protección al ambiente no se quebrantaran, que los indicadores de crecimiento y desarrollo de la megalópolis mostraran algún alivio y, sobre todo que los grupos de la sociedad carentes de opciones de vivienda tuvieran alternativas de solución a su problema para evitar el avance de la mancha urbana sobre el SC [13].

Este crecimiento urbano sobre el SC genera problemas cada vez más complejos, porque agrava los ambientales, además de los urbanos, sociales, políticos y económicos. Esto obliga a plantear si se continuará con este crecimiento urbano sin control, sin abordar los problemas en su conjunto y sólo aplicando paliativos o medidas que lejos de atenuar el problema lo llegan a complicar o bien otorgando servicios a pequeños grupos y tratando de convencer a la población de que se ha dado solución en las campañas electorales. Este crecimiento no ha podido ser detenido ni por los obstáculos físico-geográficos, tales como cañadas, cerros, zonas de inundación. Tampoco por otras restricciones como el tipo de uso de suelo, ejidos, tierras comunales, tierras dedicadas a la agricultura, ganadería o silvicultura, deteriorando así el SC. Y cuando la ciudad se expande más allá de la capacidad de los ecosistemas

para mantenerla, se demandan mayores recursos que se tienen que traer de ecosistemas lejanos, aumentando con esto los gastos energéticos y deteriorando el ambiente global, además de hacer costosa esta urbanización [14].

Frente a esta realidad de crecimiento urbano en el D.F. se han llevado a cabo distintos intentos de planeación, desde la elaboración de planes reguladores hasta de desarrollo urbano que cambian continuamente con cada administración. Por lo que, este tipo de documentos corren con la suerte de no tener un seguimiento con el plan anterior y por lo tanto tener una aplicación muy limitada. Esto hace necesario cuestionar y considerar cuáles son los requisitos para su elaboración y aplicación.

4. Conclusiones

La ocupación territorial debe ser urgentemente organizada y el crecimiento urbano regulado para no poner en crisis la situación ambiental urbana del D.F. Se necesitan renovar y repensar las políticas de desarrollo urbano y reconocer las limitaciones que se tienen para alcanzar la sustentabilidad urbana. La ocupación territorial y la conservación no se deben confrontar; siempre y cuando exista una coordinación entre la planeación urbana y ambiental podrán existir ambos procesos sin crear los problemas urbano-ambientales como los que existen hoy día en la ciudad de México.

Agradecimientos

El presente trabajo continúa en proceso de elaboración con el financiamiento del Programa Institucional de Formación de Investigadores del Instituto Politécnico Nacional y el apoyo institucional del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Referencias

- [1] J.K. Bautista. Los asentamientos irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal: Análisis de dos casos para diferentes estratos sociales. *Tesis de Maestría, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México*, México D.F., México, 93 p, 2004.
- [2] INEGI. Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y zona metropolitana 2000. *Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, INEGI, Gobierno del Distrito Federal, México D.F.*, México, 316 p, 2001.
- [3] INEGI. Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y zona metropolitana 2002. *Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Versión en formato electrónico pdf*, 442 p, 2005.
- [4] GDF. Programa general de ordenamiento ecológico del Distrito Federal 2000-2003. *Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Comisión de*

- Recursos Naturales y Desarrollo Rural y Dirección ejecutiva de Ordenamiento Ecológico*, Versión electrónica en formato pdf, 133 p, 2000.
- [5] CORENADER - PAOT. El suelo de conservación del Distrito Federal. *CORENADER-PAOT*, Versión electrónica en formato pdf, 17 p, 2002.
- [6] GDF. Hacia la agenda XXI de la ciudad de México. *Propuesta del Gobierno del Distrito Federal*, Versión electrónica en formato pdf, 148 p, 2004.
- [7] A. Velásquez, F. Romero. Biodiversidad de la región de la montaña del Sur de la cuenca de México. *UAM, SMA-GDF, México D.F.*, México, 351 p, 1999.
- [8] PAOT. Asentamientos Irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal. Versión electrónica en formato pdf, 19 p, 2003.
- [9] PAOT. Elementos para una gestión adecuada del suelo de conservación del Distrito Federal. *Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F., Subprocuraduría del Ordenamiento Territorial, Ciudad de México*, México, 37 p, 2005.
- [10] GODF. Programa general de desarrollo urbano del Distrito Federal. *Asamblea Legislativa del Distrito Federal, Décima Tercer Época, 31 de diciembre de 2003, No. 103-BIS*, Versión electrónica en formato pdf, 176 p, 2003.
- [11] M. Schteingart, C. Salazar. Expansión urbana, sociedad y ambiente, el caso de la ciudad de México. *El Colegio de México, México D.F.*, México, 201 p, 2005.
- [12] M. Schteingart, C. Salazar. Expansión urbana, protección ambiental y actores sociales en la ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos, El Colegio de México, 18(3)*, 433-460, 2003.
- [13] A. Iracheta Cenecorta. Sustentabilidad y desarrollo metropolitano. *RNIU, Ciudades, 34*, 3-9, 1997.
- [14] H.R. Núñez Estrada. Crecimiento sin control o control del crecimiento. Reflexiones sobre el área metropolitana de la ciudad de México. *Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco*, Documento en formato electrónico pdf, México D.F., México, 7 p, 2002.

Protocolo histológico de la diferenciación floral de *Caesalpinea spinosa* (Molina) Kuntze (tara) y *Polylepis besseri* Hieron (kewiña) del ecosistema andino de Cochabamba

V. García, C. Ugarte, F. Alemán
Laboratorio de Histología BASFOR/ESFOR-UMSS
Centro de Semillas Forestales /Escuela de Ciencias Forestales, Universidad Mayor de San Simón, Final Atahuallpa s/n, Cochabamba, Bolivia
vicedu_020@yahoo.es, basfor@entelnet.bo

Palabras claves: Histología, diferenciación floral, tara, kewiña

Resumen

La tara y la kewiña son especies nativas de importancia ecológica y económica para el ecosistema andino. La determinación de la época de floración e identificación de las condiciones climáticas que determinan su formación hacen necesario un estudio histológico de la diferenciación floral. Se realiza la puesta a punto del método de análisis histológico, tomando como base el desarrollado en el laboratorio de histología del CRA-W de Gembloux. El material fue recolectado de ambas especies en la región de Cochabamba, durante 3 meses, a partir de diciembre. Las yemas fueron fijadas en FAA con la ayuda de una bomba de vacío, deshidratadas a alcohol etílico y preparadas para ser incluidas en parafina. El material fue seccionado con micrótopo en cortes transversales de un espesor de aproximadamente 14 μ y posteriormente coloreadas con safranina. Las muestras fueron observadas en microscopio para determinar etapas de la diferenciación floral [1].

1. Introducción

Históricamente los Andes han sido la región más densamente poblada de Bolivia y actualmente presentan una alta incidencia de pobreza. Las principales actividades económicas se centraron inicialmente en la explotación minera, que a su vez impulsó la extracción de los bosques. Otras actividades como la agricultura y el pastoreo han influido en la degradación de los suelos y en la eliminación de la cobertura vegetal. Siendo las regiones más afectadas la puna y los bosques secos interandinos donde apenas existen relictos de vegetación boscosa que permiten investigar sobre la vegetación potencial natural. También hay otras regiones, especialmente los Yungas y el bosque tucumano-boliviano, donde hubo impacto humano hace tiempo pero no llevando a una destrucción masiva y de gran escala de los ecosistemas naturales, principalmente debido a limitaciones topográficas y también climatológicas.

En la zona andina de Cochabamba se están desarrollando actividades relacionadas al campo forestal, agroforestal y manejo de los recursos naturales. Desafortunadamente para esta zona no existe información o investigaciones sobre aspectos histológicos en especies forestales nativas. También es importante resaltar que existe una falta de información sobre la fase fenomorfológica de estas especies, en especial en la determinación de la época propicia para la recolección de semillas.

La obtención de la información básica de ambas especies permitirá determinar y establecer una planificación más adecuada para la producción de plántulas, manejo de fuentes semilleras y su biología, en especial porque tienen un potencial económico en las comunidades campesinas y son utilizadas para la conservación de suelos y agroforestería.

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la zona de Sacaba (Cochabamba) para la tara y en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba) para la kewiña; el estudio histológico en el laboratorio de histología del Centro de Semillas Forestales (BASFOR) de la Escuela de Ciencias Forestales (ESFOR) de la Universidad Mayor de San Simón.

2.1. Observación de la floración en campo y recolección de muestras

Estas observaciones se realizaron en los lugares de producción para determinar el periodo de floración de las especies en estudio y los periodos de recolección de muestras. El material vegetal destinado al estudio histológico de la diferenciación floral se recolectó de 5 árboles por especie, los cuales fueron etiquetados. De cada uno de ellos se tomaron 4 brotes de dimensión equivalente, es decir 10 a 15 cm de largo. Las 4 primeras yemas, contando a partir del ápice, fueron conservadas y fijadas en FAA (formol comercial 50 ml, ácido acético glacial 50 ml y 900 ml etanol 70°) para realizar las observaciones histológicas. Las muestras fueron tomadas cada 10 días.

2.2. Métodos de análisis histológico

Las yemas de ambas especies fueron pretratadas con una bomba de vacío con el objeto de quitar aire de las muestras y evitar que aparezcan bolsas de aire en los cortes. Luego las yemas fueron fijadas en FAA, deshidratadas paulatinamente en alcohol etílico e incluidas en parafina a 60°C. El material fue seccionado con micrótopo en cortes transversales de aproximadamente 14µ, siguiendo el protocolo desarrollado en el laboratorio de histología del CRA-W. Las muestras muy pequeñas tienen la tendencia a quemarse al momento de la deshidratación. Las cintas obtenidas de los cortes fueron transferidas a láminas portaobjetos, cuidando de estirarlas apropiadamente con la ayuda de una placa caliente. Para la coloración de tejidos, se probaron diferentes coloraciones simples a la orceína y a la safranina [2, 3]. Finalmente se observaron los cortes coloreados con la ayuda del microscopio, para determinar la tinción más adecuada.

3. Resultados y discusión

3.1. Observación de la floración en campo y recolección de muestras

El periodo que comprende desde la inducción hasta la diferenciación floral para la kewiña, comienza en el mes de diciembre hasta fines de febrero, en caso de la tara, la floración es abundantemente los meses de febrero a marzo, moderada desde octubre a enero [3].

Por lo tanto se determinaron los periodos de recolección de muestras desde diciembre hasta febrero para las dos especies.



Fig. 1: Detalle de la toma de yemas para los análisis histológicos

Las 4 primeras yemas contando a partir del ápice fueron separadas del tallo en el estereoscopio (Fig. 1), conservadas y fijadas en F.A.A. para hacer las observaciones histológicas. Las muestras son tomadas cada 10 días.

3.2. Puesta a punto de métodos de análisis histológico

Las yemas de las dos especies fueron pretratadas con la ayuda de una bomba de vacío, con el objeto de quitar el aire de las muestras, para evitar que aparezcan bolsas de aire en los cortes. Posteriormente fueron transferidos a F.A.A., deshidratados paulatinamente al alcohol etílico, finalmente se realizó la inclusión de las muestras en parafina 60°C, se observó que las muestras de las dos especies responden favorablemente a la aplicación del protocolo desarrollados en el laboratorio de histología del CRA-W.

Es importante hacer indicar que las muestras muy pequeñas tienen la tendencia a quemarse al momento de la deshidratación.

Los cortes se realizaron con micrótopo, estos fueron transversales de un espesor de 14μ . Las cintas obtenidas fueron transferidas a laminas portaobjetos, cuidando de estirarlas apropiadamente con la ayuda de una placa caliente.



Fig. 2: Corte histológico

La coloración a la safranina, resulto la más adecuada para la visualización de los órganos florales (Fig. 2), la que permitirá posteriormente determinar las etapas de la diferenciación floral [4].

4. Conclusiones

El material fue recolectado de las dos especies en la región de Cochabamba, durante 3 meses, a partir de diciembre.

Las yemas fueron fijadas en F.A.A., con la ayuda de una bomba de vacío, deshidratadas al alcohol etílico y preparadas para ser incluidas en parafina. El material es seccionado con el micrótopo en cortes transversales de un espesor de aproximadamente 14μ . Y posteriormente coloreadas con safranina. Las muestras serán observadas en microscopio para determinar las etapas de la diferenciación floral.

Referencias

- [1] C. Ugarte, Ph. Druart. Contrôle physiologique de la floraison de *Prunus sp* et contribution potentielle de la modélisation de la floraison *in vitro*. *Séminaire Communauté Française de Belgique, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique*, 2005.
- [2] G. Lobos, J. Yuri. Inducción y diferenciación floral de cuatro cultivares de Manzano en Chile. *Agricultura Técnica*, 66(2), 142-144, 2004.
- [3] FOSEFOR. Contribución a la fonología de especies nativas forestales de Bolivia y Ecuador. *FOSFOR, Quito, Ecuador*, 50-52, 2001.
- [4] J. Castro, G. Bertelsen. Diferenciación floral en Cinco Cultivares de Almendro en Chile. *Cian. Inv. Agr.*, 30(2), 79-87, 2003.

Manejo biotecnológico de especies forestales y bambúes con fines económicos y de conservación

M. Daquinta, R. Rodríguez, M. Cid, Y. Lezcano, D. Pina
Centro de Bioplantas. Carretera de Ciego a Morón Km. 9. Ciego de Avila,
C.P: 69.450 Cuba
mdaquinta@bioplantas.cu

Palabras claves: Bambú, forestales *in vitro*, meliáceas, teca

Resumen

La teca (*Tectona grandis* L.), el cedro (*Cedrela odorata*), la caoba híbrida (*Swietenia macrophylla* x *S. mahogany*), la caoba africana (*Khaya nyasica*), el cedro del Himalaya (*Toona ciliata*) y bambúes (*Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus strictus*) son especies de alto interés comercial y ecológico, por la calidad de su madera y otros productos. Estas especies tienen actualmente un grave problema, que es la propagación. Por esta razón, se han buscado otras alternativas de producción de estas especies en forma masiva. Para establecer la metodología de propagación *in vitro* se partió de explantes recolectados de árboles jóvenes y adultos. Se evaluaron diferentes concentraciones de citoquininas, con el objetivo de estimular la emisión de brotes y auxinas para la formación de raíces *in vitro* y *ex vitro* y la formación de callos. Se logró establecer un protocolo para la propagación *in vitro* directa o indirectamente de las especies mencionadas.

1. Introducción

La teca (*Tectona grandis*), especie forestal introducida de la India, es de gran importancia ecológica y comercial por la calidad de su madera; actualmente se importa por los países del primer mundo para usarla en acabado de cielos rasos, pisos, paredes, muebles, puertas, ventanas y otros por el bateado de la madera. Es una planta que se adapta a las condiciones ecológicas de varios países. Este cultivo presenta un crecimiento rápido, con fuste recto y alta resistencia al fuego en estado natural del cultivo. La familia Meliaceae se encuentra representada en América y Asia; se registran en estos continentes alrededor de 50 géneros con más de 1 000 especies [1]. A pesar que un gran número de estas especies tiene valor potencial como productoras de madera, sólo se emplean en forma extensiva algunas de ellas; dentro de las que se destacan en los neotrópicos a *Cedrela* (cedro) y *Swietenia* (caoba). Éstas han sido severamente afectadas y disminuidas sus poblaciones por diversas causas en las últimas décadas. Los bambúes son de vital importancia para los programas de construcción y de fabricación de muebles, entre otras aplicaciones. *Guadua angustifolia* es un bambú originario de Ecuador y Colombia con ciertas características particulares,

como su resistencia a algunas plagas y enfermedades y de crecimiento rápido, lo cual es de interés para los programas de reforestación.

El objetivo del presente trabajo fue establecer un protocolo para la propagación *in vitro* de la teca, cedro, caoba híbrida, *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus strictus* a partir de yemas y otros tejidos de plantas seleccionadas.

2. Materiales y métodos

Los árboles Plus de *Swietenia* híbrida y *Cedrela odorata* fueron seleccionados de la empresa forestal integral de Ciego de Ávila (Cuba).

Para el establecimiento de las yemas de material rejuvenecido de teca, se procedió a la desinfección de brotes de 1.0 cm de longitud en una solución de bicloruro de mercurio (HgCl_2) al 0.25% durante 10 minutos, posteriormente se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril. Los ápices se cortaron en el estéreo-microscopio, quedando los explantes con 2.0 mm de base y 4.0 mm de alto. Su implantación se realizó en los siguientes medios de cultivo: MS sin regulador de crecimiento, MS + 0.5 mg l⁻¹ BAP, MS + 1.0 mg l⁻¹ BAP, MS + 0.5 mg l⁻¹ BAP + 1.0 mg l⁻¹ GA₃, MS + 1.0 mg l⁻¹ BAP + 1.0 mg l⁻¹ GA₃. A los 45 días se procedió a evaluar el número de yemas contaminadas, fenolizadas y brotadas, así como el número de hojas por yemas y el porcentaje de explantes con callos en la base de las yemas.

Se utilizaron plantas *in vitro* provenientes de yemas apicales de la teca para la evaluación de las concentraciones adecuadas del medio. Las yemas fueron establecidas en el medio MS suplementado con 1.0 mg l⁻¹ BAP. Las plántulas de yemas apicales de árboles adultos seleccionados se cortaron en segmentos nodales hasta llegar al ápice y se establecieron en los siguientes medios de cultivo: MS + 1.0 mg l⁻¹ BAP, MS + 1.5 mg l⁻¹ BAP, MS + 2.0 mg l⁻¹ BAP, MS + 1.0 mg l⁻¹ BAP + 0.5 mg l⁻¹ KIN, MS + 1.5 mg l⁻¹ BAP + 0.5 mg l⁻¹ KIN, MS + 2.0 mg l⁻¹ BAP + 0.5 mg l⁻¹ KIN. A las seis semanas se evaluó el número de brotes emitidos por explantes, tanto por los ápices como por los nudos.

Para la inducción de enraizamiento *ex vitro*, se utilizaron brotes de 1.5 a 2.0 cm de altura y 2-3 pares de hojas provenientes del medio de cultivo MS con 10 g l⁻¹ de sacarosa y 1 g l⁻¹ de carbón activado (medio de elongación). Estos fueron tratados con polvos enraizadores para estimular el enraizamiento *ex vitro*, posteriormente se colocaron en un sustrato de zeolita, bajo túnel, con un sistema de riego por microjet y una frecuencia de 30 segundos cada 30 minutos. Se establecieron 40 microestacas en cada uno de los tratamientos siguientes: sin polvo enraizador, con polvo enraizador (1 000 mg l⁻¹ ANA + 1 000 mg l⁻¹ AIB), con polvo enraizador (2 000 mg l⁻¹ ANA + 2 000 mg l⁻¹ AIB). A las cuatro semanas se evaluaron los brotes enraizados, el número de raíces emitidas y longitud de la raíz mayor.

Para medir el efecto de los reguladores de crecimiento de cedro y caoba se empleó como medio de cultivo el establecido por Murashige y Skoog [2]. Los nitratos se redujeron a la mitad y se añadieron constituyentes orgánicos que incluyeron: tiamina - HCl (0.1 mg l^{-1}), mio-inositol (100 mg l^{-1}), piridoxina HCl (0.5 mg l^{-1}), ácido nicotínico (0.5 mg l^{-1}), glicina (2.0 mg l^{-1}), sacarosa (20 g l^{-1}). Los tratamientos empleados fueron: 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 mg l^{-1} BAP. Se evaluaron el número de brotes/explantes y la longitud de los brotes a los 45 días de iniciado el tratamiento.

Para la inducción de callos en segmentos de raquis de *Khaya nyasica* y *Toona ciliata* se utilizaron árboles adultos de 20 años de edad, sin síntomas de necrosis cortical en *Khaya* y plantas jóvenes menores a un año de edad de *Toona ciliata*. Se utilizaron segmentos de raquis de brotes formados en la base del tronco, se siguió el mismo protocolo de desinfección referido para otras meliáceas y se implantaron en los siguientes medios: MS + $0-1 \text{ mg l}^{-1}$ tiazuron. Los medios de cultivo fueron esterilizados en autoclave a 1.2 kg cm^{-2} durante 15 minutos. A las ocho semanas se evaluó el número de explantes que formaron callos y las características de los mismos.

Para la inducción de callos de *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus strictus* se utilizaron segmentos de las hojas jóvenes inmaduras, siguiendo el mismo protocolo de desinfección, es decir se desinfectaron con 0.2% de bicloruro de mercurio durante 10 minutos y después se realizaron varios enjuagues con agua destilada estéril y se implantaron en los siguientes medios de cultivo: MS + 3, 6 y 9 mg l^{-1} picloram. Para el procesamiento estadístico de los resultados se utilizó el utilitario SPSS/PC. Se realizaron análisis paramétricos (ANOVA, prueba LSD, $P < 0,05$) después de comprobada la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de las varianzas (Bartlett). Para el análisis los datos en porcentajes, los mismos se transformaron según $X' = 2 \arcsin((x/100)^{0,5})$.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se observa el comportamiento del brote. En los medios de cultivo suplementados con 0.5 y 1.0 mg l^{-1} de BAP se logró la máxima respuesta y aunque el 83% de los explantes formó callos en su base, el desarrollo de éstos se comportó por debajo de los medios de cultivo suplementados con GA_3 . Aunque en el medio sin reguladores del crecimiento no se formaron callos en la base del explante, si se comprometió el brote.

Castro et al. [3] y otros encontraron un efecto significativo del tipo de medio de cultivo utilizado en la etapa de establecimiento. Al evaluar la contaminación microbiana se logró siempre más del 90% de brotes sin contaminantes visibles, lo que indicó que el procedimiento de desinfección fue efectivo siempre que se trabaje con este tipo de material. Con relación a la fenolización, no se observaron brotes fenolizados ya que la producción de polifenoles en estos brotes provenientes de zonas en activo crecimiento es mínima. Esto coincide con lo señalado en la literatura donde se plantea que la mayor producción de fenoles está en los tejidos diferenciados de la planta [4]. A pesar

de trabajar con yemas y nudos provenientes de chupones y/o rebrotes de tocones [3, 4, 5], presentaron problemas de oxidaciones. Para las condiciones de este trabajo no se observaron explantes fenolizados porque se trabajó con los nuevos brotes de yemas axilares dormantes de estacas provenientes de brotes epicórmicos colocadas en cámaras húmedas.

Tabla 1: Influencia de los medios de cultivo en el establecimiento de los ápices de teca. Medias con letras desiguales difieren para un valor de $p < 0.05$

Tratamiento	% Brote	No de Hojas	% callo (crecimiento)
MS	33 c	2 b	-
MS+0.5 mg l ⁻¹ BAP	100 a	4.6 a	83 (++)
MS+1.0 mg l ⁻¹ BAP	100 a	4.8 a	83 (+)
MS+0.5 mg l ⁻¹ BAP+ 1 mg l ⁻¹ GA ₃	62.5 b	2 b	75 (+++)
MS+1.0 mg l ⁻¹ BAP+ 1 mg l ⁻¹ GA ₃	33 c	1.3 b	66 (++)
EE	0.15	0.13	0.16

+ bajo crecimiento del callo, ++ medio crecimiento del callo, +++ alto crecimiento del callo

En la tabla 2 se observa el comportamiento del número de brotes emitidos en los segmentos apicales de la teca. Se encontró de forma general una mayor respuesta en los tratamientos donde se utilizó la combinación de dos citoquininas, teniendo un mejor comportamiento los tratamientos donde se utilizaron las mayores concentraciones de BAP. Cuando se analizó la respuesta en los segmentos nodales, se observó al igual que en los explantes analizados (ápices) un mayor número de brotes emitidos en los tratamientos donde se combinaron la BAP y la kinetina. A diferencia de los segmentos apicales, en este tipo de explante el mayor número de los brotes se obtuvo en la menor concentración de BAP, combinada con 0.5 mg l⁻¹ de kinetina. Aquí la respuesta estuvo más determinada por la menor concentración de citoquininas y no por la mayor concentración como sucedió en los ápices.

Tabla 2: Evaluación de diferentes niveles de BAP sola y combinada con kinetina en la multiplicación de brotes de teca. Medias con letras desiguales difieren para un valor de $p < 0.05$

Tratamientos	Ápices	Nudos
MS+1.0 mg l ⁻¹ BAP	1.4 b	2.0 c
MS+1.5 mg l ⁻¹ BAP	1.6 b	2.7 c
MS+2.0 mg l ⁻¹ BAP	1.1 b	4.2 a
MS+1 mg l ⁻¹ BAP + 0.5 mg l ⁻¹ Kin	1.0 b	4.3 a
MS+1.5 mg l ⁻¹ BAP + 0.5 mg l ⁻¹ Kin	2.4 a	3.4 b
MS+2.0 mg l ⁻¹ BAP + 0.5 mg l ⁻¹ Kin	2.6 a	2.3 c
EE	0.15	0.18

Comportamientos similares han sido reportados [6, 7], aunque con concentraciones menores de citoquininas, mantienen una relación similar a la que presentó en este trabajo una mejor respuesta. Dichos investigadores utilizaron 0.2 mg l⁻¹ de BAP y 0.1 mg l⁻¹ de kinetina, es decir mantuvieron una relación de 2:1.

En el presente trabajo el uso de polvos enraizadores con mezclas de auxinas (ANA y AIB) posibilitaron la obtención de porcentajes de enraizamiento superiores a los señalados por Castro et al. [3], aspecto que está relacionado con el papel del ANA como inductor del enraizamiento y del AIB en la diferenciación morfológica de las raíces. Castro et al. [3] lograron menos del 10% de enraizamiento en estacas de teca sin el empleo de polvo. Estos resultados, al compararlos con los del presente trabajo son inferiores, lo que puede estar determinado por la procedencia de las microestacas. En este trabajo los explantes provenían de un medio de cultivo suplementado con carbón activado, lo que favorece la inducción de las raíces *ex vitro*, entre otros factores como el genotipo y el procedimiento de rejuvenecimiento empleado.

Tabla 3: Comportamiento del número de raíces y longitud de la raíz mayor en el enraizamiento *ex vitro*. Medias con letras desiguales difieren entre sí para el test de Duncan, ($p < 0.05$)

Tratamientos	Número de raíces	Longitud raíz
Sin polvo	1.0 b	1.0 c
1000 mg l ⁻¹ ANA + 1000 mg l ⁻¹ AIB	2.0 a	3.8 a
2000 mg l ⁻¹ ANA + 2000 mg l ⁻¹ AIB	1.8 a	2.8 b
EE	0.15	0.11

Al analizar el comportamiento del número de raíces y la longitud de la raíz mayor se encontró que estas variables se comportan mejor en las microestacas que se trataron con polvo enraizador. Los explantes tratados con 1 000 mg l⁻¹ de ANA y 1 000 mg l⁻¹ de AIB presentaron la mayor cantidad de raíces y mayor longitud. Lo contrario ocurrió con las microestacas que no fueron tratadas con polvo inductor del enraizamiento, las que presentaron menos raíces y más cortas. En la tabla 4 se observa el efecto del BAP en la multiplicación y elongación de los brotes obtenidos de semillas de caoba y cedro.

Tabla 4: Efecto del 6-bencilaminopurina en la multiplicación y elongación de los brotes de caoba y cedro

Tratamientos	Brotes totales		Longitud (cm)		No nudos/brote	
	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro
Control	1.3 d	1.1 b	4.6 a	4.9 a	2.3 b	2.5 ab
0,25 mg l ⁻¹ BAP	2.1 c	1.5 b	4.3 a	3.7 b	3.1 a	2.9 a
0,50 mg l ⁻¹ BAP	3.4 b	2.5 a	3.1 b	3.5 b	2.8 a	3.1 a
0,75 mg l ⁻¹ BAP	6.8 a	2.3 a	0.4 c	2.3 c	1.3 c	2.4 b
1,00 mg l ⁻¹ BAP	7.2 a	2.4 a	0.3 c	2.1 c	0.6 d	2.0 b
EE	0.21	0.11	0.14	0.23	0.25	0.16

A medida que se aumenta la concentración de BAP se alcanzan mayores niveles de brote en ambas especies, aunque se aprecia una disminución de su longitud por las altas concentraciones endógenas que alcanzan estos brotes. Es en la dosis de 0,5 mg l⁻¹ de BAP donde se complementan los óptimos valores de multiplicación sin tener una incidencia directa en la elongación de los brotes, lo que permite una multiplicación empleo de sección nodal de los brotes. Estos valores no presentan diferencias estadísticas con las menores concentraciones de BAP.

Después de dos meses de cultivo, Maruyama y Ishii [8] alcanzaron un coeficiente de multiplicación de 5-7 cuando subcultivaron los ápices en el medio WPM con 10 μ M de zeatina. Estos propios autores señalan que el BAP a la misma concentración fue también efectivo pero con un comportamiento inferior a la zeatina. Por otra parte, Carrizosa y Serrano [9] lograron los mejores resultados en *Cedrela montana* empleando la combinación de ANA y BAP, esta combinación favoreció la elongación y enraizamiento de los brotes. Los resultados alcanzados en la inducción del sistema radical en caoba y cedro demuestran el efecto inductivo que ejerce el AIB sobre las dos especies, aunque en el medio control (sin hormona) también se induce raíces los niveles son aún menores. Se observa que la longitud que alcanzan estas raíces es superior cuando se emplea niveles de la hormona en el medio de cultivo. Ha sido ampliamente estudiado el efecto inductor que ejercen las auxinas, solas y combinadas, sobre el sistema radical en distintas especies de plantas [10].

En la tabla 5, se observa el porcentaje de formación de callos en segmentos de hojas y de raquis de *Khaya nyasica*. Se encontró que los tratamientos con niveles intermedios de thidiazuron fueron los de mejores resultados para la formación de callos en hojas y raquis en esta especie forestal. Tanto en la caoba africana como en el cedro de Australia la mejor respuesta se obtuvo con dosis intermedias del regulador del crecimiento; es decir con 0.25 mg l⁻¹ de TDZ se logró la mayor formación de callos tanto en hojas como en raquis. En Toona (cedro de Australia) la multiplicación de los callos es mayor, debido a que sus explantes provenían de plantas jóvenes menores a un año de edad. Barrueto et al. [11, 12] lograron mayores porcentajes de formación de callos y regeneración de plantas a partir de segmentos de hojas y nudos de plántulas de *Miconia* sp. y *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* con tidiazuron. Por su parte Chen et al. [13] y Chang y Chang [14] lograron a partir de segmentos de hojas de *Oncidium* sp. y rizomas de *Cymbidium* sp., respectivamente la regeneración de plantas con 0.01-1.0 mg l⁻¹ de tidiazuron, combinado con 2,4-D.

Tabla 5: Comportamiento de la formación de callos en segmentos de raquis de *Toona ciliata* y *Khaya nyasica*. Medias con letras desiguales difieren para p = 5%

Tratamientos	Callos en raquis de <i>Toona ciliata</i> (%)	Callos en raquis de <i>Khaya nyasica</i> (%)
0.00 mg l ⁻¹ TDZ	0 c	0 c
0.10 mg l ⁻¹ TDZ	37.5 a	67 a
0.25 mg l ⁻¹ TDZ	44.5 a	67 a
0.50 mg l ⁻¹ TDZ	22.2 b	50 b
1.00 mg l ⁻¹ TDZ	22.2 b	0 c
EE	0.21	0.28

En la tabla 6 se observa el comportamiento de la formación de callos en segmentos hojas inmaduras proveniente de plantas adultas de *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus asper*. Con excepción de 6 mg l⁻¹ de picloram el resto de las concentraciones tuvieron poca respuesta. Huang y Murashige [15] señalaron el éxito del picloram para la formación de callos en bambú. El tipo de explante y su estado de

desarrollo son dos factores determinantes en la iniciación de callos [15]. En este trabajo con *Guadua* y *Dendrocalamus* se obtuvo callos a partir de tejidos inmaduros (hojas jóvenes), lo cual representa una ventaja para el establecimiento de un sistema de propagación ya que las ramas secundarias de donde se extrajeron las hojas jóvenes constituyen la mayor cantidad de material vegetativo disponible.

Tabla 6: Porcentaje de formación de callos a partir de segmentos de hojas inmaduras de bambúes

Tratamientos	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Dendrocalamus asper</i>
3 mg l ⁻¹ Picloaram	0	20
6 mg l ⁻¹ Picloaram	33	80
9 mg l ⁻¹ Picloaram	0	16

4. Conclusiones

Se logró establecer una metodología para la micropropagación de la teca a partir de árboles adultos. Se logró la inducción de callos en todas las concentraciones de TDZ estudiadas, siendo los callos obtenidos a partir de ápices, cotiledones y secciones de flores los de mejores características morfológicas. La regeneración de plantas se logró en los callos provenientes de ápices en el medio de cultivo suplementado con 0.5 mg l⁻¹ de BAP y 0.25 mg l⁻¹ de kinetina.

Se estableció una metodología para la micropropagación del cedro y la caoba híbrida a partir de semillas de árboles seleccionados. En árboles adultos seleccionados de caoba híbrida se logró la formación de callos con estructuras embriogénicas a partir de inflorescencias jóvenes en el medio de cultivo [2] suplementado con 0.25 mg l⁻¹ de tidiazuron. Sin embargo, en cedro se logró la formación de callos compactos sin estructuras embriogénicas empleando similares reguladores del crecimiento y explantes.

En raquis de árboles adultos de *Khaya nyasica* y plantas de dos años de edad de *Toona ciliata* se logró la formación de callos y la regeneración de plantas la segunda especie. Finalmente, se logró la formación de callos nodulares a partir de tejido de material adulto, en *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus strictus*.

Referencias

- [1] F. Patiño. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los neotrópicos. Propuestas para acciones coordinadas. *FAO, Roma, Italia*, 58 p, 1997.
- [2] T. Murashige, F. Skoog. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, 15, 473-479, 1962.
- [3] D. Castro, J.J. Díaz, M.V. Murillo. Estrategias de trabajo para la multiplicación clonal *in vitro* de árboles adultos de teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina*

- arborea), roble (*Tabebuia rosea*). *Informe Final de Asesoría Técnica, Rionegro, Colombia*, 16-51, 1999.
- [4] M. Carrizosa, C. Ramirez, E. Guerrero, L.M. Santamaría, E. Hodson de Jaramillo. E. Cultivo de tejidos para la propagación y mejoramiento de especies forestales. *Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, Memorias del III congreso, Tomo II*, 547-559, 1994.
- [5] E. Guerrero, E. Hodson de Jaramillo, L.M. Santamaría, C. Ramirez, M. Carrizosa. Manejo *in vitro* de material adulto de especies forestales. *Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, Memorias del II Congreso, Tomo I*, 481-487, 1992.
- [6] R.S. Nadgauda, S.V. Kendurkar, V.M. Kulkarni, M.M. Java, A.F. Mascarenhas. Advances in micropropagation of teak. *IUFRO Symposium-97, India*, 34-39, 1997.
- [7] S.V. Kendurkar, R.S. Nadgauda, S. Von Arnold. Studies on cryopreservation of teak (*Tectona grandis*) a tropical hard wood tree. *Abstracts of International Tree Biotechnology Meeting, India*, 53-57, 1999.
- [8] E. Maruyama, K. Ishii. Tissue culture studies on bio-leaf mahogany *Swietenia macrophylla*. *Proc. Int. Workshop BIO-REFOR, Australia*, 116-117, 1997.
- [9] M.S. Carrizosa, C. Serrano. Propagación de *Cedrela montana* por cultivo *in vitro*. *Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, Memorias del IV congreso, Tomo II*, 255-260, 1997.
- [10] H.T. Hartmann, D.E. Kester, F.T. Davies, R.L. Geneve. Plant propagation: principles and practices (6th Ed.). *Prentice Hall Upper Saddle River*, 425 p, 1997.
- [11] L.P. Barrueto, A.C.M. Gomes, S.B.R. Da Costa, J.B. Teixeira. Micropropagation of *Miconia* sp, a woody Melastomaceae from Brazil, using thidiazuron as plant growth regulator. *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal* 9(1), 21-25, 1997.
- [12] L.P. Barrueto, A.C.M. Machado, S.B.R.C. Carvalheira, A.C. Brasileiro. Plant regeneration from seedling explants of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 56, 17-23, 1999.
- [13] J.J. Chen, C. Chang, W.C. Chang. Direct somatic embryogenesis on leaf explants of *Oncidium Gower Ramsey* and subsequent plant regeneration. *Plant Cell Reports*, 19, 143-149, 1999.
- [14] C. Chang, W.C. Chang. Effect of thidiazuron on bud development of *Cymbidium sinense* Willd. *in vitro*. *Plant Growth Regulation*, 30, 171-175, 2000.
- [15] L. Huang, T. Murashige. Tissue culture investigations of bamboo. I. Callus cultures of *Bambusa*, *Phyllostachys* and *Sasa*. *Botanical Bulletin Academia Sinica*, 24, 31-52, 1983.
- [16] O. Monteuis. Recent advances in mass clonal propagation of Teak. *Proceedings International Workshop Bio-Refor, Kangar, Malaysia*, 117-121, 1994.

Validación de estudio de caso del cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las comunidades de Patarani (Prov. Ingavi) y Coromata Media (Prov. Omasuyos)

C. Alanoca, P.J. Vidaurre, J. Flores, W. Rojas, J.L. Soto, M. Pinto
Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia
manati_jai@yahoo.com

Palabras claves: Cañahua, actividad agrícola, reducción de variedades

Resumen

Se ha realizado un estudio etnobotánico validando estudios de caso sobre la variabilidad genética de la cañahua en el área circundante al Lago Titicaca, utilizando grupos focales y observación participativa en familias de las comunidades de Patarani y Coromata Media. Los resultados indican que en Patarani se conocen dos variedades de cañahua: wila cañahua y kellu cañahua; cada familia posee solo una de estas variedades. En Coromata Media existe mayor número de variedades y las más abundantes son: wila cañahua y choquechilliwa; luego se tiene choco cañahua, umacutama y choquepito, ajaras o pampa cañahuas, constituyéndose en una comunidad productora de cañahua. La reducción de variedades nominales para ambas comunidades pudiera estar relacionada al cambio climático, ya que ocasiona comportamientos anormales e imprevistos relacionados principalmente a heladas, el granizo, lluvias o sequías atípicas.

1. Introducción

La cañahua, *Chenopodium pallidicaule* Aellen, es originaria de los Andes (Bolivia y sur del Perú) y se han identificado dos sub-centros de origen en el Altiplano boliviano: uno alrededor del Lago Titicaca en el Departamento de La Paz y otro en el Departamento de Cochabamba [1 cit. 2]. Ambos centros de origen son rectificados por los estudios realizados por la Fundación PROINPA en relación a la base de datos del banco nacional de granos altoandinos (BNGA) [3]. La distribución espacial y temporal del cultivo está relacionada con diferentes culturas, por lo que se la conoce con diferentes nombres comunes como kañiwa, cañihua, cañahua o cañigua en Quechua y kañawa, cañihua, cañahua o kañihua en Aymara [2].

Actualmente se ha determinado que el estado de la variabilidad genética de la cañahua en el área circunlacustre es crítica [4], debido a la reducción de variedades cultivadas y a que la mayoría (85%) de los agricultores que siembra cañahua solo usan entre una y tres variedades nominales [4]. Por estas razones, la Fundación PROINPA, ha realizado estudios de caso sobre la variabilidad genética de la cañahua en el área circundante al

Lago Titicaca el año agrícola 2003-2004 con familias de las comunidades de Patarani y Coromata Media. Durante el año agrícola (2004-2005) se ha completado y afinado la información de los estudios de caso con las familias y se ha validado mediante grupos focales en las distintas comunidades respecto a las unidades productivas familiares, manejo de su agrobiodiversidad, manejo tradicional de las variedades de cañahua e identificación de factores relacionados a la reducción de variedades nominales.

2. Metodología

El trabajo con las familias de estudio de caso (cinco familias de Patarani y cuatro familias de Coromata Media) consistió en complementar y ajustar la información referida a las características familiares y el manejo de su agrobiodiversidad obtenidas durante el año agrícola 2003-2004, para lo cual se utilizaron técnicas de observación participativa, entrevistas semiestructuradas y entrevistas informales.

A nivel de la comunidad se realizó la validación de la información mediante grupos focales mixtos (hombres y mujeres) con la participación de 20 agricultores por comunidad, entre autoridades, familias de estudio de caso y agricultores experimentados. Se validaron los diferentes temas a partir de un calendario agrícola. Ciertos resultados fueron analizados con pruebas estadísticas de t-Student, U Mann Whitney y ANOVA bifactorial para indicar si existen diferencias entre ambas comunidades. Finalmente los resultados del estudio fueron presentados ante las comunidades de Patarani y Coromata Media.

3. Resultados y discusión

Las familias de estudio de caso: unidades productivas

Las familias en la comunidad de Patarani y Coromata Media, al igual que en otras comunidades, representan la unidad productiva [5]; según sus características propias influyen en las características productivas de la comunidad (Tabla 1). Las familias de ambas comunidades, pese a que están compuestas por similar número de integrantes en la familia biológica: 7,8 en Patarani y 7,2 en Coromata Media, expresan claras diferencias como unidades productivas. Es así que las familias de Patarani son principalmente nucleares, es decir, conviven los padres con los hijos. En el caso de Coromata Media son familias expandias, es decir, conviven con los abuelos, tíos u otros parientes cercanos. El promedio de integrantes de la familia económica en Patarani es de 6,0, mientras que en Coromata Media es de 3,5; esto se debe principalmente a que el número de migrantes definitivos en Coromata Media es mayor que en Patarani con un promedio de 3,7 y 1,8 respectivamente. Estas diferencias influyen en las unidades de trabajo hombre (UTH) disponibles, que en el caso de Patarani tiene 3,1 y 5,9 individuos, que se diferencia de Coromata Media con 0,2 y 2,5 UTH. Según la prueba t para dos muestras independientes y la prueba U Mann Whitney, la UTH de Patarani es significativamente mayor que la de Coromata Media ($t_7 = 2,984$; $p = 0,02$; $z = -2,449$; $p = 0,016$).

Tabla 1: Características principales de las familias de estudio de caso

Características	Familias de Patarani					Familias de Coromata Media			
	A.M.	A.C.	N.Q.	D.Q.	P.M.	A.C.	J.Q.	C.C.	M.Q.
Flia. Tipo ¹	Exp	Nuc	Nuc	Nuc	Nuc	Exp	Exp	Exp	Nuc
Flia. Biológica ²	10	7	7	9	6	7	9	11	2
Migrante definitivo ³	2	1	2	2	2	4	4	6	1
Flia. Económica ⁴	8	6	5	7	4	3	5	5	1
UTH disponibles ⁵	5.9	3.5	3.1	3.3	3.4	1.2	2.4	2.5	0.2
Edad del Jefe de familia (años)	60	43	42	40	47	63	52	60	72

1: Se reconoce dos tipos de familias, la nuclear (conviven padre, madre e hijos) y la expandida conviven padres, madres e hijos u otros parientes cercanos, como tios y abuelos) [6]

2: La familia biológica es toda la familia consanguinea que inicialmente convivía en la casa

3: El termino Migrante definitivo, hace referencia a miembros que ya no se amparan en el regazo familiar, ya sea porque constituyeron otras familias en la misma comunidad o se establecieron fuera de la misma [5]

4: La familia económica es aquella que permanece y desarrolla actividades productivas al interior de la comunidad [5]

5: Unidad de trabajo hombre (UTH), es una norma definida para comparar la productividad del trabajo en varios subsistemas de producción. Utiliza equivalencias, Adultos > a 16 años = 1, Jóvenes de 12 a 16 años = 0.8, Jóvenes de 12 a 16 años escolarizados = 0.4, niños de 10 a 12 años = 0.1, y Ancianos ≥ 60 años = 0.2 [7]

Este resultado está relacionado a que las familias de estudio de caso en Patarani son más jóvenes que en Coromata Media con una edad promedio del jefe de familia de 46,4 y 61,7 años respectivamente. En la práctica, hay familias como la de Máximo Quispe (Coromata Media), que al vivir sólo, se encarga absolutamente de todas las labores agropecuarias y domésticas con lo que la tabla de equivalencias de Apollin y Eberhart [7] subestima estos casos. También está relacionado al elevado índice de migrantes definitivos que registró Coromata Media.

La agrobiodiversidad de las familias

Respecto a la agrobiodiversidad, en Patarani las familias poseen 11 cultivos en las sayañas y 6 cultivos en las aynocas con promedios por familia de 5,8 y 2,6 respectivamente. En tanto, en Coromata Media poseen 9 cultivos en las sayañas y 5 cultivos en las aynocas con promedios por familia de 3,2 y 2,8 respectivamente. Existe diferencia en el promedio de cultivos que poseen en las sayañas, que es de 5,8 para Patarani y 3,2 para Coromata Media, lo cual es probable que esté relacionado a la mayor superficie de sayaña que poseen las familias en Patarani.

Este año agrícola la cañahua de Patarani ha sido sembrada en predios de la sayaña, en tanto, que en Coromata Media fue en aynocas y sayañas. En Patarani se cultiva mayor superficie en las sayañas que en las aynocas, con un rango de 1 403 m² y 15 002 m², lo cual se relaciona con la superficie que poseen en la sayaña con un promedio de 2.8 ha. Mientras que en Coromata Media sucede lo contrario, encontrándose mayor superficie cultivada en las aynocas que en las sayañas, con un 1 018 m² y 5 564 m². De acuerdo a la prueba de ANOVA bifactorial, la superficie utilizada para cultivos en la

comunidad de Patarani es significativamente mayor que en Coromata Media ($F_1 = 7,162$; $p = 0,018$).

En Patarani los cultivos con mayor superficie sembrada son cebada, alfalfa y papa, lo cual se relaciona con su característica ganadera-lechera. La cañahua está en octavo lugar de importancia con superficies de 35-65 m² en las familias de estudio de caso; en Coromata Media, se refleja diferente situación, siendo los cultivos con mayor superficie la papa, cañahua y cebada, indicando la importancia del cultivo de cañahua para la comunidad, la cual ocupa 186-1 591 m². La superficie destinada al cultivo de cañahua en Coromata Media es significativamente mayor que en la comunidad de Patarani ($Z = -2,460$, $p = 0,016$, U Mann Whitney).

Variedades y preferencia de consumo de la cañahua

En Patarani se conocen dos variedades de cañahua: wila cañahua y kellu cañahua. Las familias poseen solo una de estas variedades que consumen y transforman de igual manera. Se transforma el grano en pito y a partir de éste se consume en refresco y se elabora thayacha. El grano también se lo consume en pesqe, pero es un preparado poco usual. Ambas variedades son utilizadas como medicina, en forma de pito, aliviando la fiebre, cansancio y “acunaquiwa” (amígdalas inflamadas).

En Coromata Media existe mayor número de variedades como wila cañahua, choquechilliwa, choco cañahua, umacutama y choquepito. Las familias tienen estas variedades generalmente mezcladas en sus parcelas, donde se encuentran también las ajaras o pampa cañahuas. También existen los mismos preparados tradicionales, sin embargo, el pesqe de cañahua es usual. También es utilizado como medicina aliviando las molestias del sorocchi, cansancio y anemia. La familia de Cristina Condori utiliza las ajaras en rituales de estrellas y ofrendas a la Pachamama (Madre Tierra) y a los Apus (Dioses de las montañas) para tener un buen año agrícola realizada cada año nuevo por su esposo, Telesforo Quispe, quien es Yatiri (dirige ceremonias y es curandero).

Tiempo invertido en las actividades de la cañahua

Las familias de Coromata Media dedican mayor tiempo a la cañahua en relación a las familias de Patarani (Figs. 1 y 2). En Patarani se realizan 7 actividades con la cañahua, que son: siembra, deshierbe, cosecha, emparve de las plantas para su secado, trilla y venteo del grano, para finalmente almacenarlo. El tiempo que utilizan en todas las actividades por familia, varía entre 7 y 21 horas; las actividades que más tiempo demandan son la cosecha y la trilla de la cañahua.

En la comunidad de Coromata Media el tiempo invertido por las familias en las actividades de la cañahua es significativamente mayor que en Patarani ($Z = -2,449$; $p = 0,016$, U Mann Whitney). Una de las causas se debe a que se realizan dos actividades más que son el control de heladas y de plagas. Además mayor número de familias realiza la actividad de deshierbar y siembran cañahua en mayor superficie. Todos estos factores indican la importancia del cultivo para la comunidad. El tiempo utilizado por las familias en las diferentes actividades varía entre 57 y 120 horas, las actividades que más tiempo demanda son la cosecha, control de heladas y trilla. En el

control de heladas la familia que más tiempo le dedica es la de Cristina Condori, debido a que junto a su esposo, Telesforo Quispe, realizan los rituales para cuidar a los cultivos de la helada.

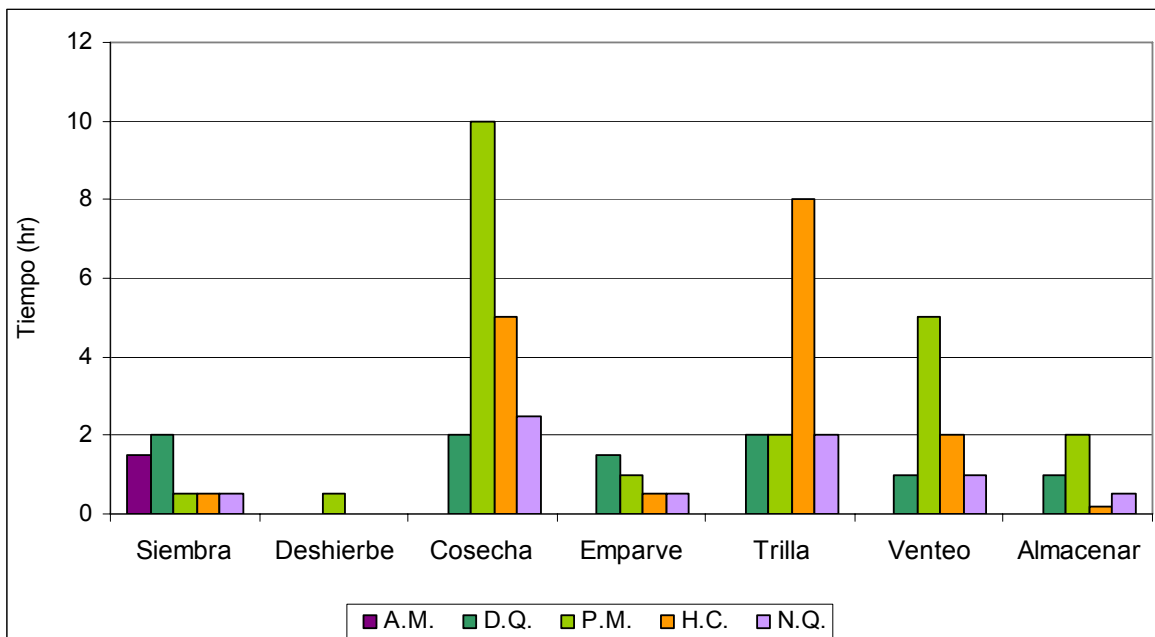


Fig. 1: Tiempo invertido en las actividades de cañahua en Patarani

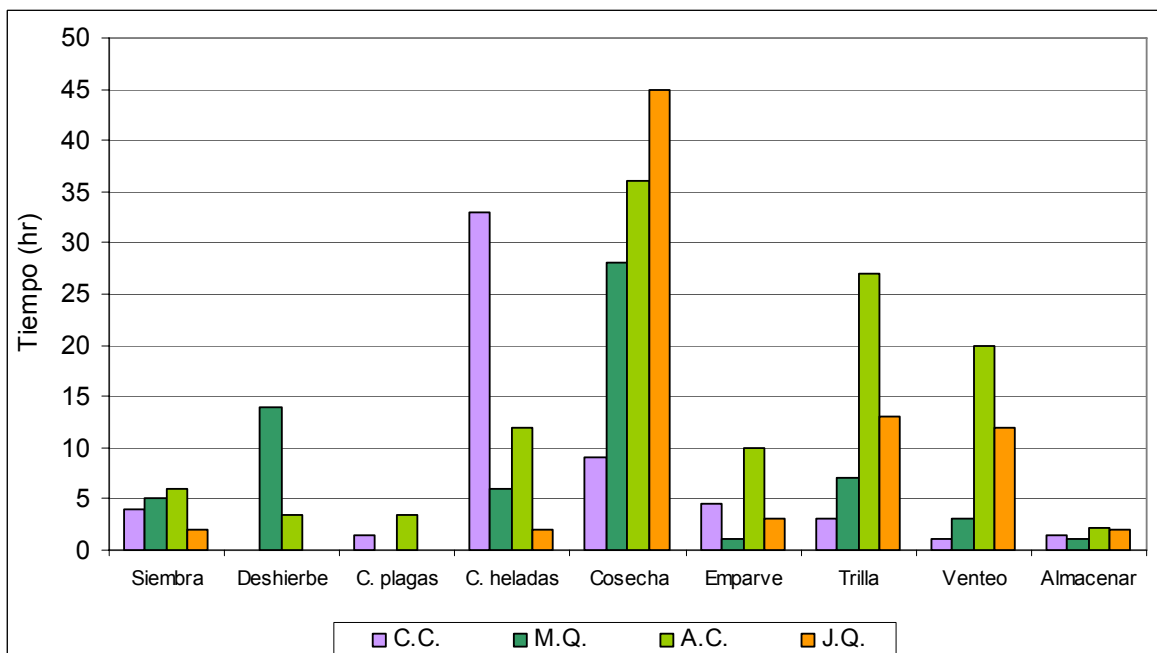


Fig. 2: Tiempo invertido en las actividades de cañahua en Coromata Media

Sin embargo, para comparar el uso de tiempo en las actividades de la cañahua por familia, se debe considerar que existen diferentes superficies sembradas de cañahua y que en las actividades de cosecha, trilla o venteo pueden participar diferente número

de personas, dependiendo del UTH de las familias y de si se contrata personas extras (minka) o no. En general, a mayor superficie sembrada más tiempo invertido y en posteriores actividades; a mayor número de personas en una actividad, reducen el tiempo requerido.

Producción y destino de la producción

En la comunidad de Patarani se destina toda la producción de cañahua al autoconsumo, la cual permanece almacenada y parte de ésta utilizan semillas para siembra en los próximos años. De manera distinta ocurre en Coromata Media donde los volúmenes de cañahua son mayores y más del 69% es destinado a la venta, el resto es consumido por las familias, quienes separan entre 2-6 lb para semilla del próximo año; esto resalta nuevamente la importancia del cultivo para esa comunidad.

Meses de consumo de cañahua

En Patarani el mayor consumo de cañahua se concentra en el mes de junio con rangos entre 1 kg y 13 kg por familia, también existen picos elevados de consumo en marzo, julio y septiembre. El consumo de cañahua es principalmente realizado en el desayuno, en forma de pito con té o en junio y julio como thayacha.

Los picos más elevados de consumo de cañahua en Coromata Media no indican estar concentrados en una época en especial, sino que su consumo es indistinto durante el año, encontrándose picos en enero, abril, junio, julio, agosto y noviembre. En junio y julio, cuando hace más frío, se elabora thayacha la cual se aprovecha para vender en las ferias comunales. Al igual que en Patarani, la principal forma de consumo es durante el desayuno en forma de pito con mate o té o en thayacha. La diferencia de periodos de consumo de cañahua entre ambas comunidades puede deberse a la mayor disponibilidad de cañahua en Coromata Media.

Calendario agrícola de las comunidades

Los calendarios agrícolas han sido validados por los grupos focales en cada comunidad; el interés principal ha sido la ubicación temporal de las actividades relacionadas con la cañahua. En la comunidad de Patarani las actividades con la cañahua empiezan con el preparado del terreno y siembra entre la segunda quincena de noviembre y finales de diciembre, algunas familias siembran entre el 15 de noviembre y el 30 de noviembre, otras prefieren sembrar en diciembre para que alcance a las heladas del próximo año y madure cuando hayan pasado las lluvias. La siguiente actividad son las labores de deshierbe en marzo. La cosecha se realiza en abril y las actividades post cosecha que son el emparve (para el secado), acondicionamiento del lugar de la trilla (la jariña), trilla (o Jukaña), venteo y cernido y, finalmente el almacenado comienzan a partir de la segunda quincena de abril hasta la segunda semana de mayo (Tabla 2).

En la comunidad de Coromata Media las actividades comienzan más temprano, entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre en que se realiza el preparado de terreno y la siembra de cañahua. En la segunda quincena de diciembre se controla el granizo hasta fines de enero; en enero también se realizan labores de deshierbe y control de heladas,

que se extiende hasta finales de marzo. Se empieza a cosechar a partir de la segunda quincena de marzo hasta mediados de abril. Las actividades de post cosecha, que incluyen el emparve (para el secado), trilla, traslado de la parcela a la vivienda, venteo y cernido para finalmente ser almacenado, entre la segunda quincena de marzo y finales de abril. La actividad de comercialización de la cañahua se la realiza a partir de mayo hasta finales de enero del próximo año (Tabla 2).

Tabla 2: Calendario agrícola de cañahua de Patarani y Coromata Media

COMUNIDAD PATARANI : cultivo de cañahua												
Actividad	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Siembra												
Labores de deshierbe												
Cosecha												
Post cosecha												
COMUNIDAD COROMATA MEDIA : cultivo de cañahua												
Actividad	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Siembra												
Control de heladas												
Control de granizo												
Labores de deshierbe												
Cosecha												
Post cosecha												
Comercialización												

Factores relacionados a la reducción de diversidad de cañahua

En Patarani la percepción que se ha recogido de los comunarios respecto a la reducción de la diversidad de cañahua está relacionada al cambio climático, debido a que ocasiona precipitaciones constantes que inundan los terrenos y afectan a la emergencia de las plantas; si llegan a sobrevivir presentan baja producción. El cambio climático también afecta al pronóstico de las características del año agrícola en el que se basan los agricultores para decidir cuándo y qué cultivos sembrar. Por otro lado, los terrenos destinados a la siembra de cañahua han sido cambiados por cultivos de forraje, debido a la creciente actividad ganadera en la zona, la cual cuenta con apoyo de instituciones tanto para los forrajes como en la capacitación pecuaria. Este rubro es económicamente importante para las familias de Patarani.

En Coromata Media se ha identificado a la helada como principal problema para los cultivos en general, incluida la cañahua cuando se encuentra en fase de crecimiento. Este año ha sido afectada en la fase de floración debido a que la siembra se retrasó a causa de la falta de lluvias. Las heladas previas a la madurez fisiológica de las plantas reducen la producción y tamaño de la semilla. El granizo es otro fenómeno climático que afecta notablemente a la producción de cañahua durante la maduración del grano. Por ello la comunidad protege al cultivo de cañahua realizando rituales y ofrendas al principio de cada año para que el granizo no afecte los cultivos.

El problema con la *Fasciola hepatica* influye indirectamente en la producción de cañahua debido a que ha reducido al ganado bovino y ovino por lo que se cuenta con menos abono natural, lo cual a su vez ha disminuido la fertilidad de los suelos y la producción agrícola se ve afectada. Otro factor importante es el cambio de hábito de consumo, ya que anteriormente se consumía principalmente papa amarga y cañahua, ahora se cuenta con papa waycha y haba. El pan también ha desplazado el consumo de pito de cañahua. Por otro lado, el valor nutritivo de la cañahua ya no es reconocido por los jóvenes, quienes prefieren otros alimentos para su consumo.

4. Conclusiones

La información generada en los estudios de caso sobre la variabilidad genética de la cañahua en las comunidades de Patarani y Coromata Media ha sido completada por las familias y validada por los grupos focales en las comunidades. Los resultados indican que el cultivo de cañahua es de mayor importancia para los comunarios de Coromata Media que para los de Patarani, pudiendo denominarse a Coromata Media como cañahuera o productora de cañahua. Este aspecto se evidencia por su dedicación al cultivo, utilizando mayor superficie y mayor tiempo, así como mayor número de variedades nominales, frecuencia de uso durante gran parte del año y el destino comercial que le dan a la cañahua y sus productos. Por otro lado, el cultivo está relacionado a ceremonias religiosas y de cuidado de la producción durante el año agrícola; finalmente poseen mayor conocimiento y prácticas de actividades relacionadas al cultivo de cañahua y de sus variedades.

La reducción de la diversidad de cañahua pudiera estar relacionada al cambio climático, debido a que ocasiona comportamientos anormales e imprevistos como heladas, granizo y lluvias o sequías atípicas. En la comunidad de Patarani existe el desplazamiento del cultivo de cañahua por la actividad ganadera, la cual requiere de cultivos de forraje y espacios de pastoreo. En Coromata Media se ha identificado también al cambio de hábito de consumo debido a la introducción de la papa waycha, haba y consumo de pan de harina de trigo. Otro factor es el empobrecimiento del suelo debido a la carencia de abono natural ocasionado por el poco ganado con el que se cuenta.

Referencias

- [1] J. Lescano. Cultivo de cañahua. En: IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos "Oscar Blanco Galdos", Resúmenes Curso Pre Congreso, Arariwa, CICA, Cusco, Perú, 25-29, 1997.
- [2] A. Mujca, S. Jacobsen, R. Ortiz, A. Canahua, V. Apaza, P.C. Aguilar, R. Dupeyrat. La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la nutrición humana del Perú. Instituto de Investigación UNA, 1ra Edic., Puno, Perú, 68 p, 2002.
- [3] W. Rojas, A. Camargo. Distribución geográfica de la variabilidad genética de la colección de germoplasma de cañahua. En: Rojas, W. (ed). Manejo,

- Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos. Fundación PROINPA, SINARGEAA, Informe 2004, La Paz, Bolivia, 2-5, 2004.
- [4] W. Rojas, M. Pinto, J.L. Soto. Estudio de la variabilidad genética de cañahua en comunidades del área circundante al Lago Titicaca. Fundación PROINPA - IPGRI- IFAD, Informe Técnico Anual 2002-2003, Proyecto Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los recursos de la población de escasos recursos, La Paz, Bolivia, 2003.
- [5] A. Amurrio. Dinámica socioeconómica y agrotécnica de las unidades familiares en los subsistemas de cultivo de quinua y cañahua. Caso: Subcentral Tupaj Katari. Tesis de Grado, Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 130 p, 2004.
- [6] A. Spedding. Contra afinidad: Algunos comentarios sobre el compadrazgo andino. En: D. Arnild (ed.) Gente de Carne y Hueso. Editorial CIASE/IICA, La Paz, Bolivia, 10-11, 1998.
- [7] F. Apollin, C. Eberhart. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. Camaren, Quito, Ecuador, 241 p, 1999.

Arborizaciones urbanas en el trópico americano

L.F. Molina Prieto

Dirección Nacional de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Diseño Industrial y Bellas Artes, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

molinaprieto@yahoo.com.ar

Palabras claves: Ecología urbana, conectividad ecosistémica, arborizaciones

Resumen

Las poblaciones de árboles en las ciudades del trópico americano son en general el resultado de programas de arborización basados en especies introducidas de otras regiones del mundo, como Asia o África. Las ciudades fragmentan los ecosistemas originales, creándoles alteraciones, disturbios y deterioro; y debido a que las mayores poblaciones de árboles plantados en los espacios urbanos corresponden a especies introducidas, esta fragmentación de los ecosistemas no disminuye. Nuestros resultados muestran que en muchas ciudades del trópico americano las especies introducidas predominan en altísimos porcentajes y por ser especies que en su mayoría no ofrecen alimento a la fauna nativa (avifauna y pequeños mamíferos); aunque prestan algunos servicios paisajísticos y ambientales, no contribuyen a la conectividad de los ecosistemas fragmentados por el desarrollo urbano; pues la fauna es la encargada, en gran medida, de la polinización y la dispersión de semillas de la flora de los ecosistemas originales.

1. Introducción

El primer proyecto paisajista a gran escala fue realizado a finales del siglo XVII por el jardinero del rey Luis XIV, Augusto Le Nôtre, en el castillo de Vaux, en los alrededores de París. Le Nôtre diseñó además el parque de Versalles, de mayor tamaño en extensión que el París de su época y luego otros parques periféricos en el área de la misma ciudad como los de Saint Germain, Chantilly, Meudon, Sceaux, Saint Cloud y Clagny. Fueron proyectos que buscaban por primera vez dar a la tierra una forma distinta a la natural. Estos parques de enormes dimensiones, predecesores de parques urbanos modernos, fueron obras realizadas para el disfrute de reyes, príncipes y cortesanos, de manera que estaban cerrados al público [1]. Casi dos siglos después, en 1853 y gracias al inicio de las grandes obras de reconstrucción de París ordenadas por Napoleón III y ejecutadas por Haussmann, las arboledas suburbanas que existían gracias a los antiguos trabajos de Le Nôtre, fueron transformadas en avenidas urbanas, que contaban con un nuevo elemento estructural: los árboles [2].

Gracias a ese proceso, los árboles empezaron a formar parte de las ciudades, al tiempo que surgía un nuevo concepto de diseño: el de las arborizaciones urbanas; y de

otro lado, una nueva disciplina: la arquitectura del paisaje, más conocida como paisajismo. La magnífica idea de reintroducir la naturaleza en las ciudades a partir de los parques y las arborizaciones urbanas se propagó rápidamente por Europa y por el mundo; y sus efectos se plasmaron por supuesto en ciudades del trópico americano.

Los programas de arborización urbana en esta amplia región de América se basaron principalmente en la introducción de especies de árboles originarios de otras regiones y continentes, especies introducidas que paulatinamente han desplazado a las nativas. Ejemplo de lo anterior es el almendro *Terminalia catappa*, especie originaria de la India, que se encuentra plantada en ciudades de clima cálido o costero, desde México hasta Brasil; llegando incluso a ser la única especie plantada en las calles de Copacabana e Ipanema en Río de Janeiro, acompañando los diseños del renombrado arquitecto paisajista, Roberto Burle Marx, promotor del ingreso del arte moderno en las ciudades, a través de paisajismo.

En consecuencia, las calles de muchas ciudades del trópico americano se encuentran arborizadas con especies de los trópicos asiático y africano, como la acacia amarilla (*Cassia siamea*), el ficus (*Ficus benjamina*) y el flamboyán (*Delonix regia*), pese a que las dos últimas han demostrado su inoperancia en espacios urbanos, debido a que sus raíces obstruyen y dañan redes de acueductos y alcantarillados de calles y avenidas; al tiempo que otras, como el tulipán africano (*Spathodea campanulata*) es reportada por la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) como una de las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo [3].

2. Homogenización del paisaje urbano

Los estudios de las arborizaciones urbanas en las ciudades de clima cálido en Colombia o en cualquier ciudad de clima cálido que se ubique en el trópico americano, arrojan un muestreo de especies ornamentales oriundas de prácticamente toda la zona intertropical del planeta [4]. Estos estudios tienen aplicación en las ciudades ubicadas entre el sur de los Estados Unidos y el norte de Argentina, puesto que la flora urbana en esta extensa zona por ser en su gran mayoría introducida, ha homogeneizado el paisaje urbano y urbano-rural de nuestras ciudades.

Otro estudio que hace evidente la homogenización del paisaje urbano en nuestra región es: Árboles, Arbustos y Aves en el agrosistema del CIAT [5], puesto que en él se afirma que el 52% de la flora del agrosistema del CIAT de los años 70 es introducida. Y esto no ocurre porque el CIAT de Palmira sea un agrosistema muy intervenido en razón de sus objetivos, pues los autores aclaran: las instalaciones del CIAT se pueden considerar un área urbana. Por tanto, los resultados obtenidos en cuanto a la vegetación del centro podrían extrapolarse a las ciudades del valle geográfico del Río Cauca [5].

El predominio de especies introducidas y la consecuente homogenización del paisaje urbano que ellas generan en las ciudades ubicadas en el área de estudio, se aprecia

en las tablas 1 y 2. En la tabla 1 se presentan los resultados globales en seis (6) ciudades estudiadas, mientras que en la tabla 2 se presenta la cantidad de árboles por especie (poblaciones) en la ciudad de Villavicencio, donde se cuenta con un inventario de los árboles urbanos que cubre 12 960 ejemplares [6]. Es evidente la marcada desproporción entre las poblaciones introducidas (dominantes) y las especies nativas (escasas).

Tabla 1: Homogenización del paisaje urbano: especies introducidas y nativas

Ciudad	Especies introducidas (%)	Especies nativas (%)
Bucaramanga	58	42
Cali	59	41
Cúcuta	52	48
Medellin	53	47
Palmira	52	48
Villavicencio	54	46

Tabla 2: Homogenización del paisaje urbano: muestra de poblaciones en Villavicencio

Poblaciones	Especies introducidas	Especies nativas
Alta	Ficus: 3.725	Gallinero: 281
Media	Almendra: 525	Matarratón: 20
Baja	Acacia amarilla: 94	Ceiba: 7

3. Fragmentación y conectividad del paisaje

La estructura física de las ciudades fragmenta los ecosistemas, los aísla, disturba y acaba por deteriorarlos. La estrategia que plantea la ecología del paisaje frente a la problemática generada por la fragmentación de los ecosistemas es la de restaurar la conectividad estructural y funcional mediante corredores biológicos. En las ciudades, los corredores biológicos se crean y conforman con grandes arboledas en torno a ejes viales, rondas hídricas, senderos peatonales, áreas verdes y parques [7]. Para la restauración o rehabilitación de la conectividad se plantan especies nativas propias del lugar [8], pues siguiendo la sucesión vegetal de los ecosistemas y plantando los árboles que le son propios, se logran excelentes resultados; puesto que las especies nativas se han desarrollado junto con la fauna del lugar durante millones de años y por tanto están estrechamente relacionados.

Debido al clima soleado y caluroso de las ciudades del trópico americano, muchas de ellas se encuentran muy bien arborizadas, pero con especies introducidas; como en Villavicencio, que para un total de 12 960 árboles, 3 725 corresponden a *Picus*, *F. benjamina* y 3 544 son pomarrosos brasileños (*Syzygium malaccense*) y entre estas dos especies (introducidas) suman el 55% del total de los árboles de la ciudad [9]. Estos datos, como lo sugieren Segovia [5], se pueden extrapolar a otras ciudades de la región, teniendo en cuenta sus particularidades. De esta manera podemos inferir que al menos el 28% de los árboles de Cúcuta y Bucaramanga son oitís (*Licania tomentosa*).

Las arborizaciones en que predominan las especies introducidas colaboran con la fragmentación de los ecosistemas en vez de conectarlos; simplemente porque son grandes áreas verdes densamente arborizadas, que carecen de relaciones ecológicas con el paisaje circundante; puesto que las especies introducidas producen alimento para la fauna pero de otras regiones, como Australia, Asia o África y por tanto, no son interesantes para la fauna local. Las especies introducidas tienden a ser las mismas en casi todas las ciudades estudiadas, siendo las más comunes la acacia amarilla (*Cassia siamea*), ficus (*Ficus benjamina*), tulipán africano (*S. campanulata*), lluvia de oro (*Cassia fistula*), el almendro (*Terminalia catappa*), la pata de vaca (*Bauhinia purpurea*), el flanboyán (*Delonix regia*) y el pomarroso brasileño (*Eugenia jambos*).

Por su parte las especies nativas varían de acuerdo a la región, aunque existen algunas especies que se mantienen constantes en todas las ciudades, como la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), la ceiba (*Ceiba pentandra*), el gallinero (*Pithecellobium dulce*), el mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*), el matarratón (*Gliricidia sepium*) y el samán (*Phitecellobium saman*).

4. Aspectos económicos

En la historia de las arborizaciones urbanas en el trópico americano han jugado un papel muy importante quienes trabajan con las semillas, es decir los viveros; puesto que son los encargados de comerciar con semillas nativas o introducidas, levantar arbolitos y venderlos. Y todo parece indicar, que los viveros particulares e institucionales de muchas de las ciudades de clima cálido en el área de estudio han manejado de manera sistemática y con prelación las especies introducidas. De ahí las modas en cuanto a arborización de especies exóticas: en Cúcuta por ejemplo, primero estuvo de moda el almendrón (*T. catappa*); luego el oití (*L. tomentosa*) y actualmente el árbol nim (*Melia indica*). Esto se debe a que del otro lado del mar llegan ocasionalmente bultos con semillas de especies que, gracias a la labor de los viveros, pronto ingresan al mercado, se ponen de moda e invaden las calles de las ciudades.

5. Nuevos criterios para la selección de especies

A partir de la puesta en marcha de los planes de ordenamiento territorial en ciudades colombianas, se empezó a manejar en el país el concepto de estructura ecológica principal y en consecuencia los criterios para la selección de las especies para la arborización urbana están cambiando. Por un lado, es evidente que la mayor parte de las especies introducidas de otros continentes y regiones, aunque producen sombra y reducen el impacto de la contaminación, no genera una oferta alimenticia interesante para la fauna nativa; y por el otro, se ha empezado a explorar el tema de la selección de especies para la arborización urbana con base en nuevos criterios, como la creación y consolidación de corredores biológicos, y la importancia de plantar en ellos, especies que brinden alimento y hábitat a la fauna del territorio circundante.

Las especies nativas, a diferencia de las introducidas, producen por lo general alimento para la fauna del lugar, especialmente para loros [10] y otras aves [11]; o pequeños mamíferos como murciélagos y ardillas, así como una amplia variedad de insectos que son parte de la cadena alimenticia [12]. Por tanto, las especies nativas son óptimas para la conformación de corredores ambientales al interior de las ciudades, lo que aportará conectividad a los ecosistemas fragmentados por el desarrollo urbano.

6. Corredores ambientales

Los corredores biológicos de una ciudad pueden ser además de sus rondas hídricas sus calles, avenidas y parques. Pero si esos espacios urbanos están plantados con especies que no ofrecen alimento a la fauna, no la atraerán y en consecuencia, no serán verdaderos corredores biológicos. Serán espacios verdes para la circulación de carros y peatones, más no para la circulación de aves ni semillas que ellas transportan. No serán corredores biológicos que conecten los ecosistemas fragmentados por la ciudad por donde puedan circular los pájaros, loros o ardillas; serán simples calles bien arborizadas desde el punto de vista exclusivo de una de las especies que habita en el territorio, es decir el ser humano. Las arborizaciones que parten de criterios paisajistas o de servicios ambientales (exclusivos para los ciudadanos) olvidan que las funciones que la fauna nativa desempeña a nivel de la polinización y dispersión de semillas son las que aseguran la reproducción de la flora local y conservación de los ecosistemas.

7. Conclusiones

Es evidente que la arborización de las ciudades del Trópico americano ha respondido ante todo a la búsqueda del confort climático en espacios urbanos y además, a la estética del paisaje urbano. De manera que se han plantado especies que proyectan grandes sombras o que se caracterizan por su belleza. Si bien estas especies predominantes regulan la temperatura y reducen el impacto de la radiación solar sobre las construcciones, al tiempo que embellecen y refrescan los espacios públicos, en su mayoría no contribuyen al fortalecimiento de la estructura ecológica principal, puesto que se trata de especies introducidas que en su gran mayoría no alimentan a la fauna nativa.

Es necesario por tanto, incrementar paulatinamente el número de árboles nativos, especialmente, los que alimentan a la fauna, para que poco a poco las aves, al igual que ardillas y otros mamíferos los frecuenten y así contribuyan con la conservación de los ecosistemas relacionados con las ciudades.

Pero algo que es aún más importante y prioritario es empezar a cultivar en los viveros las especies nativas, porque actualmente no se cultivan y si no se cultivan, nunca cambiará en realidad la arborización de nuestras ciudades, pues, ¿de dónde saldrán los árboles?

Referencias

- [1] E. Uribe. La arborización urbana en el mundo, el caso de Francia. *Memorias del foro de arborización urbana, Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá, Colombia, 2000.*
- [2] L. Benevolo. La captura del infinito. *Celeste Ediciones, Madrid, España, 1994.*
- [3] IUCN. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. *GEEI, Auckland, Nueva Zelanda, 2000.*
- [4] L. Caldas. La flora ornamental tropical y el espacio urbano. *Cespedesia: Boletín Científico del Departamento del Valle del Cauca, Cali, Colombia, 1975.*
- [5] R. Segovia, R. Sedano, G. Reina, G. López, A. Schoonhoven. Árboles, arbustos y aves en el agrosistema del CIAT. *CIAT, Cali, Colombia, 26-27, 2000.*
- [6] C.A. Bernal. Estudio, diagnóstico y formulación de afectaciones de la flora urbana, sobre la estructura vial y de servicios públicos en el municipio de Villavicencio. *Secretaría de Planeación, Secretaría del Medio Ambiente, Villavicencio, Colombia, 2000.*
- [7] F. Remolina. Propuesta de corredores ambientales para la estructura ecológica principal de Bogotá. *Revista NODO, 1(1), 21-30, 2006.*
- [8] L.F. Ríos. Guía técnica para la restauración de áreas afectadas por especies vegetales invasoras. *Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, Colombia, 2005.*
- [9] L.F. Molina, B. Vargas. Árboles para Cúcuta, especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal. *Revista NODO, 1(1), 51-78, 2006.*
- [10] J. Rodríguez-Mahecha, J. Hernández-Camacho. Loros de Colombia. *Conservación Internacional, Bogotá, Colombia, 2002.*
- [11] S. Hilty, W. Brown. A guide to the birds of Colombia. *Princeton University Press, Nueva Jersey, USA, 1986.*
- [12] L.F. Molina J. Osorio. Guía de aves de Santa Fe de Bogotá (2ª Ed.). *DAMA, Bogotá, Colombia, 1999.*

Agrobiodiversidad y dinámicas locales de tres microcentros del área circundante al Lago Titicaca, La Paz, Bolivia

W. Rojas, J. Flores, C. Alanoca, F. Quelca, D. Quispe, E. Mamani
Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia
w.rojas@proinpalp.org

Palabras claves: Agrobiodiversidad, cultivos, variedades, sistemas, festividades, rituales

Resumen

La agrobiodiversidad se caracteriza está conformada por cultivos que son manejados por los agricultores en base a sus conocimientos y valores tradicionales. Se documentó la diversidad de cultivos, variedades y sistemas tradicionales en los que siembran las familias de tres microcentros del área circundante al Lago Titicaca. La diversidad de cultivos varía de 11 a 13 entre los microcentros, mientras que la diversidad intraespecífica varía entre una a 96 variedades por cultivo. Los sistemas de siembra que prevalecen en los tres microcentros son las 'aynokas' y 'sañayas'; sin embargo, se caracterizó en dos de ellos los sistemas, 'kjochi irana' y 'uyus'. En el sistema de organización comunal existe una persona conocida como 'Yapu Kamani' que tiene la responsabilidad de cuidar los cultivos; su trabajo es comunitario que beneficia a las familias de la comunidad y es reconocida con mucho respeto en la fiesta de los cultivos ó 'Jiska anata'.

1. Introducción

Bolivia cuenta con una alta biodiversidad representada por cultivos, parientes silvestres, fauna y microorganismos, por su diversidad de culturas y practicas asociadas a la misma [1]. La agrobiodiversidad tiene varias características que la diferencian del resto y se refiere a los cultivos que son manejados por los agricultores, en base a los conocimientos y valores tradicionales. Muchos de los componentes de la agrobiodiversidad no sobrevivirían sin la intervención humana, especialmente los que son productos de su intervención. Por tanto, el estudio de la agrobiodiversidad abarca: a) la diversidad a nivel de genes, especies y agroecosistemas, b) distintas formas de uso del suelo y agua en la producción y c) diversidad cultural que influye en las interacciones humanas a todo nivel [2].

La conservación de la agrobiodiversidad, también se la conoce como la conservación en fincas o en sistemas tradicionales de cultivo [2]; es importante para garantizar el futuro de la alimentación de la humanidad, principalmente en el ámbito local, para actividades socioeconómicas y culturales de las comunidades campesinas. La diversidad de cultivos que se siembra en el área circundante al Lago Titicaca es

considerada cuna de muchos cultivos andinos. Por tanto, los objetivos del estudio fueron: inventariar la agrobiodiversidad de cultivos que se siembran en las comunidades de Titijoni, Cachilaya y Cariquina Grande del área circundante al lago Titicaca; caracterizar los sistemas tradicionales de manejo de los cultivos e identificar factores sociales, culturales y ambientales que influyen en el manejo y conservación.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el año agrícola 2005-2006 en tres comunidades: Cachilaya de la provincia Los Andes (16°18'31.3" S y 68°35'15.8" O) y a una altitud de 3 839 m; Titijoni de la provincia Ingavi (16°34'2,2" S y 69°00'26,3" O) y a una altitud de 3 844 m y; Cariquina Grande de la provincia Camacho (15°31'50.4" S y 69°03'34.3" O) a una altitud de 3 960 m.

El estudio se desarrolló bajo el lineamiento de una investigación de tipo descriptiva - participativa con enfoque sistémico, empleando como marco referencial el sistema predial de las familias campesinas [3]. El trabajo de investigación se dividió en tres fases: a) información secundaria generada por instituciones locales y nacionales, se estructuró el diseño de trabajo (encuestas dinámicas, entrevistas personales, observaciones directas y reuniones) y se realizó el contacto con las comunidades; b) levantamiento de información en campo en tres épocas del cultivo (siembra - floración - cosecha) y c) análisis de la información. De acuerdo al agrupamiento que realizan [5], los cultivos se clasificaron en tres grupos: Muy Frecuentes (MF), Frecuentes (F) y Poco Frecuentes (PF).

3. Resultados

3.1. Comunidad Cachilaya

Agrobiodiversidad

Se inventariaron 12 cultivos, papa (*Solanum tuberosum* L.), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum* sp.) y avena (*Avena sativa* L.), asimismo la diversidad de variedades que se siembran en cada especie (Fig. 1). La diversidad de variedades que conserva la comunidad de Cachilaya alcanza a 94 variedades, donde los tubérculos tienen mayor importancia respecto a los granos. Se acostumbra sembrar 3 a 34 variedades de isaño y papa, respectivamente, mientras que los granos se siembran entre 1 a 16 variedades de trigo y quinua, respectivamente. Es preocupante la situación del cultivo de la cañahua, porque los agricultores mencionaron que dos variedades se siembran con poca frecuencia; este resultado es un indicativo del proceso de erosión genética en que se encuentra este cultivo [4]. El inventario además de ayudarnos a identificar el número de variedades ha permitido observar la diversidad de cada cultivo,

por ejemplo la papa se puede clasificar según su forma, color y sabor, los nombres son asignados en Aymara; el total de variedades registradas en papa no son cultivadas por un solo agricultor, sino que se encuentran dispersas en toda la comunidad entre variedades comunes y extrañas.

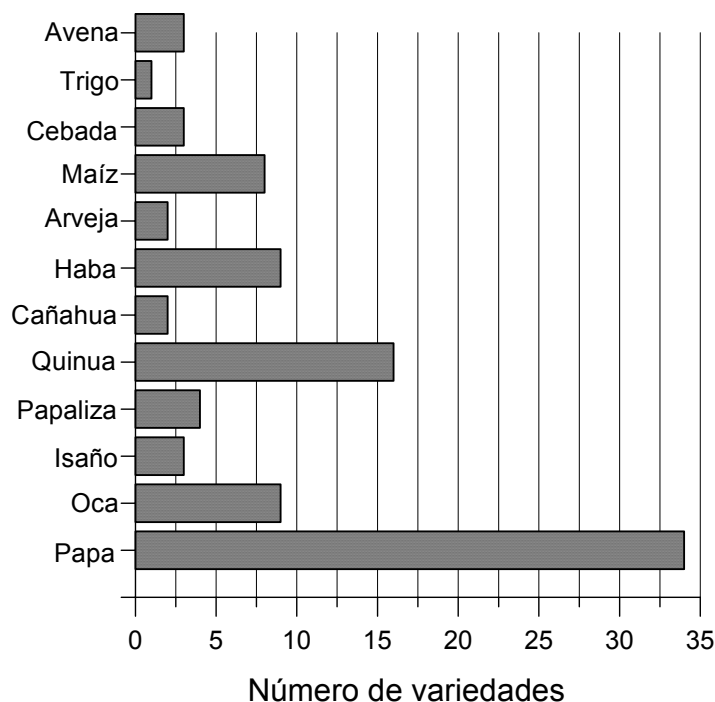


Fig. 1: Variedades por cultivo sembradas en la comunidad de Cachilaya (Prov. Los Andes, Depto. La Paz)

En el caso de la papa, 4 variedades son MF, 6 variedades son F y 24 variedades son PF. Este patrón de variación se debe a varios factores, como el mercado y uso tradicional, aunque son pocos los agricultores que se dan el trabajo de manejar y clasificar sus variedades, por tanto, falta promocionar las bondades y propiedades alimenticias de las variedades PF porque corren el riesgo de perderse.

Sistema de manejo de cultivos

Las familias de Cachilaya practican 3 sistemas tradicionales de manejo para conservar la diversidad de sus cultivos: 'aynoka', 'sayaña' y 'kjochi irana', cada uno de ellos con sus propias características de manejo y uso. De acuerdo a la fisiografía del terreno, las 'aynokas' están situadas en una planicie, lejos de las viviendas familiares, las 'sayañas' se encuentran en la ladera del cerro donde se ubican las viviendas familiares y las 'kjochi iranas' se sitúan a orillas del Lago Titicaca; cada uno constituyen microecosistemas diferentes. Aynokas: la comunidad dispone de dos 'aynokas' y se caracterizan por ser de uso comunitario, donde las familias tienen parcelas pequeñas y acostumbra a sembrar 6 especies (papa, quinua, cebada, avena, arveja y haba). La papa ocupa un 42% de la superficie de la 'aynoka', la quinua 27%, cebada 15%, avena 8%, haba 5% y oca 3%. Cada familia cultiva una superficie promedio de 3 436 m². Sayaña: la comunidad dispone de una 'sayaña'; las parcelas son de carácter privado,

es decir cada familia es dueña de su parte. Por ubicarse junto a las viviendas familiares, los agricultores acostumbran a sembrar mayor diversidad de cultivos y variedades. Cada familia distribuye de diferente forma sus cultivos en la 'sayaña'; toman en cuenta la fertilidad del suelo y rotación de cultivos (papa, quinua, oca, isaño, papaliza, haba, arveja, maíz, cebada, trigo y avena). En general, la distribución de la superficie sembrada en la 'sayaña' es la siguiente: la papa ocupa un 12% de la superficie, la quinua 13%, haba 22%, oca 17%, papaliza 6%, arveja 9%, cebada 8%, avena 3%, maíz 9% e isaño 1%. La superficie promedio de siembra por familia es de 2 121m². Kjochi Irana: corresponde a parcelas a orillas del Lago Titicaca y donde el suelo está constantemente húmedo, por ello las familias acostumbran a sembrar haba en un 42% de la superficie, papa 41% y quinua 17%. La superficie promedio sembrada por las familias alcanza 433.4 m²; no todas las familias cuentan con terrenos en este sistema por vivir alejadas de la orilla del Lago.

En general para las familias de la comunidad, el cultivo de la papa es el más importante y por ello acostumbran a conservar mayor diversidad bajo los tres sistemas tradicionales de manejo. La quinua también la siembran en los tres sistemas, aunque en superficies menores y menor cantidad de variedades. Sin embargo, otros cultivos como la cañahua solo se siembran en un sistema y su diversidad alcanza a dos variedades.

Las familias realizan las actividades agrícolas durante todo el año, la preparación del terreno se realiza desde abril hasta agosto, que consiste en el roturado y rastrado con tractor, yunta o en forma manual; se acostumbra a incorporar abono (estiércol) en forma manual. La siembra se inicia en julio con el haba bajo el sistema 'kjochi irana', esta labor concluye en diciembre con las siembras de avena y cebada. Las labores culturales (deshierbe, aporque y control de plagas) se realizan desde diciembre hasta febrero. La cosecha se inicia pasando el carnaval entre febrero y marzo, se empieza con el haba y se concluye con los cereales en junio. Las labores de poscosecha, en tubérculos (selección y deshidratación), en granos (trilla y venteo) se realizan entre junio y julio, que concluye con el almacenamiento y se vuelve a empezar el siguiente periodo agrícola.

Factores sociales, culturales y ambientales

La comunidad está organizada bajo un sistema sindical, al mando del secretario general, a él le acompañan los secretarios de relaciones, actas, hacienda, justicia, cultura, deportes y la policía sindical. El secretario de cultura coordina actividades relacionadas con la agricultura y a él se suma el 'Yapu Kamani' (alcalde de campo) elegido por agricultores de la comunidad; ambas autoridades coordinan y cumplen funciones en los tres sistemas de manejo. El 'Yapu Kamani' es la autoridad principal en el cuidado de las parcelas sembradas, esta labor la cumplen en pareja (esposo y esposa) e implica también el apoyo de la familia. Sus funciones son las siguientes: cuidar la agrobiodiversidad sembrada en la comunidad, armonizar con el tiempo (clima) para proteger de granizos, heladas y buscar medios para generar lluvias, mostrar respeto durante el desarrollo de las plantas, permanecer en capa (poncho) símbolo de protección a los cultivos, realizar rituales como el pago y agradecimiento a los factores

de tiempo (granizada, helada), participar en festividades y rituales pidiendo a las divinidades protección y producción de los cultivos y sancionar a personas que por algún motivo hayan dañado la chacra ó parcelas. El desempeño del 'Yapu Kamani' en el cuidado de las parcelas y su vivencia con el pacha (cosmos) repercute en una buena producción de cultivos y en la producción de alimentos para las familias, su trabajo es retribuido por las familias y autoridades de la comunidad en el día de festejo a los cultivos, es decir en el 'jisk'a anata' (lunes de carnavales), donde todas las familias manifiestan su agradecimiento por la labor desempeñada.

Entre las tradiciones culturales asociadas al manejo de la agrobiodiversidad, se tienen los ritos y ceremonias de la tecnología agrícola andina para garantizar el proceso de producción en la comunidad. En diciembre se realiza el 'pago al granizo', pidiendo que no venga y que se mantenga alejado de las parcelas; el 2 de febrero se realiza la ch'alla y k'oanchada a la 'ispalla' más conocida como 'ispallmama' (madre del espíritu de los cultivos) y la ch'alla a los nuevos frutos y la wajta a los 'achachilas' que se realiza en carnaval (jisk'a anata), en agradecimiento a la producción obtenida.

Los climadiagramas elaborados indican que la comunidad tiene dos periodos bien marcados: húmedo (septiembre-abril) y seco (mayo-agosto); en el húmedo se produce la mayor precipitación de 20-140 mm/mes y la temperatura diurna oscila en 5-10°C, lo cual favorece al sistema agrícola en la fase de desarrollo de las plantas. Sin embargo, existe riesgo de heladas ocasionales en noviembre, diciembre y marzo que causan daños leves y severos por estar en fases de crecimiento, floración y fructificación, en cambio, en agosto, septiembre y octubre se presentan heladas con mayor magnitud, causando daños severos ocasionando pérdidas en la producción. El periodo seco presenta escasas lluvias y temperaturas nocturnas por debajo de 0°C, que favorecen las actividades de cosecha y poscosecha (secado, trilla y vento en granos, selección y transformación de tubérculos en chuño, tunta y caya).

Los suelos de los sistemas tradicionales de manejo muestran características diferentes según los resultados del análisis físico-químico. Los suelos del sistema 'sayaña' son de textura franco-arcillo-arenoso con un pH de 7.43, baja salinidad, con contenidos menor en nitrógeno y mayor en potasio y son pobres en materia orgánica. Los suelos del sistema 'Kjochi Irana' son de textura franco-arenoso con un pH de 7.30, relativamente salinos, con elevado contenido de magnesio y sodi, y bajos en potasio y con moderada presencia de materia orgánica. Los suelos del sistema 'aynoka' tienen textura arcillosa con un pH de 6.74, baja salinidad, bajo contenido de calcio y potasio y mayor en magnesio y sodio y con una ligera presencia de materia orgánica.

3.2. Comunidad Titijoni

Agrobiodiversidad

Se inventariaron 13 cultivos, papa (*Solanum tuberosum* L.), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas), isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum*

sp.), haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), que forman parte de la alimentación diaria de las familias y solo algunos son usados como forraje y ornamentales, como la avena y tarwi. La diversidad intraespecífica de los cultivos se muestra en la Fig. 2. La diversidad de variedades que conserva esta comunidad alcanza a 108 y se mantiene el patrón de variación entre cantidad de variedades de tubérculos respecto a las variedades de granos. En los tubérculos, se acostumbra a sembrar entre 4 a 34 variedades de papalisa y papa, respectivamente, mientras que los granos se siembran entre 1 a 14 variedades de cañahua y maíz, respectivamente. Las familias comentaron que dejaron de sembrar la cañahua, lo cual confirma el proceso de erosión genética en que se encuentra [4].

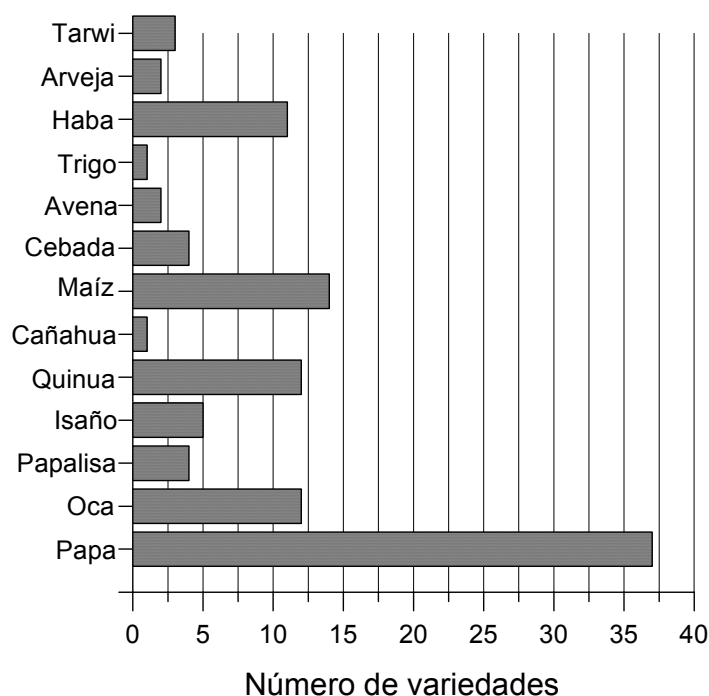


Fig. 2: Variedades por cultivo sembradas en la comunidad de Titijoni (Prov. Ingavi, Depto. La Paz)

Sistema de manejo de cultivo

Las familias de Titijoni practican 2 sistemas tradicionales de manejo para conservar la diversidad de sus cultivos: 'aynoka' y 'sayaña' con sus características de manejo y uso. De acuerdo a la fisiografía del terreno, las 'aynokas' están situadas en una planicie y muy próximas al Lago Titicaca, mientras que las 'sayñas' se encuentran junto a las viviendas familiares. Aynokas: la comunidad dispone de cinco 'aynokas' y son de uso comunitario, donde las familias tienen parcelas con cierta diferencia de tamaño y acostumbran a sembrar 11 especies. El manejo de la 'aynoka' se realiza mediante rotación, el primer año se siembra papa, en el segundo se siembran asociaciones de haba con quinua, quinua con oca, isaño con papalisa, haba con maíz, y tarwi con arveja, el tercer año se siembran cebada y avena con fines de obtener semilla y forraje y, el cuarto año se siembran cebada y avena exclusivamente para forraje. Sayaña: disponen de una 'sayaña' y son de carácter privado. El terreno de la 'sayaña' se

caracteriza por ser recoso con piedras, factor que influye para sembrar menor diversidad de cultivos y variedades (papa, oca, isaño y paralisa), que las 'aynokas'.

En general, las familias realizan las actividades agrícolas durante todo el año, la preparación del terreno se realiza en marzo y abril, aprovechando las últimas lluvias, el 55% de las familias aplica tracción animal y humana, mientras que el 45% realiza en forma mecanizada. La siembra se inicia en agosto con los cultivos de haba y arveja y se extiende hasta diciembre con cultivos de cebada y avena, en forma manual en ambos sistemas. Las labores de cultivo se realiza en papa, haba, oca y maíz, desde diciembre a febrero y consisten en deshierbes, aporques y apertura de drenajes. La cosecha se efectúa desde febrero hasta julio; la poscosecha se efectúa conforme se concluyen las cosechas y según las condiciones del clima, en tubérculos se realizan la selección y transformación en chuño, tunta y caya, aprovechando las fuertes heladas, mientras que en granos se realiza la trilla y venteo.

Factores sociales, culturales y ambientales

En la comunidad se conserva el sistema de organización originaria y está conformado por el Jilir Mallku que es la máxima autoridad en el manejo social-cultural-económico, Sullka Mallku el segundo responsable de la comunidad, Killca Mallku responsable de actas, Jalj'a Mallku responsable de la justicia comunitaria, Yapu Kamani responsable del cuidado de los cultivos, Kipu Kamani responsable del manejo económico, Chasqui Kamanis 1 y 2 responsables de llevar mensajes y la comunicación, Anat Kamani responsables de deportes. Dentro de este sistema de organización el 'Yapu Kamani' es la autoridad responsable del cuidado de la agrobiodiversidad, entre sus funciones específicas son: realizar rituales con las autoridades para proteger a cultivos de granizos y heladas, realizar la vigilancia diaria de las chacras para que no sean invadidas por animales, también tiene la potestad de la distribución espacial de la 'aynoka' en descanso para el pastoreo de animales.

En la comunidad se practican muy pocos rituales asociados a la conservación y manejo de los cultivos; éstos están desapareciendo paulatinamente por la presencia de iglesias evangélicas, a tal punto que las generaciones actuales empezaron a desconocer las costumbres andinas. Aún se practica el ritual para el granizo, donde las autoridades originarias con el 'Yapu Kamani' colocan cruces hechas de hojas de árboles en los límites de la comunidad con el significado de que son murallas para evitar la entrada del granizo, al mismo tiempo realizan la 'ch'alla'; también se practica la 'ch'alla' a la ispalla (espíritu de los cultivos) en carnavales. La migración es otro factor que influye en el manejo y conservación de los cultivos, ya que muchos agricultores jóvenes migran temporalmente y otros definitivamente a la población de Desaguadero, donde realizan actividades de albañilería, servicios de transporte con botes, triciclos y de choferes. Por tanto, las personas mayores y de la tercera edad son quienes realizan trabajos de agricultura en un 100%, esto repercutirá en los años venideros porque no existe renovación o transferencia de conocimientos de personas mayores a los jóvenes.

Los climadiagramas elaborados indican que la comunidad tiene dos periodos bien marcados: húmedo (agosto–abril, precipitación 20-140 mm/mes, temperatura diurna 4.5 a 10°C, riesgos de heladas y daños a tubérculos y leguminosas) y seco (mayo–julio permite el secado, trilla y venteo en granos, trasformaciones en chuño, tunta y caya, gracias a las temperaturas nocturnas que son por debajo de 0°C).

Los suelos del sistema 'aynoka' tienen textura franco-arcillo-arenosa con pH de 5.75, baja salinidad y con poca materia orgánica, lo que muestra que son suelos poco fértiles por estar constantemente cultivados y necesitan ser abonados para una buena producción. En cambio los suelos del sistema 'sayaña' muestran una textura franco-arcillosa con pH de 7.31, ligeramente salino con elevada porcentaje de materia orgánica, considerados suelos fértiles.

3.3. Comunidad Cariquina Grande

Agrobiodiversidad

Se inventariaron 11 cultivos: papa (*Solanum tuberosum* L.), oca (*Oxalis tuberosa* L.), isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón), papalisa (*Ullucus tuberosus*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y avena (*Avena sativa* L.). La diversidad intraespecífica de cada uno de los cultivos se muestra en la Fig. 3.

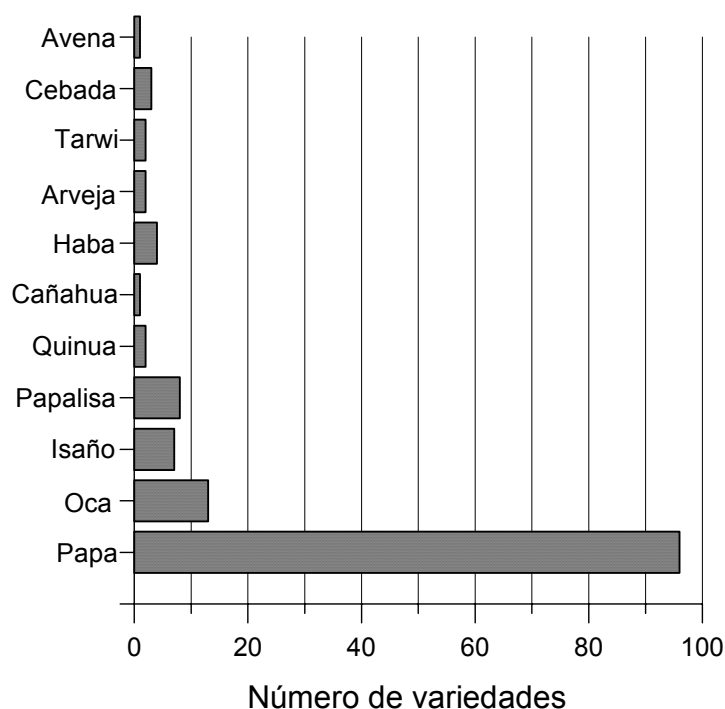


Fig. 3: Variedades por cultivo sembradas en la comunidad Cariquina Grande (Prov. Camacho, Depto. La Paz)

La diversidad de variedades que conservan es de 139; el patrón de variación es diferente y favorable a las variedades de tubérculos respecto a los granos, superando en papa más del 50% a las otras comunidades, sin embargo, ocurre lo contrario con el cultivo de la quinua, al sembrar el equivalente al 6% de la diversidad que conservan Cachilaya y Titijoni.

Sistema de manejo de cultivos

Las familias de Cariquina Grande practican 3 sistemas tradicionales de manejo para conservar la diversidad de sus cultivos: 'aynoka', 'sayaña' y 'uyus'. De acuerdo a la fisiografía del terreno, las 'aynokas' están en laderas altas y próximas a bofedales, las 'sayñas' a orillas del Río Suches, mientras que los 'uyus' están junto a las viviendas familiares. Aynokas: disponen de diez 'aynokas' y son de uso comunitario, con parcelas de diferente tamaño y su manejo se realiza en forma colectiva, se acostumbra a sembrar por dos años consecutivos (papa y avena) y dejan en descanso por 8 años. Es en este sistema donde se siembran las 96 variedades de papa. Sayaña: se dispone de una, las parcelas son privadas. La diversidad de variedades de oca, isaño, papaliza, quinua, cañahua, haba, arveja, tarwi y cebada, son cultivados en forma de mezclas en pequeñas superficies. También acostumbran a sembrar 4 variedades de papa en superficies grandes y reciben cuidados especiales por ser el cultivo más importante para las familias y porque se destina al mercado. Uyus: están rodeado de muros de piedra y que sirven de corrales temporales para el ganado, la diversidad que cultiva se concentra a variedades de oca, papalisa e isaño.

Las familias realizan actividades agrícolas durante todo el año, la preparación del terreno es manual y se realiza desde abril hasta agosto. La siembra se realiza en septiembre para todos los cultivos. Las labores culturales (deshierbe y aporque) se realizan para los tubérculos y va desde diciembre hasta febrero. La cosecha se realiza desde marzo hasta mayo, mientras que las labores de postcosecha y almacenamiento se realiza entre junio y julio. En las diferentes labores agrícolas, las herramientas más empleadas son la 'chaquitacllas', 'liukanas', 'jaukañas' y el arado egipcio con la ayuda de animales (bovinos), estas herramientas están siendo conservadas en la comunidad y forman parte del manejo y conservación de cultivos en los sistemas tradicionales.

Factores sociales, culturales y ambientales

La comunidad tiene un sistema de organización sindical, donde la autoridad principal es el secretario general, le acompañan los secretarios de relaciones, actas, justicia, policía sindical y el 'Yapu Kamani'. Entre estas autoridades el 'Yapu kamani' está estrechamente relacionado con el manejo de los cultivos y es el encargado de cuidar las parcelas de las inclemencias del tiempo e invasión de animales. Asimismo, en la comunidad existen creencias en las festividades y rituales que son parte de la vivencia con la naturaleza. Durante el año se registran los siguientes rituales: el 5 de agosto en la celebración de la Virgen de las Nieves, se realiza la 'wilanchada', 'wujta' a los 'achachilas' y a la 'pachamama'; el 15 de diciembre el ritual de Rogamiento y 'wujta' a los 'achachilas' para evitar granizos; el 1 y 2 de febrero en celebración de la Virgen de Candelaria realizan 'wujta' a las parcelas en las 'aynokas' y ch'alla a la 'ispalla'

(espíritu de los cultivos) y en carnavales la ch'alla a los cultivos y 'achachilas', asimismo el festejo al 'Yapu Maman'.

Los climadiagramas indican dos periodos: húmedo (septiembre-abril, precipitaciones de 40-160 mm/mes, temperatura diurna oscila entre 7 a 10°C favoreciendo desarrollo de los cultivos, en septiembre, octubre, noviembre, marzo y abril se presentan heladas ocasionales que causan daños leves a severos a las plantas) y seco (mayo-agosto escasa precipitación y temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 0 °C, permiten a las familias realizar labores de trilla y venteo en granos y la deshidratación en tubérculos obteniendo chuño, tunta y caya).

Según el análisis físico-químico de los suelos: las 'sayañas' tienen una textura arcillo-arenoso con pH de 6.25, baja salinidad y alto contenido de materia orgánica, siendo suelos fértiles y aptos para cultivos; los 'uyus', con textura franca, pH de 4.36 y ricos en materia orgánica, adecuados para cultivos; las 'aynokas', con textura franca, pH de 4.14, poca presencia de sales y buena cantidad de materia orgánica, lo que muestra que son aptos para el cultivo de la papa que es muy exigente en materia orgánica.

4. Conclusiones

Las tres comunidades denominadas microcentros conservan una amplia diversidad de variedades que fluctúa entre 94 a 139 con 11 a 13 especies vegetales, donde las familias se constituyen en el factor determinante para producir y conservar en sistemas tradicionales de manejo. Existe patrón de variación entre la diversidad de especies y variedades conservadas por las tres comunidades; en general el cultivo de mayor preferencia es la papa, pero se advierte en Cariquina una mayor vocación de conservación de tubérculos respecto a los granos, mientras que en Cachilaya y Titijoni después de la papa existe una importante diversidad de granos que están siendo conservadas.

Los sistemas tradicionales de manejo de la agrobiodiversidad que prevalecen en las tres comunidades son las 'aynokas' y 'sañayas', siendo más importantes en Cachilaya el 'kjochi irana' y en Cariquina Grande 'uyus'. Las aynokas son tierras comunitarias y su manejo es en rotación con años de descanso, las 'sayañas' son tierras privadas ubicadas próximas a las viviendas de las familias y su manejo es más intensivo; el sistema 'kjochi irana' se ubica a la orilla del Lago Titicaca y utilizan para siembras adelantadas y el sistema en 'uyus' son pequeñas parcelas rodeadas de muros de piedra y que en determinadas épocas del años sirven de corral para los animales. Para cada sistema existe un calendario agrícola definido.

En el sistema de organización comunal existe una persona más conocida como 'Yapu Kamani' con la responsabilidad de cuidar los cultivos en los diferentes sistemas; realiza trabajo comunitario en beneficio de la colectividad y es reconocido con mucho respeto y es festejado en la fiesta de los cultivos (Jiska anata - carnavales).

Entre los rituales y festividades que realizan para la protección y agradecimiento a la agrobiodiversidad, se tienen: el pago a los achachilas para evitar granizo, ch'alla y k'oanchada a la ispalla (espíritu de los cultivos), ch'alla a nuevos frutos y wajta a los achachilas; estas actividades son realizadas por las familias en forma comunitaria viviendo en armonía con la naturaleza.

Las precipitaciones y temperaturas influyen de gran manera en el desarrollo de las plantas, la falta de lluvias y presencia de temperaturas mínimas causan daños a la agrobiodiversidad; este comportamiento se observa con mayor riesgo en el Titijoni, poco en Cachilaya y muy poco en Cariquina Grande.

Referencias

- [1] H. Gandarillas. El cultivo de quinua. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Sostenible. *Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria- IBTA*, La Paz, Bolivia, 1992.
- [2] M. Baena, S. Jaramillo, J.E. Montoya. Material de apoyo a la capacitación en conservación *in situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. *Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos*, Cali, Colombia, 130 p, 2003.
- [3] A. Amurrio. Dinámica socioeconómica y aerotécnica de las unidades familiares en los subsistemas de cultivo de quinua y cañahua. Tesis de Grado de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 2005.
- [4] W. Rojas, M. Pinto, J.L. Soto. Erosión genética de cañahua. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(1), 24-34, 2004.
- [5] B.C. Tapia. Conservación de la biodiversidad de tubérculos andinos en chacras de los agricultores de Las Huanconas, Chimborazo, Ecuador. En: J.L. Chávez-Servia, J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds.) Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales. *Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos*, Cali, Colombia, 1-9, 2004.

Bancos de germoplasma comunales contribuyen a la conservación local de quinua y cañahua, La Paz, Bolivia

M. Pinto Porcel, J. Flores Ticona, C. Alanoca Quispe, W. Rojas
Fundación PROINPA - Regional Altiplano, La Paz, Bolivia
m.pinto@proinpalp.org

Palabras claves: Banco, comunal, germoplasma, quinua, cañahua, restauración

Resumen

El banco nacional de granos altoandinos (BNGA) ha iniciado el proceso de restauración de la diversidad genética de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañahua (*Ch. pallidicaule* Aellen) con la implementación de 2 bancos de germoplasma comunales de quinua en Antarani y Patarani (Provincia Ingavi) y 2 de cañahua en Rosapata (Provincia Ingavi) y Coromata Media (Provincia Los Andes). El material genético con el que se conformaron los bancos comunales fue seleccionado por agricultores mediante técnicas participativas y corresponde a accesiones (quinua: 2417, 2031 y 2857; cañahua: 081, 771, 166, 476 y 300), variedades mejoradas (quinua: Jacha Grano, Intinaira, Surumi y Patacamaya) y 4 variedades locales, las cuales provienen del BNGA. La implementación de bancos comunales constituye una alternativa para fortalecer la conservación *in situ* de la diversidad de quinua y cañahua. Los agricultores observan al banco de germoplasma comunal como un espacio donde guarden sus variedades.

1. Introducción

El área circundante al Lago Titicaca considerada como centro de origen y diversidad de varios cultivos andinos está afrontando un proceso de erosión genética de quinua y cañahua debido a la pérdida de variedades locales [1, 2]. Para revertir esta condición preocupante, la Fundación PROINPA viene trabajando en la implementación de bancos de germoplasma comunales como parte de una estrategia de relacionamiento *ex situ - in situ* que procure el mantenimiento y reintroducción de variedades locales conservadas en el banco nacional de granos altoandinos (BNGA), custodiado por la Fundación PROINPA por encargo del Ministerio de Agricultura de Bolivia.

Un banco comunal de semillas, jardín de variedades, jardín de conservación, huerto de conservación o banco genético comunal son sinónimos para nombrar a una institución local que asegura a los agricultores el acceso a semillas y plantas adaptadas a las condiciones locales. Para ello es necesario disponer de una parcela en la comunidad, donde las semillas puedan ser seleccionadas y almacenadas, de forma que estén a disposición en cantidad suficiente para aquellos que lo necesiten. Con esta actividad el BNGA está apoyando la implementación de bancos de germoplasma comunales en

comunidades con potencial de producción y conservación, iniciando de esta forma procesos de restauración de diversidad genética de quinua en 4 comunidades del Altiplano Norte de Bolivia. Asimismo, se pretende monitorear las poblaciones de quinua y cañahua difundidas en comunidades como resultado de evaluaciones participativas con agricultores de la zona.

2. Materiales y métodos

2.1. Fase I: Evaluaciones participativas

En la campaña agrícola 2004-2005 se identificaron zonas del Altiplano Norte de Bolivia con tradición de conservación y potencial para la producción de granos andinos (quinua y cañahua); y se eligieron comunidades donde los agricultores mostraron predisposición e interés en desarrollar actividades destinadas a revalorar estos granos. Paralelamente, se seleccionaron poblaciones de quinua y cañahua (accesiones y variedades mejoradas) conservadas en el BNGA. El material genético estuvo conformado por variedades y accesiones (Tabla 1), seleccionadas en base a criterios

Tabla 1: Poblaciones de quinua y cañahua en 4 comunidades del Altiplano norte

Cultivo	Provincia	Comunidad	Accesiones	Variedades	Área
Quinua	Pacajes	Antarani	1659	Local	3500
			2516	Intinaira	
			2031	Surumi	
			1927	Jacha Grano	
			1655	Línea Púrpura	
	Ingavi	Patarani	0575	Local	4744
			1667	Intinaira	
			2031	Surumi	
			2516	Jacha Grano	
			1659	Patacamaya	
Cañahua	Omasuyos	Coromata Media	116	Local	756
			472		
			081		
			479		
			300		
	Ingavi	Rosapata	476	Local	2010
			616		
			300		
			771		
			636		
		472			
		381			
		100			
		081			

técnicos como: cantidad de semilla disponible, tamaño de grano grande requerido por la agroindustria y precocidad para afrontar la irregular distribución de lluvias que fue una constante en las últimas tres campañas agrícolas. Luego de realizar reuniones de presentación, coordinación y planificación con autoridades originarias (Mallkus), secretarios generales y/o representantes de grupos de agricultores se instalaron parcelas para evaluaciones participativas.

Se utilizaron dos técnicas de evaluación participativa [3], en dos fases del cultivo: evaluación absoluta en fase de planta (floración) y la técnica de evaluación de orden de preferencias en fase de grano después de la cosecha. Con ambas técnicas se identificaron criterios de agrado o desagrado respecto a las poblaciones de quinua y cañahua establecidas en las comunidades. Posteriormente a la selección de las mejor población se procedió con la distribución de semillas a los agricultores participantes.

2.2. Fase II: Instalación de bancos comunales

En la campaña agrícola 2005-2006 se realizaron reuniones de coordinación y planificación con autoridades originarias, líderes de grupo y agricultores interesados para establecer los bancos comunales. Los agricultores asignaron una parcela y se hicieron responsables de su preparación y cuidado. La siembra de las parcelas se realizó con participación de técnicos de la Fundación PROINPA, agricultores interesados y autoridades comunales. Todas las labores de cultivo (siembra, raleos, deshierbes, trilla, venteo) se realizaron bajo el sistema tradicional de cultivo practicado en las comunidades. Se realizó el seguimiento a los bancos comunales en época de floración con el objeto de evaluar el estado morfológico y fenológico de las accesiones de quinua y cañahua y en la cosecha para registrar el método utilizado, cantidad de grano producido, forma de almacenamiento y destino de la cosecha.

3. Resultados

3.1. Fase I: Evaluaciones participativas

Quinua

En la comunidad Antarani, de las 10 poblaciones de quinua establecidas 4 fueron seleccionadas como las más importantes: accesión 2031 y las variedades surumi, jacha grano e intinaira por su buen rendimiento y por presentar granos blancos de tamaño entre mediano a grande, características que son exigidas por los comercializadores y agroindustrias de la quinua. El rendimiento promedio fue de 579 kg/ha, que es inferior al rendimiento promedio nacional de 651 kg/ha. Del total de grano cosechado (202.7 kg), se destinó 98.5 kilos para uso como semilla, beneficiando a 14 agricultores; a cada uno le tocó 6.5 kg de semilla. Mientras que en Patarani fueron seleccionadas las variedades surumi, patacamaya, intinaira y jacha grano consideradas por los agricultores como variedades con granos blancos y grandes con rendimientos promedio (850 kg/ha) superiores al nacional de 651 kg/ha. Del total de grano cosechado (454.5 kg) se distribuyeron 264 kg de las variedades seleccionadas para

uso como semilla, beneficiando a 21 familias. Los restantes 190.5 kg fueron distribuidos para consumo de las familias por decisión de los integrantes del grupo [4].

Cañahua

Los agricultores de la comunidad Coromata Media eligieron las accesiones 166, 081, 479 y 472 como las más importantes reconocidas por presentar granos grandes, color del grano claro (blanco-plomo) y de buenos rendimientos (promedio 725 kg/ha) superiores al nacional de 641 kg/ha. Las semillas de las accesiones seleccionadas se distribuyeron entre 15 agricultores (2 a 4 kg). Las accesiones 081, 771 y la variedad local fueron preferidas por los agricultores de la comunidad Rosapata, elegidas por presentar granos grandes y de color claro. El rendimiento promedio fue de 746 kg/ha, que es superior al nacional de 641 kg/ha. Se distribuyó aproximadamente 4.8 kg de semilla por agricultor, beneficiando a 21 familias [5]. En las cuatro comunidades se reservó a 1 kg de semilla por variedad seleccionada para el banco comunal a ser instalada en la campaña agrícola 2005-2006.

3.2. Fase II: Instalación de bancos comunales

Quinua

Se establecieron 2 bancos comunales con poblaciones de quinua; el primer banco se encuentra en 16°34'10" LS, 68°45'02" LW y 3 826 m en la comunidad Patarani (Municipio Guaqui, Prov. Ingavi, distante 85 km al NE de la ciudad de La Paz) (Fig. 1). La principal actividad para generar ingresos en las familias es la producción pecuaria, crianza de vacunos para producción de leche y quesos. La producción de otros cultivos como papa, cebada, quinua y cañahua es destinada casi íntegramente al autoconsumo, la familia acostumbra a sembrar dos variedades de quinua: blanco o chimi jura y churi jura [6] y como resultado de las evaluaciones participativas se incrementó la diversidad de la comunidad con la incorporación de 4 variedades mejoradas con características de grano requeridas por el mercado: blanco y grande.

El terreno para el banco comunal fue cedido por el agricultor Rosendo Quispe representante del grupo de interesados de la comunidad y en la siembra (11 Octubre 2005) participaron 23 agricultores (14 mujeres y 9 varones), utilizando el método voleo-surco practicado en la comunidad. El banco comunal ocupó una superficie total de 4 980 m² y estuvo conformada por 4 variedades mejoradas seleccionadas por los agricultores y una variedad local (Churi Jura). El área sembrada por variedad varió entre 455-700 m² (Tabla 2). La cosecha se realizó con el método de corte con hoz y posterior emparvado para secado; la trilla fue manual con la tecnología propia de la comunidad (golpeteo con Jaukaña). Las cantidades de grano obtenido fluctuaron entre 35 a 47 kg por variedad (671 a 769 kg/ha).

El segundo banco comunal está ubicado a 16°51'57" LS, 68°31'03" LW y 4 038 m en la comunidad Antarani, perteneciente a la (Cuarta sección, Cantón Tocopilla Cantuyo, Municipio Comanche, Prov. Pacajes, a 77 km de la ciudad de La Paz) (Fig. 1). Es productora de leche y quesos, crianza de vacunos, producción destinada íntegramente al autoconsumo de otros cultivos como papa, cebada, quinua y cañahua.



Fig. 1: Ubicación geográfica de 4 bancos comunales de quinua y cañahua en el Altiplano Norte de Bolivia

Tabla 2: Poblaciones de quinua establecidas en 2 bancos comunales

Provincia	Comunidad	Poblaciones	Superficie (m ²)		Cantidad producida (kg)
			Parcial	Total	
Pacajes	Antarani	Intinaira	830	4980	10
		Surumi	830		12
		Jacha Grano	830		8
		2417	830		20
		2031	830		6
		2857	830		2
Ingavi	Patarani	Local	525	2835	35
		Intinaira	700		47
		Surumi	630		45
		Jacha Grano	455		35
		Patacamaya	525		45

Una hectárea de terreno fue dispuesta por el grupo interesado para establecer el banco comunal. El 26 de octubre de 2006 se realizó la siembra de 3 variedades de quinua (jacha grano, surumi e intinaira) y 3 accesiones (2417, 2857 y 2031) con el método tradicional de siembra voleo-surco-voleo. Cada población de quinua ocupa una superficie de 830 m² en un área total de 4 980 m² (Tabla 2). Para minimizar la

contaminación mecánica en la cosecha, se realizó corte con hoz y posterior emparvado en campo. Posteriormente al secado de aproximadamente 30 días, se procedió con la trilla manual tradicional (golpeteo con jaukaña) del cual se obtuvieron 2 a 20 kg de grano, muy bajas para la superficie sembrada. Pero cabe señalar que la parcela fue afectada por sequía y heladas razón por la cual no lograron expresar su genotipo. Pese a los bajos rendimientos, los agricultores están decididos a continuar con el banco de semillas porque lo consideran una fuente de semillas para cuando sufran pérdidas.

Cañahua

El primer banco comunal de cañahua se instaló en Coromata media (Municipio Achacachi, Prov. Omasuyos), reconocida como tradicionalmente cañahuera. La parcela situada a 16°08'7.11" LS, 68°32'2.01" LW y 3 945 m fue establecida el 13 de noviembre de 2005 en terreno otorgado por el agricultor Carlos Quispe. El banco comunal estuvo conformado por 4 accesiones de cañahua: 166, 472, 081 y 479 seleccionadas por los agricultores en las evaluaciones participativas. La superficie total fue de 1190 m² y cada accesión ocupó un área de 188-405 m²; se utilizó el método de siembra surco-voleo. La principal actividad para generar ingresos económicos en la familia es la producción agropecuaria, crianza de vacunos con doble propósito engorde y producción de leche y su transformación de quesos tradicionales; además de la venta de excedentes de cosecha como granos de quinua, cañahua y productos transformados como el chuño y la tunta, que son comercializados en ferias rurales. En la comunidad se mantienen 4 ecotipos de cañahua (uma cutama, choque chilliwa, zapallo cañahua y choco cañahua) sembradas de acuerdo a la disponibilidad de terreno, en sayañas y/o aynocas [7]. La cosecha se realizó con el método de arrancado tradicional, dejando posteriormente en parvas de secado; la trilla fue manual con la tecnología propia de la comunidad (golpeteo con jaukaña). Las cantidades de grano obtenido fueron bajas (3 a 12 kg) debido a dos granizadas registradas en febrero (Tabla 3).

Tabla 3: Poblaciones de cañahua establecidas en bancos comunales

Provincia	Comunidad	Poblaciones	Superficie (m ²)		Cantidad producida (kg)
			Parcial	Total	
Omasuyos	Coromata Media	166	405	1190	12
		081	188		3
		300	255		3
		472	342		12
Ingavi	Rosapata	Variedad Local	950	4445	30
		771	1425		60
		081	2070		80

El segundo banco comunal de cañahua se estableció en la comunidad Rosapata (Municipio San Andrés de Machaca, Prov. Ingavi). La parcela situada a 16°50'39" LS, 68°53'13" LW, 3 827 m (Fig. 1), fue sembrada el 7 de noviembre de 2005 en terreno comunal (aynoca) y estuvo conformado por 2 accesiones de cañahua (771 y 081) y una variedad local (Tabla 3). La superficie total fue de 4 445 m² y cada accesión ocupó un área comprendida de 950-2 070 m², se utilizó el método de siembra voleo-surco. La cosecha del material genético fue manual, siguiendo el método de arrancado, los pesos

de grano obtenido variaron entre 30 a 80 kg con rendimiento inferior al promedio nacional (315 a 421 kg/ha).

4. Destino de la cosecha y percepciones de los comunarios

Los agricultores de Patarani y Antarani destinaron el 100% de la producción de quinua de los bancos para semilla, que beneficiará a agricultores que perdieron sus parcelas familiares de quinua por causas climatológicas: inundaciones, granizo o heladas. Pero queda abierta la posibilidad de comercializar parte de la producción semillera en comunidades vecinas interesadas en tener estas nuevas variedades. Asimismo, los comunarios de Rosapata y Coromata Media utilizarán el 100% de su producción para semilla para reestablecer las parcelas familiares perdidas y en algunos casos será distribuido por primera vez a otros agricultores que no participaron de las actividades.

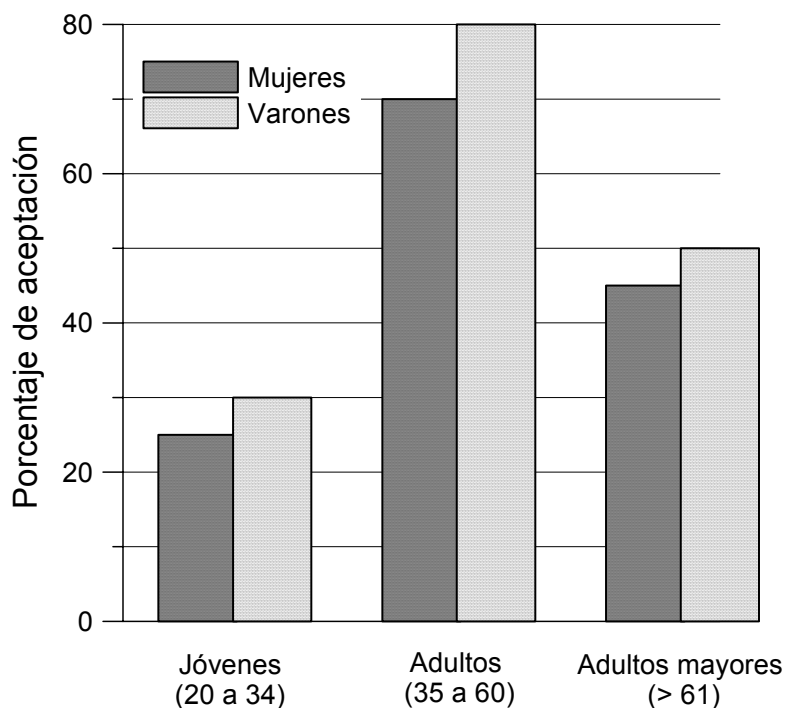


Fig. 2: Histograma de frecuencia de aceptación de los bancos comunales

La Fig. 2 muestra la tendencia de aceptación o rechazo de tener un banco comunal respecto a las edades de 75 agricultores participantes, en las comunidades Rosapata, Antarani, Patarani y Coromata Media. Se observa que los agricultores entre 35 a 60 años muestran más interés y predisposición en mantener y participar de los bancos de semillas comunales (70% mujeres y 80% varones), debido a que están en el periodo económicamente más productivo quieren experimentar con nuevos materiales, enfocando su visión en la comercialización y conservación que al final les proporcione mayores ingresos. Por el contrario los agricultores jóvenes de 20 a 34 años muestran poco interés en trabajar con bancos comunales (25% mujeres y 30% varones), ya que desarrollan otras actividades y en algunos casos no están en la comunidad por efecto

de la migración. Mientras que, para los adultos mayores a 61 años les es indiferente el disponer o no de nuevas variedades, debido a que no disponen de muchos terrenos y a que se redujo la cantidad de miembros de la familia.

5. El Banco nacional de Granos Altoandinos (BNGA) y los bancos comunales

Desde la perspectiva de conservación del banco nacional de granos altoandinos, los bancos comunales deben cumplir tres objetivos fundamentales: (a) restauración de variedades en peligro de erosión; (b) mantenimiento de las variedades actualmente cultivadas y las reestablecidas; y (c) diversificación con nuevas variedades provenientes del BNGA o de otras comunidades. Con la puesta en práctica de los bancos comunales de quinua y cañahua se ha iniciado la restauración de la diversidad local en 4 comunidades con potencial de conservación y producción. Anualmente salen del BNGA entre 8 a 10 accesiones promisorias de quinua y cañahua seleccionadas principalmente de acuerdo a su procedencia, características favorables de grano y rendimientos, los cuales son llevados a comunidades con potencial de producción y conservación y en algunos casos son los propios agricultores que demandan nuevas y mejores variedades. Paralelamente a la reintroducción de variedades se realizan actividades complementarias que fortalecen el relacionamiento ex situ - in situ como capacitación en manejo de los cultivos de quinua y cañahua, visita a agroindustrias, a instalaciones y parcelas del BNGA, encuentro de agricultores conservacionistas, asistencia a ferias de diversidad, cursos de diversificación de usos alimentarios en base a granos altoandinos y promoción del BNGA en comunidades.

Como resultado de entrevistas informales se recogieron algunos comentarios y testimonios respecto al trabajo realizado en los bancos comunales: Rosendo Quispe (Patarani): “El banco comunal no solo puede servir para proveer semilla a nuestra comunidad, sino también para vender o entregar a otras comunidades vecinas e inclusive a otras instituciones que están demandando”. Rosendo Quispe (Patarani): “En el banco comunal también tenemos que sembrar algunas semillas que ya se están perdiendo en la comunidad como la acu jaira que es buena para pito, y otras ya se perdieron como la cundur naira que antes se sembraba, solo aparece algunas veces. También queremos sembrar otras variedades como la cabezona que vimos en el centro de la quinua (Quipaquipani) es muy bonita y diferente”. Florentino Huanca (Patarani): “Antes en la comunidad no había quinua porque fue afectada por la helada, el gusano y por el exceso de lluvia, el lago creció y la semilla que sembramos se perdió y ahora ha vuelto la producción con otras variedades del banco de semilla de quinua de La Paz. La quinua es muy buena sobre todo la ajara (silvestre), sería bueno sembrar ajaras en el banco comunal, por que de sus hojas se hacia y se hace sopas que son buen alimento para los niños que van a la escuela, ayuda en sus estudios”. Miguel Poma (Antarani): “A pesar de la escasa producción de la parcela comunal, decidimos continuar sembrando el banco el siguiente año, porque queremos conservar nuestras semillas, pero esta vez la cuidaremos más”. Maria Chaiña (Coromata Media): “Es bonito y vistoso ver varios colores de cañahua en la parcela como se tenía en el banco

comunal. Quisiera tener esas variedades en mi casa, tengo terreno y me gustaría manejar esas cañahuas en forma separada aunque el grano al final es del mismo color no se diferencia mucho”. Carlos Quispe (Coromata Media): “Me parece bueno tener un banco de semilla en la comunidad, hay años buenos y otros malos no sabemos lo que sucederá pero si hubiéramos guardado semilla de grano grande y blanco podríamos utilizar para años malos”. Máximo Quispe (Coromata Media): “Como ya conocemos el banco de semillas de cañahua en La Paz, podríamos aportar por familia para que nuestras cañahuas sean guardadas y en años malos podríamos pedir para continuar sembrando. También es bueno que tengamos un banco en la comunidad inclusive podríamos sembrar las ajara cañahuas (silvestres)”. Cristina Condori (Coromata Media): “Me gustaría tener varias cañahuas en mi parcela para probar para que son buenas, algunas son para pito, tayacha, pesk’e y otras las utilizamos para vender en La Paz. He visto las cañahuas del banco comunal y quisiera tener algunas para sembrarlas en mi terreno”.

6. Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo indican los bancos de germoplasma comunales instalados en localidades aledañas al Lago Titicaca tienen potencial para la producción y conservación de especies. Los agricultores conocen la importancia de recuperar y conservar variedades locales y mejoradas en bancos comunales. Las parcelas comunales y familiares constituyen una alternativa para fortalecer la conservación *in situ* de la diversidad de quinua y cañahua, que es bien apreciada por los agricultores, los cuales a su vez observan al banco de germoplasma como un espacio donde ellos pueden guardar sus variedades locales.

Referencias

- [1] W. Rojas, M. Pinto, J.L. Soto. Estudio de la variabilidad genética de quinua en el área circundante al Lago Titicaca. *Fundación PROINPA, Informe Anual 2002/2003, Proyecto Mcknight, La Paz, Bolivia, 8 p, 2003.*
- [2] W. Rojas, M. Pinto, J.L. Soto. Estudio de la variabilidad genética de cañahua en comunidades del área circundante al Lago Titicaca. *Fundación PROINPA, Informe Anual 2002/2003, Proyecto IPGRI-IFAD, La Paz, Bolivia, 7 p, 2003.*
- [3] J.A. Ashby. Manual para la evaluación de tecnologías con productores. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), Cali, Colombia, 102 p, 1996.*
- [4] J.L. Soto, M. Pinto, F. Trillo. Selección participativa de accesiones de quinua con fines agroindustriales. En: Informe técnico anual 2004-2005, *Fundación PROINPA, Proyecto Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos, en el marco del SINARGEAA, SIBTA, La Paz, Bolivia, 2005.*
- [5] J.L. Soto, M. Pinto, N. Choquecallata. Selección participativa de accesiones de cañahua con fines agroindustriales. En: Informe técnico anual 2004-2005.

- Fundación PROINPA, Proyecto Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos, en el marco del SINARGEAA, SIBTA, La Paz, Bolivia, 2005.*
- [6] C. Alanoca, J. Flores, J.L. Soto, M. Pinto, W. Rojas. Estudios de caso de la variabilidad genética quinua en el área circundante al Lago Titicaca. En: Informe técnico anual 2004-2005, *Fundación PROINPA - Fundación Mcknight, Proyecto Producción sostenible de la quinua, La Paz, Bolivia, 2004.*
- [7] J. Flores, C. Alanoca, J.L. Soto, M. Pinto, W. Rojas. Estudios de caso de la variabilidad genética de cañahua en el área circundante al Lago Titicaca. En: Informe técnico anual 2003-2004, *Fundación PROINPA, Proyecto Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos, en el marco del SINARGEAA, SIBTA, La Paz, Bolivia, 2004*
- [8] C. Almekinders, Y. Mabilie. El agricultor y los bancos: El abastecimiento comunal de semillas. En: Proyecto Sectorial People and Biodiversity in Rural Areas. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Alemania, 2005.*
- [9] F. Gelfus. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: Diagnóstico, seguimiento y evaluación. *Prochacalate-IICA, San Salvador, El Salvador, 1997.*

Propagación *in vitro* de tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze)

C. Sánchez Sejas
Escuela de Ciencias Forestales, ESFOR
Av. Atahualpa (final), Temporal - Cala Cala, Proyecto BASFOR,
Cochabamba, Bolivia
cayita989@hotmail.com

Palabras claves: Tara, *in vitro*, propagación, conservación

Resumen

La tara (*Caesalpinia spinosa*) es una especie nativa considerada como producto extraordinario de exportación por su alto contenido en taninos [1]. En esta investigación se identificaron protocolos para la propagación *in vitro* de tara. Los resultados mostraron que el mejor método de desinfección fue 1 ml de formol al 37% por 40 minutos, reduciendo la contaminación en 26%. El tratamiento ideal para el establecimiento es el medio *Murashige & Skoog* (1962) suplementado con 50 mg/l de tocoferol, 3% de carbón activo, 2% de sacarosa, 0.5 mg/l de bario, 2.3 gr de phytigel, reduciendo la oxidación en 11%. El mejor protocolo de multiplicación se obtuvo enriqueciendo el medio de establecimiento con; 0.5 mg/l de BA, 0.5 mg/l de TDZ y 0.1 mg/l de AG₃, medio que favorece al desarrollo de 3 brotes laterales por explante en 28 días. En la fase de enraizamiento no se registraron resultados.

1. Introducción

Actualmente muchas especies nativas forestales registran serios problemas de propagación (sexual y asexual), por lo que son catalogadas como especies recalcitrantes. En este sentido, la biotecnología ha cumplido un papel importante en el desarrollo de técnicas de propagación clonal por cultivo *in vitro* o la micropropagación, constituyéndose así como uno de los métodos biotecnológicos que mayores logros ha aportado en especies que no eran posible propagarse por técnicas convencionales (estacas, acodos, injertos y otros); incentivando procesos de conservación y preservación de especies nativas con alto valor económico que se encuentran amenazadas y/o en vías de extinción [2].

La tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze) es una especie forestal nativa no maderable considerada como un extraordinario producto de exportación por su alto contenido de taninos. Estos taninos son utilizados para la producción de gomas, polvo de tara y ácido gálico, que son utilizados por diversas industrias para la generación de numerosos productos de interés. De este modo, existe una creciente demanda de semilla de tara, pero los volúmenes producidos a la fecha no logran satisfacer las necesidades cuantitativas y cualitativas de los mercados demandantes de tara, debido

a que las constantes intervenciones antrópicas, ataque de plagas y enfermedades están reduciendo significativamente la población de esta especie en los diferentes ecosistemas donde se desarrolla [3]. Entre otros factores que sin duda contribuyen al bajo porcentaje de multiplicación de la especie están: la vertiginosa pérdida de viabilidad de la semilla, limitaciones en su propagación asexual y diversos tratamientos pregerminativos a los que la semilla es sometida para acelerar y uniformizar la germinación [4].

Por tanto, el cultivo *in vitro* se presenta como una excelente alternativa para superar las dificultades antes mencionadas, pues es posible propagar y conservar una amplia gama de especies reproduciendo clones de alto valor y calidad genética. En este sentido y con el desarrollo de esta investigación se identificaron protocolos para la propagación *in vitro* de tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze) a partir de material vegetal selecto, procedente de dos sitios de recolección - Tarata y Sacaba - por ser centros prominentes de distribución de la especie en el departamento de Cochabamba.

2. Metodología

El material vegetal fue recolectado de Sacaba y Tarata, donde se seleccionaron los 5 mejores individuos por procedencia; en esta selección se utilizaron los requisitos establecidos por el reglamento técnico de certificación de semillas y plántulas de vivero de especies forestales de Costa Rica [5]. Para la recolección del material vegetal se consideraron cuatro orientaciones de recolección por árbol: apical con luz (ACL), apical sin luz (ASL), basal con luz (BCL) y basal sin luz (BSL); la recolección se realizó en octubre, por ser la época de brote de la especie.

Fase 1: Desinfección

Se utilizó la metodología de desinfección propuesta por Reeves [6], que consiste en la desinfección de explantes con 1 ml de formol al 37%, donde se ensayaron tiempos de exposición (Tabla 1).

Tabla 1: Tratamientos de desinfección

Tratamientos	Tiempo de desinfección	Tratamientos	Tiempo de desinfección
B1	25 min	B4	40 min
B2	30 min	B5	45 min
B3	35 min		

Fase 2: Establecimiento

Como se puede ver en la tabla 2, se ensayaron 20 tratamientos y todas las evaluaciones se realizaron cada 7, 14, 21, 28 y 35 días. Finalizada la evaluación ensayo I se realizó un segundo ensayo, utilizando como medio base el tratamiento con menor porcentaje de explantes oxidados obtenidos en el ensayo I, a partir del cual se realizaron 14 nuevos tratamientos (Tabla 3). En ambos ensayos los explantes fueron incubados en oscuridad por 7 días a una temperatura de 24 a 26 ± 2°C a fin de reducir la oxidación fenólica.

Tabla 2: Tratamientos usados en el primer ensayo

N° Tr	MS/2	MS	FE	Vitaminas		Antioxidante			Hormonas			Gelificante		
			EDTA	vS	W2	Acido Ci-Asc (mg/l)	Pycnogenol (mg/l)	AG3 (mg/l)	KN (mg/l)	BA (mg/l)	TDZ (mg/l)	Agar (gr/l)	Phytigel (gr/l)	Liquido
1*	-	√	BS	√	-	100	-	-	4	-	-	7	-	-
2*	-	√	BS	√	-	-	-	-	4	-	-	7	-	-
3*	-	√	BS	√	-	100	-	-	4	-	-	-	2.3	-
4*	-	√	BS	√	-	-	-	-	4	-	-	-	2.3	-
5*	-	√	BS	√	-	100	-	-	4	-	-	-	-	√
6*	-	√	BS	√	-	-	-	-	4	-	-	-	-	√
7*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	0.24	-	7	-	-
8*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	0.24	-	7	-	-
9*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	0.24	-	-	2.3	-
10*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	0.24	-	-	2.3	-
11*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	0.24	-	-	-	√
12*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-	√
13*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	-	0.5	7	-	-
14*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	-	0.5	7	-	-
15*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	-	0.5	-	2.3	-
16*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	-	0.5	-	2.3	-
17*	-	√	BS	√	-	100	-	-	-	-	0.5	-	-	√
18*	-	√	BS	√	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	√
19	√	-	BS	-	15	-	-	0.5	0.5	0.4	-	7	-	-
20	√	-	BS	√	-	-	0.09	-	-	-	-	7	-	-

Leyenda: * 3% Carbón activo - Todos los tratamientos con 5.8 de pH

Tabla 3: Tratamientos usados en el segundo ensayo

N° Tr	Medio			FE EDTA	Vitaminas			Antioxidante			Hormonas			Gelificante	
	MS (1962)	WPM (1980)	LG (1977)		vS	W2	Tocoferol (mg/l)	L-Cisteina (mg/l)	Zinc (mg/l)	PVP (mg/l)	BA (mg/l)	KN (mg/l)	TDZ (mg/l)	Phytigel (gr/l)	Liquido
1	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	0.5	-	-	2.3	-
2	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	0.5	-	-	-	√
3	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	-	-	0.5	2.3	-
4	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	-	-	0.5	-	√
5	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	0.5	0.24	-	2.3	-
6	-	-	√	BS	-	√	-	-	-	-	0.5	0.24	-	-	√
7	√	-	-	BS	√	-	50	-	-	-	0.5	-	-	2.3	-
8	√	-	-	BS	√	-	50	-	-	-	0.5	-	-	-	√
9	√	-	-	BS	√	-	-	100	-	-	0.5	-	-	2.3	-
10	√	-	-	BS	√	-	-	100	-	-	0.5	-	-	-	√
11	√	-	-	BS	√	-	-	-	4	-	0.5	-	-	2.3	-
12	√	-	-	BS	√	-	-	-	4	-	0.5	-	-	-	√
13	-	-	-	BS	√	-	-	-	-	0.1	0.5	-	-	2.3	-
14	√	-	-	BS	√	-	-	-	-	0.1	0.5	-	-	-	√

Fase 3: Multiplicación

En esta fase se aplicaron los tratamientos detallados en la tabla 4.

Tabla 4: Composición de los tratamientos de multiplicación

Tratamiento	Medio basal	Tocoferol (mg/l)	BA (mg/l)	AG ₃ (mg/l)	KIM (mg/l)	TDZ (mg/l)
1	MS**	50	1	2	-	0.5
2	MS**	50	0.5	0.5	-	0.5
3	MS**	50	0.5	0.1	-	-
4	MS*	50	-	0.1	0.04	-
Control	LQ*	50	0.5	-	-	-

* Agar

** Phytigel

Fase 4: Ensayo preliminar de enraizamiento

Se realizó solo un ensayo preliminar, utilizando simplemente algunos explantes pues la mayoría quedó en la fase de multiplicación, ya que el material vegetal aun no estaba listo para ser enraizado (Tabla 5).

Tabla 5: Formulación de los tratamientos de enraizamiento

Tratamiento	Medio Basal	IBA (mg/l)	ANA (mg/l)	Prolina (mg/l)	Azúcar (mg/l)
1	MS	2	1	1	20
2	MS	2	1	-	20
3	MS	1	0.5	-	20
4	MS	2	-	1	20
5	LQ/2	2	0.5	1	20
6	LQ/3	3	-	1	40
7	MS	3	-	1	70

Diseño experimental

Debido a que los datos obtenidos en esta investigación no siguen una distribución normal, por ser eventos independientes (observación), se realizó el análisis de varianza de Kruskal-Wallis, usando el paquete estadístico SYSTAT 11.

3. Resultados y discusión

Con las fichas de recolección y el programa Arc View, se cuenta con las coordenadas exactas de los cinco árboles seleccionados en Sacaba, comunidad Lava Lava y los cinco árboles de Tarata de la comunidad Río Abajo.

Fase 1: Desinfección

La desinfección *in vitro* de los segmentos nodales de tara mostró un alto grado de dificultad, pues al efecto de los contaminantes superficiales, se sumó la presencia de contaminación probablemente endógena (Fig. 1). Como se puede ver en la Fig. 1 los tratamientos con menor porcentaje de oxidación fueron el B₄ con 26% y un nivel de significancia de 0.05% de probabilidad y el B₅ con 17% con una alta significancia. Así

mismo se pudo percibir que este tratamiento favorece a la deshidratación de los explantes en un 84%, pero debido a que el principal objetivo de esta fase es obtener el mayor número de brotes asépticos viables, se escogió al B₄ como el mejor tratamiento de desinfección ensayado que fue el que registró el segundo porcentaje más bajo de contaminación sin evidenciar la deshidratación de explantes.

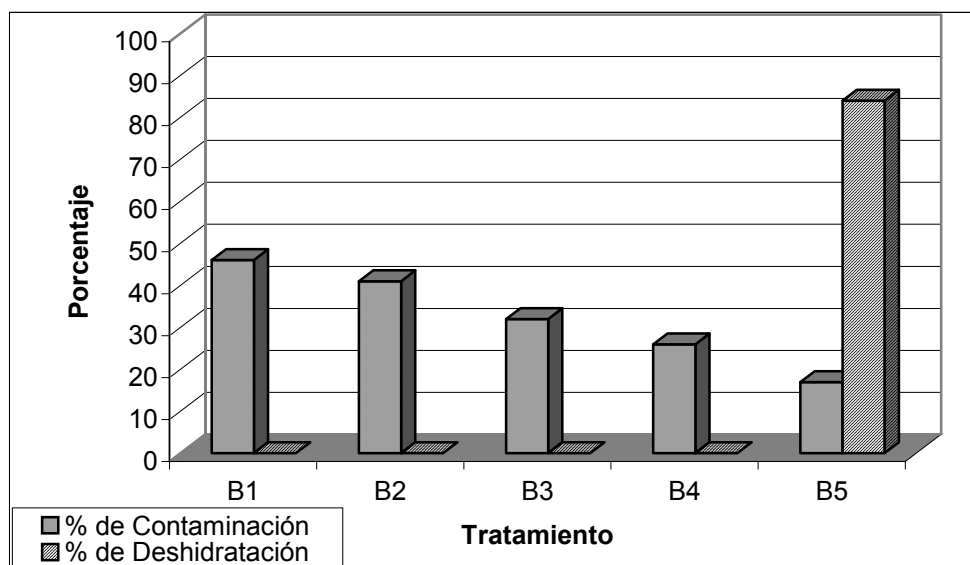


Fig. 1: Porcentaje de contaminación (Fase de desinfección)

Fase 2: Establecimiento

Como se puede ver en la Fig. 2 y su dendograma) en el primer ensayo el único medio de establecimiento que registró el menor porcentaje de explantes oxidados fue el tratamiento 10 con un 58%, con un cuarto grado de similitud y una distancia cluster de 18.180, siendo éste el que menor porcentaje de explantes oxidados tuvo y que conforme al análisis estadístico en la interacción tratamiento porcentaje de oxidación mostró ser significativamente diferente al resto (0.05%).

En el segundo ensayo (Fig. 3) se registró que el mejor medio de establecimiento tratamiento 7 con un 10% y un cuarto grado de similitud con una distancia entre cluster de 42.479 y una alta significancia (0.01%) en la interacción tratamiento porcentaje de oxidación. La reducción de la oxidación fenólica en el tratamiento 7 se debe a la combinación de carbón activo, tocoferol y phytigel, compuestos que sin duda han demostrado contribuir significativamente en la reducción del potencial redox [6].

Porcentaje de oxidación con relación a la orientación

En la fase de establecimiento se registraron diferencias significativas en la interacción porcentaje de oxidación con relación a la orientación, tal como se ve en las figuras en ambos ensayos (Figs. 4 & 5). Todos los explantes extraídos de las orientaciones que no reciben una irradiación solar directa en este caso ASL y BSL son las orientaciones que registraron los porcentajes más bajos de oxidación, a diferencia de los explantes que reciben irradiación solar directa ACL y BCL que son las orientaciones con

porcentajes más altos de oxidación. Esto debido a que el mecanismo de oxidación fenólica e inhibición del crecimiento *in vitro* en plantas leñosas puede ser controlado por el nivel de irradiación solar que reciben las plantas donantes cultivadas en campo, ya que las que reciben irradiación solar directa son las que oxidan más que las que no reciben irradiación [8].

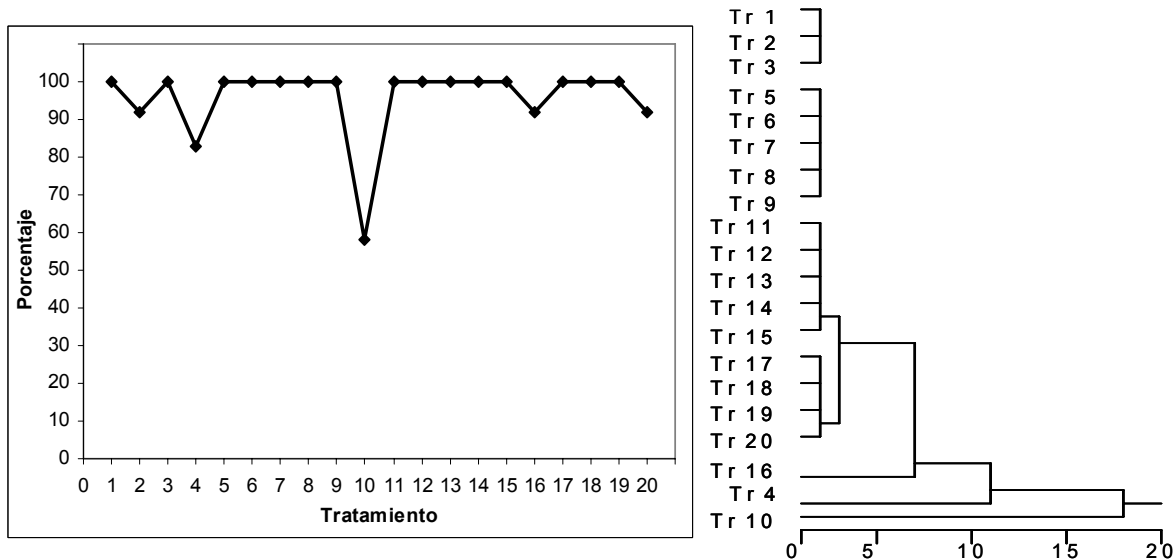


Fig. 2: Porcentaje de oxidación por tratamiento (Ensayo I)

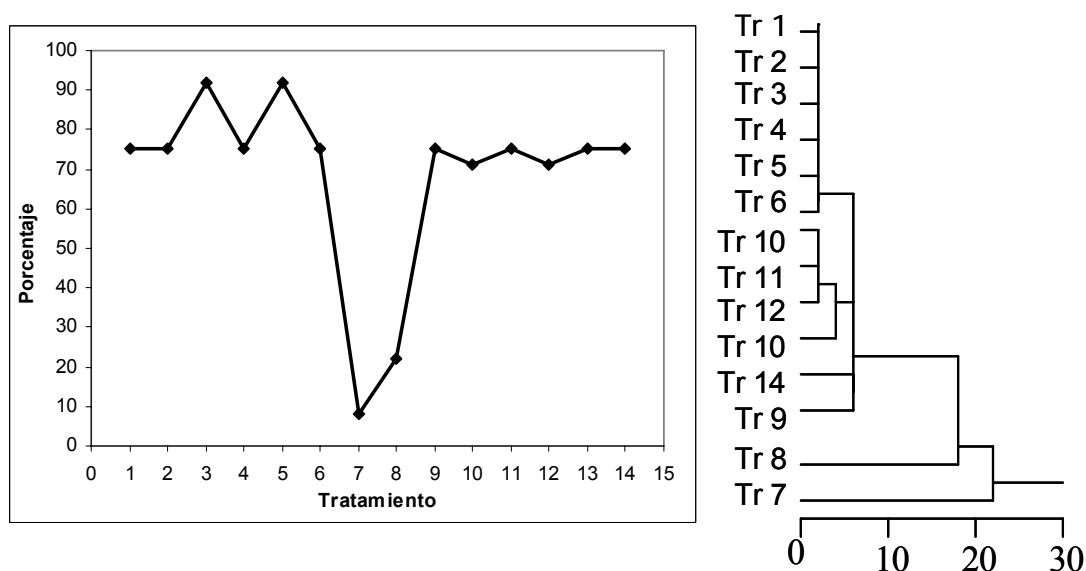


Fig. 3: Porcentaje de oxidación por tratamiento (Ensayo II)

Fase 3: Multiplicación

En esta fase el tratamiento 2, dio paso a la formación de 3 nuevos brotes en 28 días, el tratamiento 3 favoreció a 1 brote en 35 días, el tratamiento 1 a 2 brotes en 35 días, el tratamiento 4 a 1 brote en 42 días y el control medio LQ (1977) solo favoreció a la

formación de 1 brote lateral en 42 días. Por otra parte el único tratamiento que presentó problemas de vitrificación fue el tratamiento 1 con un 83% de explantes vitrificados, un

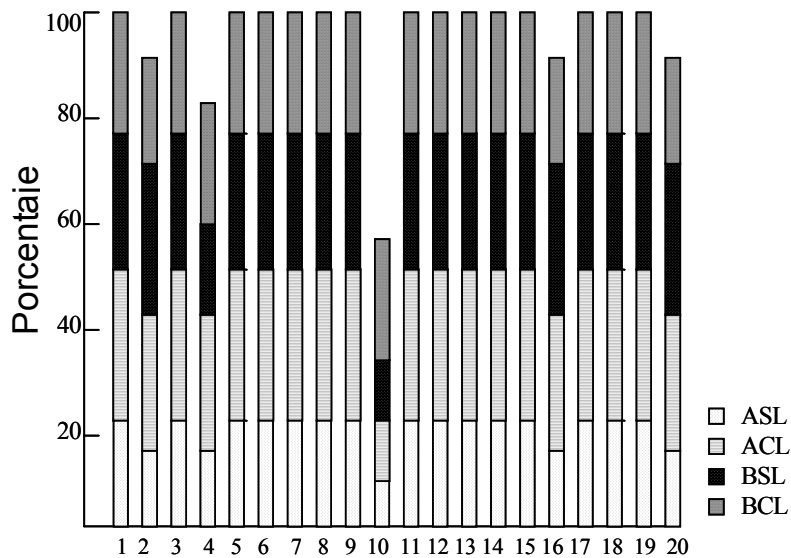


Fig. 4: Porcentaje de oxidación tratamiento vs. orientación (Ensayo I)

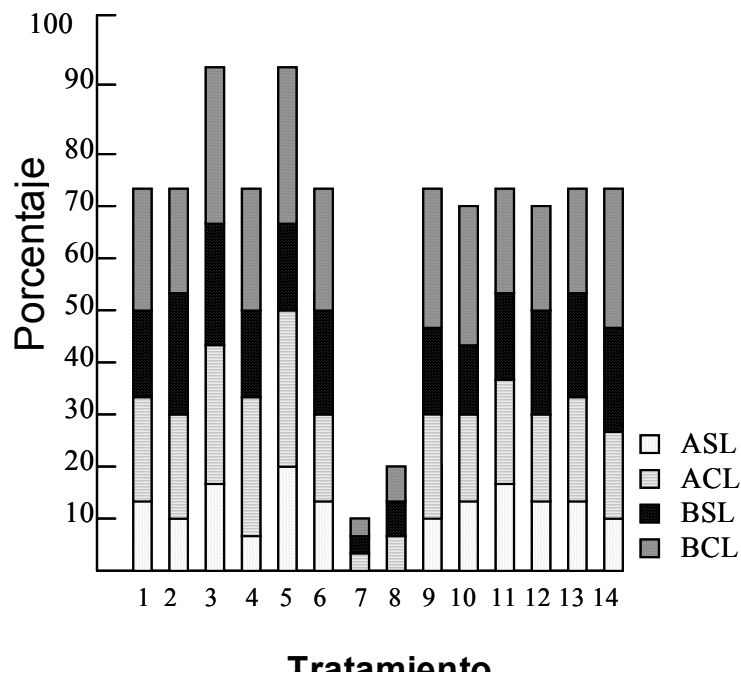


Fig. 5: Porcentaje de oxidación tratamiento vs. orientación (Ensayo II)

29% de los explantes registró un estado E es decir hojas enrolladas, un 21% un estado T hojas translúcidas y un estado V o verde oscuro brillante en un 33%. Lo que nos

muestra que solo los explantes en estado E podrán ser recuperados, ya que el resto sufrió hipertrofias celulares [9].

Fase 4: Enraizamiento

En esta fase ningún tratamiento dio origen a la formación de raíces, ni nudos encallados, debido a que el material no era apto para ser enraizado, puesto que no se alcanzó una adecuada tasa de multiplicación. El desarrollo del sistema radicular de los explantes está influenciado por el número de subcultivos que el explante ha sufrido antes del enraizamiento [10].

4. Conclusiones

Se cuenta con la ubicación exacta de cinco árboles fenotípicas sobresalientes en Sacaba de la comunidad Lava - Lava y cinco en Tarata de la comunidad Río Abajo, que han sido utilizados como árboles madre para el establecimiento *in vitro* y que pueden ser utilizados como semilleros.

La mejor metodología de desinfección se obtuvo exponiendo los explantes en 1 ml de formol al 37% por 40 minutos, ya que exposiciones en formol por más de 40 minutos promueven la deshidratación generalizada de los explantes.

El mejor tratamiento de establecimiento es el medio MS (1962) suplementado con 50 mg/l de tocoferol, 0.5 mg/l de BA, 3% de carbón activo, 2% de azúcar, 2.3 gr/l phytigel y 5.6 de pH, dando como resultado solamente un 11% de explantes oxidados. Se pudo evidenciar que las orientaciones apical sin luz (ASL) y basal sin luz (BSL) mostraron diferencias significativas, por ser las orientaciones con menor porcentaje de explantes oxidados. El mejor tratamiento de multiplicación se obtuvo enriqueciendo el medio de establecimiento con 0.5 mg/l de AG3, 0.5 mg/l de BA y 0.5 mg/l de TDZ, con este medio se obtuvieron tres brotes nuevos por cada explante en veintiocho días. En la fase de enraizamiento ningún tratamiento mostró resultados satisfactorios al no evidenciar la formación de raíces ni nudos encallados, debido a que los tratamientos ensayados eran preliminares y el material no era apto para ser enraizado.

De manera general con la conclusión de esta investigación se ha logrado identificar protocolos aceptables para las fases de desinfección, establecimiento y multiplicación.

Agradecimientos

Este proyecto fue desarrollado con el apoyo institucional y financiero del Centro de Semillas Forestales Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Mayor de San Simón a través del programa de cooperación BASFOR- ESFOR-UMSS.

Referencias

- [1] ALMICOLSA. Productos agroindustriales de exportación barbasco en polvo Tara en polvo cochinita ratania todo sobre la Tara (*Caesalpinia spinosa*). Lima, Perú, <http://tripod.com/Caesalpiniaspinosa> - <http://www.geocities.com/lebr7>, 2003 (Fecha de consulta: 2004, mayo 10).
- [2] S. Sharry. Problemas asociados al cultivo de tejidos de especies leñosas centro experimental de propagación vegetativa. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires*, 1, 2001.
- [3] C. Barriga, J. Salazar. El cultivo de la Tara. *Proyecto viveros forestales en la cuenca alta del Río Rímac, Lima, Perú*, 6-7, 1993.
- [4] P. De la Cruz. Aprovechamiento integral y racional de la Tara *Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tinctoria*, *Revista del Instituto de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 7, 64, 67, 70, 2004.
- [5] MINAE–PROSEFOR. Reglamento técnico de certificación de semillas y plántulas de vivero de especies forestales. *MINAE-PROSEFOR, Costa Rica*, 12-15, 1993.
- [6] D. Reeves. Influence of Ca concentration on micronutrient imbalances in vitro propagated *Prunus rootstock*, 7, 1986.
- [7] E. George. Plant propagation by tissue culture. The technology (2nd Ed.). *Exegetics Ltd., England*, 668-669, 1993.
- [8] T. Marks, S. Simpson. Reduced phenolic oxidation at culture initiation in vitro following the exposure of field-grown stockplants to darkness or low levels of irradiance. *Colombia*, 3-4, 1990.
- [9] Ph. Druart. Contribution a l'élaboration de techniques de production en masse in vitro d'espèces ligneuses utilisables en culture fruitier. *Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgique*, 61, 1987.
- [10] R. Pierik. Cultivo *in vitro* de plantas superiores (Vol. III). *Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España*, 21-25, 1990.

Análisis del efecto de procedencias para conservación y mejoramiento de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Y. García Quintana, A. Álvarez Brito
Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba
ygarcia@af.upr.edu.cu

Palabras claves: Material genético, conservación, procedencia

Resumen

Este trabajo se realizó en áreas de la empresa Forestal Integral Viñales, ubicada en el municipio de Viñales con el objetivo de seleccionar material genético de especial valor para la conservación y el mejoramiento genético de la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Se encontraron diferencias significativas entre procedencias para las variables altura, diámetro y ramificación, en cambio para las progenies se reflejaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres analizados. El coeficiente de variación resultó alto entre (27.44 y 40.82%), siendo los parámetros altura y diámetro los de mayor variabilidad, facilitando la selección sobre la base de estas características, seleccionando como familias superiores la 102, 106, 113, 207, 213, 214, 304, 503, 618 y 709, perteneciente a las procedencias Cajálbana, El Burén, Los Palacios, La Jagua, La Guira y Juan Manuel.

1. Introducción

El 46% de la composición de las especies forestales cubanas actualmente empleadas en la reforestación corresponde a las coníferas [1]. *Pinus caribaea* var. *caribaea* especie endémica del occidente de Cuba tiene rápido crecimiento y se utiliza con resultados excelentes en programas de mejoramiento forestal por la calidad de su madera destinada a múltiples usos y su plasticidad ecológica, representando un patrimonio genético de incalculable valor. Los trabajos de mejoramiento genético en esta especie fueron iniciados a mediados de la década de los años 60, cumpliendo un intenso y variado programa de actividades de investigación y desarrollo, incluido en estudios de procedencias. Las procedencias, conocidas como el lugar natural de origen de la semilla - o si es una plantación, su raza geográfica - son de gran importancia, ya que muestran que generalmente el origen local es el mejor adaptado, pero no siempre es el más productivo y de esta forma el hombre puede introducir nuevas procedencias, aumentando la variabilidad genética y mejorando cualitativa y cuantitativamente la producción forestal en plantaciones [2].

En el largo plazo se espera optimizar el valor financiero en programas de mejoramiento forestal, así como consolidar la capacidad de respuesta a cambios ambientales y de mercado e identificar los ideotipos para las condiciones actuales y futuras. Para obtener

estos resultados es importante disponer de una base genética amplia para evitar la depresión endogámica y conservar la capacidad de respuesta de la población de mejoramiento. Mesén [3], plantea que existe una alta variación genética dentro de las especies arbóreas, lo cual depende mucho de su distribución geográfica, tamaño de la población y flujo de genes entre poblaciones.

Este trabajo persigue como objetivo seleccionar el material genético de especial valor para la conservación y el mejoramiento genético de la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

2. Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en un área ubicada en la carretera a Viñales (km 18), perteneciente a la empresa Forestal Integral Viñales y los datos climáticos fueron tomados de la estación meteorológica situada en la Estación Experimental Forestal de Viñales (22°34'40" N y 83°42'38" W; 192 m) en Pinar del Río. Se tiene promedios anuales de precipitación con 1 765.0 mm, temperatura 25.0°C, temperatura máxima 28.8°C, temperatura mínima 19.5°C, temperatura máxima absoluta 34.1°C y temperatura mínima absoluta de 2.9°C.

La plantación se realizó en julio de 1994 en un área de 1 ha, bajo un diseño de bloques completos al azar, con nueve procedencias más un testigo que representa al huerto semillero Malas Aguas, cuatro réplicas, cinco plantas por procedencias y dos hileras perimetrales, a un espaciamiento de 2 x 2 m, realizando mediciones a los parámetros altura total y diámetro. Además se evaluaron los caracteres fenotípicos de rectitud del fuste, ramificación y ángulo de inserción de las ramas según el método evaluativo de Eldrige [4], que contempla la asignación de valores arbitrarios en una escala de 1-5, donde el 1 representa las procedencias de peor fenotipo y el 5 las de mejor apariencia. Además se realizó un análisis edáfico, tomando cuatro muestras al azar, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de suelos del Ministerio de la Agricultura, en la provincia de Pinar de Río.

Para el cálculo de la heredabilidad se realizó un análisis de varianza de clasificación doble sin incluir los testigos, donde se estimaron los cuadrados medios esperados y se obtuvo un análisis de componentes de varianza; a partir de éste, se estimó la heredabilidad en sentido estricto mediante la siguiente fórmula [5]:

Heredabilidad en sentido estricto:

$$h_e^2 = \frac{\sigma_f^2}{(\sigma_e^2 / n * b) + (\sigma_b^2 / b) + \sigma_f^2} \quad (1)$$

donde:

h_e^2 : Heredabilidad en sentido estricto;

σ^2 : Componente de varianza debida a progenies;

σ^2_e : Varianza del error experimental;

n: Árboles por parcela;

b: Número de bloques; y

σ_{fb}^2 : Componente de varianza debida a la interacción progenie-bloque.

Se determinó la ganancia genética según la expresión utilizada por Álvarez [2]:

$$G = \frac{1}{2} * i * \sigma_p * h^2 \quad (2)$$

donde:

i: Intensidad de selección;

σ_p : Desviación fenotípica; y

h^2 : Heredabilidad.

La respuesta a la selección fue determinada a través de la siguiente expresión:

$$R = h_e * S \quad (3)$$

$$S = X_s - X_b \quad (4)$$

donde:

h_e : Heredabilidad en sentido estricto;

S: Diferencial de selección;

X_b : Media de la población base; y

X_s : Media de la población seleccionada.

Posteriormente y con la ayuda del sistema estadístico SPSS se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos para las procedencias representadas en el experimento sobre la base de los parámetros altura, diámetro, rectitud del fuste, ramificación y ángulo de inserción de las ramas con el objetivo de maximizar las diferencias. El caso de las variables rectitud del fuste, ramificación y ángulo de inserción de las ramas fueron convertidas en variables de distribución continua, mediante la transformación $(x)^{1/2}$.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se refleja la caracterización química del suelo de la localidad La Majagua, municipio Viñales. Estos resultados muestran que estos suelos son extremadamente ácidos, presentan muy bajo contenido en fósforo, potasio; son deficientes en bases cambiables de (Ca +, Mg+, K+), y el Na+ se encuentra dentro de los límites normales, coincidiendo con lo reportado por [1].

En la plantación el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre procedencias para las variables altura, diámetro y ramificación, no siendo así para los

demás caracteres estudiados. Esto significa que la adaptabilidad de las procedencias fue diferente en cuanto al crecimiento y forma de las ramas.

Tabla 1: Caracterización química del suelo de la localidad La Majagua, Viñales

Muestras	pH KCl	mg/100 g de suelo								
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	T-S
1	3.5	1.54	4.17	1.28	0.48	0.14	0.09	1.98	8.45	6.46
2	3.8	0.77	4.17	0.48	0.20	0.18	0.02	0.88	5.63	4.76
3	3.9	1.16	2.50	0.72	0.48	0.11	0.07	1.37	4.64	3.24
4	3.8	0.77	3.33	0.40	0.20	0.14	0.07	0.81	3.96	3.14

Para el caso de la variable altura los valores más elevados corresponden a la procedencia Cajálbana y los más bajos a Galalón e Isla de la Juventud. Esto indudablemente, entre otras causas, está influenciado por el lugar de donde proceda la semilla, siendo esta localidad una de las principales fuentes semilleras naturales de la especie. En cuanto al diámetro las localidades El Burén, Cajálbana, Los Palacios, La Jagua, Marbajita, La Guira y Juan Manuel todas incluidas en un mismo grupo de significación, superan debido al efecto de las procedencias a Malas Aguas, Galalón e Isla de la Juventud; estos resultados coinciden con los reportados por González et al. [6]. Para el carácter ramificación se presentaron dos grupos de significación: uno compuesto por las procedencias El Burén, La Jagua, Los Palacios y Galalón que superan al segundo: Marbajita, Malas Aguas, Cajálbana Juan Manuel, La Guira e Isla de la Juventud.

A continuación se presentan las Figs. 1-3 que reflejan la ubicación aproximada de cada procedencia así como las agrupaciones dadas por la prueba Duncan para los tres caracteres significativos.

La ramificación al igual que los otros parámetros analizados presenta individuos sobresalientes; en este caso están distinguidos por ramas finas y delgadas. En la tabla 2 aparecen representados los porcentajes obtenidos de la evaluación del carácter ramificación, para distinguir las procedencias de buena, media y malas características en cuanto a este parámetro.

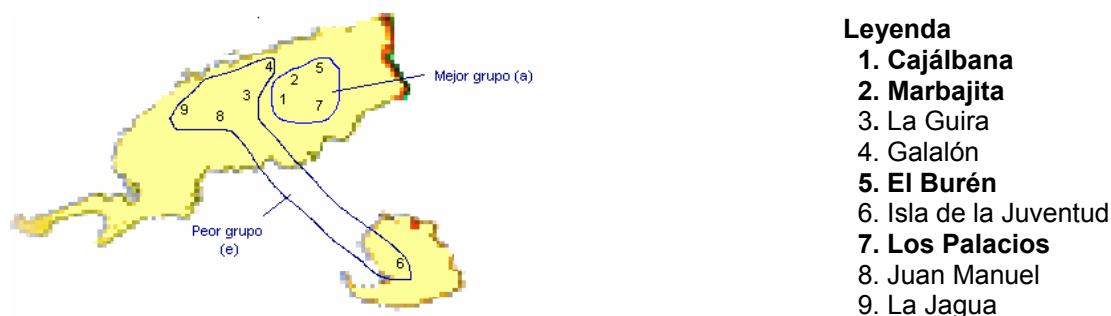


Fig. 1: Ubicación y agrupaciones de las procedencias para el carácter altura

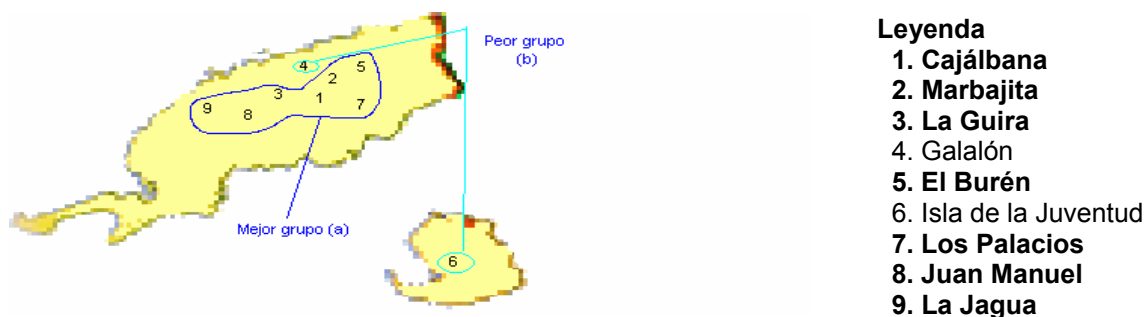


Fig. 2: Ubicación y agrupaciones de las procedencias para el carácter diámetro

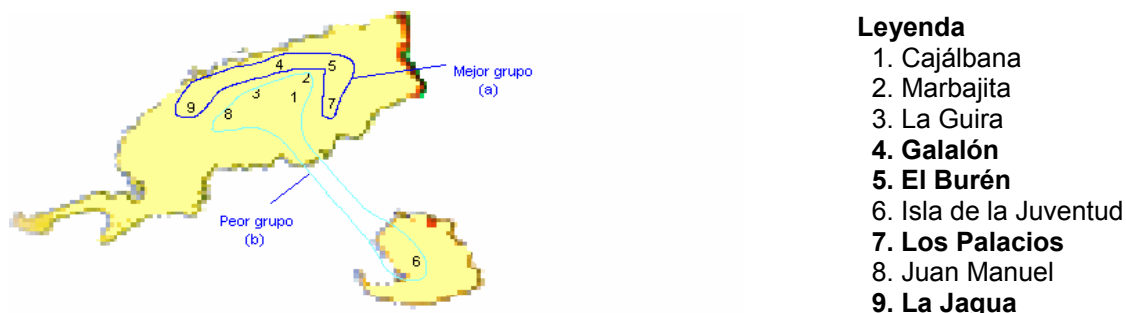


Fig. 3: Ubicación y agrupaciones de las procedencias para el carácter ramificación

Tabla 2: Comportamiento de la ramificación en las procedencias

Procedencia	N	Cant. de árb. con (4 y 5)	%	Cant. de árb. con (3)	%	Cant. de árb. con (1 y 2)	%
Cajálbana	86	6	6.98	16	18.6	64	74.42
El Burén	95	6	6.32	38	40.0	51	53.68
Los Palacios	91	8	8.79	19	20.88	64	70.33
Galalón	94	3	3.19	20	21.28	71	75.53
La Guira	94	0	0	20	21.28	74	78.72
La Jagua	94	4	4.26	22	23.40	68	72.34
Juan Manuel	96	1	1.04	19	19.79	76	79.17
Isla de la Juventud	89	1	1.12	17	19.10	71	79.78
Marbajita	90	1	1.11	22	24.44	67	74.44
Malas Aguas	19	1	5.26	4	21.05	14	73.68

Como se mostró anteriormente, el máximo porcentaje referido de árboles con buenas características (4 y 5) en cuanto a forma de las ramas está representado por la procedencia Los Palacios y el mayor porcentaje de árboles de mala calidad, o sea con defecto (1 y 2) pertenece a la procedencia Isla de la Juventud. Es importante señalar que todas las procedencias presentaron la mayor cantidad de árboles en las categorías (1 y 2); esto significa que gran parte de la población está caracterizada por este defecto, lo cual influye en el espaciamiento, en la cantidad de árboles por hectárea y en consecuencia, en el rendimiento por hectárea y además en la calidad de la madera, ya que el grosor de las ramas es una variable asociada a la calidad de la madera porque interviene sobre el tamaño de los nudos.

Como se observa en las tres variables que reflejaron significación, existe un patrón general de distribución espacial común para las fuentes semilleras evaluadas, pues, en la formación de los grupos están presentes las procedencias comunes, lo que quiere decir que la distribución genética está influyendo en la distribución espacial. También es de señalar que de modo general en los mejores grupos se encuentran las procedencias donde la especie está formando masas homogéneas y en los peores grupos se encuentra asociada con *Pinus tropicalis* o en áreas donde el *Pinus caribaea* no debe permanecer. Esto significa que probablemente el núcleo original de la especie sea el idóneo y se encuentra en las localidades comunes a los sitios de mejores resultados.

La heredabilidad, al constituir un indicador del nivel de control genético de la variable correspondiente en cualquier programa de mejoramiento genético forestal, es de gran importancia, pues nos da una medida de cuán influenciado es un carácter por la herencia y cuánto por el ambiente. En la tabla 3 se reflejan los valores de heredabilidades obtenidos para los cinco caracteres fenotípicos.

Tabla 3: Heredabilidad para cinco caracteres fenotípicos

Carácter evaluado	Heredabilidad
Altura	0.78
Diámetro	0.77
Rectitud	0.84
Ramificación	0.82
Ángulo de inserción	0.83

En general se han estimado heredabilidades en sentido estricto entre 0.77-0.84, considerándose altas. Esto indica que estas variables están bajo control genético y por tanto estas características son altamente heredables o sea son parámetros transmisibles de una generación a otra, reflejando este resultado que los caracteres altura y diámetro son menos controlados genéticamente y por tanto más susceptible de modificar su comportamiento bajo diferentes condiciones ambientales. El caso específico de la rectitud del fuste indica estar más controlado por el genotipo donde expresa que el carácter rectitud del fuste es fuertemente heredable.

El coeficiente de variación resultó alto, lo cual favorece a la selección de fenotipos para continuar los trabajos de mejoramiento genético y queda reflejado en la tabla 4.

Tabla 4: Coeficiente de variación para cada característica evaluada

Características evaluadas	Media	Desviación típica	Coeficiente de variación
Altura	2.45	1.00	40.82
Diámetro	5.04	1.76	34.92
Rectitud del fuste	2.31	0.79	34.20
Ramificación	2.20	0.66	30.00
Ángulo de inserción	2.15	0.59	27.44

Como puede apreciarse la variable altura y el diámetro presentaron una mayor variabilidad, lo cual facilita en la selección sobre la base de estas características y el parámetro ángulo de inserción de las ramas una menor variación. En tal sentido y teniendo en cuenta que el objetivo final de la plantación está en función de los rendimientos y calidad de la madera, resulta evidente fijar como criterio de selección a los parámetros altura y diámetro por influir en el volumen maderable. Por tanto, se deben seleccionar como mejores procedencias tanto para el mejoramiento como su conservación a Los Palacios, La Jagua, El Burén, Cajálbana, La Guira y Juan Manuel.

4. Conclusiones y recomendaciones

- Se encontraron diferencias significativas entre procedencias en cuanto al crecimiento y forma de las ramas, mostrando las progenies una mayor variabilidad, lo cual es una expresión de las diferencias genotípicas entre individuos de esta población.
- Los estimados de heredabilidad resultaron altos en valores que oscilan entre 0.77 y 0.84, lo cual indica que las variables están bajo un fuerte control genético.
- Sobre la base de los criterios de selección fijado se deben seleccionar como procedencias para la conservación y el mejoramiento a Cajálbana, El Burén, Los Palacios, La Jagua, La Guira y Juan Manuel.
- Se deberán ejecutar estudios sobre la elaboración de mapas genéticos para localizar los genes que afectan a rasgos de importancia económica.

5. Referencias

- [1] A. Marrero et al. Comportamiento de *Pinus caribaea* Morelet en diferentes tipos de suelos. *Revista Cuba Forestal*, 1, 40 p, 1998.
- [2] A. Álvarez. Genética forestal. Texto preparado para la maestría en Ciencias Forestales. Opción: Silvicultura. *Universidad de Pinar del Río, Facultad Agroforestal, Ciudad de La Habana, Cuba*, 156 p, 1998.
- [3] F. Mesén. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Uso de propagadores de subirrigación. *Manual Técnico, #30, CATIE, Turrialba, Costa Rica*, 22 p, 1998.
- [4] K. Eldrige. Progeny testing *Pinus radiata* in Australia. *Proceedings of the IUFRO, Estocolmo, Suecia*, 385-395, 1973.
- [5] F. Mesén, J. Cornelius. Evaluación de un ensayo de procedencias-progenies de *Vochysia guatemalensis* a los ocho años, con fines de conversión en huerto semillero. *Segundo Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina, Santo Domingo, República Dominicana*, 18-22 de Octubre de 1999, Turrialba, Costa Rica, 73 p, 2000.
- [6] A. González, A. Mercadet, F. Moreno. Comportamiento de diferentes orígenes geográficos. *Revista Forestal Baracoa*, 5(2), 3-18, 1998.

Negocios integrados y ordenamiento territorial en el MERCOSUR: Biocomercio en Amazonas y ganadería en la pampa

M. Fernando, C. Ramírez
Area de Recursos Naturales y Sustentabilidad (F.C. Veterinarias)
Instituto Multidisciplinario de Ecosistemas y Desarrollo Sustentable.
Universidad Nacional del Centro, Tandil, Pcia. de Buenos Aires, Argentina
fmilano@vet.unicen.edu.ar

Palabras claves: Amazonas, pampas, biocomercio, ganadería, Mercosur

Resumen

En Amazonía la expansión ganadera causa principal de deforestación; convirtió a Brasil en líder exportador de carne, dejando consecuencias ambientales severas. Paralelamente, en los pastizales pampeanos ya transformados la ganadería con sus pasturas está siendo reemplazada por una agricultura que degrada suelos y altera ciclos hidrológicos. La carne implica degradación o conservación según su origen, hecho ya percibido por consumidores europeos, lo cual pone en riesgo los negocios amazónicos. Con el marco del Mercosur se propone: un ordenamiento ambiental integrando países y produciendo según aptitud de la tierra; aprovechar asimetrías que perjudican a países como Argentina y Uruguay para beneficiarlos en el comercio de carne; integrar empresas ganaderas y frigoríficas en países diferentes a los de su origen; promover fuertemente el biocomercio amazónico; y establecer políticas de pago de servicios ambientales entre países del bloque cuyos fondos provengan de sobreprecios a los productos exportados.

1. Introducción

En los años 60 habitaban la Tierra unos 3 000 millones de personas y los sistemas económicos existentes eran fruto de siglos de evolución. Cuarenta años después, con el doble de población (y en vías de triplicarse) los ecosistemas cambian muy rápidamente reduciéndose la capacidad de mantenimiento de los sistemas vitales. Frente a esto, los sistemas económicos están realizando cambios notables, como el reconocimiento económico de los servicios de los ecosistemas, tal como el mercado del carbono [1] o los pagos por servicios ambientales a ganaderos latinoamericanos [2]. Otro ejemplo es la certificación que, como en la producción orgánica, se realiza para garantizar la producción bajo pautas (ambientales, sociales, sanitarias) de interés para el consumidor y/o los estados [3, 4].

Por otro lado, muchas políticas internacionales están guiadas por bloques de países que, como el Mercosur, permiten un mayor desarrollo y defensa de sus intereses en el escenario global. En esta realidad mundial existen países, como los de Europa

occidental, que consumiendo el doble de la proteína que necesitan [5], requieren importantes cantidades de carne vacuna así como de soya para producir proteínas animales. Igualmente, países como China, demandan de manera creciente grandes cantidades de soya con el mismo fin [6, 5]. La mayor cantidad de soya y carne vacuna que se exporta a nivel mundial se produce en Sudamérica y dada la expansión de la demanda, se han degradado en forma marcada los ecosistemas, particularmente los que poseen cobertura arbórea [7].

El objetivo de este trabajo es presentar algunos aspectos de la ganadería actual en Amazonía y la pampa, los alcances del biocomercio y ejemplos del pago por servicios ambientales. Igualmente algunas propuestas basadas en el Mercosur en que estados y empresas deberían generar políticas de ordenamiento territorial, integración comercial y pago de servicios ambientales. Estos últimos deberían sumarse al precio de los productos exportados a países ricos, quienes deberían cubrir el costo necesario para mantener la biodiversidad, riqueza cultura, armonía social y estabilidad ecológica en Sudamérica.

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó sobre datos existentes en las bases de datos de FAO y en la bibliografía [5]. Se relevó la situación económica y ambiental de la producción bovina en distintos países del Mercosur, los conceptos y ejemplos de pago por servicios ambientales a productores ganaderos, y el desarrollo y alcances del biocomercio en la región.

3. Resultados y discusión

3.1. Producción de carne bovina en Brasil

Tiene producción ganadera como causa principal de deforestación en Amazonía, que llegó a 24 000 km² para 2004 [7]. Aunque esta tendencia se redujo en 2005 con la valuación del real, podría en el futuro volver a tener esa dimensión según las demandas y políticas locales y globales [8]. Durante años el incremento de la producción de carne de Brasil se destinó al consumo interno. Sin embargo, desde 1998 cuando exportaba alrededor de 300 000 toneladas anuales hasta 2004 que llegó a 1400 000 toneladas, gran parte del crecimiento productivo se destinó a la exportación [7]. Entre enero y julio de 2005, fueron exportadas 1 299 millones t, lo que corresponde a \$US 1 752 millones para ese período. Para 2004 había sido de sólo 965 000 t y \$US 1 313 millones [7]. Este crecimiento implicó, entre otras cosas, pasar de 147 (1990) a 183 millones (2000) de cabezas; de esas 36 millones, 30 se instalaron en Amazonas [7]. Desde lo legal, los porcentajes de las propiedades que son deforestadas exceden generalmente el 20% permitido por la legislación brasileña [9, 10]. Desde el punto de vista ambiental la deforestación genera inestabilidad ecológica, pérdida de biodiversidad, alteración del ciclo hidrológico con riesgos de inundaciones, erosión,

pérdida de nutrientes, importante aumento de los niveles de CO₂ liberados a la atmósfera y alteraciones climáticas regionales [7, 11, 12].

Existen impactos atmosféricos que afectan directamente a otros países del Mercosur debido a las grandes quemas de biomasa mediante las cuales se realiza la deforestación. Estos incendios forman productos (aerosoles, monóxido de carbono) que se transportan a grandes distancias cubriendo áreas extensas, llegando desde Brasil y Bolivia hasta el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina a lo largo de varios días [12]. Estos aerosoles modifican la estructura térmica de la atmósfera, pudiendo contribuir a la disminución de las precipitaciones y a una mayor violencia de las mismas cuando finalmente se producen [13]. Entre los productos de la quema de biomasa se encuentran además precursores de ozono troposférico, que junto con una importante disminución de la radiación solar generada por los aerosoles pueden producir una reducción de las cosechas en importantes regiones productivas [14]. Situaciones meteorológicas como el jet de capas bajas [15] o circulaciones sostenidas del este, llevan a altas concentraciones de contaminantes en el centro y norte argentino. Además de estos efectos locales y regionales, las quemas impactan a escala global al ser la fuente sudamericana más importante de gases de efecto invernadero y una fuente importante de cloruro y bromuro de metilo, que afectan la capa de ozono estratosférico [13]. La deforestación aumenta la escorrentía y, con ella, el riesgo de incrementar la frecuencia y severidad de inundaciones. Además, la reducción en las superficies de evapotranspiración y la degradación de los suelos que produce, llevan a una disminución en el ciclo hidrológico, pudiendo generar sequías y escasez de agua en el futuro. Esto tiene especial importancia dado que las nubes generadas por la evapotranspiración de la selva amazónica son responsables de las lluvias de verano en la región pampeana, claves para la cosecha de maíz, soja y girasol.

3.2. Producción de carne bovina en Argentina y Uruguay

La ganadería se desarrolló en los pastizales del Río de la Plata sobre un ecosistema que puede considerarse ideal para tal fin ya que no se reemplaza la vegetación natural. Esta situación también puede observarse por ejemplo en pastizales naturales del Beni, en Bolivia. Con el avance agropecuario en la región pampeana, muchos pastizales se reemplazaron por pasturas en rotación con cultivos de cosecha, lo cual a pesar del reemplazo constituyó un agroecosistema razonablemente estable y sustentable [16, 17, 18]. Sin embargo, la mayor rentabilidad agrícola de los últimos 20 años llevó a un desplazamiento de la ganadería por cultivos de cosecha, perdiéndose las rotaciones ganaderas necesarias para garantizar el manejo adecuado del suelo [19]. Hoy en Argentina son claras dos necesidades: desde lo agroecológico, la reincorporación de la ganadería a zonas agrícolas-ganaderas que se volcaron a la agricultura continua; y desde lo económico, la necesidad de aumentar las exportaciones de carne vacuna, lo que comenzó a suceder fuertemente en 2005. A pesar de ello el gobierno puso trabas a la exportación para reducir el precio para consumo interno, lo que muestra la necesidad de aumentar la producción para el este creciente mercado y para las promisorias exportaciones [20]. Uruguay, por su parte con sistemas pastoriles originales o pasturas

implantadas, basa gran parte de sus ingresos por exportaciones en la ganadería, la cual tiene una rentabilidad tal que ha atraído a inversores de otros países [21].

3.3. El rol del Mercosur

Desde el punto de vista comercial en los últimos años se han registrado conflictos en el Mercosur por las asimetrías comerciales registradas, por ejemplo, en el balance comercial de 2004 que arrojó una pérdida contra Argentina y a favor de Brasil de 1 800 millones de dólares. Estas asimetrías (reconocidas por el Presidente de Brasil), posiciona a Argentina para priorizar la promoción conjunta de carne sudamericana; está siendo realizada mediante el Foro Mercosur de la Carne, que distribuye cupos europeos entre los países miembro [22]. Una situación semejante cabe para Uruguay. Por otro lado, productores y consumidores se informan sobre las consecuencias ambientales y sociales de la producción de carne brasileña, así como de la producción de soya. Esto comienza a limitar los negocios y paralelamente promueve la certificación de aquellos productos provenientes de tierras y tecnologías adecuadas tal como la soya eco-amigable [23, 24, 25].

3.4. La opción del biocomercio: ejemplos desde Amazonía

Además de actividades forestales sustentables y certificadas, de alto valor para la economía amazónica, el biocomercio puede convertirse en un mecanismo para generar más recursos económicos. El biocomercio son aquellas actividades de colección, producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa bajo los criterios de sustentabilidad ambiental, social y económica [26]. Esta modalidad fue creada recientemente a través de la OMC para generar alternativas frente a la alta degradación natural y cultural que sucede en distintos lugares del mundo.

En América Latina ya hay organizaciones agrupadas para el desarrollo del biocomercio. Así, la Universidad Nacional do Pará (Brasil) desarrolló un programa que involucra a una organización sin fines de lucro (POEMAR) dedicada al estudio tecnológico de elaboración y control de calidad de las producciones naturales de la región, a una cooperativa (POEMACOO) de pequeños productores y técnicos, dedicada a solucionar problemas de acceso a los mercados y a una empresa dedicada a la comercialización de los productos (POEMATEC) asegurando a los mercados la calidad y cantidad esperada. Este grupo ejecuta el programa regional "Bolsa Amazonia" ya consolidado y expandido a otros estados de Brasil. El mismo ha llegado también a países amazónicos en los que hay secretarías ejecutivas (Colombia, Bolivia y Ecuador). El programa desarrolla actividades de capacitación para el uso sustentable, información y promoción de negocios para diversos productos como la pulpa de acaí pasteurizada, la harina de plátano, el papel amazónico, los recipientes de fibra de coco, el aceite vegetal de Copaiba, las castañas, el fruto de la pesca artesanal, la miel de abejas silvestres y diversas artesanías. Otro ejemplo del trabajo de este grupo lo brinda con la alemana DaimlerChrysler que fundó una empresa de manufactura en Belém con una inversión inicial de 1400 000 dólares, que apoya a más de 5000 personas, muchas

de ellas indígenas, para utilizar la fibra de coco y látex en la fabricación de apoyacabezas y asientos de autos Mercedes-Benz. Además adiestró a los agroindustriales en prácticas innovadoras de agrosilvicultura, llevando la producción nueve a 40 cocos por palma. La planta está en expansión atendiendo la nueva demanda de otros clientes como General Motors y Honda. Además ha añadido otras líneas de productos como vasijas y colchones [27, 28].

El biocomercio se asienta gradualmente en Latinoamérica. Los países andinos exportaron en 2000 productos asociados a recursos biológicos por 4800 millones de dólares. Ecuador tuvo la mayor participación con 1170 millones [29].

3.5. Pago por servicios ambientales

La severa degradación de la biosfera junto al aumento del conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas ha promovido la incorporación a la economía formal de pagos por estos servicios. Además del ya mencionado mercado del carbono, se presentan a continuación algunos ejemplos: (1) Costa Rica desarrolló un programa nacional de pago por servicios ambientales a través del cual los productores pueden percibir pagos por usos del suelo específicos con plantaciones nuevas y conservación de bosques naturales [30]; (2) en México, Costa Rica, Colombia y Ecuador ya existen mecanismos de pago por servicios ambientales donde el consumidor paga una tarifa de agua con ajuste ambiental para la conservación de las cuencas que abastecen de agua a las ciudades [31, 32, 33, 34]; (3) mediante la ley 8318/89 de conservación de suelos de la provincia de Entre Ríos, Argentina se realiza una desgravación impositiva durante la ejecución de un plan de manejo de suelos a varios años [35]; (4) a través de la ley 7107/2000 de la provincia de Salta, que crea el Sistema Provincial de Áreas Protegidas, se refiere expresamente e pago de servicios ambientales por la autoridad de aplicación a productores poseedores de reservas privadas [36]; y (5) como ejemplo más destacable vinculado a la ganadería se refiere al pago de servicios ambientales que un grupo de organismos internacionales otorga a ganaderos en Colombia, Nicaragua y Costa Rica. El objetivo es promover medidas de manejo que mejoren la captación de carbono, protección de cuencas hídricas y conservación de la biodiversidad; se ha creado un mecanismo por el cual el ingreso del dinero hace que las prácticas propuestas resulten rentables [2]. Los beneficios que se buscan con los nuevos sistemas silvopastoriles son: reducción en la dependencia de fertilizantes y pesticidas; ahorro de agua para irrigación; protección del suelo y aumento de la fertilidad; ingresos adicionales provenientes de la cosecha de frutas, leña y madera; introducción de especies nativas que mejoren la productividad de áreas de pastura; aumento del reciclado de nutrientes mediante sistema de raíces profundas de diversas especies vegetales asociadas; fijación de carbono en el suelo bajo pasturas mejoradas y en biomasa aérea arbórea; infiltración aumentada que reduce la escorrentía superficial y la concomitante erosión; mejoras en el manejo ganadero que reducen la compactación y la escorrentía; albergue de mayor asociación de invertebrados; mejoramiento de la condición de fragmentación de hábitats naturales dado que los sistemas combinados pueden actuar como corredores biológicos, conectando hábitats y facilitando la dispersión de semillas y regeneración de vegetación nativa [2].

3.6. Propuestas

Del análisis presentado surgen propuestas, algunas de las cuales apoyan lo sugerido por otros autores [8]. Toman al Mercosur como estructura operativa y estratégica y requieren del desarrollo de modelos económicos y ambientales. Ellas se refieren a:

- Realizar ordenamiento ambiental, integrando regiones de diferentes países y produciendo según aptitud de la tierra;
- Aprovechar asimetrías que perjudican a países como Argentina y Uruguay para mejorar la productividad y su posicionamiento en el comercio internacional de la carne; estas actividades las realiza habitualmente el Foro Mercosur de la Carne (p.e. en junio de 2004 los cuatro países miembro se repartieron porcentualmente una cuota de importación de carne de la UE: el 42% a Brasil, decisión en la que, seguramente, no estuvieron en juego las variables aquí expuestas [23]);
- Promover la certificación ambiental y social de la carne;
- Integrar empresas ganaderas y frigoríficas en países distintos al de su origen, como sucedió con algunas brasileñas que invirtieron en Argentina y Uruguay;
- Promover dentro y fuera del bloque el biocomercio amazónico para garantizar un ingreso adicional sustentable para las tierras amazónicas;
- Establecer una política de pago de servicios ambientales entre países del bloque que impediría o castigaría la producción de efectos perjudiciales, como podría suceder desde Brasil hacia Argentina por efecto de las quemadas. Por el contrario, premiaría económicamente los efectos climáticos benéficos del mantenimiento de la estructura arbórea amazónica que aportaría a la rentabilidad de la pampa desde Argentina a Brasil y Bolivia; y
- Derivar el costo del pago de servicios ambientales a los consumidores y/o estados que compran productos de la región (particularmente si son países ricos), tal como se realiza en diversos países de América Latina con el agua [31, 32, 33, 34]. Como ejemplo, la derivación de nuevos mercados de carne a países con agroecosistemas aptos, podría incluir la certificación con un sobreprecio, que pagaría entre otros los servicios ambientales de regulación climática.

4. Conclusión

En un mundo de notable velocidad de cambio ambiental es necesario implementar igualmente rápidas y originales medidas políticas y económicas. El ordenamiento territorial e integración de los mercados de la carne deben ofrecer soluciones para todos los países de la región. El incipiente biocomercio, el pago de los servicios ambientales y certificaciones en este escenario geográfico deberían complementar la riqueza que necesita la Amazonía para evitar su destrucción. Los países ricos compradores deberán pagar, como con el mercado de carbono, para garantizar el mantenimiento de sistemas vitales regionales y globales.

Referencias

- [1] N. Landell-Mills, T. Porras. ¿Bala de plata u oro de tontos? Revisión global de mercados para servicios ambientales forestales y sus impactos en la pobreza. *Int. Inst. for Environment and Development*, Buenos Aires, Argentina, 275 p, 2002.
- [2] S. Pagiola, P. Agostini, J. Gobbi, C. de Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, E. Ramírez, M. Rosales, J.P. Ruíz. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. *The World Bank Environment Department, Washington DC, USA*, 37 p, 2004.
- [3] B. Halweil. Organic gold rush. *World Watch*, 22-32, 2001.
- [4] K.G. Vizcarra. El comercio justo: Una alternativa para la agroindustria rural en América Latina. *FAO, Santiago de Chile*, Chile, 64 p, 2002.
- [5] FAO. Bases de datos. <http://www.fao.org>, 2007.
- [6] L. Brown. Outgrowing the earth: The food security challenge in an age of falling water tables and rising temperatures. *Earth Policy Institute, Norton and Company Ed., Nueva York, USA*, 2004.
- [7] D. Kaimowitz, B. Mertens, S. Wunder, P. Pacheco. Hamburger connection fuels Amazon destruction. *Informe del CIFOR (Center for International Forestry Research), Jakarta*, Indonesia, 12 p, 2005.
- [8] D.C. Nepstad, C.M. Stickler, O.T. Almeida. Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. *Conservation Biology*, 20, 1595- 1603, 2006.
- [9] Código Florestal. Ministerio de Meio Ambiente. Sitio Web: <http://www.ibamap.hpg.ig.com.br/4771leiF.htm>, 1965.
- [10] J.M. Dros. Manejo del boom de la soja: dos escenarios sobre la expansión de la producción de soja en América del Sur. *AIDEnvironment, Amsterdam*, Holanda, 2004.
- [11] A. Primavesi. Suelos especiales. En: Manejo Ecológico del Suelo, 428-488. *El Ateneo, Buenos Aires*, Argentina, 1984.
- [12] D.M. Mielnicki, P.O. Canziani, J. Drummond. Quema de biomasa en el centro-sur de Sudamérica: incendios locales, impactos regionales. *Anales IX Congreso Argentino de Meteorología, Buenos Aires*, Argentina, 2005.
- [13] M.O. Andreae, P. Merlet. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15(4), 955-966, 2001.
- [14] W.L. Chameides , H. Yu, S.C. Liu, M. Bergin, X. Zhou, L. Mearns, G. Wang, C.S. Kiang, R.D. Saylor, C. Luo, Y. Huang, A. Steiner, F. Giorigi. Case study of the effects of atmospheric aerosols and regional haze on agriculture: An opportunity to enhance crop yields in China through emission controls? *Proc. of the National Academy of Sciences*, 96(24), 13626-13633, 1999.
- [15] P. Salio , M. Nicolini, A. Saulo. Chaco low-level jet events characterization during the austral summer season. *J. of Geophysical Research*, 107(D24), 4816, 2002.
- [16] M. Cahuepé, R. León, O. Sala, A. Soriano. Pastizales naturales y pasturas cultivadas: dos sistemas complementarios y no opuestos. *Rev. Fac. Agron.*, 3, 1-11, 1982.
- [17] A. Soriano. Río de la Plata grasslands. En: R.T. Coupland, (Ed.), *Ecosystems of the World: 8A Natural Grassland*, 367-402, 1992.

- [18] E. Viglizzo. El rol de alfalfa en los sistemas de producción. En: E.H. Hijano y A. Navaro (eds), *La Alfalfa en la Argentina*, . INTA Cuyo, 261-271, 1995.
- [19] O. Solbrig, J. Morello. Reflexiones generales sobre el deterioro de la capacidad productiva de la pampa húmeda argentina. En: J. Morello y O.T. Solbrig (Eds.). *Argentina Granero del Mundo: ¿Hasta Cuándo?*, *Orientación Gráfica Ed.* Buenos Aires, 1-28, 1997.
- [20] La Nación. Topes a la venta externa de carnes. *La Nación*, 23/11/2006, 2006.
- [21] La Nación. Uruguay atrae a ganaderos argentinos. *La Nación*, 7/02/2006, 2006.
- [22] La Nación. Los empresarios quieren que se mejore la oferta de la UE. *La Nación*, 10/6/2004, 2004.
- [23] G. Monbiot. The price of cheap beef: disease, deforestation, slavery and murder. *The Guardian*, October 18, 2005.
- [24] La Nación. El Amazonas sin soja. *La Nación*, 29-7-06, 2006.
- [25] WWF. First ever eco-friendly soy arrives in Switzerland. http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/europe/where/switzerland/index.cfm?uNewsID=73600, 2007.
- [26] Biotrade. <http://www.biotrade.org>, 2006 (Consultado 30-1-07).
- [27] Bolsa Amazonia. <http://www.bolsaamazonia.com>, 2006 (Consultado 20-1-07).
- [28] M. Danielou. Utilización y gestión sustentable de fibras naturales amazónicas en la Amazonía brasilera. http://www.bothends.org/encycl/cases/printcase.php?id=94&id_language=2, 2002.
- [29] A. Ramos. Inst Von Humboldt, Colombia, <http://www.tierramerica.com>, 2001.
- [30] World Bank. Ecomarkets project: project appraisal document. *Report No. 20434-CR*, Washington DC, USA, 2000.
- [31] E. Castro. Costarrican experience in the charge for hydro environmental services of the biodiversity to finance conservation and recuperation of hillside ecosystems. *International Workshop on Market Creation for Biodiversity Products and Services*, OECD, 25-26 enero, Paris, Francia, 2001.
- [32] M. Echevarría. Water use association in the Cauca valley: a voluntary mechanism to promote upstream-downstream cooperation in the protection of rural watersheds. *Land-Water Linkages in Rural Watersheds Case Study Series*. FAO, Roma, Italia, 2002.
- [33] M. Echevarría. Financing watershed conservation: the FONAG water fund in Quito, Ecuador. En: S. Pagiola, J. Bishop, N. Landell-Mills (Eds.). *Selling Forest Environmental Services: Market-Based Mechanisms for Conservation and Development*. Earthscan, Londres, Inglaterra, 2002.
- [34] J.M. Bulas. Implementing cost recovery for environmental services in Mexico. *World Bank Water Week*, Washington DC, 2004.
- [35] Entre Ríos. Ley 8318/89. *Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, Argentina*, 1989.
- [36] Ley 7107/2000. Ley de creación del sistema provincial de áreas protegidas de la provincia de Salta. Argentina, 2000.

Factores que determinan la inducción y diferenciación de la floración *in vitro* en *Prunus* sp. provenientes de Colomi (Bolivia) y Gembloux (Bélgica)

C. Ugarte, Ph. Druart
Laboratorio de Cultivo *in vitro* BASFOR/ESFOR-UMSS
Laboratorio de Biotecnología CRA-W Bélgica
Centro de Semillas Forestales /Escuela de Ciencias Forestales-Universidad Mayor de
San Simón, Final Atahuallpa s/n, Cochabamba, Bolivia
basfor@entelnet.bo

Palabras claves: Micropropagación, cultivo *in vitro*, *Prunus*, floración, diferenciación floral.

Resumen

La transición del crecimiento vegetativo a la forma reproductiva es el evento más importante de desarrollo de las plantas. La comprensión de los eventos que la provocan ofrece el potencial de manipular la floración de plantas de importancia económica u hortícola, que presentan implicaciones para la industria [1]. Un problema determinante para la producción de guindas y cerezos es la floración, mediante este estudio es posible inducir o impedir la floración independientemente a las condiciones medio ambientales. Los ensayos de inducción *in vitro* son preparados en base a trabajos de floración [2]. Una secuencia de cultivo de un medio auxinico [3] a uno con citoquininas (0,5 mg/l TDZ) y a uno sin citoquininas produce un 68,1% de flores normales en el rosal Windeking (testigo) en los *Prunus*, un descenso de la relación citoquinina/giberelina y el paso por un medio citoquinina/auxina produce un 6% de formación de botones florales.

1. Introducción

A un momento bien determinado de su vida, las plantas superiores siguen una transformación espectacular: la floración. Este fenómeno representa el paso del estado vegetativo, caracterizado por la producción de tallos y hojas, a la vía sexual con la formación de flores que portan los órganos sexuales. La formación de flores requiere la transformación del meristemo apical de yemas vegetativas en una yema floral [4], siguiendo dos etapas principales. La primera etapa es la inducción y para realizarla la yema necesita de condiciones específicas de origen interno y externo a la planta. Siguen entonces modificaciones bioquímicas al interior del ápices que ciertas pueden comprometer la formación de estructuras reproductivas.

Las yemas son consideradas como inducidas a florecer cuando alcanzan un estado de irreversibilidad. Solo entonces comienza la etapa siguiente de diferenciación floral. Se trata de una fase anatómica en la cual las estructuras florales se forman y finaliza justo

antes de la antesis [5]. La transición del crecimiento vegetativo a la forma reproductiva es el evento más importante de desarrollo de las plantas. La comprensión de los eventos que la provocan ofrece el potencial de manipular la floración de plantas de importancia económica u hortícola, que presentan implicaciones para la industria [1]. Los análisis de savia de plantas fotoperiódicas indican que su composición varía considerablemente debido a la inducción floral. Las modificaciones concernientes a los nutrientes, como la sacarosa y la glutamina, una o varias hormonas vegetales según el caso, una giberelina, una citoquinina así como una poliamina [6].

Un problema determinante para la producción de guindas y cerezos es la floración, mediante este estudio es posible inducir o impedir la floración independientemente a las condiciones medio ambientales. Mediante el presente trabajo se pretende en una primera etapa identificar y controlar los parámetros que determinan la floración de explantes de *Vitro* en condiciones de cultivo *in Vitro*.

2. Materiales y métodos

Los ensayos de inducción *in vitro* se realizaron en *Prunus Hally Jolivette* y *Prunus cerasus* que fueron preparados en base a trabajos de floración [2]. Para este efecto se consideró como testigo al rosal Windeking.

El trabajo se realizó en el laboratorio de cultivo *in vitro* del Centro de Semillas Forestales (BASFOR)/ Escuela de Ciencias Forestales (ESFOR) de la Universidad Mayor de San Simón en base a los siguientes pasos:

a) Se probaron cuatro secuencias de cultivo para determinar los factores que limitan la floración *in vitro*: primera secuencia de cultivo, donde los explantes son repicados en un medio auxínico, transferidos luego a un medio M&S [3] rico en citoquininas (0,5 mg/l TDZ-tidiazuron), finalmente son repicados en el mismo medio sin citoquininas. Segunda secuencia es la misma secuencia primera, donde se disminuye la concentración de citoquinina a 0,2 mg/l TDZ. Tercera secuencia con transferencias sucesivas de un medio M&S [3] con una relación citoquinina /giberelina de 1 mg/l BAP (6-bencil aminopurina) / 0,1 mg/l AG₃ (ácido giberélico) a 0,05 mg/l BAP/ 0,05 mg/l AG₃; posteriormente a un medio conteniendo citoquinina a razón de 0,5 mg/l TDZ líquida y finalmente a un medio M&S [7] con una relación de citoquinina/auxina de 0,01mg/l NAA; 1mg/l BAP/ 0,5mg/l zeatina. Cuarta secuencia con misma secuencia que en el ensayo anterior, donde se cambia la última secuencia por una relación citoquinina/auxina de 0,025 mg/l NAA (ácido naftalen acético); 2 mg/l BAP; 1mg/l zeatina; 9% manitol.

b) En base a los primeros resultados, se ajustaron los medios para mejora el porcentaje de floración. Los ensayos fueron realizados en diferentes tiempos de pasada por el medio auxínico (664) [3] para la inducción a la floración; los tiempos probados fueron 10,15, 20 y 25 días. El efecto del incremento de la concentración de TDZ de 0,5 a 0,6 y

0,7 mg/l y finalmente el tiempo de pasada durante la última transferencia de 5, 10 y 15 días.

El tratamiento de datos se realizó mediante la aplicación del programa estadístico SAS.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para la determinación de las condiciones de floración *in vitro* y la mejora del porcentaje de floración, se presenta a continuación:

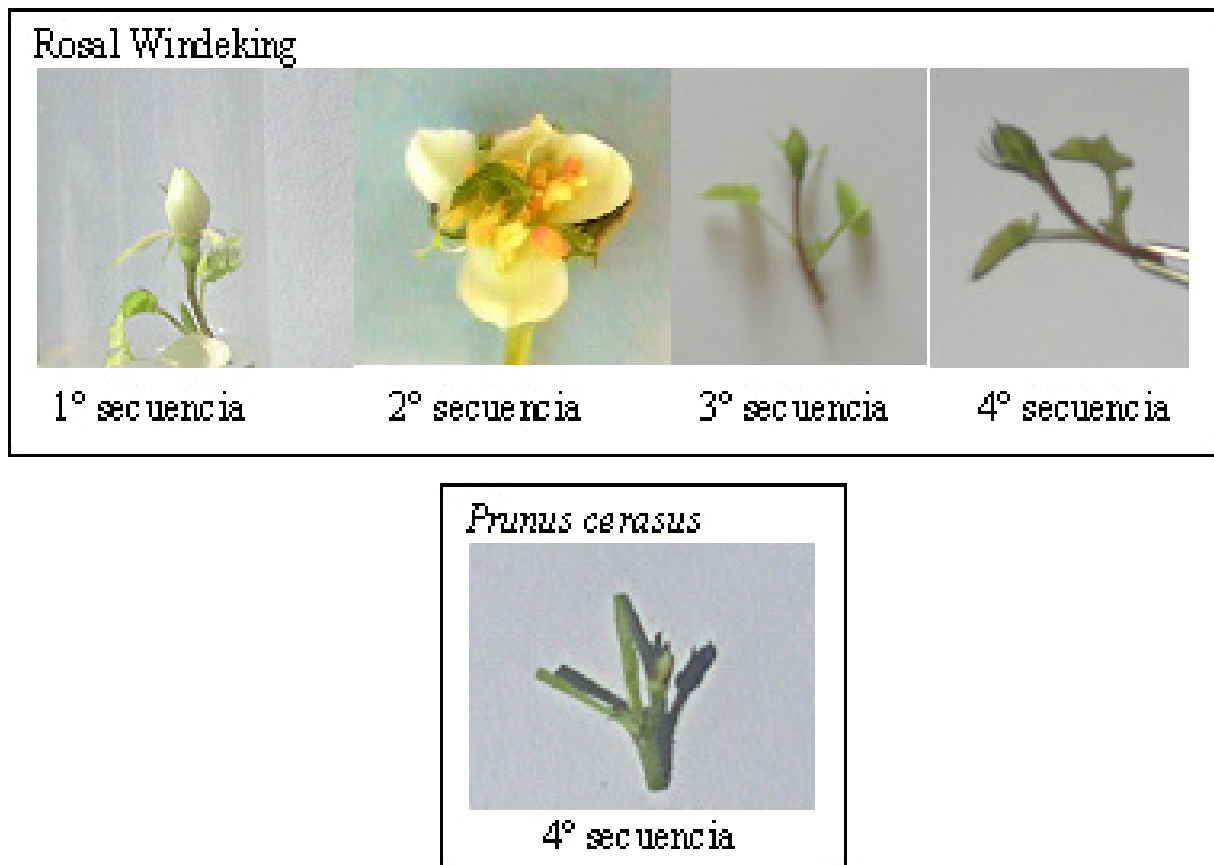


Fig. 1: Secuencias de cultivo testadas para determinar los factores que limitan la floración *in vitro*

a) Secuencias de cultivo para determinar los factores que limitan la floración *in vitro*. Con la primera y segunda secuencia de cultivo, se obtuvo la formación de yemas florales entre 20 y 23 días de cultivo solamente en el testigo (rosal Windeking), reportándose un 68,1% de flores normales con la secuencia primera y contrariamente 45,8% de flores anormales con la segunda secuencia. La concentración de citoquinina en nuestro trabajo el TDZ determina no solo la inducción floral, sino también la formación y distribución de las piezas florales. La tercera secuencia probada produce la formación de flores normales a 23 días de cultivo, tan solo en un 5,6% en el testigo, no

así en los *Prunus*. La cuarta secuencia de cultivo produjo a 23 días del cultivo, un 2,8% de formación de flores normales en el testigo y un 6% de brotes con yemas florales en *Prunus cerasus*.

Una concentración elevada de citoquinina (TDZ a razón de 5mg/l) por un tiempo corto, seguido de la transferencia a un medio de cultivo, que en comparación con la tercera secuencia, presenta una relación citoquinina /auxina inversa y enriquecido con manitol, muestra ser favorable a la formación de yemas florales en uno de los *Prunus* probados.

Las aplicaciones exógenas de citoquinina pueden reemplazar la necesidad de las hojas en la formación de yemas florales [7], así como una relación adecuada entre las citoquininas y giberelinas, puede determinar que una yema sea vegetativa o generativa [5].

Ajuste de medio para la mejora del porcentaje de floración. De los 36 tratamientos realizados, solamente 9 dieron resultados positivos en el rosal Windeking.

Tabla 1: Tratamientos efectuados en el rosal Windeking, para incrementar el porcentaje de formación de yemas florales

Ensayo	Tiempo de pasada sobre el medio 664	Concentración TDZ (mg/l)	Tiempo de transferencia (días)	Formación de yemas florales (%)	Formación flores normales (%)	Yemas necrosadas* (%)	
E 19	20 días	0,5	5	1	0	5	
E 20			10	32	100	5	
E 21			15	59	99	1	
E 23			10	39	100	0	
E 24			15	53	100	0	
E 29	25 días	0,5	10	66	100	0	
E 30			15	77	100	0	
E 32			10	63	98	0	
E 33			0,6	15	45	100	0

* Numero de yemas florales por tallo

Los primeros resultados muestran que los tratamientos E29 y E 30 en el rosal Windeking producen un elevado porcentaje de tallos con yemas florales, que producen el 100% de flores normales. En el caso de los *Prunus* no se obtuvo resultados alentadores en cuanto al incremento en el porcentaje de formación de yemas florales, pero se redujo el porcentaje de necrosis apical.

Es necesario realizar ensayos para poder controlar los tiempos precisos dentro de cada secuencia, dado que según la teoría multifactorial [6], el viraje floral solo es posible

cuando las concentraciones de varias sustancias nutritivas y hormonales son adecuadas al interior del meristemo caulinar.

4. Conclusiones

Una secuencia de cultivo de un medio auxínico [3] a uno con citoquininas (0,5 mg/l TDZ) y a uno sin citoquininas produce un 68,1% de flores normales en el rosal Windeking (testigo), en los *Prunus* se dio un descenso de la relación citoquinina/giberelina y el paso por un medio citoquinina/auxina produjo un 6% de formación de botones florales.

El tiempo de cultivo de 25 días en la secuencia 4 a una concentración de 0,5 mg/l de TDZ transferido a la última secuencia después de 15 días de cultivo incrementó la formación de yemas florales en el rosal Windeking y un descenso en el porcentaje de necrosis apical.

Se deben continuar los ensayos a partir de la cuarta secuencia para incrementar la formación de yemas florales en ambas especies de *Prunus* estudiados.

Referencias

- [1] D.D. Archbold. Understanding floral induction and morphogenesis: an introduction to the colloquium. *Hort. Sci.*, 38(7), 2003.
- [2] G.Y. Wang, M.F Yuan, Y. Hong. *In vitro* flower Induction in roses. *In vitro Cell. Dev. Biol.- Plant*, 38, 513-518, 2002.
- [3] Ph. Druart. Contribution à l'élaboration de techniques de production en masse *in vitro* d'espèces ligneuses utilisables en culture fruitier. *Dissertation originale en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences agronomiques, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat Gembloux, Gembloux, Belgique*, 1987.
- [4] A. Fabbri, L. Alerci, Reproduction and vegetative bud differentiation in *Olea europaea* L. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74, 522-7, 1999.
- [5] T.L. Davenport. Processes influencing floral initiation and bloom: the role of phytohormones in a conceptual flowering model. *HortTechnology*, 10, 733-739, 2000.
- [6] G. Bernier, A. Havelange, C. Houssa, A. Petitjean, P. Lejeune. Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell*, 5, 1147-1155, 1993.
- [7] H. Ramirez, G.V. Hoad. Effect of growth substances on fruit-bud initiation in apple. *Acta Hort.*, 120, 131-136, 1981.

Abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis*
(*Rodentia: Muridae*) en fragmentos de bosque de
Polylepis besseri de Cochabamba, Bolivia

R. Vargas Rodríguez^{1,2}

¹ Laboratorio de Ecología Terrestre, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

² Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
r_vargas@gmx.net

Palabras claves: Fragmentación, conservación, pequeños mamíferos

Resumen

Una de las principales amenazas a la biodiversidad es la fragmentación del hábitat la cual provoca la reducción poblacional de las especies que los habitan. De marzo a mayo de 2000 se evaluó la abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* de diferente tamaño en Cochabamba. La investigación se realizó mediante el método de captura, marcaje y recaptura (CMR) y a partir de ella se estimaron parámetros demográficos para posteriores comparaciones entre fragmentos y meses de estudio. No se encontraron diferencias en la densidad, proporción de sexos, edades, ni en el peso promedio entre fragmentos. Sin embargo, la tasa de sobrevivencia de *O. paramensis* fue significativamente diferente entre fragmentos. Se concluye que para la escala de los fragmentos estudiados, no existe un efecto de la reducción del hábitat en la densidad y estructura poblacional de *O. paramensis*.

Análisis de estrategias de administración de la vida silvestre en sector rural (Baja California, México)

J.I. Hernández Valdivia, R. Martínez Gallardo

Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Ensenada, Baja California, México
israel_hdz@uabc.mx, robtron@uabc.mx

Palabras claves: Biodiversidad, beneficios sociales, beneficios ecológicos, beneficios económicos, manejo, SIG, diversificación

Resumen

Se analizó el impacto de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS) de Baja California, en base a un diagnóstico de la problemática. Se integraron 93 registros de UMAS hasta 2005; se revisaron planes de manejo y aprovechamientos de especies, principalmente cinegéticas. Se encontraron errores de manejo, por lo que se concluyó que este esquema de administración no está cumpliendo con los propósitos para los cuales fue creado (conservación, diversificación productiva y generación de beneficios económicos a los dueños de la tierra). Por lo que es necesario aplicar modificaciones administrativas, normativas y éticas, en que estén involucrados todos los actores, autoridades gubernamentales, responsables técnicos y dueños de la tierra. Se proponen recomendaciones encaminadas a tratar de resolver dicha problemática y a hacer una mejor administración de los recursos de vida silvestre.

Cambios de comportamiento de forrajeo de aves cuando una especie se asocia a otras en bosques de *Polylepis besseri*

O. Ruiz B.

Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
oruiz@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: Forrajeo, *Polylepis besseri*, asociación, interespecífica

Resumen

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento biológico y cambios en la conducta de forrajeo de 3 especies de aves (*O. fraseri*, *L. yanacensis* y *M. leucophris*) en un fragmento de bosque de *Polylepis*; también evaluar si existe sobreposición de nichos o competencia interespecífica durante el forrajeo. Se realizaron observaciones mediante caminatas en el interior del fragmento, considerando variables como: posición, altura del árbol, hora de forrajeo, movimiento de aves en el árbol, número de individuos que realizan el forrajeo, asociación de grupo de aves y tiempo de forrajeo en el árbol. Hay una relación directa entre el número de individuos, tiempo de forrajeo y altura del árbol; forrajean en forma conjunta (como grupo asociado) y no compiten por alimento. Las tres especies prefieren el estrato superior para forrajear, *O. fraseri* prefiere el estrato horizontal interno del árbol, *L. yanacensis* la parte media y *M. leucophris* la parte externa.

Cambios de estructura y configuración del paisaje en la región del Chapare, Cochabamba, Bolivia

A. Bruckner¹, G. Navarro²

¹ Departamento de Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

² Herbario Forestal Nacional "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

dptbio@.fcyt.umss.edu.bo, gnavarro@entelnet.bo

Palabras claves: Ecología del paisaje, unidades de paisaje, fragmentación de bosques

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto el estudio temporal, entre los años 1990 y 1998, de la estructura y configuración del paisaje en las terrazas aluvionales y sistema de colinas de la cuenca comprendida entre el Río Ichilo, Sajta y el límite inferior del Parque Nacional Carrasco, determinando asimismo la evolución de sus bosques y fragmentación del paisaje. Utilizando la metodología de "Landscape", con terminología propuesta para sistemas tropicales [1] se identificó un solo Sistema de Paisaje y cuatro paisajes elementales: el climatófilo, el freatófilo, el inúndico y el ribereño o sucesional, con una evidente y drástica reducción del bosque primario y/o potencial, y un aumento del uso agropecuario del suelo. Así mismo, se ha establecido un aumento en el número de manchas de bosque, pero con tamaño más reducido, con tendencia a mantener la forma de las manchas de bosque: alargadas, regulares y geométricas. Finalmente, se ha determinado una mayor heterogeneidad paisajística o división del paisaje, pero con una menor riqueza. Del estudio se concluye que las colinas y terrazas altas son las que presentan un mayor impacto, tanto en cobertura del bosque como en fragmentación del paisaje.

Referencias

- [1] G. Navarro, A. Fuentes. Geobotánica y sistemas ecológicos de paisaje en el Gran Chaco de Bolivia. *Rev. Bol. de Ecología y Conservación Ambiental*, 7, 3-23, 1999.

Cambios en la estructura del paisaje del macizo de Q'uturi (Provincia Mizque, Departamento Cochabamba, Bolivia)

M. Atahuachi B.

Herbario Forestal Nacional M. Cárdenas, Centro de Biodiversidad y Genética,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
marlegu@gmail.com

Palabras claves: Estructura, paisaje, uso potencial, suelos

Resumen

El macizo de Q'uturi (provincia Mizque, Depto. Cochabamba) posee relictos de bosques de kewiña (*Polylepis besseri*) en dos sistemas de paisaje: climatófilo puneño pluviestacional (3 200-3 900 m) y climatófilo altoandino pluviestacional (3 900-4 000 m). Se determinó la tendencia evolutiva de 1961 a 1984, comparando cambios espacio-temporales. Se cuantificó la estructura del paisaje mediante índices de forma [1] (dimensión fractal, circularidad e índice diverso), abundancia y tamaño de manchas e índices de arreglo espacial (índice de dispersión, distancia al vecino más cercano); se analizó la diversidad y heterogeneidad [2] paisajística. Se identificaron dos sistemas de paisaje (puneño y altoandino) con 4 clases de manchas: antropógenas, bosques de kewiña, bofedales y canchales. Las características del suelo, junto a la variabilidad del sustrato, contribuyeron a la organización del paisaje. Hay tendencia de compactación de bosques de kewiña e incremento del área de las manchas antropógenas, en desmedro de los pajonales (matriz), cuya diversidad paisajística se ha mantenido. Estadísticamente los cambios ocurridos entre 1961 y 1984, no son significativos.

Referencias

- [1] K. McGarical, B.J. Marks. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying lanscape estructura. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351, USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA, 122 p, 1995.*
- [2] V.M. Romero. Cambios en la estructura del paisaje del alt empordà en el período 1957-2001. *Tesis doctoral, Departament de Geografia, Historia i Historia de l'Art Universitat de Girona. Dipòsit legal: GI-634-2005, 2005.*

Caracterización ambiental del corregimiento de Sapzurro-Chocó, ecosistema estratégico en el Darién Caribe colombiano

C.D. Roldán Carvajal
Grupo de Evaluación y Valoración de Ecosistemas Estratégicos
Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Posgrado en Gestión Ambiental
Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia
cdoldan@unalmed.edu.co

Palabras claves: Caracterización, atributos, biodiversidad, gestión, sostenibilidad

Resumen

El propósito de esta investigación es mostrar los atributos ambientales del corregimiento de Sapzurro para dar lineamientos acertados de gestión ambiental, que permitirán lograr sostenibilidad y conservar ecosistemas marinos y terrestres. Se aplicó enfoque de análisis por dimensiones, que permitió abordar interdisciplinariamente la compleja interacción entre dimensiones biótica, física, económica, cultural y política. La información de cada dimensión se obtuvo de información secundaria y mediante salidas de campo para verificar datos y recopilar nuevos. El grupo interdisciplinario se reunió para discutir la problemática, elaborando una matriz analítica donde se muestra la compleja interrelación entre las dimensiones, expresando los atributos ambientales encontrados en potencialidades y restricciones. Esta matriz se convirtió finalmente en el insumo básico para definir lineamientos de gestión acertados que ayudarán a solucionar la problemática ambiental, con la perspectiva de aplicarlo pronto para toda la región del Darién Caribe colombiano.

Clasificación y diagnóstico del estado de conservación de los bosques de *Polylepis* en Bolivia

G. Navarro¹, S. Arrázola¹, N. De la Barra¹, W. Ferreira², J. Balderrama¹, M. Mercado¹,
C. Antezana¹, I. Gomez³, S. Beck⁴

¹ Centro de Biodiversidad y Genética, Herbario Forestal Nacional, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

² RUMBOL s.r.l., Cochabamba, Bolivia

³ Colección Boliviana de Fauna, La Paz, Bolivia

⁴ Instituto de Ecología, Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

gnavarro@entelnet.bo, sarrazola@fcyt.umss.edu.bo, rimowa@supernet.com.bo,
isabelgomez@entelnet.bo, lpb.dir@accelerate.com

Palabras claves: Clasificación, conservación, estado actual, bosques de *Polylepis*, Bolivia

Resumen

En los Andes de Bolivia los bosques de *Polylepis* se encuentran desde 2 700-4 800 m, en manchas como elemento arbóreo exclusivo o dominante [1], siendo Bolivia uno de los principales centros de diversidad (14 especies y 5 endémicas) en áreas biogeográficas: Puna, Yungas y bosque boliviano-tucumano. Estos bosques albergan una biota importante y particular de aves, micromamíferos e insectos. Con inventarios (Braun-Blanquet) se estimó el estado de conservación según Dinnerstein et al. [2] y se elaboró un mapa del estado de conservación estableciendo categorías según la IUCN, siguiendo la clasificación de bosques de Navarro y Maldonado [3]. Hay 26 tipos de bosque en 70 áreas de distribución con 14 sitios vulnerables, 28 críticos y 10 extintos; de éstos, 14 están en la Puna (en peligro hasta extinto), 8 en los Yungas (en peligro hasta extinto y en estado crítico) y 4 boliviano-tucumano (en peligro hasta extinto y en estado crítico). Las principales amenazas constituyen la quema, leña y actividades agrícolas. El óptimo de distribución altitudinal y bioclimático se da en entre 3 000-4 000 m. El grado de conservación de estos bosques es deficiente a muy malo: mejor conservados en Cochabamba y N La Paz; más degradados C y S Yungas de La Paz, cordilleras Muñecas, Real y Tres Cruces, Altiplano norte y zonas occidentales y menos húmedas de la Cordillera Oriental en Cochabamba y Potosí.

Referencias

- [1] J. Fjeldså, M. Kessler. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. *DIVA Technical Report 11, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 117 p, 2004.*

- [2] E. Dinnerstein, D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Boolbomder, G. Ledec. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. *Fondo Mundial para la Naturaleza-Banco Mundial, Washington DC, USA, 48 p, 1995.*
- [3] G. Navarro, M. Maldonado. Geografía ecológica de Bolivia. *Centro de Ecología Simón y Patiño, Cochabamba, Bolivia, 2002.*

Conservación de recursos fitogenéticos en el banco de germoplasma de Pairumani

L. Guzmán, M. Cespedes, T. Avila, G. Avila
Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani
Cochabamba, Bolivia
fitogen@fundacionpatino.org

Palabras claves: Recursos fitogenéticos, agrobiodiversidad, conservación germoplasma

Resumen

El Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP) cuenta con un banco de germoplasma para conservar variedades nativas, cultivadas y especies silvestres emparentadas, que forman parte de la biodiversidad con importancia socioeconómica de Bolivia. El germoplasma proviene de recolecciones realizadas desde los setenta con fondos propios y mediante donaciones del IPGRI, FONAMA y actualmente con cofinanciamiento del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINARGEAA), se realiza la obtención de material cultivado y silvestre de maní. Actualmente se conservan en semilla cerca de 5 000 entradas de colecciones de: maíz, frijol, haba, arveja, tarwi, amaranto, capsicum, cucurbitáceas y maní. La colección de pasifloras es conservada en jardín e *in vitro*. Se registran datos de identificación de la muestra y del lugar de colecta, extraídos de la ficha de recolección. Se cuenta también con datos de caracterización morfológica y fisiológica. Se están realizando caracterizaciones moleculares de maíz y frijol con marcadores microsatélites, ISSR y RAPD. Los datos de evaluación registrados comprenden datos agronómicos: rendimiento y resistencia a factores bióticos y abióticos. Se cuenta con un laboratorio de fitopatología. El material es regenerado periódicamente. Se realizan trabajos de investigación y premejoramiento con apoyo de laboratorios de biología molecular, cultivo de tejidos y fitopatología del CIFP.

Consideraciones metodológicas para la estimación poblacional de *Akodon subfuscus* y *Oxymycterus paramensis* (Rodentia: Muridae) en fragmentos de bosques altoandinos de Bolivia

R. Vargas Rodríguez^{1,2}

¹ Laboratorio de Ecología Terrestre, Universidad de Chile, Santiago, Chile

² Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

r_vargas@gmx.net

Palabras claves: Heterogeneidad de captura, captura-recaptura, población, pequeños mamíferos

Resumen

Varios métodos de captura-recaptura utilizados para la estimación de tamaños poblacionales suponen que la probabilidad de recaptura es homogénea entre los individuos de una población dada. Este supuesto es empíricamente falso para dos especies de pequeños mamíferos de Bolivia. Las probabilidades de recaptura de *Oxymycterus paramensis paramensis* y *Akodon subfuscus subfuscus* fueron heterogéneas. Algunos individuos fueron capturados un número menor de veces que lo esperado por azar mientras que otros fueron capturados con mayor frecuencia que lo esperado por azar. Dicha heterogeneidad en la respuesta a las capturas excluye el uso de métodos basados en probabilidades homogéneas de recaptura. Se discuten las implicaciones de la violación de este supuesto en la estimación de parámetros poblacionales.

Dinámica de establecimiento de alisos en el NO de Argentina en respuesta a precipitaciones y actividad ganadera

E. Aráoz, R. Grau
Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas
Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina
ezequielaraoz@gmail.com

Palabras claves: Dendrocronología, estructura etaria, fuego, precipitaciones, ganadería

Resumen

Evaluamos fuego y precipitaciones como presiones de expansión del bosque en que monodominan el aliso (*Alnus acuminata*) (NO Argentina). Analizamos seis cuencas con bosques de aliso y diferentes historias de uso y régimen de precipitación: húmedo, mésico y semiárido. Con técnicas dendrocronológicas se fechó establecimiento de 300 individuos/cuenca; estimamos establecimiento/año considerando mortalidad constante. Registramos fuegos antrópicos/cuenca con técnicas dendrocronológicas [1]. En cuencas húmedas, se establece durante alta frecuencia de fuegos; en mésicas, responde a precipitación; en sistemas semiáridos sin patrones de respuesta. El agua disponible para reclutamiento de renovales controla la invasión del aliso; la disponibilidad de agua aumenta por incremento de precipitación o reducción de biomasa herbácea competidora. En sistemas mésicos se presenta la primera situación y se expande el bosque frente a las lluvias. En sistemas húmedos se reduce la capacidad de captación de agua cuando se quema el pastizal. Se apoya hipótesis de Davis et al. [2].

Referencias

- [1] M.A. Stokes, T.L. Smiley. An introduction to tree-ring dating. *The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA*, 73 p, 1968.
- [2] M.A. Davis, P. Grime, K. Thompson. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88, 528-534, 2000.

Diversidad de la flora herbácea en bosques fragmentados de *Polylepis subtusalbida* y bosques reforestados del Parque Nacional Tunari, Cochabamba

N. Vargas
Herbario Nacional Forestal Martín Cárdenas (BOLV)
Cochabamba, Bolivia
bromeliacea@yahoo.com

Palabras claves: Vegetación, riqueza, abundancia, reforestación

Resumen

El objetivo del presente estudio sobre vegetación herbácea natural es demostrar diferencias de riqueza y abundancia en bosques naturales de *Polylepis subtusalbida* y plantaciones forestales de especies exóticas, *E. globulus* y *P. radiata* en dos localidades del Parque Nacional Tunari (Cochabamba-Cercado). La obtención de datos se realizó en diferentes tipos de bosque: rodales de *Polylepis Eucalyptus* y *Pinus*; bosques mixtos de *Polylepis* con *Eucalyptus* y con *Pinus*. Se evaluaron 20 parcelas (permanentes, 20m²) por tipo de bosque, totalizando 300 parcelas. Se registraron 332 especies vegetales, 188 en fragmentos bosque de *Polylepis*, 117 en fragmentos mixtos *Polylepis-Eucalyptus*, 92 en fragmentos mixtos *Polylepis-P. radiata*, 62 en plantaciones de *Pinus radiata* y 73 especies en *E. globulus*. Se manifiestan diferencias en riqueza y abundancia con influencias negativas de las plantaciones forestales sobre las especies nativas en ambas localidades. Las manchas de bosque de *Polylepis subtusalbida* en el Parque mantienen aun vegetación nativa.

Ecotono ripario y su calidad ecológica: El caso de dos arroyos subtropicales de montaña en Tucumán, Argentina

M. Sirombra
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina
Fundación Repsol YPF, Argentina
msirombra@webmail.unt.edu.ar

Palabras claves: Zonas riparias, microcuenca, calidad ecológica, capacidad de autogestión

Resumen

Se realizó estudio en dos arroyos del pedemonte de Yungas, cuyo hábitat ripario se caracteriza por pérdida de masa forestal, presencia de contaminación y construcciones hidráulicas. Para evaluar su calidad ecológica, se adaptó el índice QBR (Qualitat Bosc de ribera) [1] a condiciones locales de dos arroyos subtropicales de montaña en el sector norte de la sierra de San Javier (26°47' S - 65°22' W); considera características de la vegetación arbórea y arbustiva, geomorfología del cauce y alteraciones antropogénicas. Se empleó software de desarrollo propio [2], que permitió evaluar la "calidad ecológica" de las riberas por rangos. Para el análisis estructural del curso de agua, se realizaron perfiles laterales que visualizaron la condición física del ecotono ripario en ambos márgenes, donde se asienta la vegetación riparia. Los primeros resultados muestran bajos valores de calidad en estaciones de muestreo próximas a industrias y urbanizaciones rurales (Q.B.R < 50); mientras que mejoran sensiblemente hacia las cabeceras de cuencas (Q.B.R > 75). Mediante encuesta se exploró la percepción de pobladores locales sobre ventajas y desventajas que brindan los bosques riparios. Como resultado relevante se destaca el escaso conocimiento que poseen acerca de este tipo de ambiente y su insuficiente capacidad de autogestión.

Referencias

- [1] A. Munné, C. Solá, N. Prat. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175, 20-37, 1998.
- [2] M. Sirombra, O. Grimolizzi, A. Frenzel. Riberas de cursos de agua y calidad ecológica: una herramienta informática. *XXII Reunión Argentina de Ecología*, Córdoba, Argentina, 214 p, 2006.

Efecto de un programa educativo para promotores en manejo y conservación de la biodiversidad en tres comunidades (Cuenca del bajo Amazonas: Fernando Lores, Maynas, Iquitos)

A.M. Rengifo P., H. Collazos S., M. Flores A., A. Vásquez M., D. Navarro T., J. Bardales M., J. Manrique D., R. Meza M., R. Meléndez C., R. Rojas T., P. Portocarrero N.

Universidad Nacional de La Amazonía Peruana, Facultad De Agronomía, Oficina General de Investigación, Samanez Ocampo 185, Perú
amrp55@hotmail.com

Palabras claves: Programa educativo, 4to y 5to secundaria, manejo, conservación, biodiversidad, bajo Amazonas

Resumen

Este estudio se realizó en las comunidades de la cuenca baja del Amazonas: Fernando Lores, Maynas e Iquitos (Perú) para medir el efecto de un programa educativo sobre manejo y conservación de la biodiversidad con estudiantes de 4to y 5to secundaria en tres comunidades. Se empleó el método silogístico, deductivo e inductivo. Dentro del programa educativo se incluyeron cinco charlas educativas. Se aplicó una prueba pedagógica para determinar el nivel de conocimiento de los estudiantes y se encontró que el 35% de los jóvenes de dos comunidades (P1, P2) no identifican los conocimientos referentes a la biodiversidad, en Gran Perú el 20% no sabía determinar los elementos de la biodiversidad, sin embargo el nivel de conocimiento mejoró, logrando que el 100% incrementara sus conocimientos.

Elaboración de formas farmacéuticas para combatir la sarcoptosis a partir de extractos etanólicos de Andres Waylla (*Cestrum parqui* L'herit)

L. Trujillo, R. Vargas
Bioquímica y Farmacia (PROFAC), Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
adilita_1@yahoo.es

Palabras claves: Antibacteriano, antifúngico, taninos

Resumen

Se realizó la determinación de metabolitos secundarios mediante la marcha fitoquímica preliminar de las hojas de andres waylla (*Cestrum parqui* L'herit). Las pruebas preliminares *in vitro* realizadas demostraron que sus extractos etanólicos presentan actividad antibacteriana frente a *Bacillus subtilis*, actividad antifúngica frente a *Candida albicans* e inhibición contra el ácaro, *Sarcoptes scabiae*. Se elaboraron pomadas y geles a diferentes concentraciones del extracto y se probó su acción mediante investigación experimental en ensayos *in vivo* con grupos de jóvenes y niños voluntarios de diferentes zonas de Cochabamba. Los mejores resultados se obtuvieron con formulaciones galénicas en geles de carbopol al 5% del extracto etanólico. La aplicación de estos geles mostró reversión de la lesión a tercer día de aplicación y la recuperación total al séptimo día. Se puede concluir que es un producto con propiedades antibacterianas y antifúngicas que acelera el proceso de cicatrización y reduce heridas causada por la escabiosis.

Estudio de la vegetación del Macizo de Q'uturi en la Provincia Mizque del Departamento de Cochabamba, Bolivia

M. Mercado
Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
magalymercado@hotmail.com

Palabras claves: Vegetación alto andina, fitosociología, comunidades, Bolivia

Resumen

Se estudiaron asociaciones y comunidades vegetales que se desarrollan en el nivel superior del macizo de Q'uturi (Provincia Mizque, departamento Cochabamba) entre 3700-4270 m. La metodología se basa en un enfoque integrado de las relaciones entre el medio físico y uso humano, incorporando técnicas de análisis geobotánico. Los resultados obtenidos indican para el piso bioclimático orotropical (piso ecológico altoandino) la serie climatófila de pajonal altoandino de *Deyeuxia vicunarum* y *Festuca boliviana* (y su serial sobrepastoreado: *Poa gymnantha*, *Scirpus rigidus*); en el supratropical (piso ecológico puneño) la serie de la kewiña: Serie de *Polylepis besseri* subsp. *besseri* y *Mutisia cochabambensis*, en contacto con bosques pajonal-matorral serial de *Baccharis papillosa* y *Festuca loricata*, asimismo, la comunidad eutrofizada de *Stellaria weddellii* y *Cynoglossum amabile* y vegetación azonal permanente saxícola de *Sulcorrebutia steinbachii* y *Puya tunariensis*; y finalmente la vegetación ribereña clímax edafohigrófila de *Vallea stipularis* y *Alnus acuminata*.

Estudios de caso del cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la comunidad de Llaitani (Provincia Bolívar, Cochabamba)

P.J. Vidaurre, N. Choquecallata, W. Rojas
¹ Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia
manati_jai@yahoo.com

Palabras claves: Cañahua, manejo del cultivo, reducción de variedades

Resumen

Este estudio etnobotánico se realizó en la comunidad de Llaitani, provincia Bolívar (Cochabamba, Bolivia) para contribuir al conocimiento sobre sistemas tradicionales de cultivo de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) e identificar factores relacionados con la reducción de su diversidad. Se realizaron entrevistas, mapa parlante y participación en diferentes actividades. La comunidad está compuesta por 45 familias de origen Quechua. La cañahua es sembrada en chacras (terrenos comunitarios) con 340-710 m²/familia y reconocen una variedad nominal, “choco”. Durante el cultivo no realizan deshierbe ni tratamiento fitosanitario. Entre abril y mayo realizan la cosecha manualmente, para secarla durante dos semanas. La cañahua es transformada en polvo, destinado al autoconsumo; con el “jipi” se elabora lejía, destinada a autoconsumo y venta. La reducción de su diversidad se debe a: cambio de hábitos de consumo por mayor interrelación con las ciudades, transporte, condiciones del cultivo de cañahua y forrajes introducidos para animales.

Evolución en oferta y demanda de maderas desde bosques secundarios: Estudio de caso para Colombia

C. Devia, L. Villa, M. Udaeta
Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
cdevia@javeriana.edu.co

Palabras claves: Mercado de madera, bosques secundarios

Resumen

Los bosques tropicales tienen gran número de especies con diversas características silvícolas y propiedades madereras [1, 2]; algunas especies tienen gran demanda y otras son poco aceptadas o secundarias [1, 2, 3]; están sometidos a extracción selectiva originando bosques secundarios con alto potencial para producción maderable [4]. El mercado de madera colombiano presenta cuatro categorías: ordinarias comunes, reconocidas, valiosas y muy valiosas [5]; presentándose maderas que se reposicionan, debido a factores como tecnología, mercados y déficit de especies más valiosas. El estudio incluyó encuestas en centros de acopio y comercialización de madera y entrevistas a informantes clave; se identificaron mecanismos para reposicionamiento comercial de especies de bosques secundarios. A nivel local y regional son especies ordinarias a ser incluidas como valiosas y muy valiosas: *Caryocar glabrum*, *Anacardium excelsum*, *Hura crepitans*, *Lecythis* sp., *Jacaranda copaia*, *Parkia pendula*, *Virola sebifera*, *Virola flexuosa*, *Dialium guianensis*, *Annona* sp., *Lucania pittierii* y *Eschweilera* sp.

Referencias

- [1] B.C. Freezaillah Yeom. ¿Cuáles son las posibilidades futuras de las especies arbóreas tropicales poco conocidas? *Unasyuva*, 52(145), 1997.
- [2] A. Gaviría. Priorizando los bosques secundarios. *OIMT Actualidad Forestal Tropical*, 12/3, 2004.
- [3] GTCFV. Estudio de mercado de productos forestales maderables en Colombia. *Documento interno*, Colombia, 2004.
- [4] B. Finegan. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. *CATIE*, Turrialba, Costa Rica, 1992.
- [5] C. Devia, L. Villa, B. Herazo, L. Cordoba. Hacia la formulación de un plan de manejo para el valle del Río Cimitarra. *Javegraf*, Colombia, 2002.

Gestión integrada de recursos filogenéticos

R. Soto Ortiz

Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS),
Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", CP 59430 Cuba
rsoto@ucf.edu.cu, rsortiz2002@yahoo.com

Palabras claves: Gestión integrada, capacitación, extensión, agro-ecosistemas, agrotóxica

Resumen

El trabajo realizado integra las acciones del Centro Provincial de Experimentación, Capacitación y Extensión Agropecuaria La Colmena como interfase entre instituciones de investigación, empresas y entidades productoras para uso de nuevos cultivares, expresión del potencial de rendimientos y calidad de las cosechas y resistencia a la incidencia de plagas, enfermedades y condiciones adversas del medio. La gestión integrada de recursos filogenéticos (GIRF) es un modelo de gestión participativa en función de la eficiencia del proceso de producción agrícola, sustentado en la calidad genética del material de propagación; ha sido validado conceptual y metodológicamente. Es un sistema indispensable para la sostenibilidad de la agricultura. El sistema de normalización y calidad en este caso juega un papel importante, atendiendo a la función reguladora de las estrategias varietales de los cultivos en las empresas y entidades productoras, lo cual define que cultivares utilizar y un conjunto de componentes de la tecnología a aplicar.

Investigación de plantas medicinales en Bolivia: Intereses, políticas y prioridades de investigación

E. Almanza Cadima¹, N. Hortsøn², I. Trigo³, S. Barriga³

¹ FOMABO-ESFOR

² FOMABO/KVL

³ CTA-UMSS

eddy_a_c@hotmail.com, carsten.n.p.hjortsoe@flec.kvl.dk, trigozi@yahoo.com

Palabras claves: Plantas medicinales, etnobotánica, farmacología, propiedades terapéuticas

Resumen

Este estudio se propuso comprobar la gran carencia de investigación que existe en nuestro medio e identificar las especies medicinales del bosque tropical que llegan al mercado local. Para lograrlo se realizaron encuestas a investigadores y comerciantes naturistas; con ellos se coordinó la realización de un taller. Los resultados muestran claramente que hace falta elaborar una agenda de investigación principalmente en campos de la etnobotánica, química y biología. Existen varias plantas tropicales del país que se comercializan sin saber mucho de ellas; es por esa razón que se debe tomar muy en cuenta los conocimientos étnicos y comprobarlos con estudios científicos profundos. El interés sobre estos productos también responde a que los fármacos provenientes de las industrias médicas están provocando resistencia. El que las enfermedades generen resistencia, implica el uso de drogas más fuertes, lo que incluso pondría en riesgo la salud del consumidor.

La conservación *in vitro* como una alternativa para conservar pasifloras andinas

T. Ávila, S. De la Barra, N. Coca, N. Guevara, J. Céspedes
Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani
Cochabamba, Bolivia
fitogen@fundacionpatino.org

Palabras claves: Pasifloras, conservación germoplasma, cultivo *in vitro*

Resumen

Bolivia es centro de diversificación del género *Passiflora* con 60 especies [1]. Muchas especies no toleran el secado requerido para conservar la semilla [2], por ello el cultivo *in vitro* constituye una alternativa para conservar su variabilidad genética. Los objetivos fueron optimizar medios de cultivo y condiciones para establecimiento, micropropagación y conservación de las especies: *P. mollissima*, *P. ligularis*, *P. pinnatistipula*, *P. amethystina*, *P. morifolia*, *P. tarminiana* y *P. tricuspidis*. Las condiciones más adecuadas fueron: 1) Medio de cultivo con sales minerales, vitaminas, carbón activo, caseína hidrolizada y ácido giberélico (GA₃); 2) cultivo de embriones y 3) 25°C de temperatura en la cámara de cría con fotoperíodo de 16 horas luz. Para la multiplicación: medio con sales minerales, GA₃ y carbón fue el que mostró mejores resultados; en *P. ligularis*, se adicionó ácido naftalen acético (NAA), benzil amino purina (BAP) y carbón activo, mientras que para *P. amethystina*, NAA y sin carbón activo. El medio con sorbitol permitió retardar crecimiento de plántulas durante 8 meses y luego se obtuvieron yemas viables de *P. mollissima*, *P. pinnatistipula*, *P. morifolia* y *P. tarminiana*.

Referencias

- [1] R. Vásquez. Las especies de *Passiflora* subgénero granadilla serie laurifoliae (*Passifloraceae*) en Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(1), 36-45, 1998.
- [2] F. Guzzo, S. Ceoldo, F. Andreetta, A. Marconi, M. Levi. Strategies for the identification of bioactive molecules in *Pasiflora* ssp. *Proceedings of the XLVII Italian Society of Agricultural Genetics, SIGA Annual Congress*, Italia, 2003.

LAFORGEN: Una red para promover los recursos genéticos forestales en América Latina

M. van Zonneveld, J. Salcedo, M. Baena
Bioversity International, Cali, Colombia
m.vanzonneveld@cgiar.org

Palabras claves: Recursos genéticos forestales, biodiversidad forestal, América Latina, LAFORGEN

Resumen

Bioversity International (antes IPGRI) y el Centro de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CIFOR-INIA) de España están trabajando en pro de la conservación y uso de la biodiversidad forestal en América Latina. Como parte de este esfuerzo, se realizó un taller en septiembre del 2006 en Cali (Colombia), donde se creó la red LAFORGEN, cuya misión es facilitar la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos forestales en América Latina. LAFORGEN pretende vincular a los profesionales en recursos genéticos forestales de la región mediante proyectos de investigación en temas de interés común como: (a) estrategias para conservar la diversidad genética de especies forestales latinoamericanas amenazadas; (b) impacto del uso de especies forestales latinoamericanas en la diversidad genética; (c) domesticación participativa y mejoramiento genético; y (d) almacenamiento y el intercambio de germoplasma.

Las plantas medicinales en el marco de una agricultura sostenible

R. Soto Ortiz

Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS), Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", CP 59430 Cuba
rsoto@ucf.edu.cu, rsortiz2002@yahoo.com

Palabras claves: Etnobotánica, plantas medicinales, agricultura sostenible, biodiversidad, manejo agrícola

Resumen

El trabajo ofrece los resultados de un estudio etnobotánico en dos localidades de Cienfuegos. Se registró el uso de estas especies de plantas como aromáticas, plaguicidas, ornamentales, condimenticias y otras categorías. Este conocimiento permite reconocer su importancia en el marco de una agricultura sostenible; no sólo como aporte a la biodiversidad, sino como fuentes alternativas para el control de plagas y enfermedades de las plantas, medicamentos veterinarios y otros que permiten contribuir a la rentabilidad de la finca; dado también por las diversas formas en que se pueden comercializar estas especies. Se recomiendan especies y se dan criterios sobre su manejo agrícola.

Los bosques nativos como fuente de recursos etnomédicos: Las plantas medicinales en Cochabamba, Bolivia

E. Martínez, S. Arrázola

Centro de Biodiversidad y Genética, Herbario Forestal Nacional, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

erickcall@yahoo.es, sarrazola@fcyt.umss.edu.bo

Palabras claves: Bosques nativos, plantas medicinales y etnobotánica

Resumen

Bolivia es un país rico en diversidad biológica y étnico-cultural [1]. Uno de los recursos de los bosques nativos constituyen las plantas medicinales usadas por las comunidades como recurso tradicional para la cura de enfermedades. Se comparan estos recursos en tres tipos de ecoregiones del Departamento de Cochabamba: bosque seco interandino, yungas montano y bosque amazónico. Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas con personas designadas por las comunidades, se colectaron las plantas citadas, identificaron taxonómicamente, se analizó la potencialidad etno-farmacológica de las plantas más utilizadas y se revisó la bibliografía. Se reconoce un total de 459 plantas con usos tradicionales. La familia Asteraceae constituye la más diversa y más usada en bosque seco interandino, Yungas montanos en dolencias gastrointestinales y esquelético-musculares, en bosque amazónico la familia Moraceae para dolencias de la piel. En cada zona se analizaron las amenazas a este recurso y las prácticas de protección.

Referencias

- [1] P.L. Ibisch, G. Mérida (Eds.). Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. *Ministerio de Desarrollo Sostenible, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2003.*

Los MDL (Mecanismos de desarrollo limpio) como herramientas de gestión y conservación de áreas degradadas (Santiago del Estero, Argentina)

S. Azucena Barrionuevo
Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina
selva@unse.edu.ar, sabarrionuevo@arnet.com.ar

Palabras claves: Desarrollo limpio, emisiones de CO₂, bosques degradados, capacidad empresarial, población de bajos recursos

Resumen

Considerando la función de los bosques en el ciclo global del carbono y el propósito de los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) para disminuir emisiones de CO₂ atmosférico, en el presente trabajo se evalúa la factibilidad de aplicarlos en áreas degradadas de la región chaqueña semiárida de la Provincia de Santiago del Estero. Por la intensa explotación, sumado a la actual deforestación por la expansión de la frontera agrícola y ganadera y a la alarmante extracción de madera de grandes y pequeños diámetros sin control alguno, han dejado restos de bosques primarios. Su capacidad para la fijación de CO₂ podría evitarse emisiones antropógenas de 5.084,632 t CO₂ /ha/año, resultantes de la deforestación o extracción maderable para leña o carbón. Mientras que actualmente queda en la provincia 0,91% de bosques sin intervención, 16,09% de bosques secundarios en regeneración, 12,89% de bosques fuertemente degradados y 20,83% de áreas abandonadas con desmonte.

Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central

M.P. Acuña, R.A. Valenzuela, M.A.H. Escobar, C.F. Estades
Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile
paz.acuna.ruz@gmail.com

Palabras claves: Corredores biológicos, modelos espacialmente explícitos, plantaciones de *Pinus radiata*

Resumen

La vegetación natural en la zona centro-sur de Chile ha sido transformada particularmente por plantaciones de *Pinus radiata*, que afecta negativamente para la calidad del hábitat de fauna. Se desconocen los efectos que el manejo forestal tiene sobre vertebrados. Desde 2003 desarrollamos un proyecto entre la Universidad de Chile y la División Forestal de MASISA S.A. para elaborar un modelo espacialmente explícito que simule cambios de conectividad biológica en plantaciones de pino y fragmentos aislados de bosques de *Nothofagus*: bosques secundarios de *N. glauca* (hualo) y *N. obliqua* (roble). Este modelo simulará movimientos de individuos de *Abrothrix longipilis* (Rodentia: Muridae), considerando los principios de un paseo aleatorio; en base a una rotación completa del bosque para analizar cambios de la conectividad en el tiempo. Se representarán cinco escenarios distintos de manejo que asumirán la no intervención sobre la vegetación nativa, sino que las diferencias entre ellos dependerán solamente de distintas estrategias de manejo de la plantación e integración de corredores biológicos de diferentes anchos. Adicionalmente cada escenario se evaluará en términos del costo que implica su aplicación. Este proyecto cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), siendo un ejemplo de colaboración público-privada en la industria forestal.

Ñandú (*Rhea americana*): Aliado de la biodiversidad, empleo rural, soja y siembra directa

F.A. Milano

Instituto Multidisciplinario de Ecosistemas y Desarrollo Sustentable,
Universidad Nacional del Centro, Tandil, Pcia. De Buenos Aires, Argentina
fmilano@vet.unicen.edu.ar

Palabras claves: *Rhea americana*, biodiversidad, empleo, soja, siembra directa

Resumen

Se muestran los resultados de 10 años de estudio sobre alimentación y cría del piyo o ñandú para mejorar problemáticas sudamericanas: nuevas fuentes generadoras de dinero, conversión de tierras a la agricultura y disminución de empleo rural. Las aptitudes encontradas de *Rhea americana* son: mansedumbre; incapacidad de saltar alambrados; adoptar pichones ajenos; preferencia por malezas o plantas no consumidas por bovinos; consumo de insectos perjudiciales de cultivos; consumo de granos de soja post-cosecha; resistencia a enfermedades; bajo peso corporal que no compacta suelos; requiere crianza semiextensiva (4-6 meses) y genera empleo rural; sus derivados (plumas, cuero, carne, grasa, huevos; servicios escénicos) poseen mercados históricos; y carne magra con alto nivel de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente omega 6 cuando es alimentado sobre base pastoril.

Propagación de kewiña (*Polylepis besseri* Hieron), mediante la aplicación de técnicas de cultivo de tejidos

C. Ugarte, F. Alemán, R. Encinas
Laboratorio de Cultivo *in vitro* BASFOR/ESFOR,
Centro de Semillas Forestales, Escuela de Ciencias Forestales,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
basfor@entelnet.bo

Palabras claves: Micropropagación, cultivo *in vitro*, kewiña, conservación

Resumen

Bolivia es esencialmente forestal; 48% de su territorio está cubierto por bosques. Si bien se han hecho grandes avances en la estrategia de aprovechamiento sostenible y conservación de estos recursos, aún no en la aplicación de las biotecnologías [1]. Una especie estratégica de los Andes por sus usos es la kewiña, que presenta problemas de multiplicación sexual y erosión genética [3]. Mediante la aplicación de técnicas de cultivo *in vitro*, se desarrollan protocolos de micro propagación de árboles seleccionados. La desinfección con formol al 37% produjo 80% de explantes libres de contaminación, establecidos en el medio con sales minerales [4], 0.4 mg/l AG3, 0.5 mg/l TDZ, vitaminas [5] y 2.5% sacarosa/1% carbón activo. En ausencia de carbón activo, la multiplicación dio un coeficiente de 1/7. El medio de enraizamiento [2], presentó 80% de explantes enraizados y la preaclimatación en vermiculita dio 70% de sobrevivencia en 45 días.

Referencias

- [1] F. Alemán, C. Ugarte. Informe del manejo y conservación de germoplasma forestal de Bolivia. *BASFOR/ESFOR-FOSEFOR/IC/COLUDE-SINARGEAA/MACA*, 2005.
- [2] Ph. Druart. Contribution à l'élaboration de techniques de production en masse in vitro d'espèces ligneuses utilisables en culture fruitier. Dissertation originale en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques. *Faculté des Sciences Agronomiques, Université de l'Etat de Gembloux*, Gembloux, Belgique, 1987.
- [3] FOSEFOR. Contribución a la fenología de especies nativas forestales de Bolivia y Ecuador. *FOSEFOR*, Quito, Ecuador, 50-52, 2001.
- [4] M. Quoirin, Ph. Lepoivre. *Acta Horticulturae*, 78, 437-442, 1977.
- [5] D.G. Walkey. *Can. J. Plant. Sci.*, 52, 1085-1087, 1972.

Propagación del tejeyeque (*Centrolobium tomentosum*) mediante técnicas de cultivo de tejidos: Fase de desinfección y establecimiento

P. Villarroel, C. Ugarte, F. Alemán
Laboratorio de Cultivo *in vitro* BASFOR/ESFOR-UMSS
Centro de Semillas Forestales /Escuela de Ciencias Forestales,
Universidad Mayor de San Simón, Final Atahualpa s/n, Cochabamba, Bolivia
basfor@entelnet.bo

Palabras claves: Micropropagación, cultivo *in vitro*, tejeyeque, Amazonía

Resumen

El tejeyeque es una especie nativa del ecosistema amazónico con un gran valor comercial y que presenta problemas de propagación vía esquejes y reproducción vía semilla, al ser ésta recalcitrante. Debido a su gran demanda y la poca posibilidad de conservar la semilla, la aplicación de técnicas biotecnológicas permite la disponibilidad de plantines. Mediante la aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* se desarrollan protocolos de micropropagación de árboles seleccionados. La desinfección en lavandina al 2.5% produjo un 29% de explantes libres de contaminación, establecidos en el medio con sales minerales de Murashige & Skoog [1], 0.5 mg/l AG3, 0.5 mg/l BAP, vitaminas PC-L2 [2] y 3% sacarosa. En este medio se obtuvo un 90% de explantes establecidos.

Referencias

- [1] E. George. Plant propagation by tissue culture. Part 1: The technology (2nd Ed.). *Exegetics Ltd.*, 574 p, 1996.
- [2] D.R. Phillips and F.C. Collins. *Can. J. Plant. Sci.*, 52, 1085-1087, 1979.

Tasas productivas del motacú (*Attalea phalerata*, Arecaceae) hacia el manejo sostenible en Bolivia

M. Moraes R., N. Paniagua

Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés,
Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia
monicamoraes@acelerate.com

Palabras clave: Arecaceae, *Attalea phalerata*, producción sostenible, frutos, Bolivia

Resumen

La especie nativa de Bolivia localmente conocida como motacú (*Attalea phalerata*, Arecaceae) con diversas categorías de uso es relevada en función a sus características de producción sostenida anual de frutos para la extracción de aceite (rico en ácidos oleico (47.5%) y láurico (36.4%) [1]). La tasa productiva de frutos anual por individuo es de 224 - 900 (madurando hasta el 87%), producción de semillas/individuo: 963 - 4.333 y la producción de aceite/ha es 115 - 236 palmeras, que producen 1.173 - 2.407 kg de aceite. Con datos sobre clases de crecimiento que varían entre 4 [2] - 7 [3], fenología de fructificación [2, 3] por año y densidad poblacional: 6 [3] hasta 8.5 individuos adultos/500 m² [2] esta especie presenta dinámicas relacionadas a granivoría [4], postdispersión [5], compresión mecánica y aborto de frutos que reducen la relación productiva anual en 18 - 66% [3]. Para la planificación y manejo sostenido del motacú deben considerarse ambos grupos de tendencias que responden a procesos naturales.

Referencias

- [1] M. Moraes R., F. Borchsenius, U. Blicher-Mathiesen. Notes on the biology and uses of the motacú palm (*Attalea phalerata*, Arecaceae) from Bolivia. *Economic Botany*, 50(4), 423-428, 1996.
- [2] M. Moraes R. Structure, density and phenology of three palm species (*Attalea phalerata*, *Astrocaryum murumuru* and *Phytelephas macrocarpa*) locally used in Madidi national park, W Bolivia. *Acta Amazonica (enviada)*, 2007.
- [3] N. Paniagua. Estudio comparativo de la densidad y los niveles de producción de hojas, frutos y semillas en poblaciones naturales de *Attalea phalerata* (Palmae) sometidas a diferente intensidad de extracción (Riberalta, Depto. Beni, NE Bolivia). *Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia*, 1998.
- [4] R. Ríos, A. Loayza. Depredación de semillas de *Attalea phalerata* (Palmae) por brúquidos en islas de bosque en la Estación Biológica Beni. *Ecología en Bolivia*, 34, 27-37, 2000.
- [5] D.D. Quiroga, A.I. Roldán. The fate of *Attalea phalerata* (Palmae) seeds dispersed to a tapir latrine. *Biotropica*, 33, 472-477, 2001.

Valor estético de especies amenazadas: Ecoturismo, radiotelemetría y empleo rural

F. Milano

Instituto Multidisciplinario de Ecosistemas y Desarrollo Sustentable.
Universidad Nacional del Centro, Tandil, Pcia. de Buenos Aires, Argentina
fmilano@vet.unicen.edu.ar

Palabras claves: Ecoturismo, valor estético, radiotelemetría, empleo rural, especies amenazadas

Resumen

Se analizó el valor estético de fauna silvestre en base a características y preferencias de visitantes a la reserva natural (Laguna Mar Chiquita, Córdoba, Argentina). Se realizaron encuestas autoguiadas con preguntas de escala de medición de actitudes de 1 (no me gusta nada) a 5 (me gusta muchísimo) a tres perfiles de visitantes; se consideró con valor 0 a especie no conocidas por su nombre común. Aves de fácil y difícil observación obtuvieron 3,48 y 4,46, respectivamente. Muchas especies con puntaje alto eran difíciles de ver, como corzuela (*Mazama guazoubira*), pecarí de collar (*Tayassu pecari*), gato montés (*Felis geoffroyi*), puma (*Felis concolor*) y jaguar (*Panthera onca*) con puntajes: entre 2,71 (pecarí) y 3,39 (corzuela) para veraneantes, 2,86 (pecarí) y 3,73 (gato montés) para visitantes al centro y 4,24 (pecarí) y 4,71 (puma) para ecoturistas. Esta metodología de excursión turística podría aumentar estadia, ingresos, empleo rural y conocimientos ecológicos de especies.

Zonificación de áreas con amenaza de incendio forestal en el Parque Nacional Tunari

D.C. Cruz Fuentes
Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Boliviana,
Cochabamba, Bolivia
cruzfuentesd@gmail.com

Palabras claves: Incendio forestal, SIG

Resumen

Con imágenes satelitales de la zona reforestada del Parque Nacional Tunari en Cochabamba, se han calculado superficies aproximadas de pastizal, matorral y bosques (de kewiña, pino y eucalipto). Mediante un muestreo se han obtenido datos promedio de la cantidad de combustible para los mencionados grupos de vegetación, resultando de menor valor el de cobertura de pastizales (4.14 [tn/ha]). La rápida combustión y propagación de una especie suele ser mayor mientras menor cantidad de combustible se tenga en un área. La elaboración de un mapa que muestra las zonas de actividad agrícola, ha sido muy relevante considerando que en dicha actividad se recurre a la quema para la preparación del suelo.

Sub-tema 5: Biodiversidad y conservación de bosques nativos

**Sub-tema 6:
Planificación y gestión en un
ambiente incierto**

**Sub-theme 6:
Planning and management in an
uncertain environment**

Estimating the direct costs of social conflicts: road blockings in Bolivia

B. De Borger¹, V. Verardi²

¹ Department of Economics, University of Antwerp, Antwerp, Belgium

² FUNDP, University of Namur, and ECARES, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium.

bruno.deborger@ua.ac.be, vverardi@ulb.ac.be

Keywords: Economic growth, social conflicts, impulse-response functions, economic costs, road blockings, institutions

Abstract

Social conflicts are a serious obstacle to economic growth in many Latin American societies, affecting economic activity both in the short- and the long-run. The purpose of this paper is twofold. First, we develop a methodology to estimate the direct, short-run impact of frequently occurring local conflicts (such as road blockings) on economic activity. The methodology is based on using high frequency (daily) data to estimate the relation between a proxy for economic activity and a proxy for local social conflicts. Careful analysis of impulse-response functions traces the effect of local social conflicts on economic activity. This information is combined with the aggregate annual time series relation between GDP and the high frequency proxy for economic activity to estimate the direct cost of local social conflicts for the economy as a whole. Second, we apply the proposed methodology to analyze the direct economic costs of road blockings in Bolivia, using detailed daily information for the year 2003. The results show that the direct costs of road blocking are large. Stronger institutions are a critical factor in reducing the prevalence of such conflicts and to avoid the huge economic costs that they imply.

1. Introduction

It is well known that the determinants of economic growth in developing countries are complex and multi-dimensional; they include economic, political and institutional factors (see, among many others, Alesina and Rodrik [1], Easterly et al. [3], Knack and Keefer [8], Mauro [10] and Platteau [12]). Recently, the specific role of social conflicts in accounting for slow economic growth has been emphasized. For example, Rodrik [11] forcefully argues that expressions of social instability hamper economic growth, both in the short and in the long run. In the short run, there is a direct reduction in economic performance, as effort is shifted away from productive activities. In the long-run, additional damage to the economy results, not only because conflicts raise uncertainty and hence reduce investment, but also because they typically postpone macroeconomic adjustments that may be badly needed. There is no doubt that social conflicts have

played a major role in slow economic growth in many African and in some Latin American countries.

This paper deals with the short-run or direct implications of social conflicts for economic performance. More specifically, the purpose of the paper is twofold. First, we propose and develop a methodology to estimate the direct effects of recurrent expressions of local social conflicts, such as road blockings, for economic activity. The methodology combines annual time series data on economic activity with high frequency (daily) information on the occurrence of local social conflicts and proxies for economic activity. Careful analysis of impulse-response functions traces the effect of local social conflicts on economic activity. This information is combined with the aggregate annual time series relation between GDP and the high frequency proxy for economic activity to estimate the direct cost of local social conflicts for the economy as a whole. Second, we apply the proposed methodology to analyze the direct economic costs of road blockings in Bolivia, using detailed daily information for the year 2003; for reasons to be detailed below, we use information on the demand for hotel accommodation to proxy economic activity. Estimates of the effects of road blockings on the basis of the daily data are used to estimate the direct economic cost of this phenomenon at the aggregate level for the Bolivian economy. The results show that these costs are large. Obviously, since these estimates do not yet include the costs of long-run macroeconomic mismanagement and underinvestment, they have to be considered a lower bound of the overall costs of social instability.

Applying the methodology to the problem of road blockings in Bolivia has a number of advantages. First, Bolivia is a Latin American country with rather poor economic performance; factors that contribute to this phenomenon include deep-rooted social and ethnic conflicts, a lack of political institutions to manage such conflicts, poor infrastructure and a lack of access to the sea (Rodrik [11], Faye et al. [6]). Second, Bolivia is characterized by an extremely high prevalence of social conflicts and is, in this unfortunate sense, an excellent candidate for applying the methodology we propose. Powerful social sectors (including unions) and weak political institutions imply that threats of conflicts are almost always credible. In 2003, expressions of civil unrest amounted to an astonishing 3896 incidents, of which 2371 were demonstrations and 944 strikes; there were 581 major road blockings. Third, the geographical situation of Bolivia implies that road blockings are indeed a direct threat to the economy, given the poor quality of other transport infrastructure and the lack of decent alternative roads. It is fair to say that blocking the corridor La Paz-Cochabamba-Santa Cruz paralyzes the economy. In 2003, the section La Paz-Cochabamba was blocked for 72 days, the section between Cochabamba and Santa Cruz for 47 days.

Structure of the paper is as follows. In Section 2 we provide some background on the role of social conflicts in explaining economic growth, with special emphasis on the Bolivian case. We then, in Section 3, describe the methodology we use to estimate the direct economic costs of road blocking on economic activity. Empirical implementation and results are presented in Section 4. A final section summarizes some policy conclusions.

2. Social conflicts and economic growth

In this section, we present a summary of recent empirical evidence on the role of social conflict in explaining differences in economic growth between countries, and then point at some extra complications implied by recent Bolivian history.

2.1. The role of social stability in explaining economic growth

The importance of social stability on economic growth has been stressed forcefully in a recent paper by Rodrik [11]. The argument is simple and economically appealing. Suppose that social divisions between different groups in a country are very deep due to, e.g., ethnic diversity and unequal political participation, and let the established institutions to prevent and to deal with potential conflicts be weak. Then consider an external shock to the economy in the form of, for example, deteriorating terms of trade that strongly reduce export possibilities. The reduction in economic activity that follows will then potentially lead to severe social conflicts between the different socially divided groups, because of coordination failures. If the various ethnic and social groups do not cooperate over reductions in overall economic activity, then negative external shocks imply that total demand will exceed available resources. This triggers distributive conflicts over the division of the reduction in the available pie between the different groups. Rodrik [11] argues that the probability that different social groups disagree over who should bear what share of the burden of the declining economic activity is likely to be higher (i) in polarized societies, where latent social conflict is high; (ii) in societies where the return to unilateral action by one group is high; (iii) in societies where it is easy to exclude some groups from the pie, e.g., because the underdeveloped legal system does not prevent exclusion of minorities and those not politically represented.

Empirical regularities in the data on economic growth between countries and over time largely confirm the above ideas. The data show that it is not the occurrence of wars and the severity of economic external shocks themselves that matter for economic growth, but the different response to these shocks. For example, although in the period 1960-1973 economic performance in Latin-America was actually slightly better than in East Asia, social conflicts and the lack of strong institutions implied that productivity growth collapsed after 73 in the former region, but not in the latter. More specifically, the general finding in this literature is that external shocks have larger negative growth effects the larger the latent social conflicts (reflected in pre-existing social differences in wealth, ethnicity, regions, etc.) and the weaker the institutions to deal with emerging conflicts. Empirical tests use indices of ethno-linguistic fragmentation (such as the probability that 2 randomly drawn persons do not belong to same group), the Gini-coefficient of income inequality, the fraction of the population that does not speak the country's official language at home, indices of racial tension, the murder rate, a thrust index, etc. as proxy variables for social conflict. To capture the quality of institutions and of the government's conflict management abilities, proxies are constructed that reflect the existence of a rigorous framework of accepted rules and procedures that prevent

hostilities and open conflicts (e.g., is there an independent judicial system, a non-corrupt bureaucracy, institutionalized social insurance, etc?).

The empirical evidence suggests that social conflict is the most important explanatory factor in explaining growth differences between countries. Pure economic policies (trade policies, debt-export ratios, government expenditure, etc.) at the outset of the crisis period have almost no extra explanatory power. As explained before, conflicts immediately disrupt economic activity; in the medium and long run, they delay policy adjustments that are badly needed, they imply economic uncertainty and hence lower investment, and they focus effort on distributive issues rather than productive ones.

2.2. Social polarization, trust and economic performance

The role of social polarization in explaining economic performance has recently also been emphasized from a different perspective. Knack and Keefer [9] stress the role of trust and civic cooperation within a society. This is found to be more important in explaining economic performance than horizontal social capital reflected by, e.g., active participation of the population in social organisations¹. Importantly, the authors show that low social polarization and the existence of formal institutional rules that restrict arbitrary government decisions are the main contributing factors to trust and civic cooperation. In countries such as Bolivia, where due to high social polarization trust is low, institutional reforms that allow the enforcement of contracts and that facilitate access to credit are found to be crucial: in a sense, they substitute for the absence of trust.

2.3. Social instability, access to the sea, and economic performance in Bolivia

Note that the determinants of social instability described before (strong ethno-linguistic fragmentation, high income inequality, a large fraction of the population that does not speak the country's official language, lack of thrust, etc.) almost all apply strongly to Bolivia; in this sense, intensive social conflicts due to ethnic, professional and income divisions are not surprising. Moreover, the lack of a rigorous legal framework of accepted rules and procedures that prevent hostilities or exponents of conflicts (such as road blockings) imply frequent occurrence of such phenomena.

Apart from the above very unfavourable conditions for economic growth, Bolivia's particular geographical location and the international tensions with several of its neighbours, have contributed to poor economic performance. One determinant of economic growth which dominates Bolivian history, and has only very recently received some widespread empirical support, is the role of access to the sea. Apart from the obvious distance to the sea, at least four reasons for the relatively poor performance of landlocked countries have been identified (see Faye et al. [6]): (i) the dependency on

¹ Interestingly, group membership is found to be unrelated to performance; it is also unrelated to the development of trust.

the quality of the neighbours' infrastructure, needed to access the sea; (ii) the importance of sound cross-border political relations, (iii) the importance of neighbours' peace and stability, and (iv) the quality of neighbours' administrative practices. Using a large dataset, Faye et al. [6] show that landlocked countries have lower GDP per capita, they face higher transport costs of trade (transport cost plus insurance relative to value of exports), and they have lower exports compared to otherwise comparable nations that have access to the sea.

It is hard to judge the importance of the above argument for the poor economic growth in Bolivia. It is obvious that the lack of access to the sea, and the resulting tensions and poor international relations with Chile (e.g., the war 1878-1883) have affected economic growth (for example, they recently lead to a delay in the export of gas). On the other hand, however, the infrastructure of Bolivia's neighbours is generally of decent quality, and the administrative and physical borders with Brazil, Argentina, Peru and Chile have almost never been closed. The main infrastructural problem seems to be situated in Bolivia itself: domestic corridors are poorly maintained so that the decent infrastructure in neighbouring countries is insufficient to stimulate economic growth. In this sense, good prospects should exist because natural gas reserves do not require rail or road connections. In sum, however, there is no doubt that being landlocked has strong disadvantages for economic growth, but it is equally clear that in Bolivia the issue of lost access to the sea is as much a cause of social unrest as it is an impediment to growth.

2.4. Limiting the incidence of social conflicts: the decentralisation process in Bolivia

Reducing the incidence of social conflicts and creating a better environment for economic growth was one of the main reasons for initiating the decentralisation process (Verardi [14]). The idea was to increase the participation of the population in decision making processes, and at the same time making available additional funds at the local level to finance local public services. The process involved, among others (see, e.g., Faguet [5]): (i) the creation of 198 new municipalities; (ii) the decentralisation of responsibilities for health, education, roads, and irrigation to the local level; (iii) the per capita allocation of 20% of national tax revenues to municipalities; and (iv) the installation of Local Oversight Committees to check spending of funds, and to propose new projects.

Economic theory has generated different views on the desirability of decentralisation, and the evidence is mixed². The available Bolivian evidence suggests that the reform had a series of fairly positive implications (Faguet [5]). It implied substantial

² One view is that it is a positive development (Shah [13], Zax [16]), because it makes governments more responsive to the preferences of local and, almost by implication, more homogenous groups. The opposite view argues, however, that the local government's lack of technical and human resources prevents it from providing decent services, and that power should remain with the better equipped higher level authority. In general, the available case studies are inconclusive, although there seems to be a slight advantage for the former view. For example, Huther and Shah [7] find a positive relation between decentralisation and indicators of political participation, social development and quality of government.

redistribution of both power and financial resources to lower levels, investment in local services per capita went up, and services were better adapted to indicator variables expressing local needs. For example, it was found that educational expenditures shifted to areas with higher rates of illiteracy. At the same time, of course, the decentralization movement reduced the redistributive role of the national government (Bouton et al. [2], Verardi [15]).

3. Methodology

Our purpose is to estimate the direct effect of road blockings on economic activity in Bolivia. As daily data are available on road blockings but standard indicators for economic activity, such as gross domestic product, are available only for highly aggregated periods of time, we exploit the high frequency nature of the data on social unrest by using a two step-procedure. We first look for an economically appealing and statistically convincing proxy for economic activity that has two properties: (i) it captures both the short- and the long-run dynamics of aggregate economic activity very well, i.e., it correlates almost perfectly with aggregate economic activity, and (ii) it is available both at the aggregate level and at the same high frequency level (i.e., daily information is available) as the road blocking data. We then estimate the direct effect of road blockings on economic activity, using daily information on road blockings and the proxy variable identified at step one. The time series properties of this relation are exploited to derive information on the costs of road blockings.

3.1. Identifying proxies for daily economic activity

In a first step, we search for an economically sensible and statistically acceptable proxy for economic activity. Data availability limits the number of candidates. Fortunately, it is well known that in many countries a close correlation exists between the demand for hotel accommodation, on which data are available for the Cochabamba region both at the daily and the aggregate level, and economic activity (see, e.g., the USA Lodging industry sector reports). In the rest of this subsection we show, using straightforward statistical tests, that also for the Bolivian case activities in the hotel business correlate almost perfectly with economic activity in general, both in the short and the long-run.

In Fig. 1, we show annual time series for the Gross Domestic Product (GDP) of the lodging industry and for total GDP in Bolivia. Correlation between the logs of these variables amounts to 0.985. Of course, both series are highly trended; they were both found to be integrated of order 1. Engle-Granger tests rejected the hypothesis of no co-integration between the two series.

To improve the long-run relationship between the two variables while at the same time capturing the short-run dynamics, we estimated an error correction model, using Bolivian GDP as the dependent variable y_t . The following model is postulated:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 x_t + \beta_4 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

To facilitate interpretation, note that this can be rewritten as:

$$\Delta y_t = (\beta_2 - 1) \left(y_{t-1} - \frac{\beta_1}{1 - \beta_2} - \frac{\beta_3 + \beta_4}{1 - \beta_2} x_{t-1} \right) + \beta_3 \Delta x_t + \varepsilon_t$$

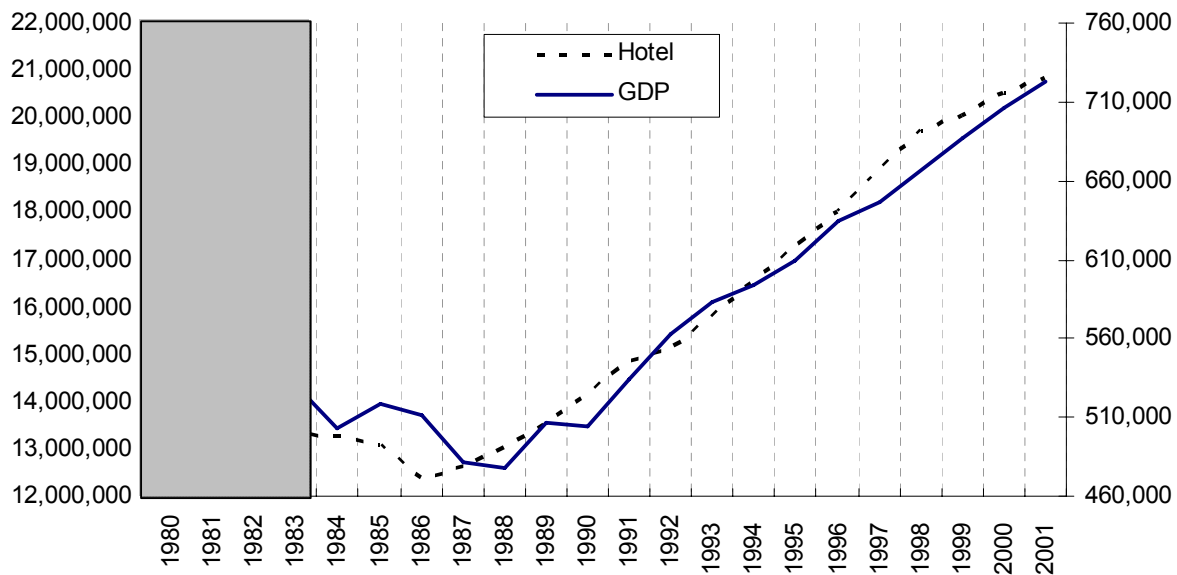


Fig. 1: Incoming hotel flows and GDP

The model implies that the change in GDP in any period is explained by the change in production of the hotel business and the deviation between lagged GDP and the value predicted by the long-run cointegrating relationship. Estimation results showed the significance of the coefficient of lagged hotel production levels x_{t-1} ($\beta_4 = 0.88$); none of the other coefficients were significant. The results suggested that the short-term correction slightly improved the long-run relationship; most importantly, it shows that x_{t-1} is a very good proxy for Bolivian GDP. The estimated correlation amounts to 99.57. We exploit the close correlation between the hotel business and GDP to estimate the direct impact of road blockings on economic activity further in this paper.

3.2. Local economic activity, social unrest, and road blockings

Previous aggregate relations are combined with daily information on expressions of social unrest in the form of road blockings and local hotel activity as proxy for economic activity. The data used are daily data for 2003 on the number of incoming visitors³ in Cochabamba hotels and detailed information on road blockings due to social upheaval

³ We consider the incoming visitors rather than the occupation rate to avoid keeping people that had to remain in hotels due to road blockings.

on access roads to Cochabamba. The focus on Cochabamba seems acceptable for two reasons: first, the Cochabamba economy is a good barometer for the Bolivian economy (economic indicators correlate for 99.25); second, due to its central geographical position, Cochabamba is very well suited to test effects of road blockings, because it is always directly affected.

In Fig. 2 we document incoming hotel visitors in Cochabamba over 2003 together with the main social conflicts in the course of this same year. Overall, there were 49 days of major conflict, divided into 4 groups of unrest, lasting 3, 5, 16, and 25 days, respectively. These included, among others, a global strike against neo-liberalism in general and the proposal to export gas through Chile in particular, and a global strike against a new income tax proposal. Total indications of civil unrest were much larger, however, amounting to an astonishing 3896 'incidents'; these included 2371 demonstrations, 944 strikes and 581 major road blockings. As indicated above, our focus is on road blockings. They are an obvious threat to the economy, given the poor quality of infrastructure and the lack of decent alternative roads. For example, it is fair to say that blocking the corridor La Paz-Cochabamba-Santa Cruz paralyzes the economy. In 2003, the road La Paz-Cochabamba was blocked 72 days, the road Cochabamba-Santa Cruz for 47 days.

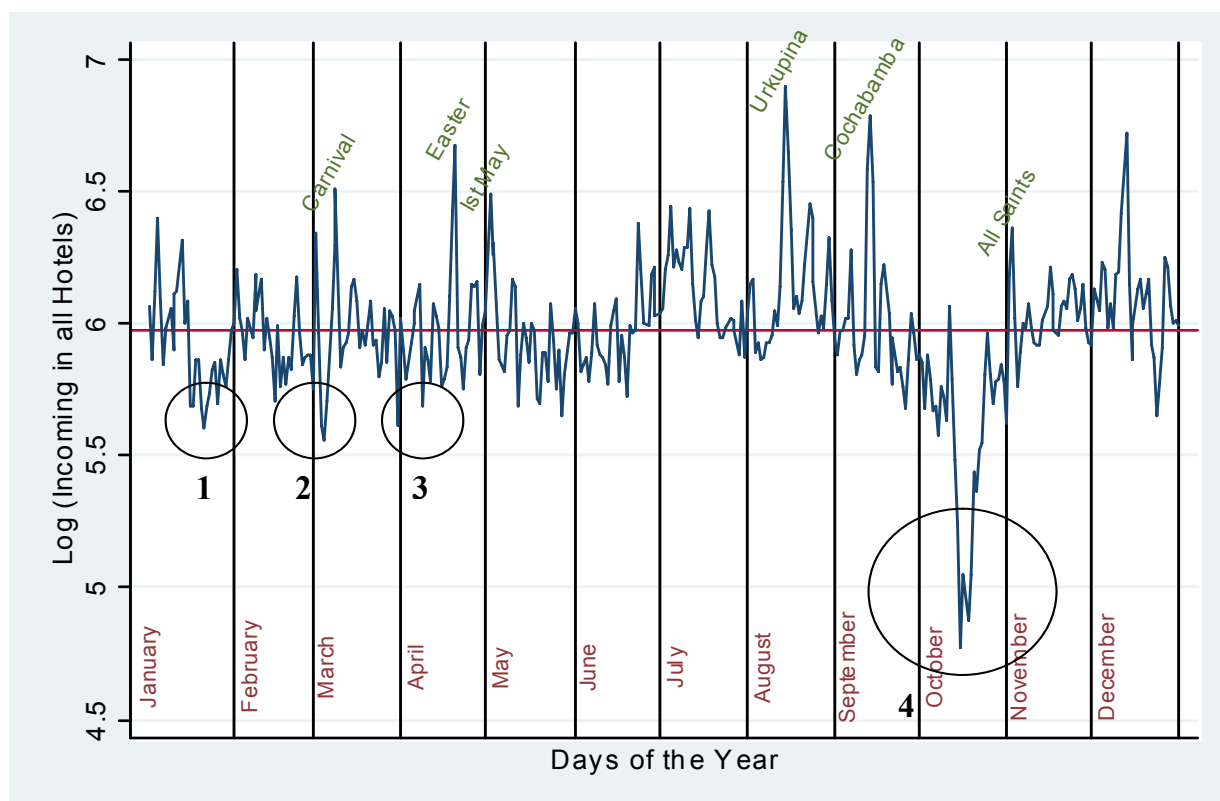


Fig. 2: Incoming hotel flows and social conflicts

3.3. Estimating the effect of road blockings on economic activity: methodology

The methodology we use is based on standard time series techniques applied to the 365 daily observations on incoming hotel visitors as proxy for economic activity, and daily information on road blockings on the access roads to Cochabamba. First, we identify the underlying ARIMA process for the log(hotel incoming) series, taking into account that some pure exogenous shocks could affect the process (more specifically, we identify an ARIMAX procedure). More specifically, some dates such as the day of Cochabamba, the Urkupiña celebration and the international festivities (Easter, Carnival, first of May and All Saints) are typically associated with a large hotel inflow and have to be accounted for. We use the standard Box-Jenkins methodology to find the appropriate auto-regressive and moving average structure⁴. It turns out that an ARMA (1,7,1) was the most appropriate structure. On the basis of the estimated process we then analyzed impulse responses function according to four types of shocks (see, e.g., Enders et al. [4]) for a similar approach to estimate the effects of terrorism attacks). We consider the effects of a one-day shock (think of a one-day road blocking), a series of recurrent shocks, a prolonged shock lasting for many days, and a series of prolonged shocks. Finally, the impulse response functions are analyzed, and the model is used to estimate the loss of economic activity due to road blockings.

4. Empirical results

We first present the estimated model. Then we use the model to analyze impulse response functions. Finally, we estimate the economic losses of road blockings.

4.1. Time series results

The results are presented in Table 1. The dependent variable is the log of incoming hotel visitors. We use two different measures of the expression of social conflict. In the first column we consider the blocking of the new Santa Cruz-Cochabamba road (basically the only good road connecting the major cities of Bolivia), while in the second we take a broader definition and consider all national strikes. The log(incoming hotel visitor)-series was found to be stationary (p -value=0, Augmented Dickey-Fuller unit-root test).

What do we learn from these estimates? First, the conflict coefficients indicate that hotel inflow went down by some 13-15% the day after a conflict. Note that this holds independently of the major upheaval in October; in fact, the dummy for October just indicates that October was even much worse. Second, note that the structure best describing the dynamic behaviour of the incoming hotel visits was an ARMA (1,7,1) process. The auto-regressive coefficients L1 and L7 suggest that seven days after a

⁴ We considered that variance could be modeled as well but neither a GARCH nor a SARIMA structure seemed to improve the estimations.

conflict, its effect partially re-emerges. Third, all the other explanatory variables reflecting different types of festivities and cultural events have the expected sign; especially Easter generates large hotel inflows. Finally, note that the use of two widely different conflict measures does not lead to large differences in coefficient estimates. This may seem surprising. However, it just follows from the important role of the New Santa Cruz-Cochabamba road; its blocking is highly likely whenever a national issue is at stake. This can be explained by several factors. First, the Chapare region that is crossed by the road is the basis of MAS; second, the Santa Cruz region is the most productive region of the country, so that blocking links to the markets of Cochabamba is a highly effective instrument for exercising pressure.

Table 1: The effects of social conflict on hotel inflows

	Log (Incoming)	
Conflict (lagged)	-0.145*** (2.93)	-0.128** (2.50)
October	-0.304*** (3.15)	-0.308*** (3.18)
Urkupina	0.339 (1.42)	0.349 (1.45)
Cochabamba	0.205 (1.10)	0.228 (1.24)
Carnival	0.407*** (3.28)	0.409*** (3.27)
Easter	0.514*** (5.34)	0.517*** (5.32)
1st May	0.385*** (3.88)	0.382*** (3.83)
All Saints	0.247*** (5.92)	0.257*** (6.67)
Constant	6.014*** (263.29)	6.013*** (255.61)
AR		
Lag 1	0.450*** (5.00)	0.466*** (5.35)
Lag 7	0.133** (2.51)	0.135** (2.55)
MA		
Lag 1	0.183** (2.00)	0.145 (1.65)
OLS R2	59.41%	58.54%
Observations	364	364

Absolute t statistics in parentheses

** significant at 5%; *** significant at 1%

4.2. Analysis of impulse-response functions

We use the estimated model to analyze the response of the system to four types of impulses. In Fig. 3 we present impulse response functions that show the behaviour of the estimated dynamic system after one of four different types of shocks. The first one (Impulse), in the upper left corner, corresponds to a single day conflict. The second one (Prolonged impulse), in the upper right, corresponds to a week of conflicts. In the two last graphs (recurrent impulse and recurrent and prolonged impulse), we present respectively how the economy reacts to a series of three one-day shocks and a series of three one-week shocks.

To estimate the impulse response functions we started by setting the log (incoming visitors) variable to zero. Then, for the case of a single day impulse, in the second period we set the conflict variable equal to one. We thus observe the reduction induced by this crisis. Then we let the dynamic stochastic process run and estimate the incoming hotel variable to see how it behaves over time⁵. A similar approach is adopted for the other scenarios. Note that these exercises do not necessarily produce perfectly realistic dynamics, in the sense that the shocks were exogenously applied and may not be consistent with what is observed. However, they do illustrate the behaviour of the system, and they provide information on the lags involved in phasing out the effects of the shocks.

Consider the impulse response function of Fig. 3. For a one-day conflict we see, consistent with the conflict coefficients estimated before, that economic activity drops instantaneously by 13%. Importantly, more than a week is needed to phase out the effect of the shock and to return to the long-run process. A prolonged conflict of a week implies a drop in economic activity of almost 25%, and almost a month is needed to go back to the long term path. A series of several one-day conflicts, and especially a series of several longer conflicts (probably the most realistic description of the Bolivian situation), implies a continuous reduction in activity, where the intensity of the loss rises again with each renewed negative impulse.

4.3. Analyzing economic losses of social conflicts

In view of the information of the impulse response functions one can expect the economic losses of road blockings, given their widespread and frequent occurrence, to be substantial. Estimating these losses on the basis of the estimated model is the purpose of the present subsection.

To estimate the loss induced by the actual conflict days in the year 2003, we applied the same methodology as before; so we set the process equal to zero and analyze the impulse function by setting the conflict variable equal to one at each day of social unrest. Unlike the exogenous shocks applied in the previous subsection, this does provide us with estimates of the implications of the observed road blockings in 2003,

⁵ For the MA component, we estimate the residuals and introduce them in the process.

since the impulses are now describing what was exactly observed. The results are depicted in Fig. 4.

The results show that the national conflict that dominated October had a huge cost in terms of lost economic activity: some 80% of activity was lost for more than half of October; towards the end of the month, the loss dropped to 60%. It took the country well into November before economic activity resumed its normal pace. Apart from October, substantial economic losses were also estimated for the second half of January (up to more than 20%), February and March (drop in activity by 20% in the last week).

In a final step, we integrate the results over the whole year 2003, to obtain an estimate of the economic loss in activity (i.e., reduction in GDP) due to social unrest. The results suggest that the production loss is some 10% on average over the year. In some periods the loss is much more dramatic, of course. For example, as could be expected the loss in October amounts to almost 80%. This figure should be cautiously interpreted. As argued before, since it only covers the direct short run impact and not the long run effects due to macroeconomic destabilisation, it is just a modest fraction of the total effect.

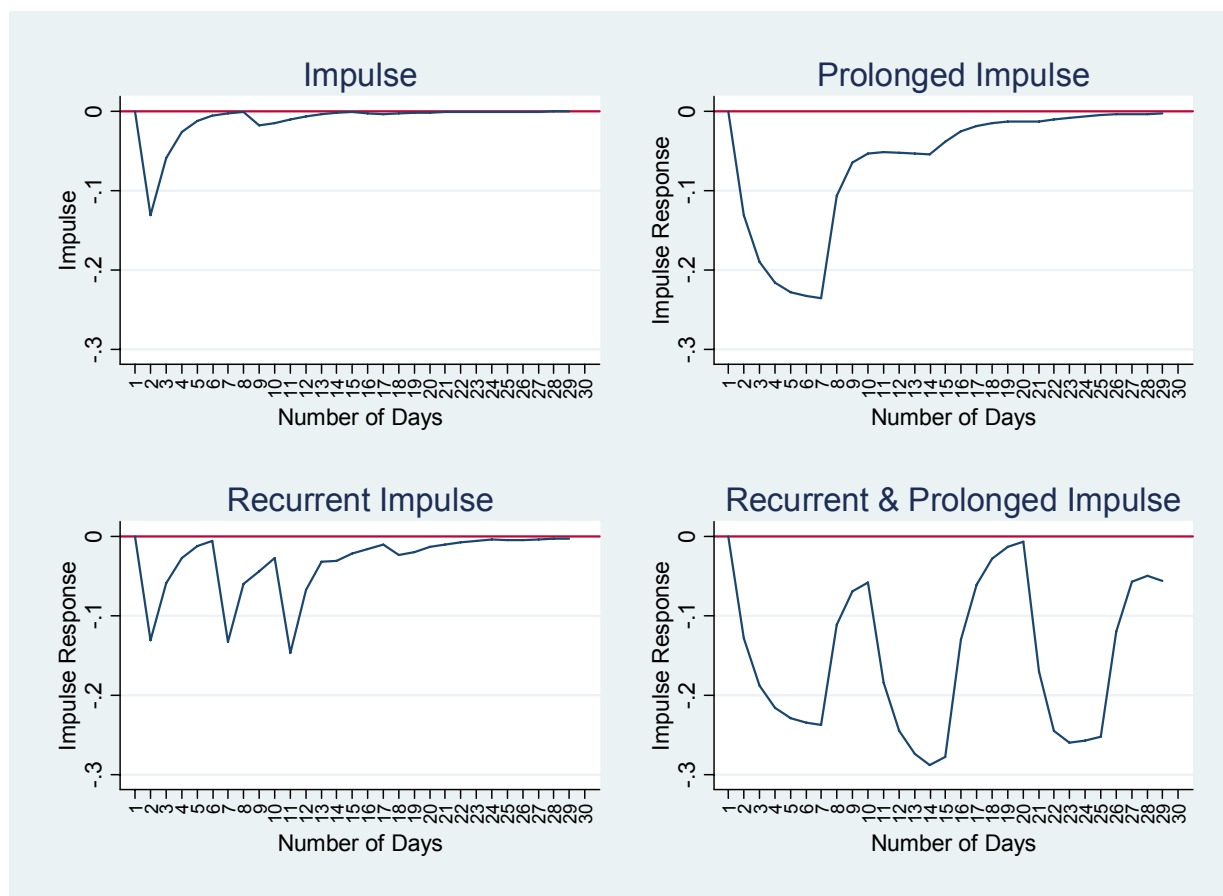


Fig. 3: Simulated impulse response functions

5. Conclusions

We have proposed and applied a methodology to estimate the direct effects of recurrent exponents of local social conflicts, such as road blockings, on economic activity. The methodology combines annual time series data on economic activity with high frequency (daily) information on the occurrence of local social conflicts and proxies for economic activity. We applied the proposed methodology to analyze the direct economic costs of road blockings in Bolivia, using detailed daily information on road blockings for the year 2003. The results show that these costs are large. The national conflict that dominated October implied that 80% of activity was lost for more than half a month. It took the country well into November before economic activity resumed its normal pace. Other substantial economic losses were estimated for the second half of January (up to more than 20%), February and March (drop in activity by 20% in the last week).

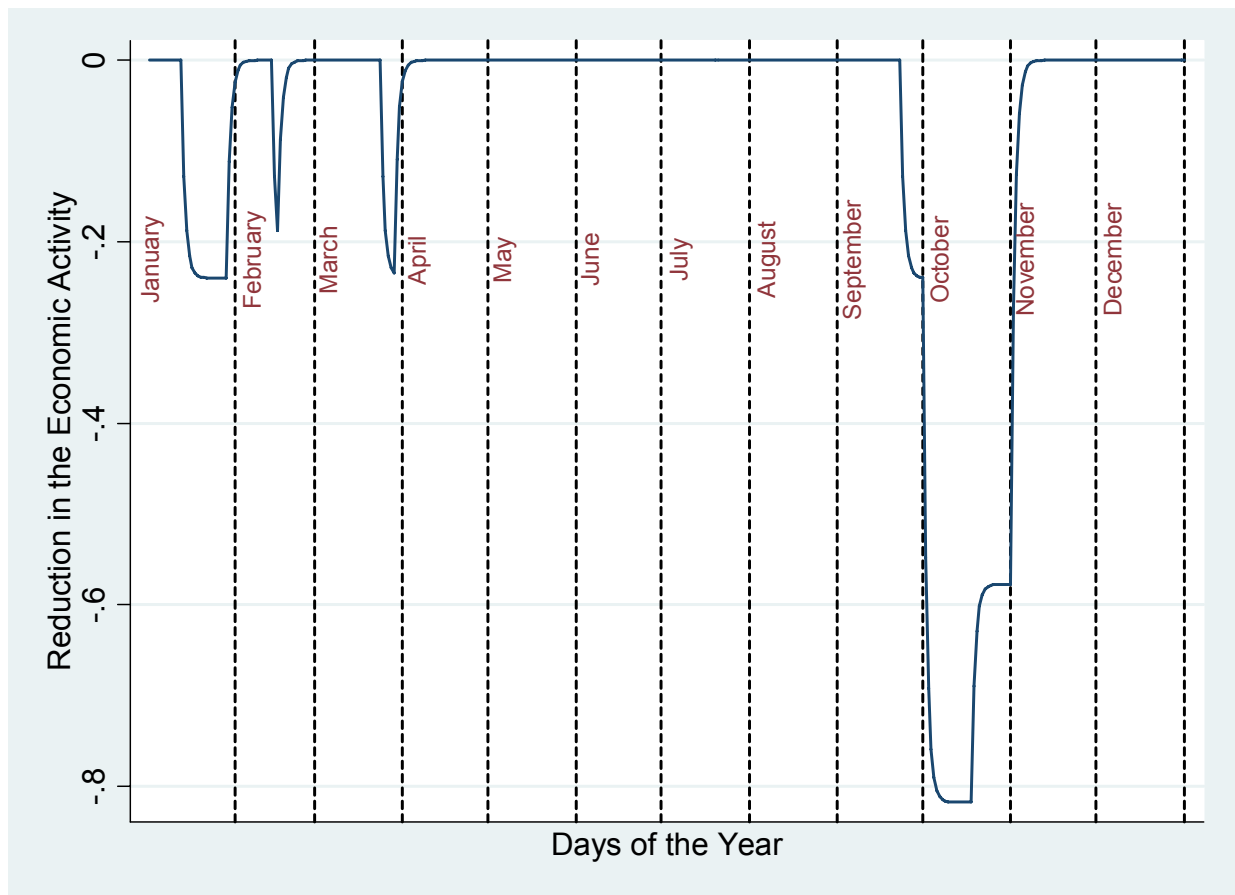


Fig. 4: Social conflicts (impulse) and reduction in economic activity (response)

Since these estimates do not yet include the costs of long-run macroeconomic mismanagement and underinvestment, they have to be considered an absolute lower bound for the overall costs of social instability. Stronger institutions are a critical factor in reducing the prevalence of such social conflicts and to avoid the huge economic costs that they imply.

Acknowledgements

The authors would like to thank Marcelo Olivera for providing the data and for his input in the analysis.

References

- [1] A. Alesina, D. Rodrik. Distributive politics and economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 109, 465-490, 1994.
- [2] L. Bouton, M. Gassner, V. Verardi. Redistributing Income Under fiscal vertical imbalance. *LIS Working Paper Series*, 420, 2007.
- [3] W. Easterly, M. Kremer, L. Pritchett, L. Summers. Good policy or good luck? Country growth performance and monetary shocks, *Journal of Monetary Economics* 32, 459-483, 1993.
- [4] W. Enders, T. Sandler, J. Cauley. UN conventions, technology and retaliation in the fight against terrorism: an econometric evaluation. *Terrorism and Political Violence*, 2, 83-105, 1990.
- [5] J.-P. Faguet. Does decentralisation increase government responsiveness to local needs? Evidence from Bolivia. *Journal of Public Economics*, 88, 867-893, 2004.
- [6] M.L. Faye, J.W. McArthur, J.W. Sachs, T. Snow. The challenges facing landlocked developing countries. *Journal of Human Development*, 5, 31-68, 2004.
- [7] J. Huther, A. Shah. Applying a simple measure of good governance to the debate on fiscal decentralization. *World Bank, Policy Research Paper 1894*, Washington DC, 1998.
- [8] S. Knack, P. Keefer. Institutions and economic performance: cross country tests using alternative institutional measures. *Economics and Politics*, VII, 207-227, 1995.
- [9] S. Knack, P. Keefer. Does social capital have an economic payoff? A cross country comparison, *Quarterly Journal of Economics*, 1251-1288, 1997.
- [10] P. Mauro. Corruption and growth. *Quarterly Journal of Economics*, 681-712, 1995.
- [11] D. Rodrik. Where did all the growth go? External shocks, social conflict, and growth collapses. *Journal of Economic Growth*, 4, 385-412, 1999.
- [12] J.P. Platteau. Institutions, social norms and economic development. *Harwood Academic Publishers*, London, 2000.
- [13] A. Shah. Balance, accountability and responsiveness: Lessons about decentralization. *World Bank, Policy Research Paper 2021*, Washington DC, 1998.
- [14] V. Verardi. Electoral systems, racial tensions and decentralization. *Acta Nova*, 2(3), 367-386, 2003.
- [15] V. Verardi. Electoral systems and income inequality. *Economics Letters*, 86, 7-15, 2005.
- [16] J. Zax. Initiatives and government expenditures. *Public Choice*, 63, 267-277, 1989.

Risk, uncertainty, and macroeconomic planning

R. Soto

Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile,

Keywords: Economic growth, macroeconomic planning, economic uncertainty, corruption, planning failures

Abstract

This paper studies economic growth in Latin America in the last 50 years. It documents that per-capita GDP growth has been insufficient to reduce poverty levels and increase the population's welfare. In fact, Latin America has lagged behind advanced economics instead of catching them up, as theory and common sense would indicate. Using sources of growth decomposition, the paper shows that the slow growth is largely the result of equally low growth in productivity levels, rather than lack of private or public investment or human capital accumulation. To a large extent, the empirical evidence rejects the tenets of macroeconomic planning in Latin America, namely that investment is a pre-condition to growth (causality goes in the opposite the direction), human capital is a must for growth (again causality is the opposite) and that governments can plan for growth (usually governments serve interest groups in order to delay economic growth).

Introduction

My topic is that of macroeconomic planning in an uncertain environment. Sadly one needs to recognize that Latin America has become synonym of economic uncertainty and planning failures. And although the costs of failed plans have been dramatically high, we have learnt very little about how to avoid paying repeatedly those same costs.

Let me first define the terms of the analysis: uncertainty and planning. In every day's parlance we tend to equate uncertainty with risk. Apparently, they both refer to the negative effects of future unforeseeable events that might affect the economy. Yet, in economics these concepts have a quite different meaning and call for a different policy approach.

Risk, as opposed to uncertainty, can be properly measured and anticipated, at least in probabilistic terms. Consequently, individuals can undertake measures to counterbalance its negative effects. Insurance and saving are well developed and efficient responses to economic risk. Risk diversification is a standard practice in finance and could be applied to most economic problems. At the country level it is not different.

Uncertainty, on the other hand, is usually impossible to measure and, hence, countervailing measures are harder to design and implement. Natural disasters, a characteristic phenomenon in most Latin American economies, are uncertain in the sense that we know they will occur, but it is impossible to anticipate them - even in probabilistic terms - nor to diversify efficiently the risk they pose. Economic disasters, on the contrary, are easier to foretell and diversification measures are simple to implement.

In what follows I will argue that, as every other country in the world, Latin American economies face a relatively well known set of economic risks. However, the weaknesses of the institutional and political environment in which Latin American economies operate turn what would otherwise be simple risks into high degrees of uncertainty.

Let me be a little provocative by confessing that I distrust the traditional use of the term “planning” and find no reason for it in economics. Planning as the capacity of governments to intervene the decisions of consumers and producers proved to be a complete failure when implemented in large scale in Latin America during the 1960s and 1970s.

No poverty reduction without economic growth

The main - and perhaps one should say only - goal of economic policy ought to be the sustainable increase in the welfare of the population, considering not only current but also future generations. Measuring welfare changes is certainly very difficult for it entails interpersonal comparisons for which we do not have the appropriate methodology. Let us be very naive and, for the sake of comparison, use per-capita GDP as a measure of welfare. Let us also be innocent when looking at poverty measures and use those developed by the United Nations. Figure 1 shows the situation in the 12 largest Latin America countries as of 2005, according to ECLAC data.

There is a negative relationship between both variables, indicating that poverty levels are lower in richer economies. Of course, this is quite obvious. However, let us do the following simple exercise. Observe that all countries with poverty levels below 25% of the population have per-capita GDP levels above US\$ 4,500. Let us assume that this benchmark is a *necessary* condition to reduce poverty permanently. How long would it take Bolivia, Peru, or Ecuador to reach such benchmark and half their current poverty levels? That, of course, depends on their rate of economic growth. Take, as an example, the case of Bolivia, per-capita GDP has grown at a meager annual rate of 0.8% in the last 50 years, indicating that it would take around 190 years to achieve the US\$4,500 threshold. Economic growth, in fact, has been slightly higher in the last 15 years in Bolivia (1%), but it would still take 150 years. What annual rate of growth of per capita GDP would take Bolivia to the benchmark in, say, 50 years? A little above 3%, something that never occurred in the last 30 years.

Naturally, this is an extremely simplified exercise and it only serves as an illustration. As apparent from Fig. 1, the connection between economic growth and poverty is difficult to assess and there may be countless other elements that play a role in determining poverty levels. In fact, several countries do not perform as suggested by this naive experiment: for example, poverty levels in Uruguay are much lower than the level implied by per-capita income, while poverty in Venezuela is much higher than what it ought to be according to its income level. This suggests that we are missing important elements in our description of growth and poverty, with government policies being possibly the most important.

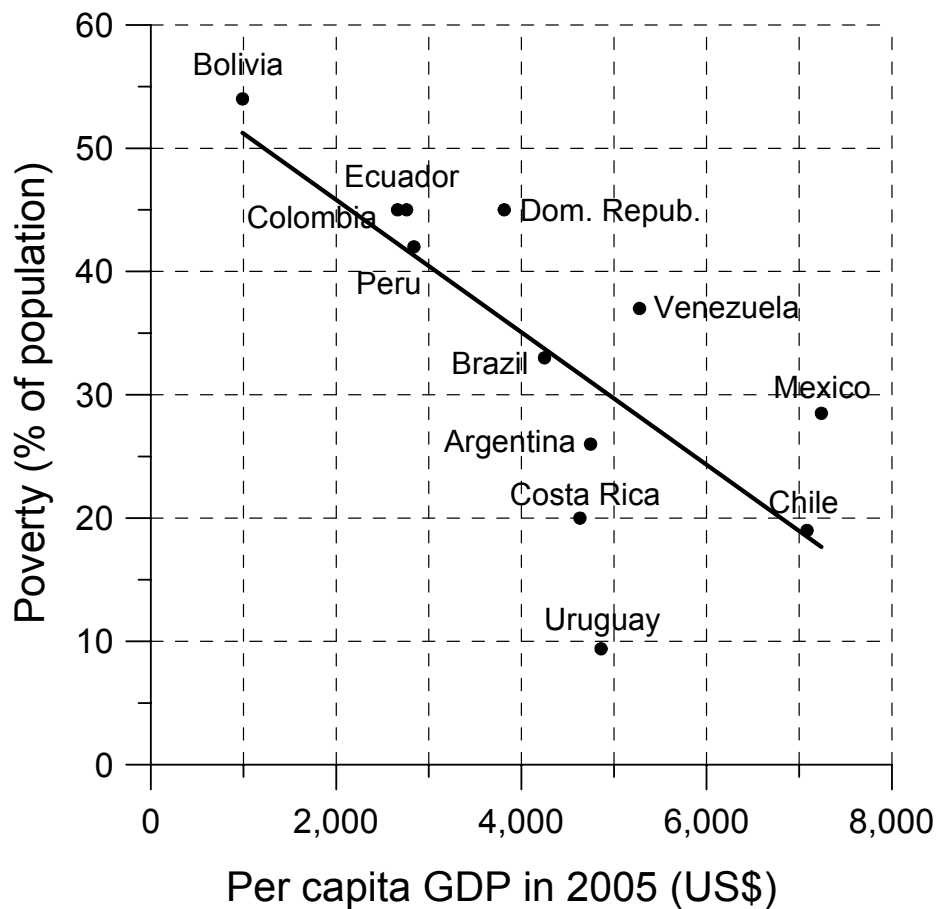


Fig. 1: Poverty levels and per-capita GDP levels in 2005

In a recent publication, ECLAC¹ has provided a far more sophisticated analysis for the region, reaching a strikingly similar conclusion: in order to halve poverty levels, Latin America would have to grow - on average - at around 2% in per capita terms for the next 25 years, something that has never happened.

¹ *Social Panorama of Latin America 2006*. ECLAC, Santiago de Chile

But why does Latin America grow so slow?

Before turning to economic policies as a tool for poverty alleviation, let us examine the mechanics of economic growth in Latin America. Because pictures are worth a thousand words, let us look at pictures of economic growth in each country in Latin America, measured by GDP per working-age person as opposed to per-capita GDP. I focus on the fraction of the population available to work (i.e., those between 14 and 65) because I am interested in the capacity of each country to produce goods and services not on expenditure levels. Using working-age population also takes care of the significant demographic changes that have taken place in the last 50 years. I have also normalized all values to be 100 in 1960.²

In order to have a counterfactual comparator I used the developed economies, which have grown on average at 1.5% per year in the 20th century. Needless to say, choosing the developed economies as the competitor is not very challenging - as it would have been the case had I chosen the Asian tigers - but it suffices for our purposes. The dotted line (see Fig. 2) represents, then, how the world was growing in the last 50 years.

I have grouped the experiences of Latin American countries in order to synthesize the results. The two most striking results are: first, Latin American countries are comparatively more backwards today than 50 years ago and, second, economic instability is the rule rather than the exception. Most economies portray the case of *slow and unstable growth*, as depicted in panel A: Argentina, Uruguay, Colombia and Costa Rica exhibited growth rates comparable to the developed countries in the 1960-1980 period but afterwards growth have been much slower and with more marked fluctuations. Latin America's *rising stars* -Chile and the Dominican Republic in panel B- are the only two countries with vigorous, systematic growth in the last 20 years, although for Chile it initially meant just a return to trend after being about 40% below the benchmark in the 1980s. Three countries depict the inverse situation in panel C: after high and sustained growth in the 1960-1980 period they have all but stagnated in the last 25 years. Brazil, Ecuador and Mexico have thus become fallen angels. Finally, two countries - Bolivia and Venezuela - have levels of GDP per-working age person that are *lower* in 2005 than they were 30 years ago (see panel D). Actually, current levels of GDP per-working age person in Venezuela are lower than in 1960!

What are the reasons for such a dismal performance? The ultimate culprits are difficult to pinpoint but the following exercise provides insights as of where to look for answers. It has become customary to decompose economic growth according to its sources, namely the accumulation of physical capital, human capital and knowledge of how to be efficient when producing goods and services. I will call this last element as "productivity", but later I will try to disentangle a little its components. There are several methodologies to achieve such decomposition, but they in general provide a very similar picture of what has been the story in Latin America.

² This section is taken from "Economic Growth in the late twentieth century", by A. Solimano and R. Soto, in *Vanishing Growth in Latin America*, A. Solimano (ed.), Edward Elgar Publishers.

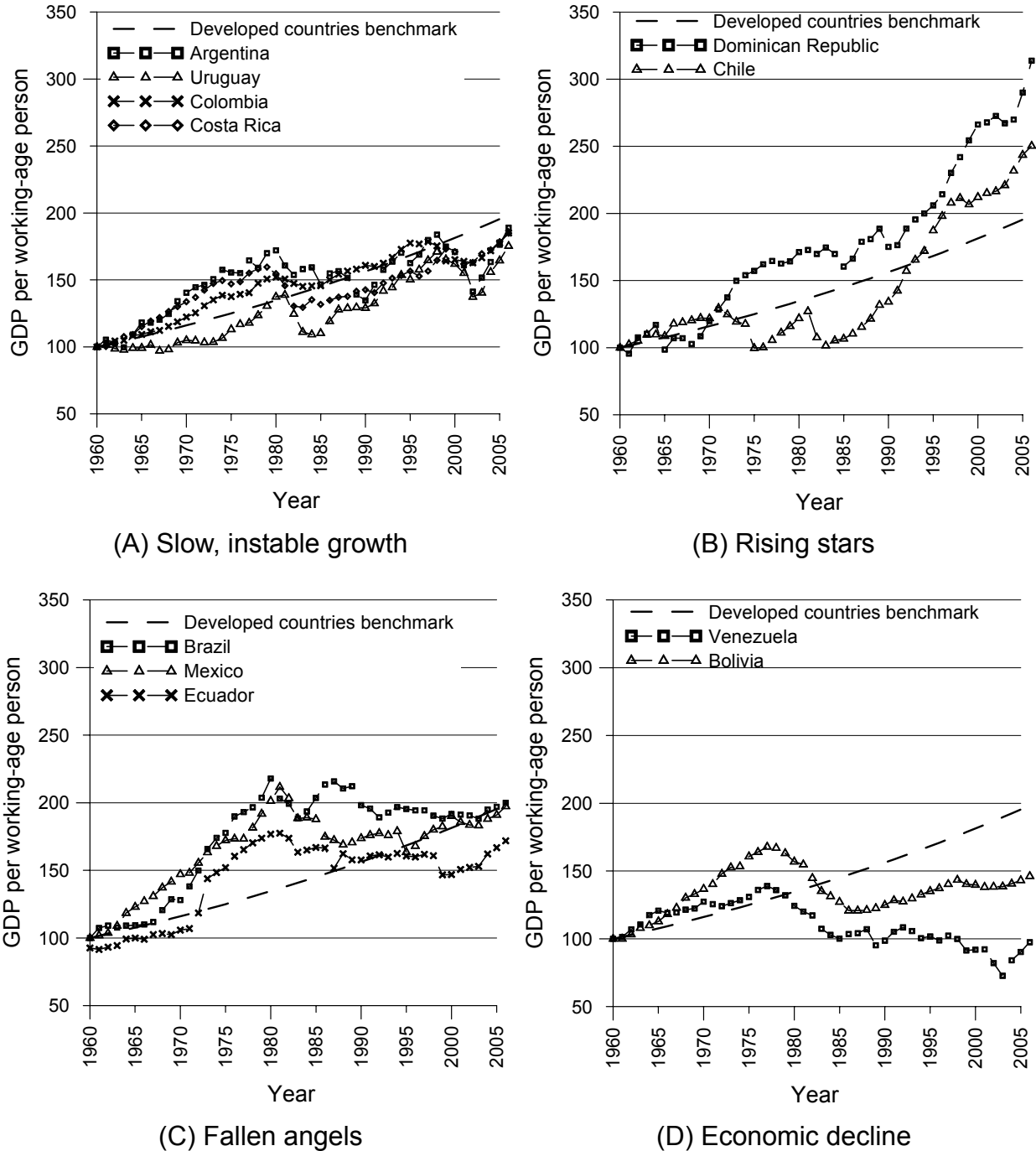


Fig. 2: Growth in GDP per working-age person
(GDP per working-age person 1960 = 100)

In the subsequent set of graphs (see Fig. 3) I have reproduced the same data on GDP per-working age person, along with total factor productivity, i.e., the fraction of economic growth that is not due to human and physical capital accumulation. Total productivity is measured as changes in GDP per working-age person net of changes in employment, education levels, and net physical capital investment. Productivity, in this context,

encompasses more than technology, as it takes into account the impact of elements such as institutions, regulation, and international competitiveness.

This simple computation provides a striking conclusion: long run economic growth - and most of its short-term fluctuations - is closely linked to changes in productivity levels. This indicates that, while accumulating human and physical capital is important, it is the change in productivity that is crucial for economic growth.

When looking at these graphs a second element becomes apparent: only two countries have managed to increase productivity in a significant manner in the last 25 years. In all other economies, productivity have been stagnant for long period of time - Bolivia, Brazil, Ecuador, Mexico or Venezuela - or it has increased at a very low pace (Argentina, Uruguay, Costa Rica, Peru). This performance is in marked contrast with that of the Asian tigers or other high-growth economies. For example in countries such as Korea, Taiwan, Thailand, Ireland, or Spain total productivity has grown between 2% and 3% per year in the 1960-2004 period. In Latin America, the average is a mere 1%.

Again, this is a highly simplified method of analysis and, arguably, it ignores the complex mechanics of adopting higher-productivity technologies, training the labor force, allowing investment to mature, developing infrastructure, and the like. Yet it is a valid summary indicator of aggregate factor productivity in each country.

Among the results that are found in recent research, one strikes as distinctive of Latin America: the evidence indicates that there is an abnormally high frequency of 'growth crisis', particularly after 1980. A *growth crisis* is defined here as any year in which the rate of growth of GDP - not per-capita - is negative. On average, a Latin American economy has had 13 years of crisis in the 1960-2004, that is one crisis every three years. In contrast, high growth economies such as Korea or Spain have had at most 3 years of crisis in the same period.

Crises are not only more frequent but also much deeper. All Latin American economies have had a crisis in which GDP dropped by 5% or more in a year. These crises are not of a transitory nature; on the contrary they are deep and tend to have lasting effects. In particular, the negative effects of the 1981 crisis have been quite difficult to overcome. In six countries GDP per working-age person is lower in 2006 than it was in 1981. This includes the two largest economies: Brazil and Mexico. Even in the richest economies - Argentina and Uruguay - recovery took over a decade.

The Latin America growth experience thus points at a very different type of macroeconomic instability than that in East Asia or Europe, one that is much closer to uncertainty than to diversifiable risk. Negative productivity shocks are much larger, lasts much longer, and are far more frequent than in other developing or developed economies.³

³ See *Economic Growth: Sources, Trends and Cycles*, edited by N. Loayza and R. Soto, 2002.

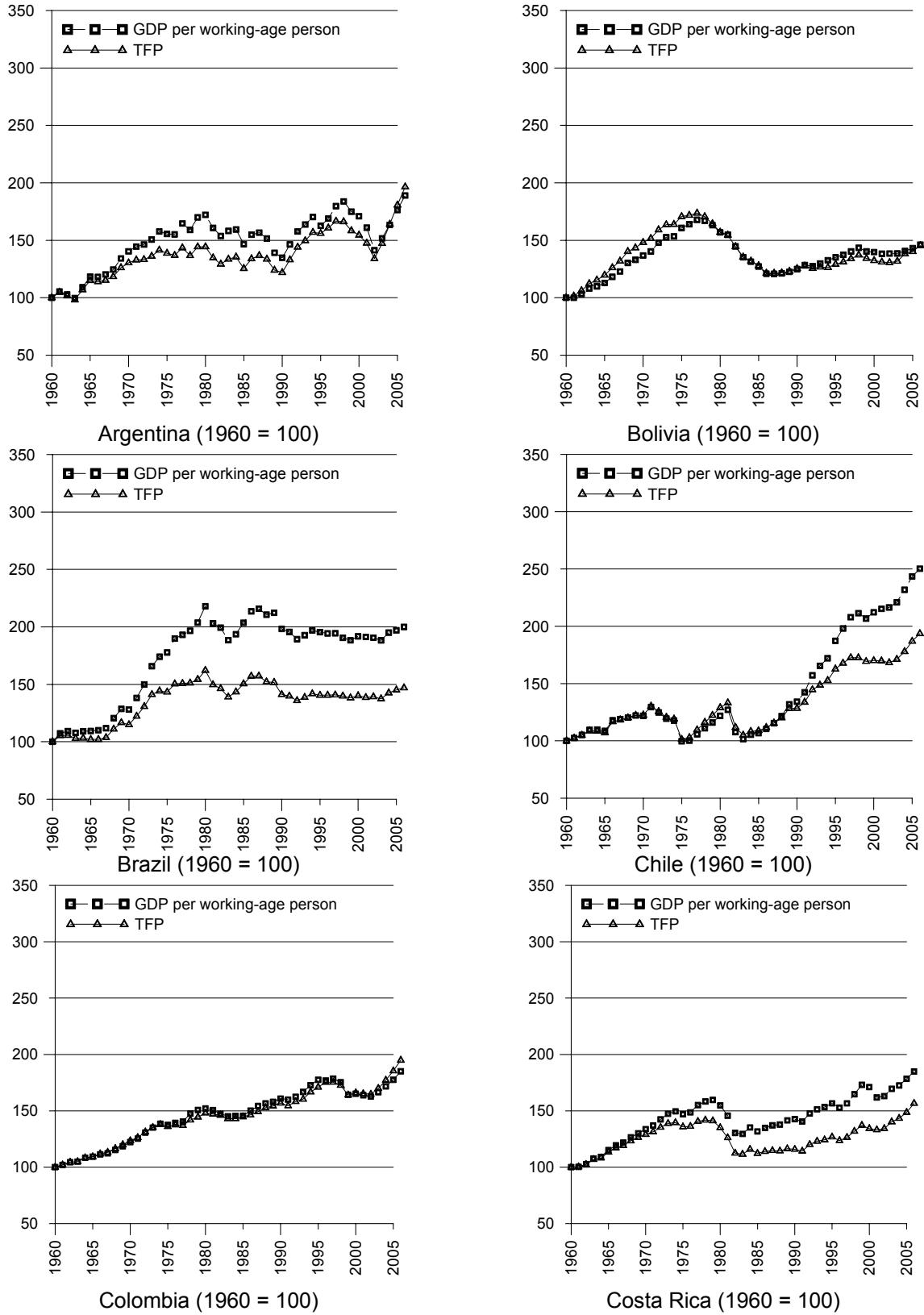
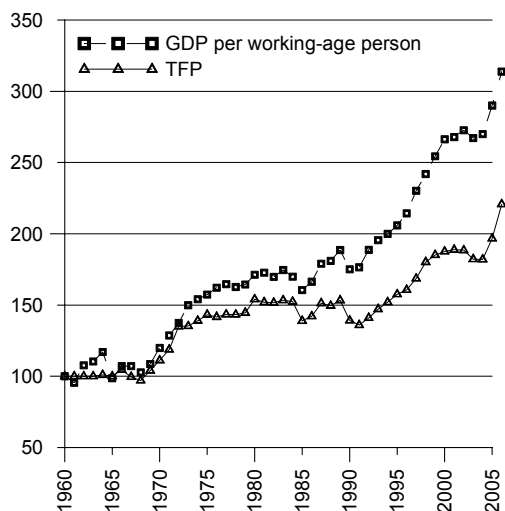
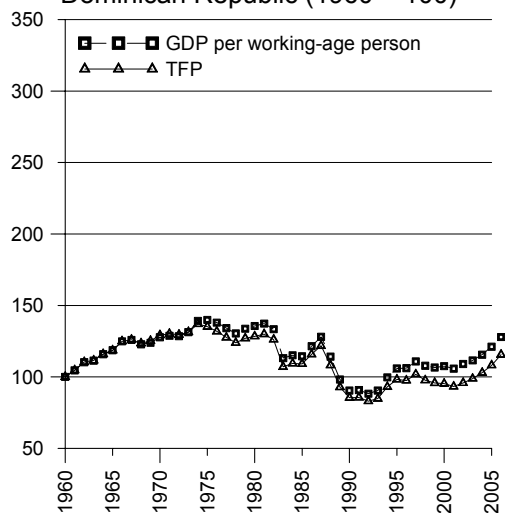


Fig. 3: GDP per working-age person and Total Productivity

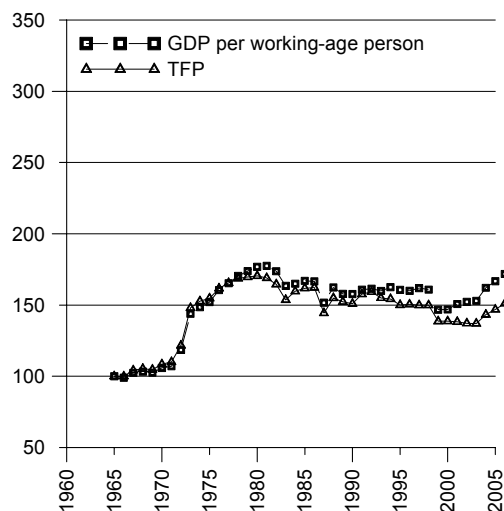
Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto



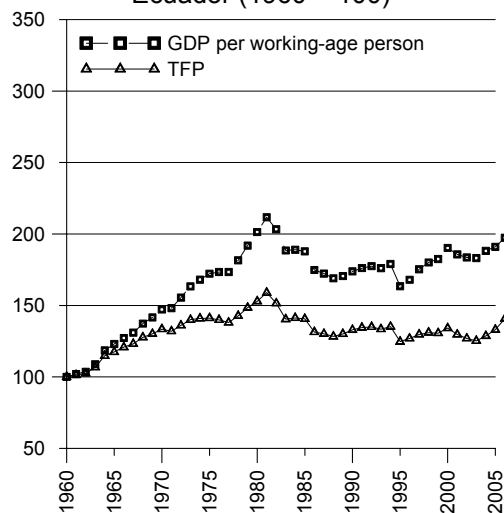
Dominican Republic (1960 = 100)



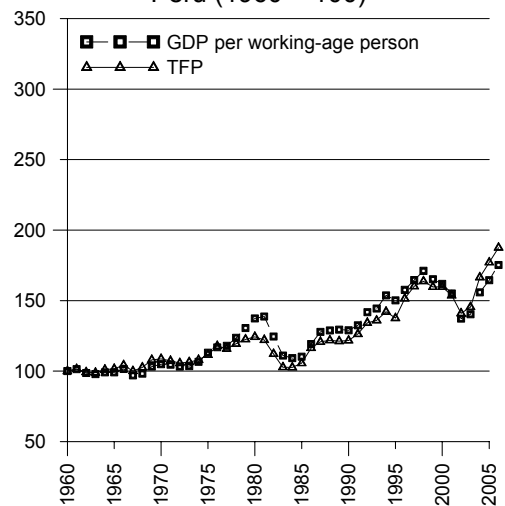
Ecuador (1960 = 100)



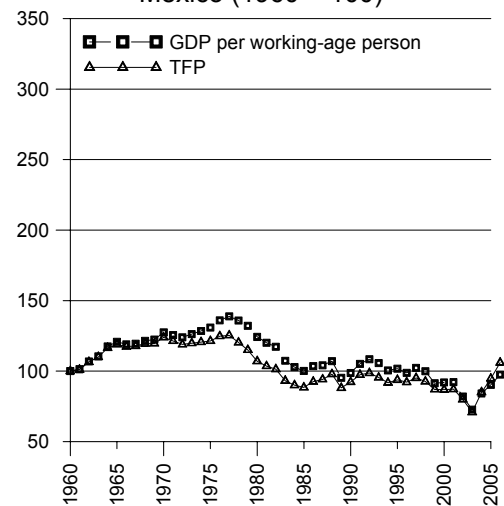
Peru (1960 = 100)



Mexico (1960 = 100)



Uruguay (1960 = 100)



Venezuela (1960 = 100)

Fig. 3: GDP per working-age person and Total Productivity (continued)

What drives productivity, then?

When asked, a cautious secondary student would promptly answer that productivity and investment are intimately related. Evidence - found in Latin America as well as other regions of the world - on the causal links between the accumulation of human and physical capital and long-run economic growth is elusive.

Historically, macroeconomic policies in Latin America operated under the premises that investment is a pre-requisite to economic growth. Recently, we have witnessed a rebirth of this idea in Argentina, Ecuador, and Venezuela where public investment has been called to accelerate economic growth. Available evidence, however, suggests that physical and human capital accumulation do not cause faster or sustainable economic growth, nor that public investment supports - or can eventually replace - private capital accumulation. Empirical testing of these ideas show that it is higher expected output growth that drives investment and not otherwise. Injections of capital do not seem to be the driving force of future growth. Likewise, evidence on human capital accumulation tells a similar story. It is the expected wage increase that accompanies output growth that drives investment in higher education and training. Thus, in terms of both physical and human capital, the data do not provide strong support for the contention that factor accumulation ignites faster growth in output per worker.

Long-run evidence, collected by several authors,⁴ on the role of capital investment in Latin American countries support three conclusions. First, investment levels tend to be too low to be consistent with accelerated growth. A back of the envelop calculation suggests that the ratio of investment to GDP ought to be above 25% to sustain the modest rate of growth of GDP per capita of 2% needed to reduce poverty in 25 years. The average ratio for all Latin American economies is slightly less than 20%. Second, there is evidence that capital formation in the public sector is mostly a competitor to private investment, rather than a complement. Certainly, public investment in infrastructure has a positive effect on economic growth, yet the evidence also suggests that, given appropriate regulatory frameworks, franchising infrastructure to be developed by the private sector is more efficient. Low public investment rates are not always associated with slow growth, while a high one does not signal for faster growth. In Chile, public investment declined by 2.5 percentage points after 1980, but was more than compensated by a substantial increase in private investment. On the other hand, in Colombia public investment expanded by almost two percentage points, yet the rate of growth in per capita GDP declined from 5.3 per cent in the 1960-80 period to less than 3 per cent in the 1981-2002 period. Third, there is little evidence that investing in machinery and equipment is better for economic growth than other forms of investment.

Likewise, accumulating human capital is only loosely related to higher economic growth. Several studies have tried to measure the contribution of education, both in terms of

⁴ See the discussion in Mario Gutierrez, "Economic Growth in Latin America: The Role of Investment and other Growth Sources", ECLAC, mimeo, 2005.

quantity and quality, but tend to find that it has a minor effect in igniting faster growth. For example, achieving the education levels of a developed economy in Ecuador would imply less than one-half of a percentage point of additional growth.⁵

Why can't Latin America be as efficient as developed economies?

A very tough question to answer is why developing countries are not more productive if, after all, natural resources are abundant and capital and technology are readily available. There is little doubt of the abundance of natural resources, since the exporting strategy of all Latin American economies is based on primary sectors. In the increasingly globalized economy in which we live, technological advances are closer at hand than ever before. It has been claimed that the leading-edge technology is not actually available for poorer economies and, most likely, that is the case. However when one looks at the wide gap between efficiency in the developed world and that of Latin America, one has to conclude that this would unlikely provide a good explanation for our backwardness. In most sectors, productivity levels are significantly lower in Latin America than in Asian or European countries. Furthermore, productivity differences among Latin American economies are also very high and do not seem to be reducing on time; on the contrary, they seem to be slowly increasing as shown in Fig. 4.

Human capital, on the other hand, is also increasingly mobile and can hardly be considered as a limitation to acquire more efficient production methods. This can be seen very clearly in the substantial migration between Latin America and the developed economies and, increasingly, in the internal migration in the region. In a number of countries, remittances sent to their relatives from workers living abroad - typically in more developed economies - are one of the most significant source of foreign currency. This suggests that these migrants have human capital that is valued in developed economies and that was poorly rewarded in their countries of origin. I will return below to this issue.

If natural resources are abundant in Latin America and factors of production can be acquired in the global markets, what is delaying faster growth? This complicated issue has prompted several lines of analysis and they all give useful insights but not a causal link. First, some authors have justified productivity differentials on differences in human capital levels. Nobel Prize winner Robert Lucas has convincingly argued that education externalities are important and may lead to very different productivity and growth paths.⁶ Yet it remains to be explained why some countries would *choose* to have poor educational systems and a low-growth strategy. Other researchers - mostly at the World Bank - have highlighted the role of institutions as determining the ability of the countries to use efficiently their resources, an idea that goes back to Nobel Prize winner, Douglas North. Again, it remains to be explained why some countries would *choose* to have a weak institutions and settle for a low-growth path.

⁵ See *Long Run Growth in Ecuador*, R. Soto, The World Bank, 2005.

⁶ "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics*, 1988.

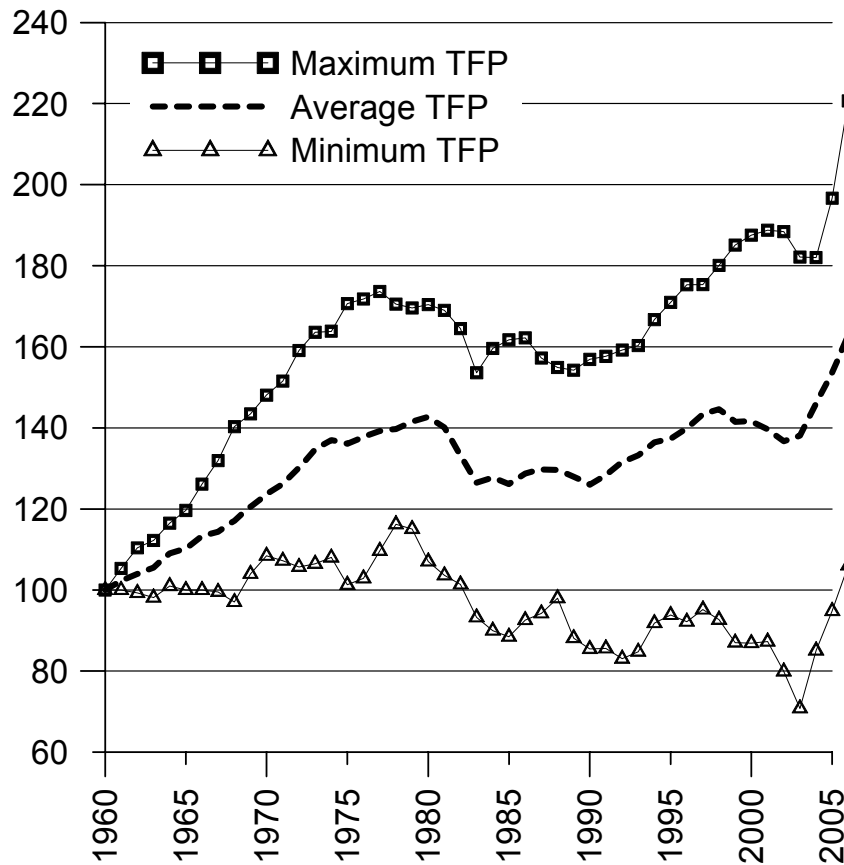


Fig. 4: Average, minimum and maximum total productivity levels

A deeper explanation for these low-growth strategies is provided by another Nobel Prize winner, Edward Prescott, who has also provided evidence that it is in the interest of groups within each economy to impede faster acquisition of technology and human capital accumulation.⁷ Whenever groups benefit from market power in an economy and are able to extract economic rents, they take actions to maintain such rents in the long run at the cost of lower growth and less welfare in the rest of the society. Although one strategy for these groups could be to become an aggressive competitor in the market, it is usually more profitable to ask the government to intervene markets in their favor and grant them monopoly rents. When governments are weak to lobbying and can be captured by groups, the driving force of productivity changes is weakened and low growth is the result.

There are plenty of examples of this problem in Latin America. Lobbying for protection takes the most varied forms, ranging from openly nationalistic self-sufficiency arguments to the more subtle infant industry, import substitution proposals. Organized

⁷ *Barriers to Riches*, E. Prescott and S. Parente, MIT Press, 1997.

groups are surprisingly creative at the time of inventing reasons for acceding special status and the more educated their members, the higher the privileges they may enjoy.

In most Latin American countries protection is pervasive in areas such as the agricultural sector, infrastructure - in particular transportation and ports -, and publicly provided goods, such as education or health. In Chile, the paradigm of free-market policies in the region, labor immobility and wage increases were given to teachers and workers of the public health system for electionary reasons. Public resources to health and education doubled in a ten-year period. Since health and educational quantity and quality indices remained stagnant at best, one has to conclude that productivity in these sectors deteriorated (as detailed studies largely confirm).

Whenever protection cannot be obtained on legal grounds, these groups recourse to illegal practices such as corruption. In Fig. 5 I have plotted per-capita GDP levels in 17 Latin American countries and their corresponding corruption index obtained from Transparency International. It can be seen that there is a negative relationship, as countries with lower corruption indices tend to have higher income per capita. Of course, causality is difficult to pinpoint: while it may be true that lower corruption help achieving higher productivity levels, it may also be the case that richer economies have more resources to fight corruption. From an empirical point of view, evidence indicate that the first channel tend to be more important than the latter.⁸

Detailed analysis of protection tends to confirm that (1) efficiency losses are significant and (2) the protection enjoyed by some is largely paid by the unprotected poor segments of the society. This second aspect is, of course, a regressive transfer, hardly justifiable on any grounds. In this talk, I am more concerned with the first channel, as I think it is most important for long-run growth.

Protection, even when it is mild, tends to have costs both in terms of static and dynamic efficiency. In the short run, protection allows low-productivity producers to remain in business and obtain a higher-than-normal return on their investment. Consumers and taxpayers inevitably bear the additional costs. Politicians in Latin America had based their fortunes on the tenet that protection is necessary for local producers to survive competition and avoid the costs of bankruptcy. While there is a short-run benefit of avoiding bankruptcies, the effect is devastating for the economy in the long term. Allowing inefficient producers to remain in business has two negative effects: low-productivity producers reduce total factor productivity and, more important, by remaining in business they inhibit market entry of producers with new, more productive technologies, thus curtailing productivity growth. Bankruptcies and “going out of business”, painful as they may be, are the mechanism through which a market economy signals for the relocation of resources that is necessary to improve productivity.

⁸ R. Soto, La Corrupción desde una Perspectiva Económica, *Estudios Públicos*, 2002.

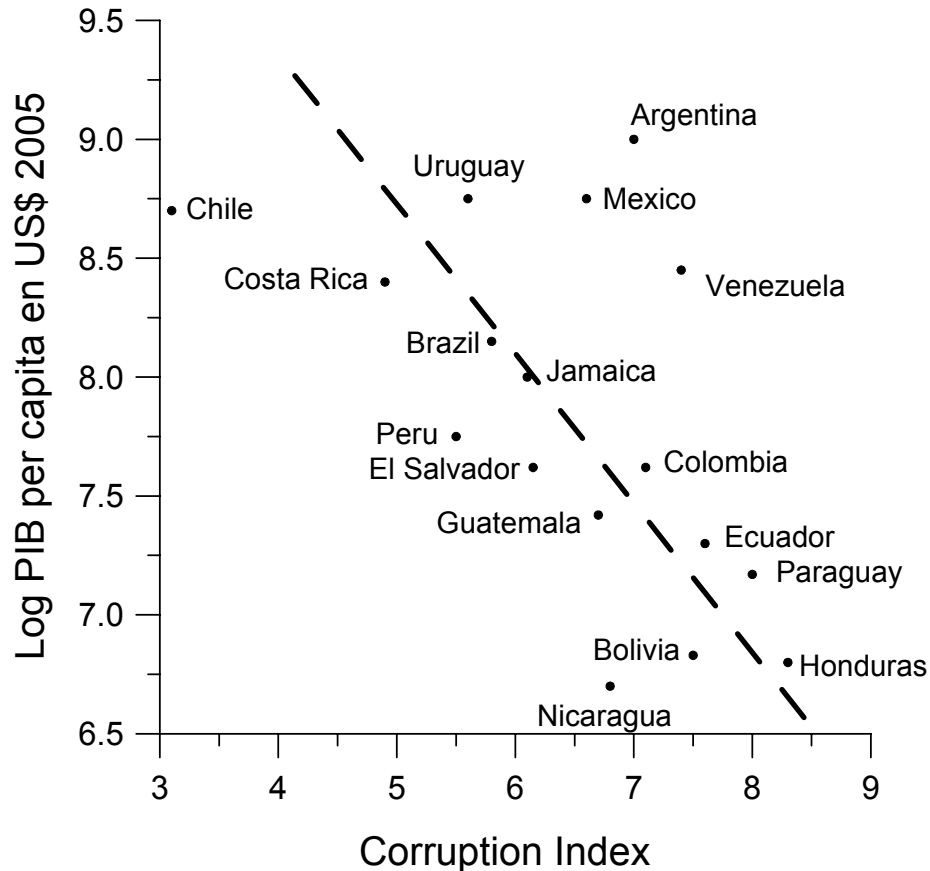


Fig. 5: Corruption and per-capita GDP

Can we plan productivity?

I think it is safe to say that experience shows centralized planning to be a chimera. If economies were static, measurable systems, perhaps there would be a chance for planning to solve efficiently economic problems. In highly dynamic systems, where risks and uncertainty abound, and decisions have to be made under incomplete information the chances of long-term planning to be successful are nil. Matters only complicate more when such decisions are to be made in environments of institutional weakness and corruption.

What is it then the role left to authorities to foster productivity gains? I think it can be summarily stated as *getting intelligently out of the way*. We have discussed that it is the expectation of future benefits that drives human and physical capital accumulation as well as the adoption of new, more efficient technologies. In order to generate such expectations, the authorities must convince producers that if their investments are successful they will not be taxed away and if they fail the cost of going out of business and initiating a new enterprise will be reasonably low. Any other arrangement implies too high a risk.

This may look very naive. Consider, nevertheless, that most Latin American countries fail to convince producers on both accounts. For example, facing the current boom in commodity prices, the authorities in Bolivia, Chile, and Venezuela levied new, higher taxes to their main export products (gas, copper and oil, respectively). In several countries regulatory frameworks designed to attract private investment in telecommunications, energy, primary sectors or the financial sector, have been changed to reduce profitability once the private sector has made the investments. Nationalization of gas and oil companies in Argentina, Bolivia, Ecuador, and Venezuela are a token of this widespread phenomenon.⁹

Even in economies where the respect for contracts and regulations is actively enforced, the cost of business failures could be a severed deterrent to investment and productivity gains. Consider the case of Mexico: during the debt crisis of 1982, there was a need to rapidly relocate resources from inefficient, subsidized firms in the non-traded sector towards more efficient, export-oriented enterprises that would flourish under the free-trade agreement signed with the US. One of the main limitations to a quick, efficient resource relocation was the absence of a bankruptcy law; lack of the protocols required to liquidate in an orderly manner a failed business, delayed adjustment. On the contrary, facing a similar shock Chile benefited from having enacted a modern bankruptcy law only months before the crisis.¹⁰

Prospects for growth and poverty reduction in the 21st century

During the last three years Latin America has benefit from unusually high terms of trade as a result of sustained growth in developed economies as well as the demand from China and other East Asian economies. Based on historical evidence it is safe to say, however, that commodity booms do not last for long. My research also suggests that one should expect a long run decline in the price of commodities as a result in the introduction of new, cost-reducing technologies.¹¹

If the current bonanza is transitory the question is then whether Latin America is building up the capacity to face adverse shocks in the future. Or, as it has been customary, will a mild decline in world economic activity turn into an economic crisis?

I unfortunately cannot provide a properly researched answer and, perhaps, only time will tell which countries enacted the right policies today.

⁹ R. Soto and E. Saavedra, Toward a Modern State in Chile: Institutions, Governance, and Market Regulation, in *Structure and Structural Change in the Chilean Economy*, G. Hewings and P. Aroca (eds), 2006.

¹⁰ See a comparative analysis between Chile and Mexico in Policy-Driven Productivity in Chile and Mexico in the 1980s and 1990s, *American Economic Review*, 92(2):16-21, 2002. (with R. Bergoing, P. Kehoe and T. Kehoe).

¹¹ J. León and R. Soto "Structural Breaks and Long-run Trends in Commodity Prices, *Journal of International Development*, 9:347-366, 1997.

La planificación urbana en el Perú 1947-2006:
¿Del urbanismo mágico a la planificación del desarrollo urbano sostenible?
Aportes para una evolución teórico-metodológica

R.F. Castillo García
Consultor privado, Sebastián Barranca 227, Urbanización San José,
Bellavista, Callao, Perú
rfcastil@uc.cl

Palabras claves: Urbanismo, planificación urbana, desarrollo urbano sostenible

Resumen

Se tiene como objetivos: aproximarse al estudio de la evolución de la planificación urbana en el Perú en el periodo 1947-2006 en función de los enfoques teóricos de planificación urbana contemporánea y del marco legal e institucional nacional que influyó en aquella; y plantear aportes para una evolución teórico - metodológica de la planificación urbana en el Perú. El marco legal de la gestión urbana en el Perú ha estado configurado por sus constituciones políticas y leyes de municipalidades. El marco institucional ha estado signado por la creación de instituciones claves en la gestión urbana. Así, se desarrolla una identificación de periodos en la evolución de la planificación urbana en el Perú, que podría significar un discurrir desde el urbanismo mágico, esteticista y funcionalista del siglo XX a la planificación del desarrollo urbano sostenible en el siglo XXI”.

1. Evolución teórico - metodológica de la planificación urbana en el Perú

En el contexto de un nuevo gobierno en el Perú para 2006-2011 con cambios normativos e institucionales resulta oportuno y necesario aproximarse al estudio de la evolución teórico-metodológica de la planificación urbana en 1947-2006. Esto se da en función a enfoques teóricos de análisis e interpretación del proceso urbano (la ciudad), de los enfoques teóricos de la planificación urbana contemporánea y del marco legal e institucional nacional que ha influido en aquella. Con este propósito, se identifican periodos en la evolución de la planificación urbana en el Perú: 1947-1968, 1969-1980, 1981-1991 y 1992-2006, que podría significar una evolución incremental y positiva desde el “urbanismo mágico, esteticista y funcionalista” de las primeras décadas del siglo XX a la “planificación del desarrollo urbano sostenible” en los albores del siglo XXI.

Entre los años 1947 y 2006 el marco legal de la gestión del desarrollo urbano en el Perú ha estado constituido básicamente por la vigencia de las constituciones políticas, a partir de las cuales se dieron disposiciones legales, como las leyes orgánicas y normas específicas de municipalidades. Además el marco institucional entre 1947 y

2006 ha estado signado por la creación e influencia de instituciones claves en la gestión urbana del país, como son los casos de la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo (ONPU en 1947), el Instituto de Planeamiento de Lima (IPL en 1961), el Ministerio de Vivienda y Construcción (MVC en 1969), el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR en 1981), el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP en 1991), el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTCVC en 1992) y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS en 2002).

En este contexto legal e institucional, se pueden identificar los siguientes periodos en la evolución de la planificación urbana en el Perú entre 1947 y 2006:

- Período 1947 - 1968: Se creó la primera institución pública dedicada a la planificación física de los centros poblados en el país, denominada Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo y el Instituto de Planeamiento de Lima. El marco legal estaba configurado por la Constitución del Perú de 1933 y la Ley de Municipalidades de 1892.
- Período 1969 - 1980: El Ministerio de Vivienda y Construcción se encargó de la planificación urbana en el país. El marco legal estaba constituido por el Estatuto del Gobierno Revolucionario de la Fuerza Armada y por la Ley de Municipalidades de 1892.
- Período 1981 - 1991: Las municipalidades asumieron la responsabilidad legal de la planificación urbana en el país. Sin embargo, en la realidad las municipalidades no tenían la capacidad técnica ni experiencia práctica para elaborar autónomamente sus planes urbanos, por lo que se creó el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - como institución descentralizada del sector Vivienda y Construcción, a fin de asistir técnicamente a las municipalidades en labores de planificación urbana y planificación del desarrollo local [1]. En el ámbito metropolitano de la capital del Perú, se creó el Instituto Metropolitano de Planificación como organismo permanente de la municipalidad de Lima metropolitana, encargado de conducir, orientar y organizar la planificación del desarrollo local en la Provincia de Lima. El marco legal básico estaba conformado por la Constitución Política del Perú de 1979; por las leyes orgánicas de municipalidades: Decreto Legislativo N° 51 de 1981, Ley N° 23853 de 1984 y por el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de 1990 (Decreto Legislativo N° 613).
- Período 1992 - 2006: Las municipalidades continuaron encargadas de la planificación urbana de sus circunscripciones; a nivel del Gobierno central se creó el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción y posteriormente el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El marco legal básico está configurado por la Constitución Política del Perú de 1993; por las leyes orgánicas de municipalidades: Ley N° 23853 de 1984, Ley N° 27972 de 2003, el código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de 1990 y la Ley General del Ambiente N° 28611 del 2005.

En cuanto a la evolución teórico - metodológica de la planificación urbana en el Perú, ésta se ha ocupado preferentemente de los problemas prácticos de la ciudad y para ello ha recurrido a un pragmatismo ecléctico que ha ido incorporando acumulativamente aportes teóricos y metodológicos de los diversos enfoques teóricos de análisis y/o interpretación del proceso urbano. En tal virtud, se pueden identificar en los diferentes planes urbanos en el Perú, explícita o implícitamente, aportes del urbanismo funcionalista (Le Corbusier) de los años 30 del siglo XX; del urbanismo organicista (Howard, Wright) de los albores del siglo pasado; y del historicismo en el estudio del proceso urbano (Mumford en los 50 y Lefebvre en los 70). También del empirismo de los años 50 del siglo XX en Norteamérica (Reiss, Guillén, Angell, entre otros), del ecologismo urbano de los años 20-30 (Park, Burgess, Hoyt y otros); del neo-ecologismo urbano de los años 60 (Duncan, Mc Laughlin); y del estructural - funcionalismo aplicado al estudio de la ciudad en los años 50 (Shevsky, Bell, entre otros).

Asimismo, del enfoque sistémico de los años 60-70 del siglo pasado; del materialismo histórico aplicado al estudio del proceso urbano en los años 70 (Castells); del enfoque de la globalización y su impacto en las ciudades en los años 80-90 (Castells, Sassen y otros); del neoliberalismo aplicado al estudio del proceso urbano en los años 80 (Glaeser, Beyer) y del enfoque del desarrollo sostenible en el estudio de la ciudad en los años 90 hasta la actualidad (Fernández, Allen). Así, la planificación urbana en el Perú ha rescatado aportes de los diferentes enfoques teóricos de análisis e interpretación del proceso urbano del siguiente modo [2]:

- Del urbanismo pragmático, se rescata la tendencia a solucionar problemas prácticos de la ciudad, antes que abordar sus problemas teóricos.
- Del urbanismo funcionalista, se mantiene la identificación de las funciones básicas de la ciudad. Este enfoque permanece aún en algunos términos y contenidos de los planes urbanos en el país.
- Del urbanismo organicista, se asume la relación entre la ciudad y la sociedad que la produce, como una aproximación a la ciudad como medio social complejo.
- Del historicismo, se rescata el hecho de considerar que la planificación urbana debe responder a procesos sociales y económicos que se dan en la ciudad.
- Del empirismo, se retoma la utilización de indicadores de variables urbanas y ambientales cada vez más complejos.
- Del ecologismo urbano, se mantiene la utilización de sus herramientas de descripción de la ciudad, pero enriquecidas con otros aportes.
- Del neo-ecologismo urbano, se incluye la utilización de modelos de simulación de escenarios futuros como son los casos de planificación del transporte urbano.
- Del estructural–funcionalismo, se retoma el estudio de la segregación social residencial en el espacio urbano, principalmente de áreas metropolitanas.
- Del enfoque sistémico, se aplica la utilización relativa, aunque no generalizada, de modelos locales y de usos del suelo.
- Del materialismo histórico, se han rescatado algunos términos de análisis para los diagnósticos urbanos.

- De la globalización y de la planificación urbana estratégica, se asumen criterios de competitividad urbana, que derivan en planes urbanos más ligados a la promoción de cambios cualitativos en el desarrollo urbano.
- Del neoliberalismo, se rescatan criterios para políticas de promoción de la inversión privada en el desarrollo urbano.
- Del desarrollo Sostenible, se enriquece con una mayor consideración de la dimensión ambiental en los estudios y previsiones de los planes urbanos.

Asimismo, la planificación urbana en el Perú ha incorporado aportes de los diferentes enfoques teóricos de planificación urbana contemporánea en sus sucesivos estados del arte. En el periodo 1947-1968 los primeros planes urbanos en el Perú se referían básicamente a aspectos de zonificación urbana (usos de suelo residencial, comercial, industrial, recreativo y otros) y esquemas viales. Por lo que trasuntaban un urbanismo funcionalista y un voluntarismo que configuraban una suerte de urbanismo mágico, fundamentalmente físico-espacial y esteticista, que se limitaba a presentar un modelo ideal de ciudad, pero no se complementaba con políticas operativas que permitieran llevarlo a la práctica.

No obstante ello, parafraseando a De Terán [3], poco a poco los planes urbanos en el Perú han devenido en estudios más complejos e integrales. Estos han sido perfeccionados con un mejor conocimiento de los comportamientos reales del desarrollo urbano, complementados en muchos aspectos de gestión y participación ciudadana, liberados en gran parte de su voluntarismo y de su improcedente empeño de no contar con el mercado, enriquecidos por una mayor consideración de los problemas ambientales y configurando mejor una planificación urbana realista con algunos éxitos relativos, pero no exenta de limitaciones y fracasos relativos. Así, en el periodo 1969-1980, la planificación urbana en el Perú evolucionó desde planes urbanos fundamentalmente físico-espaciales hasta planes urbanos más complejos e integrales, premunidos con políticas urbanas más operativas e instrumentos técnicos - normativos, consolidándose como planificación urbana normativa.

En el periodo 1981-1991, la planificación urbana normativa en el Perú empezó a evolucionar hacia la planificación urbana ambiental de planes urbanos con una mayor consideración de problemas ambientales y seguridad física antes desastres, que incorporaban de algún modo la dimensión ambiental en sus diagnósticos y previsiones. Y en el periodo 1992-2006, la planificación urbana ambiental en el Perú se consolidó y luego se complejizó con elementos innovadores de la planificación urbana estratégica con planes urbanos más ligados a la búsqueda de cambios cualitativos en los procesos de desarrollo de las ciudades a través de la implementación de acciones estratégicas de desarrollo urbano y ambiental; y considerando mejor los mecanismos del mercado y la competitividad [4].

Sin embargo, cabe señalar que la planificación urbana en el Perú no ha experimentado un cambio radical de un enfoque teórico por otro, sino que se han ido complementando en un enfoque integrador pragmático implícito, que ha permitido arribar hasta hoy a una planificación urbana ambiental estratégica. En este contexto, se requeriría un enfoque

integrador emergente explícito, que recoja los aportes de los diferentes enfoques de planificación urbana moderna y supere sus respectivas limitaciones.

2. Aportes para una evolución teórico - metodológica de la planificación urbana en el Perú

Como señalan Steinberg y Cubas [5], es necesario encontrar formas innovadoras de planificación urbana y contar con instrumentos prácticos, integrados y holísticos que respondan a los procesos de descentralización y a la demanda de mayor participación de la sociedad civil. Así como elaborar enfoques teóricos, metodológicos y prácticos para inducir planificadamente los cambios necesarios para la transformación de las ciudades en el futuro.

En esa perspectiva, resulta necesario que se den las condiciones objetivas para determinar un nuevo período en la evolución teórico - metodológica de la planificación urbana en el Perú. Esto se fundamenta en el nuevo marco legal configurado por la Ley de Bases de la Descentralización (2001), la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (2002), la Ley Orgánica de Municipalidades (2003) y la Ley General del Ambiente (2005); así como en un nuevo marco institucional caracterizado por nuestra propuesta de reconversión del actual MVCS en un Ministerio de Desarrollo Urbano y Territorial Sostenible (MIDUTS) a fin de tener una concepción y administración más modernas para gestionar el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano sostenible de modo compatible con el desarrollo económico - social del país.

En ese nuevo periodo debería primar la influencia del enfoque teórico del desarrollo sostenible, que implica alcanzar metas económicas, sociales y ambientales referidas a crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental, a partir de una voluntad política del Estado; en el sentido que se busca el aumento de los beneficios netos del desarrollo económico, compatibilizándolo con la distribución social de esos beneficios, y con el mantenimiento de los servicios y la calidad de los recursos naturales [6]. En tal virtud, convenimos con Fernández que el enfoque del desarrollo sostenible en el estudio del proceso urbano aborda la muy reciente cuestión de la sustentabilidad y su específica manifestación en los escenarios urbanos (sustentabilidad urbana) como temática englobante que propone una consideración interactiva de los aspectos económicos, sociales y ecológicos del funcionamiento y desarrollo urbanos [7].

La articulación de conceptos de ese trípode definidor (económico, social y ecológico) de la noción de sustentabilidad puede dar curso a diferentes nociones de sustentabilidad y a sesgos de acción y reflexión. Entre éstas se destacan: Una conducente a una gestión ambiental de la calidad de vida (de dominante socio-económica) y otra tendiente a una gestión ambiental del desarrollo urbano (de dominante socio-ecológica). En rigor, la instrumentación comprehensiva del paradigma de la sustentabilidad urbana debería necesariamente contemplar interactivamente ambas conceptualizaciones. Ambas en su conjunto, pueden constituir el marco de

aporte transformativo, generado por la posibilidad de una superación ambiental de dos categorías troncales de la gestión local o municipal: Bienestar social y planificación urbana [7].

En este contexto, resulta necesario resolver en el Perú la aplicación concreta, metodológica y operativa del enfoque de la planificación del desarrollo urbano sostenible en los planes urbanos, como un enfoque integrador emergente explícito, que recoja aportes de los diferentes enfoques de planificación urbana moderna y supere sus respectivas limitaciones; a fin de constituir una planificación urbana más viable, eficaz, eficiente y socialmente legitimada en el tratamiento, previsión y promoción del desarrollo urbano sostenible de las ciudades. Dicho enfoque emergente se podría sintetizar en términos de planificación-regulación-acción-gestión-sostenibilidad, en la medida en que debe ser una integración entre elementos sustantivos siguientes [6]:

- La planificación urbana normativa (planificación - regulación), que proporciona instrumentos para la regulación de un desarrollo físico ordenado y atractivo de la ciudad.
- La planificación urbana estratégica (planificación - acción), que procura promover el crecimiento urbano competitivo, poniendo los medios para alcanzar la prosperidad económica de la comunidad urbana.
- La gobernanza (planificación - gestión), que procura lograr acuerdos para promover la equidad social en el espacio urbano y el equilibrio de intereses y expectativas de los actores económicos y sociales en la ciudad.
- La planificación urbana ambiental (planificación - sustentabilidad), que incorpora la sustentabilidad ambiental como criterio y objetivo en los estudios y previsiones de los planes urbanos.

Asimismo, el MVCS debería formular, debatir y gestionar la aprobación de la Ley Marco de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, que reclama el Colegio de Arquitectos del Perú (CAP) desde el año 2003. Será necesario precisar los principios, políticas e instrumentos necesarios para gestionar el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano sostenible en el Perú de modo compatible con su desarrollo económico-social; y se definan políticas para la planificación, el acondicionamiento territorial local y la formulación de planes de desarrollo urbano de las provincias y distritos del país.

Entre tanto, es necesario la urgente modificación del Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano, aprobado por el Decreto Supremo N° 027-2003-MVCS a fin de incorporar conceptos y metodologías modernas de ordenamiento territorial, desarrollo urbano, planificación estratégica y planificación del desarrollo urbano sostenible. En dicho contexto deseable, la planificación urbana en Perú tendrá las condiciones para evolucionar y consolidarse como un instrumento técnico - normativo y de gestión urbano - ambiental oficial, coherente, eficiente, oportuno, continuo y sostenible [2]:

- Oficial, porque debe basarse en planes urbanos oficialmente aprobados por los niveles de gobierno municipal correspondientes, de acuerdo a los procedimientos establecidos en nuestra normativa vigente.

- Cohérente, porque sus instrumentos técnico - normativos y económico - financieros deben estar sustentados en planes urbanos previamente aprobados.
- Eficiente, porque debe cumplir con las metas y resultados establecidos por las autoridades.
- Oportuno, porque el cumplimiento de dichas metas y resultados debe ser en los plazos programados.
- Continuo, porque debe tener permanencia en el tiempo y reconocer la necesidad de una continuidad planificadora en dicho esfuerzo, sin pretender empezar de nuevo la planificación.
- Sostenible, porque la sustentabilidad ambiental, el crecimiento urbano competitivo y la equidad social deben de incorporarse, mantenerse y compatibilizarse como criterios y objetivos en la formulación, gestión y evaluación de los planes urbanos.

Referencias

- [1] INADUR. Proyecto de investigación Administración y recursos institucionales, legales y financieros para el desarrollo urbano. Convenio INADUR - MVC - AID. *Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, Lima, Perú, 1984.*
- [2] R. Castillo. La planificación urbana en el Perú 1947-2006: ¿Del urbanismo mágico a la planificación del desarrollo urbano sostenible? Apuntes para una biografía y una propuesta. Tesis de Maestría en Ciencias con Mención en Planificación y Gestión Urbano - Regional, *Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Universidad Nacional de Ingeniería, FAUA - UNI, Lima, Perú, 2006.*
- [3] F. de Terán. Planeamiento urbano territorial en el siglo XXI. *Revista Urban N° 4, Barcelona, España, 1999.*
- [4] J.M. Fernandez Guell. Planificación estratégica de ciudades. *Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España, 1997.*
- [5] F. Steinberg, C. Cubas. Planificación estratégica urbana. *PEGUP - Foro Ciudades para la Vida, Lima, Perú, 2001.*
- [6] R. Castillo. La planificación urbana del área metropolitana Lima - Callao 1988 - 2004: ¿Causa perdida o reto posible? Una aproximación desde una perspectiva emergente y proactiva. Tesis de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. *Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, IEUT - FADEU - PUC, Santiago, Chile, 2005.*
- [7] R. Fernández. La ciudad verde. Teoría de la gestión ambiental urbana. *Espacio Editorial, Buenos Aires, Argentina, 2000.*

Modelo alternativo para la planeación del desarrollo local sustentable y aplicación en comunidades rurales del Estado de México

R. Serrano Barquín
Facultad de Turismo,
Universidad Autónoma del Estado de México
Cerro de Coatepec s/no. Ciudad Universitaria, C. P. 50100
Toluca, Estado de México, México
rocioserba@yahoo.com.mx

Palabras claves: Desarrollo local sustentable, planeación, turismo sustentable

Resumen

Ante una problemática ambiental que se agudiza, es necesario replantear modelos de análisis para explicarla y resolverla [1]. Así como la planeación del desarrollo [2]. Por otro lado, el turismo se considera instrumento para mejorar la economía de países [3], pero genera impactos en el ambiente y debe replantearse desde la sustentabilidad [1, 3]. Por ello se presenta una propuesta teórico-metodológica alternativa que vincula el desarrollo, la sustentabilidad y el turismo para diseñar un modelo de planeación de desarrollo local, que propicie el uso adecuado de los recursos naturales y culturales para beneficio de la comunidad. La propuesta introduce nuevas categorías de análisis: Planeación integrativa participante, turismo armónico, homoecosistema y aprovechamiento ambientalmente intuitivo-racional, las cuales fueron aplicadas en la investigación “Desarrollo, sustentabilidad y turismo en una comunidad lacustre del Valle de Toluca; caso: San Miguel Almaya, Estado de México” [4].

1. Introducción

Han pasado más de 30 años desde que se iniciara formalmente la discusión sobre los problemas ambientales y esfuerzos para resolverlos. Con la Conferencia de Estocolmo en 1972 y la constitución del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés), se dio pauta para la realización de acciones, conferencias, programas, reuniones, investigaciones, entre otras, encaminadas a su solución. Sin menospreciar los esfuerzos realizados, se puede afirmar que la problemática ambiental no sólo no se ha resuelto, más aún se ha agravado hasta alcanzar niveles críticos en ciertas áreas del planeta y en cuestiones de carácter global; basta revisar el informe presentado por el UNEP en 2002 denominado “Perspectiva del medio ambiente mundial-3” [5] para confirmar la gravedad del estado del medio ambiente. Una de las propuestas que ha generado mayor conciencia y apoyo de los diferentes sectores de la sociedad (político, económico, académico, social) para resolver esta peligrosa situación es el desarrollo sustentable, dado a conocer a partir de la publicación del Informe Brundtland en 1987; no obstante, prevalece la discusión de

cómo aplicar un concepto tan abstracto y que implica relacionar aspectos naturales y socioculturales. Por ello, sigue siendo prioritario realizar investigaciones que permitan llevar a la realidad la sustentabilidad en diversos ámbitos de la actividad humana [1, 6, 7]. Coincidentemente, esta etapa de la historia contemporánea de la humanidad, se corresponde con una etapa denominada postmodernidad motivada por las crisis de ideas, valores y expectativas de la sociedad, no cumplidas durante la modernidad. Surge asimismo una nueva filosofía postmoderna que impacta y transforma las teorías sociales y políticas del momento [8]. El discurso postmoderno tiene variantes que se distinguen por ser críticas de las ideologías tradicionales.

En este contexto, la presente investigación pretende contribuir a la construcción de un marco teórico metodológico alternativo que permita diseñar un modelo de planeación del desarrollo local a partir de proyectos turísticos en comunidades rurales, considerando su entorno regional. En este caso se estudia a la comunidad de San Miguel Almaya, Estado de México y el Valle de Toluca como su entorno regional.

2. Propuesta metodológica para análisis y planeación del desarrollo, sustentabilidad y turismo

En esta época de continuas crisis hay que proponer ideas alternativas para construir un presente aceptable para todos, desde donde se generen cambios positivos que construyan un futuro de bienestar para todos. Si bien una de las características del pensamiento moderno fue alcanzar el progreso mediante la aplicación de ciencia y tecnología basado en el pensamiento positivo; se puede observar que ése no es el mejor o único camino, pues deja a las grandes mayorías al margen de los beneficios que ha producido ese modelo de pensamiento y de acción. La racionalidad instrumental del pensamiento occidental no es suficiente, se debe buscar una racionalidad ambiental que conjugue los avances de la ciencia y la tecnología en la solución de problemas de la sociedad contemporánea, en particular los problemas ambientales con los valores de una nueva ética y nuevos paradigmas que permitan reducir la brecha entre países, regiones y comunidades. Como señala Prigogine [9] ya es tiempo de rendirse a las evidencias de que a cualquier nivel, la naturaleza ya no se aviene a ese paradigma clásico.

En este sentido, la perspectiva positivista tiene sus limitaciones al pretender experimentar, comprobar, evaluar y establecer leyes generales de la naturaleza y la sociedad en un mundo donde no se cumplen los supuestos en que se fundamenta esta perspectiva: Sistemas en equilibrio estático, regidos por leyes universales inmutables. La problemática ambiental, el desarrollo, la sustentabilidad y el turismo no pueden ser analizados exclusivamente desde esta perspectiva, pues se deben considerar como procesos sionaturales que se alejan del equilibrio y están sujetos a alteraciones y fluctuaciones que impiden predecir con certidumbre su evolución futura; es decir, estamos hablando de un sistema complejo. Consecuentemente, suponer que simplemente con el uso de nuevas tecnologías y ecotecnias se van a resolver estos problemas es una falacia, ya que tienen un origen cultural, no tecnológico; de ahí la

necesidad de analizarlos como un problema de civilización. Es por esto que se deben buscar otras tendencias que ofrezcan más posibilidades para explicar los fenómenos ambientales (socionaturales) desarrollados en un espacio geográfico y presentar propuestas de solución a los problemas detectados; pues se trata de encontrar vías alternativas que permitan explicar esta realidad compleja.

Otro de los problemas del paradigma dominante y que se refleja en el diseño de los sistemas de análisis, evaluación y planeación del desarrollo es que se construyen de acuerdo a problemas económicos y sociales que presentan países generalmente desarrollados en que se elaboran y aplican. La ciencia y la tecnología no son neutrales ni universales; es indispensable considerar las particularidades y condicionantes de cada país. En este contexto, el proceso de planeación del desarrollo no siempre ha incorporado la dimensión ambiental, como tampoco características de los países periféricos en que se pretendió poner en práctica, como es el caso de México.

Una de las limitaciones de este paradigma es el manejo que hace del concepto ambiente; pues aunque es definido como la conjunción naturaleza-sociedad, en la práctica únicamente se considera a la parte correspondiente al subsistema natural (deterioro y destrucción de la naturaleza), pero se deja de lado los problemas que afectan a la sociedad, como el estrés, enfermedades debidas a la contaminación del aire y agua, pobreza y marginación. En tanto se continúe aplicando el concepto de ambiente como sinónimo de naturaleza separada de la sociedad, no se podrán explicar ni proponer soluciones a la problemática ambiental.

Ante estas circunstancias, se propone una perspectiva ambiental sustentada en el enfoque holístico, que se considera al ambiente como el sistema complejo, la totalidad constituida por la naturaleza y la sociedad. Por lo tanto, se consideran hechos y fenómenos naturales y socioculturales con dinámicas propias, pero indisolublemente ligadas con mayor o menor intensidad; aunque, por supuesto, la naturaleza puede existir sin la sociedad, el ser humano depende de la existencia de un sustrato natural para su subsistencia.

Se rechaza el interés predictivo y de control para mantener el equilibrio del sistema que propugna, entre otras cosas, la ciencia tradicional (positiva); más bien se busca comprender el comportamiento del sistema para tratar de dirigirlo hacia objetivos comunes establecidos por las comunidades, en el entendido que no se puede manipular el ambiente (como en el laboratorio experimental, donde hasta las muestras son manipuladas); pues existen múltiples interferencias, fluctuaciones o perturbaciones que hacen imposible un estado absoluto de equilibrio o estabilidad permanente. El sistema complejo siempre estará en evolución en función de su flexibilidad y capacidad de autoorganización, así como de los mecanismos de retroacción ante modificaciones de las condiciones de contorno o internas, pues son sistemas abiertos en donde los procesos son irreversibles. Prigogine [10] señala que no se puede predecir el futuro, ya que las predicciones deterministas no son posibles, pero si se puede influir en él a partir de las visiones de futuro que estemos dispuestos a construir con lo que se cuenta en el presente.

La propuesta metodológica pretende aplicar conceptos y aspectos teóricos de los sistemas complejos y su sustentabilidad y establecer un modelo básico de planeación del desarrollo local sustentable a partir de un proyecto turístico, que permita establecer los cimientos de lo que sería una metodología desde la perspectiva de la complejidad. Para ello se trabajaron los siguientes principios o premisas:

- Principio de sustentabilidad: Actividades deben propiciar condiciones que mejoren la calidad del ambiente (natural y sociocultural) en un proceso permanente e irreversible de evolución.
- Principio de complementariedad: Fomenta la diversificación de actividades que favorezcan la autosuficiencia a partir de la autodeterminación de las comunidades; Se busca la complementariedad de teorías y metodologías.
- Principio de sistemas complejos: La sociedad constituye el subsistema sociocultural inseparable, interrelacionado e interdependiente del subsistema natural, juntos constituyen un homoeosistema, una totalidad indisolublemente integrada.

Estas premisas han retomado principalmente a teóricos como: Leff [1, 11, 12] y Barkin [6] para el principio de sustentabilidad; Morin [13, 14] para el principio de complementariedad y complejidad; y García [15, 16] para el principio de sistemas complejos. De estas premisas se deriva lo siguiente:

- Desarrollo sustentable, como ideología o precomprensión culturalmente asumida de ambiente.
- Desarrollo local para el mundo inmediato, un espacio geográfico (en este caso, rural).
- Turismo armónico de cooperación y participación de actores sociales para el desarrollo del turismo sustentable. Se apoya en la teoría de la acción comunicativa de Habermas [17].

Resultado del análisis anterior se proponen las siguientes categorías de análisis:

- Homoeosistema
- Aprovechamiento ambientalmente intuitivo-racional
- Turismo armónico
- Planeación integrativa participante

Se propone el concepto de homoeosistema como recurso teórico que permite un acercamiento a la realidad, pero que finalmente se refiere a un objeto concreto que se manifiesta en el territorio. Es un recorte del ambiente entendido como un sistema complejo, con un componente natural y otro sociocultural indisolublemente ligados, que interactúan en un proceso dinámico e interdependiente, y que la naturaleza no es únicamente la abastecedora de materias primas y receptáculo de los desechos generados por la sociedad, sino más bien el soporte de la vida misma. El homoeosistema puede ser estudiado a diferentes escalas espaciales, desde el planeta en su conjunto, hasta pequeñas áreas de la superficie terrestre a las cuales se les denomina regiones (macro, meso, micro regiones).

Para lograr la existencia del homoecosistema es necesario realizar un aprovechamiento ambientalmente intuitivo-razional de los recursos naturales y culturales de una región. Esto se realizará en función de las características propias de dichos recursos, del conocimiento científico y conocimiento tradicional (intuitivo), tanto de los científicos como de los miembros de la comunidad, lo cual permitirá su utilización en beneficio de la población, sin poner en riesgo su existencia y aun puedan ser mejorados. Es decir, se usen y no permanezcan como un museo; se restauren en caso de estar deteriorados; y se protejan a través de las actividades que soporten o promuevan, en el entendido que todo en la tierra está en evolución. En este contexto, el turismo y las demás actividades deben formar parte integral del ordenamiento ambiental del territorio y de otros instrumentos de planeación.

La tercera categoría de análisis que se propone es el turismo armónico como la actividad que impulsa el desarrollo local, pues tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de la comunidad a partir del aprovechamiento intuitivo-razional de sus recursos naturales y culturales, favoreciendo la permanencia de los ecosistemas y sus procesos biológicos básicos para generar beneficios sociales y económicos a la población y la satisfacción del visitante. Al mismo tiempo permite combinar actividades primarias, secundarias y las orientadas a los servicios y el comercio. Esta complementariedad se constituye en una ventaja a explotar, porque es posible vincular distintas actividades de la población y dar respuesta a necesidades de empleo para alcanzar mejores ingresos y, con ello, elevar la calidad de vida de la población, objetivo común con el desarrollo local en que la organización y ejecución de iniciativas derivan de la comunidad a partir del aprovechamiento de recursos propios.

Como resultado del estudio e interpretación de las categorías de análisis se propone como categoría de aplicación a la planeación integrativa participante. Esta categoría hace énfasis en la necesidad de integrar los diferentes sectores de la actividad económica al plan de desarrollo sustentable, así como a diversas dependencias y ámbitos (federal, estatal, municipal y local) del sector gubernamental, que a partir de un modelo de ordenamiento ambiental del territorio se propongan los programas sectoriales que se complementen y que no se contrapongan a los principios de la sustentabilidad ni a los otros sectores. De manera paralela se fundamenta en la participación de los múltiples actores de la comunidad objeto de estudio y de las comunidades aledañas, todo ello considerado en el contexto regional.

3. Aplicación del modelo en San Miguel Almaya

Con la intención de concretar las ideas expuestas y no dejar las propuestas a nivel teórico, se aplicó el modelo en la comunidad de San Miguel Almaya entendida como un micro homoecosistema. Es un sistema complejo abierto, resultado de la interacción recíproca entre el subsistema natural y el sociocultural en una dinámica dialéctica inseparable, integrada e interrelacionada. En este caso una microregión, la cual forma parte de un sistema mayor, el valle de Toluca (región) con sus componentes: Subsistemas natural y sociocultural. Se destacan los procesos fundamentales de cada

uno de los subsistemas para explicar la problemática ambiental a partir de las relaciones que se establecen entre ellos, derivados de la apropiación y aprovechamiento de los recursos naturales y los impactos que generan las actividades sobre los recursos y condiciones naturales, así como los impactos que éstos tienen sobre la sociedad; todo ello con la finalidad de analizar las posibilidades para desarrollar proyectos turísticos sustentables.

Para ello, se estableció comunicación con diversos actores sociales desde miembros de la comunidad, como autoridades locales, estatales y federales; ya sea en reuniones organizadas para tal efecto, a través de la aplicación de cuestionarios o de entrevistas y de los recorridos de campo; buscando orientar las necesidades e intereses de la comunidad y plasmarlo en el proyecto. Los participantes, guiados por diversas dinámicas, construyeron su concepto de proyecto, reconociéndose como personas valiosas y capaces de realizarlo. La primera etapa del trabajo comunitario se realizó para conocer a los miembros de la comunidad a través de sus diversos comités y tener un acercamiento que permitió establecer un compromiso de colaboración y así promover el proyecto de turismo rural gestionado por la propia comunidad. Para ello se asistió a diversas reuniones con los delegados y representantes del comité de bienes comunales y los demás comités. Se tuvo contacto con otros miembros de la comunidad para elaborar un diagnóstico preliminar; una vez identificada la necesidad de proponer un proyecto de turismo armónico complementario a los demás temas tratados (desarrollo urbano, manejo de residuos, apoyo a la producción agrícola, entre otros). En la siguiente etapa se decidió proponer un modelo de ordenamiento ambiental del territorio que incorpora usos del suelo, entre ellos el turístico, pero que pretende una visión integradora para el desarrollo local. Se llevaron a cabo varios recorridos de campo, tanto de manera individual, como con miembros de la comunidad y en algunos casos con autoridades (de los tres niveles de gobierno) para tomar en cuenta sus puntos de vista y mostrarles los inconvenientes o ventajas de ciertas propuestas. En la última etapa se elaboró, presentó y entregó el proyecto de turismo armónico a las autoridades. Posteriormente se constituyó una cooperativa que consiguió apoyo económico de la Secretaría de Turismo del estado; ante la difusión del proyecto se incorporaron miembros de las comunidades de Tlazala y Victoria, proponiendo un corredor turístico entre las tres comunidades.

4. Conclusiones

Esta ponencia representa una primera aproximación a una propuesta alternativa de entender el mundo contemporáneo y la problemática ambiental, desarrollo, sustentabilidad y turismo; propuesta que se continuará trabajando para apoyar la construcción de paradigmas que permitan construir una realidad en que disminuyan la desigualdad, la marginación y la injusticia social, donde primen principios de honestidad, respeto y colaboración, en fin, que la humanidad se pueda insertar en un proceso evolutivo que en este momento se llama desarrollo sustentable. Hay que iniciar en pequeñas comunidades con las que se pueda trabajar; en un mundo globalizado, la acción local, casi imperceptible, puede llegar a ser mucho más poderosa de lo que se

piensa. En este mundo donde se pretende homogeneizar la cultura y donde pareciera que ésta se está desvaneciendo, la identidad de los pueblos tiene que reforzarse; aunque parezca paradójico, lo único y lo múltiple pueden y deben coexistir.

Una característica de esta investigación es que se trabajan aspectos teóricos y prácticos. Así, se logra contrastar la teoría con la realidad en un proceso permanente (dialéctico) que permitirá reconstruir y mejorar la teoría y la práctica. Se está de acuerdo en que los paradigmas actuales no son capaces de resolver una problemática ambiental que aún genera confusiones, pues aunque el término ambiente ha sido conceptualizado como la interacción entre la sociedad y la naturaleza; esto es un sistema complejo al referirse a sus problemas únicamente se mencionan los que afectan a la naturaleza y dejan de lado los que tienen que ver con la sociedad, de ahí que es una visión parcial. En este sentido se afirma que mientras se continúe con el enfoque disciplinario, los problemas ambientales no se podrán resolver y, por lo tanto, tampoco se podrá acceder al proceso de desarrollo sustentable. Por eso se insiste en aportar elementos para la construcción de un paradigma que analice, comprenda y proponga soluciones integrales a partir de la construcción de nuevas categorías de análisis que a su vez nos dirijan hacia la construcción de paradigmas alternativos.

Por otro lado, la sustentabilidad es una condición que sólo puede ser evaluada a largo plazo, los resultados de las acciones realizadas en el presente tendrán sus efectos en plazos medianos y largos, por ello es vital empezar a actuar ahora con los principios y criterios que permitan garantizar el manejo de otras categorías de análisis propuestas dentro la incertidumbre que caracteriza a los sistemas complejos, su cumplimiento a través de la planeación integrativa participante: Homoecosistema, aprovechamiento ambientalmente intuitivo racional, turismo armónico. Estas categorías se aplicaron en la elaboración del proyecto de turismo en San Miguel Almaya, en que se consideraron intereses y conocimiento de miembros de la comunidad, representantes y autoridades de los tres ámbitos de gobierno. Producto de ello se ha constituido una cooperativa que a la fecha ha logrado apoyo para la limpieza de la laguna, un contrato con una asociación de deporte acuático, financiamiento de la secretaría del gobierno del estado y la incorporación de otras dos comunidades que conforman el corredor ecoturístico Almaya-Tlazala-Victoria. Como se comentó, el desarrollo sustentable no es una meta que alcanzar, sino un proceso de mejora permanente.

Referencias

- [1] E. Leff. La complejidad ambiental. *Siglo XXI Editores*, México, 2000.
- [2] P. Healy. Collaborative planning. Shaping places in fragmented societies. *Palgrave*, 1997.
- [3] UNEP, WTO. Making tourism more sustainable - a guide for policy makers. 2005.
- [4] R.C. Serrano Barquín. Desarrollo, sustentabilidad y turismo en una comunidad lacustre del Valle de Toluca. Caso: San Miguel Almaya, Estado de México. *Tesis doctoral, UAEM, Toluca*, México, 2006.
- [5] UNEP. Perspectiva del medio ambiente mundial-3. www.unep.org/geo/, 2002.

- [6] D. Barkin. Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable. *Editorial Jus.*, México, 1998.
- [7] S.R. Gliessman. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. *LITOCAT, Turrialba*, Costa Rica, 2002.
- [8] A. Turaine. Crítica de la modernidad. *Ed. CFE*, Argentina, 1994.
- [9] I. Prigogine De los relojes a las nubes. En: D. Fried Schnitman (ed.) Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad. *Editorial Paidós*, México, 395-413, 1998a.
- [10] I. Prigogine. ¿El fin de la ciencia? En: D. Fried Schnitman (Ed.). Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad. *Editorial Paidós*, México, 37-60, 1998b.
- [11] E. Leff (Ed.). Ciencias sociales y formación ambiental. *Editorial Gedisa, Barcelona*, España, 1994.
- [12] E. Leff. Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. *Siglo XXI, PNUMA*, México, 2002.
- [13] E. Morin. Introducción al pensamiento complejo. *Editorial Gedisa*, España, 2001.
- [14] E. Morin. El método (Tomo V). *Editorial Gedisa*, España, 2004.
- [15] R. García. Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. En: E. Leff (coord.) Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo. *Siglo XXI Editores*, México, 1986.
- [16] Interdisciplinarietà y sistemas complejos. En: E. Leff (Ed.). Ciencias Sociales y Formación Ambiental. *Gedisa, UNAM*, España, 1994.
- [17] J. Habermas. Teoría de la acción comunicativa; racionalidad de la acción y racionalización social (Tomo I). *Taurus, Madrid*, España, 2001.

La producción de la (in)sustentabilidad urbana en la gestión del uso del suelo, energía y movilidad (USEM): El caso de la microregión del Gran La Plata, Argentina

J. Karol, O. Ravella, L. Ainstein, R. Domnanovich, L. Aón, J. Frediani, N. Giacobbe, L. Agost, A. Alvarez, L. Fernández, L. Maqueda, R. Villegas
Instituto de Estudios del Hábitat, Universidad Nacional La Plata, Argentina
jkarol@ciudad.com.ar

Palabras claves: Sustentabilidad urbana, políticas públicas, producción de la (in)sustentabilidad, sistemas y dispositivos de planificación y gestión

Resumen

La gestión de la sustentabilidad urbana implica construir estructuras organizacionales y capacidades institucionales orientadas a articular la eficiencia económica, el uso racional de los recursos y servicios ambientales y la equidad social, desde una visión sistémica de los procesos de estructuración y crecimiento de la ciudad en el corto y el largo plazo. La construcción de estas capacidades registra un rezago crítico. Se examina la dinámica de la producción de la insustentabilidad urbana en la microregión del gran La Plata (MRGLP), relacionando su dinámica de crecimiento y modelos institucionales de gestión. Se revisan aspectos conceptuales y metodológicos de la sustentabilidad urbana y de indicadores que asocien los patrones de consumo de recursos urbanos críticos. Se proponen condiciones para orientar dispositivos institucionales e instrumentos de planificación y acompañamiento de la gestión del crecimiento urbano, orientados a reducir la insustentabilidad urbano-regional.

1. Sustentabilidad urbana

La microregión del gran La Plata (MRGLP) alberga a casi 800 000 habitantes; Casi el 80% reside en la ciudad de La Plata y el resto en los partidos de Berisso y Ensenada. La MRGLP está separada físicamente del área metropolitana de Buenos Aires (mayor concentración urbana del país) por un ancho parque provincial y vinculada a la misma por un sistema multimodal de transporte terrestre. En 1957 la administración de la MRGLP fue fragmentada en tres municipios (La Plata, Berisso y Ensenada).

El debate global sobre las dimensiones cuya articulación define y compone el carácter sustentable del desarrollo (ambiente, economía, sociedad, gestión institucional) se espeja en el dominio urbano. La oposición entre (i) crecimiento y dispersión; (ii) descentralización concentrada/desconcentrada de actividades; (iii) ciudad compacta /difusa sintetiza el debate sobre la sustentabilidad de los patrones de estructuración socioespacial (ver Tabla 1). Tipológicamente, las grandes transformaciones urbanas

recientes expresan una particular fase histórica de aceleración de la descomposición de la ciudad compacta (de expansión progresiva, continua, jerárquicamente interconectada, con vinculación funcional vía transporte público masivo, relativamente estructurada, de intensidades físicas significativas, socialmente inclusiva) y su progresiva sustitución por un nuevo modelo socio-espacial difuso (con múltiples centralidades segmentadas, dotaciones diferenciales de infraestructuras y servicios urbanos que profundizan la fragmentación socio-espacial; se condiciona la movilidad de la población; problemas de accesibilidad repercuten en nuevos procesos de segregación). Los motores de grandes procesos de expansión urbana, históricamente ligados a la movilidad colectiva, cambian sus modos, signos y espacialidad: De compacto a disperso, de público a privado, de colectivo a particular, de masivo a fragmentado¹ [1].

Tabla 1: Características principales de los procesos difusivos

Dimensión	Manifestación
Crecimiento urbano	Expansión y dispersión de la frontera urbana (prevalentemente sobre espacios periurbanos) con destrucción o alteración no planificada de ecosistemas.
Características físico-funcionales	Profundización de la descentralización desconcentrada: Crecimiento de la urbanización con pautas diferenciales de concentración y densidad fuertemente ligadas a la estratificación social; en direcciones y a velocidades no controladas ni planificadas en términos de intereses colectivos.
Fragmentación	Procesos de gheftificación e insularización: periurbanización de elites y concentración de la pobreza en periferias ambientalmente degradadas e insuficientemente servidas - también en zonas degradadas de las regiones urbanas y metropolitanas centrales - con carácter fuerte y crecientemente inequitativo en la accesibilidad de diversos estratos sociales a satisfactores de calidad de vida urbana.
Sistemas de movilidad	Impulso no controlado a la amplificación de los niveles de accesibilidad vial regional así como a la producción, venta y uso de medios de transporte privado con alta congestión circulatoria urbana y emisiones de gases contaminantes.
Comportamiento de actores en la gestión	Incremento de la presión inmobiliaria sobre el patrón de uso y de renta del suelo, impulsada por las pautas de expansión del capital financiero internacional. Convergencia de: (i) orientaciones predominantemente privadas de la pauta de expansión urbana (ii) capacidad de gestión pública disminuida, desarticulada y asistémica sobre los patrones de consumo de suelo, energía, servicios ambientales y soportes de la movilidad (configuración de las redes viarias, sistemas de transporte y de tránsito urbano y regional) (iii) insuficiente visibilidad pública de la problemática de la (in)sustentabilidad y vigencia cultural de pautas de consumo no sustentables.

A través de complejos procesos simultáneos, los territorios se desmembran y atomizan, las ciudades se desestructuran, las sociedades se fragmentan y fracturan, las poblaciones se vulnerabilizan. Así, dichos procesos son factores críticos de las (in)sustentabilidades del crecimiento urbano. Puesto que todos ellos son componentes explícitos o implícitos de políticas urbanas, el análisis crítico de su dinámica permitiría comprender modos y efectos de su (des)articulación así como construir instrumentos y dispositivos de gestión más sustentable.

¹ La síntesis anterior es tipológica; La Plata registra históricamente un proceso de concentración/difusión, acelerado en la periferie urbana desde los años '50, concentrando población en las áreas difusas.

2. La Producción institucional-gestionaria de la insustentabilidad

El análisis de las condiciones de estructuración de la micro-región permite identificar dos ejes analíticos relevantes: (i) Configuración institucional y (ii) condiciones de articulación sectorial - temática en la planificación y gestión.

2.1. Configuración institucional de la MRGLP

La orientación hacia la sustentabilidad del espacio socio-territorial y mejoramiento progresivo y equitativo de la calidad de la vida de su población requiere modelos sistémicos e integrados de planificación y gestión, incluyendo políticas públicas, instrumentos de estructuración y regulación del crecimiento urbano, sistemas de construcción y toma de decisiones, formas de coordinación y articulación. Cinco factores críticos conspiran contra la gestión integrada de la sustentabilidad en la micro-región:

Preeminencia de marcos político - partidarios superestructurales en la configuración institucional y en la conformación de decisiones relevantes para la sustentabilidad en la microregión

Un comportamiento predominantemente centralista llevó históricamente a la captura institucional de niveles decisionales inferiores por los superiores (los municipales por los provinciales y éstos por el federal). Autoridades de niveles superiores al municipal o la iniciativa provincial en períodos de facto tomaron decisiones de gran impacto sobre la MRGLP. Algunos ejemplos son: (1) Limitación de operaciones portuarias fuera de muelles y diques de la capital federal, (2) nacionalización de la jurisdicción sobre el puerto de La Plata, (3) nacionalización del ferrocarril provincial, (4) instalación del polo petroquímico, y (5) fragmentación político-administrativa de la microregión en tres partidos autónomos e independientes en 1957.

Decisiones políticas y procesos de ocupación contradictorios

La Plata (capital de la Provincia de Buenos Aires desde 1882) fue la primera ciudad argentina diseñada y planificada totalmente antes de su fundación con una concepción urbana compacta que sin embargo estimuló su expansión suburbana. Las actuales Berisso y Ensenada estaban destinadas a satisfacer necesidades portuarias, logísticas, productivas y de servicios de La Plata. La inmigración de ultramar y asentamientos precarios de trabajadores diluyeron los bordes y ampliaron a La Plata en esa dirección. Desde su promulgación y reglamentación, la Ley de propiedad horizontal permitió subdividir las parcelas originales, lo que aportó a la ocupación de los corazones de manzana en el casco y redujo los espacios libres en la ciudad. También aportó a través de los programas de vivienda popular a su crecimiento difuso. El ordenamiento territorial y usos del suelo en la provincia de Buenos Aires en 1977 sólo condiciona el crecimiento urbano a la provisión de infraestructuras básicas de servicios (lo que originó una gran expansión de barrios privados y clubes de campo con dotación diferencial de servicios).

Subdivisión de incumbencias y fracaso de articulaciones administrativas

La MRGLP reproduce la matriz de subdivisión de jurisdicciones e incumbencias de diversos estamentos del Estado, que resulta funcional al control de porciones dispersas de presupuesto, personal, espacios de poder, influencia y recursos disponibles. Los intentos por planificar la MRGLP integradamente no resistieron esa fragmentación. Los proyectos de coordinación en la región metropolitana de Buenos Aires fueron efímeros, sin consensos jurisdiccionales ni sociales. Las iniciativas sectoriales de coordinación (transporte metropolitano, gestión de servicios de agua y saneamiento) no lograron resolver rupturas, interferencias, competencia ni disputas entre jurisdicciones locales. Luego de de su planificación inicial (fines del S. XIX), sólo hubo dos experiencias analítico-diagnósticas en la MRGLP: Plan Urbis (1961) incluyó sólo a La Plata y a Ensenada (Berisso elaboró su propio plan regulador y (ii) el Proyecto región capital (1996) formularon lineamientos y recomendaciones gestionarias generales que no fueron integrados orgánicamente. Finalmente, el plan estratégico proyecto La Plata 2001-2010 (1999) consagra la fragmentación al no considerar las interacciones entre los tres componentes de la micro-región. La planificación territorial conjunta no se logró hasta hoy. No hay autoridades únicas regionales, ni intersectoriales ni instancias de microcoordinación de problemáticas locales o sectoriales.

Captura institucional de la estructura estatal por intereses económicos

La decadencia y abandono de la red ferroviaria regional desde los 60's, el cierre del último ramal del tranvía en 1966, la privatización de todos los ramales ferroviarios en los años '90 y la priorización de la vinculación La Plata-Buenos Aires en ómnibus de media distancia sobre la recientemente finalizada autopista expresan la transversalidad de intereses económicos corporativos, así como la constitución de núcleos activos y sostenidos de soporte de estos intereses en los propios aparatos de gestión y entre decisores políticos y administrativos. La fluidez y confluencia de acciones mutuamente benéficas entre sectores del capital privado y grupos políticos partidarios son preeminentes en la conformación de políticas públicas.

Modo de conformación de decisiones relevantes para la sustentabilidad

Dado que varias decisiones relevantes sobre la MRGLP fueron tomadas por autoridades de niveles de gobierno superiores al municipal o por iniciativa provincial en períodos de facto, se concluye que decisiones relevantes sobre el desarrollo de la microregión no incluyeron a las administraciones municipales ni a períodos democráticos. Las disputas sectoriales municipales fueron zanjadas por autoridades regionales distantes de conflictos e intereses locales y con mayor autoridad decisoria.

2.2. Articulación sectorial-temática en la planificación y gestión

Los modelos de gestión de las políticas públicas de movilidad y energía urbana estructuran las ciudades. La sustentabilidad y la productividad socio-espacial de los recursos de la movilidad urbana (ordenamiento del territorio, usos del suelo, sistemas viario, de articulación de modos de transporte, sistemas de tránsito, sistemas tarifarios, entre otros) y de los consumos energéticos residenciales, productivos, de servicios y de

la movilidad en sentido estricto, dependen del carácter sistémico de esa gestión. Pueden reconocerse clivajes en las políticas de movilidad, uso del suelo y energía de la MRGLP en cada tramo de la secuencia que eslabona - de lo micro a lo macro, de lo operativo a lo conceptual y viceversa - las instancias del modelo de gestión adoptado: (i) Modalidad de planificación, (ii) organización de la institucionalidad técnica y gestonaria, (iii) articulación entre actores de procesos urbanos, (iv) conceptualización de la movilidad y la identificación de los procesos y componentes relacionados y (v) modo de concebir la naturaleza del objeto y de la estructura urbana y las múltiples relaciones en y entre sus subsistemas y componentes.

Análisis puntuales ([1-6, 8, 11 y 12]) revelan las limitaciones conceptuales, operativas y políticas que obstaculizan y/o inhiben la planificación armónica y simultánea de todos los componentes del subsistema analizado (uso del suelo, energía, movilidad). Rara vez se trata a los principales elementos de la movilidad - ocupación y usos del suelo, infraestructuras viales, redes de cada uno de los sistemas y modos de transporte, sistemas de tránsito, que habilitan y encauzan las actividades y flujos de la población - como componentes de sistemas, ni en su diseño ni operativamente, ni en sí mismos ni en sus relaciones entre sí o con otros subsistemas urbanos. Esto se expresa en los proyectos de renovación urbana y en el carácter sectorial de los instrumentos técnicos y normativos más significativos de planificación y ordenamiento territorial de la MRGLP.

Ni la movilidad ni el consumo energético integraron el Plan Estratégico de La Plata. Instrumentos integradores resultaron en intervenciones territoriales fragmentarias, debido a la desarticulación político-institucional en y entre jurisdicciones. Diagnósticos, planes urbanos, códigos y ordenanzas de uso del suelo están desligados del planeamiento del transporte público, la intermodalidad o el cambio de la localización de actividades para optimizar la movilidad y conectividad urbana. Tampoco se considera el impacto recíproco entre nuevos usos del suelo y la configuración de recorridos de los sistemas de transporte. El ordenamiento equilibra (*ex post*) el territorio resultante de políticas sectoriales desarticuladas: No configura el territorio, sino que corrige efectos negativos de la acción del mercado o del interés particular. La sectorialidad de los diagnósticos técnicos se traduce en propuestas separadas y desarticuladas; en ningún caso se proyecta la localización de actividades en el territorio ni se intenta equiparar las accesibilidades diferenciales de diversos estratos de la población.

3. Sistemas de indicadores de desarrollo sustentable (DS)

El concepto de DS es exigente en términos metodológicos e instrumentales; vincula subcomponentes con categorías relacionales, pero el grueso de los sistemas de indicadores y metodologías disponibles para evaluar la sustentabilidad son dimensionales. Pocos sistemas son relacionales y casi ninguno es propiamente urbano. Los indicadores más usados derivan de marcos analíticos desarrollados por CDS-ONU, que no aportan metas, ni informan sobre funciones ecológicas ni estructuras de ecosistemas y expresan poco sobre la saturación de la capacidad de carga de los sistemas naturales o la erosión de la resiliencia ecosistémica. Se basan en datos

disponibles y se focalizan en procesos actuales de presión. Resulta relevante discutir la lógica de tales sistemas en su cercanía y su capacidad de orientar la gestión. Pocos sistemas son continuos. El primero fue el sistema presión-estado-respuesta (PER del OCDE), luego ampliado a fuerza-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR de GEO-PNUMA). Al distinguir indicadores de procesos de naturaleza diversa fue un soporte significativo de desarrollo (en progreso) de segunda y tercera generación con capacidad de formular y medir el desempeño de políticas más que estados. Siguiendo esas lógicas, puede pensarse en indicadores puntuales ligados a cada etapa en las cadenas de producción de la insustentabilidad. Como se comprende, un desarrollo de este tipo habilitaría a un sistema de información a orientar más directamente políticas públicas y su gestión y su monitoreo.

4. Cuestiones teóricas y metodológicas: Compacidad vs. difusión

Los resultados preliminares de análisis en curso sobre la sustentabilidad comparada de configuraciones urbanas no son conclusivos. Es preciso establecer parámetros que determinen el grado de compacidad de una ciudad y sus características, posibiliten su medición y den contenido a su formulación. Carecemos de un sistema orgánico de indicadores válidos y confiables que señalen procesos de producción de la sustentabilidad o que marquen techos y umbrales de la insustentabilidad urbana.

En el mismo sentido, es preciso clarificar las escalas apropiadas para operar y evaluar políticas de reducción de la insustentabilidad. La mayoría de los sistemas de indicadores conocidos opera a niveles globales agregados en escala nacional. Nuestro estudio de la dinámica de la producción de la insustentabilidad en escala microregional se fundamenta en la posibilidad de crear políticas y modos concretos de intervención al alcance de las autoridades locales. Dado que la escala de la dimensión ambiental de la sustentabilidad excede al territorio de una (de cualquiera) microregión, el resolver esta cuestión es clave para nuestro proyecto. Procuramos explorar (i) indicadores sintéticos o (ii) desagregando procesos en la cadena causal de la producción de la insustentabilidad. Aún así, podemos robustecer la hipótesis original en términos conceptuales y empíricos.

Muchas posiciones pro-dispersión particularmente entre economistas norteamericanos (ver [7, 9 y 10]) muestran una doble falacia argumentativa:(i) Equiparan la dispersión (*sprawl*) con el crecimiento (*growth*) y (ii) su sistema analítico propio (*rational choice*, mediación entre oferta y demanda y asignación racional de recursos por el mercado) no se compadece de las lógicas públicas del análisis urbano-territorial. Es sabido que los partidarios del desarrollo compacto no se oponen al crecimiento de la ciudad, sino a su dispersión, en particular debido a sus efectos e impactos negativos en términos de equidad socio-territorial y ruptura (espacial) de los lazos sociales. En lo empírico, un análisis experimental de sustentabilidad relativa de morfologías compactas y difusas locales por indicadores relacionales (en progreso) sugiere que la compacidad urbana está asociada tanto con el crecimiento poblacional y densidad como con un menor

consumo de suelo, mayor cobertura de servicios básicos, mayor accesibilidad urbana, reducción de requerimientos de transporte y menor consumo energético.

También se verificó que los niveles de emisiones contaminantes por el sistema de transporte de pasajeros en aglomerados urbanos dependen más directamente de comportamientos diferenciales de los estratos de población que del volumen de población [2]. Esta demostración sugiere la conveniencia de desagregar indicadores según estratos sociales, para medir con más precisión la heterogeneidad de sus comportamientos sociales, culturales y de consumo y operar con eficiencia el imperativo de equidad social de la noción de DS. El necesario conocimiento de las relaciones dinámicas entre componentes claves de la estructura urbana (altura, densidad, infraestructura de servicios, sistema vial, tejido urbano, calles, espacios públicos, áreas verdes, sistemas constructivos, servicios básicos en la periferie, sistemas de movilidad, accesibilidad, origen social, pautas culturales, sociabilidad, entre otros) está ligado a la factibilidad de definir, calcular y evaluar ecuaciones de sustentabilidad. Las metodologías en desarrollo son un paso más en la investigación de procesos - como los de difusión y compacidad de las formas urbanas - extremadamente complejos.

5. Reflexiones finales

Las barreras para formular e implementar intervenciones estratégicas consistentes y sustentables sobre la estructuración física, la movilidad urbana y la sustentabilidad energética son más políticas e institucionales que técnicas. El rezago en la construcción de capacidades institucionales para gestionar la sustentabilidad urbana (en escalas globales agregadas, en lo intersectorial y sectorial) es crítico y, debido a su baja visibilidad y pocos antecedentes exitosos, acaso más pernicioso que el retraso en la validación del conocimiento científico producido acerca de las condiciones de la sustentabilidad.

Para superar las limitaciones actuales de sistemas de indicadores dimensionales, aptos para diagnóstico y monitoreo de comportamientos de variables de estado agregadas, los indicadores relacionales, (expresivos de la sustentabilidad del desarrollo urbano) debe orientarse a facilitar la gestión. En el límite, estos sistemas podrían funcionar como máquinas de pensar: Sistemas *continuos* focalizados sobre diversos puntos de la cadena causal del proceso de producción de la insustentabilidad. El diseño y la operación de estas máquinas de pensar contribuirían a construir institucionalidades de planificación, regulación y gestión más adecuadas, que consideren no sólo las esferas propiamente técnicas identificadas por el creciente conocimiento científico, sino las esferas culturales que forman patrones sociales diferenciales de consumo urbano.

Por tanto, no parece práctico esperar a conocer y controlar todas las variables para constituir instituciones, desarrollar iniciativas o desencadenar procesos gestionarios apropiados. Las visiones y conceptos sistémicos deben ser desarrollados, construidos e internalizados por diversos tipos de actores a lo largo del tiempo. La construcción de

viabilidad es un proceso progresivo que se despliega en el tiempo a consecuencia del crecimiento del soporte social a las iniciativas articuladoras. Su abordaje y resolución combinar la adopción de marcos conceptuales y técnicos sistémicos con la experimentación y reestructuración - progresiva, simultánea y prolongada - de diversas modalidades de planeamiento y gestión, en un marco institucional con fuerte legitimación democrática.

Referencias

- [1] Ainstein. *¿Sustentabilidad Urbana en el Contexto de Vacíos Institucionales?* AREA, 9, SICYT/FADU/UBA, Buenos Aires, 2001.
- [2] Aón, Olivera, Ravella. Comportamiento ambiental de la movilidad urbana en los grandes aglomerados urbanos de la Argentina. *IDEHAB, mimeo*, 2002.
- [3] Aón, Frediani, Elizalde, Ravella. Planificación y cambios en los sistemas de transporte público colectivo de pasajeros: la relación Estado-Empresas-Sociedad para los casos del Gran La Plata y de Neuquén. *XII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, Quito*, 2002.
- [4] Aón, Frediani, Goenaga, Moro, Elizalde. La participación social en la planificación y gestión en Argentina. El caso de la planificación estratégica de la ciudad de La Plata. *Congreso de Planificación Regional, Santa Fe*, 2003.
- [5] J. Frediani. Gestión y marco normativo del transporte público automotor de pasajeros en el partido de La Plata. *FAU, UNLP, mimeo*, 2004.
- [6] Giacobbe, Aón, Frediani, Elizalde, Goenaga, Ravella, Moro, Wright. Movilidad y sistemas de transporte en la reestructuración urbana del Siglo XXI. *UI6B, IDEHAB, FAU, UNLP, mimeo*, 2004.
- [7] P. Gordon, H. Richardson. Why sprawl is good. www.hevanet.com/oti/sprawlreb.htm.
- [8] Karol, Ravella, Domnanovich, Aón, Frediani, Giacobbe. Crítica de modelos de gestión de la movilidad urbana. (A propósito del análisis del caso de la micro-región del Gran La Plata, Argentina). *XXV Congreso ALAS, Porto Alegre*, 2005.
- [9] C. Keppert. Suburban sprawl a good thing? *The Civic Sentinel*, December 2004.
- [10] W. Lemmon. Can Sprawl Be Good? www.plannersweb.com/sprawl/lemm.html, 2001.
- [11] Pérez, Rosenfeld, Karol, San Juan. El sistema urbano-regional de redes de servicios e infraestructuras. *Materiales para su estudio, EDULP, La Plata*, 2003.
- [12] Ravella, Giacobbe, Aón, Frediani, Moro. Movilidad y transporte en los planes urbanos del Siglo XXI. Estudios de caso: La Plata y Rosario. *V Coloquio AUGM sobre Transformaciones Territoriales, UNLP*, 2004.

Teoría y práctica del ordenamiento y manejo sustentable del territorio: Tijuana-Rosarito-Tecate, Baja California, México

R. Venegas Cardoso, R. I. Rojas Caldelas
Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Arquitectura
México
rvenegas@uabc.mx, rosa_rojas@uabc.mx

Palabras claves: Ordenamiento territorial, sustentabilidad ambiental, indicadores de sustentabilidad, gestión metropolitana

Resumen

Las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate han presentado una tasa de crecimiento poblacional mayor del 4% con crecimiento anárquico propiciada por grandes proyectos industriales, habitacionales e infraestructura regional. Esto ha sido percibido por las autoridades como un problema de planeación y gestión metropolitana de usos del suelo y servicios públicos a futuro. El objetivo de este trabajo fue la aplicación del ordenamiento territorial (OT) y manejo sustentable de los recursos bajo la perspectiva del modelo ciudad-región. La aplicación del OT permitió definir la aptitud territorial e identificar potencialidades para aprovechamiento y conservación de recursos en el espacio urbano-regional y proponer esquemas conceptuales para manejo sustentable en el modelo ciudad-región y de flujos como: Agua-drenaje, energía-calidad del aire, entre otros, así como áreas productivas y de conservación. Se plantearon limitaciones y oportunidades que enfrenta este modelo en la práctica de la planeación urbana y metropolitana.

1. Introducción

El NE de Baja California con un ecosistema mediterráneo único en México es la región con mayor crecimiento y desarrollo en el estado; en las tres últimas décadas casi triplicó su población ya que pasó de 870 000 habitantes a 2 112 000 [1] con una tasa de crecimiento del 5%, equivalente al 53% de la población del estado [2]. Esta zona mantiene una fuerte interacción económica, social y comercial con la ciudad de San Diego, California en Estados Unidos de Norteamérica. Este incremento poblacional se impulsó por el gobierno federal hacia un proceso de industrialización de la frontera norte, por ejemplo en 1985 en B. C. se registraron 307 maquiladoras, en 1996 se incrementaron a 793 (la más alta del país), pasando a ocupar el primer lugar de este tipo de empresas a nivel nacional con un 33% del total [3]. Estos procesos han promovido la conurbación de las ciudades Tijuana, Rosarito y Tecate, conformando la quinta zona metropolitana en el país [4]; y debido a la rapidez de estos cambios, se han manifestado problemáticas comunes en los tres municipios relativas a la desigualdad en la infraestructura instalada y de equipamiento urbano, así como en el tratamiento y

manejo de desechos sólidos municipales, falta de articulación vial y transporte, marginación, posicionamiento económico, financiamiento de proyectos y asuntos binacionales sobre transporte, cruces fronterizos y deterioro ambiental. Estos problemas han requerido un modelo de gestión del área metropolitana que les permita realizar la planeación y gestión de esta zona metropolitana.

Bajo esta perspectiva este trabajo tiene por objetivo principal, la aplicación del ordenamiento territorial (OT) y el manejo sustentable de los recursos bajo la perspectiva del modelo ciudad-región; asimismo el desarrollo de un sistema de información geográfico y un diagnóstico ambiental centrado en componentes metropolitanos estratégicos para su sustentabilidad con su infraestructura urbana y regional.

2. Materiales y métodos

La zona metropolitana de Tijuana-Playas de Rosarito-Tecate, se localiza en el noroeste de Baja California, México y sus coordenadas geográficas son 32°34' Latitud Norte y 116°35' Longitud Oeste, 32°15' y 117°10' (Fig. 1). La superficie total comprende las tres cabeceras municipales: Tijuana, Rosarito y Tecate, que suma 117 884.00 ha, equivalente al 1.68% del total de la superficie del estado y concentra el 55% de la población total de la entidad.

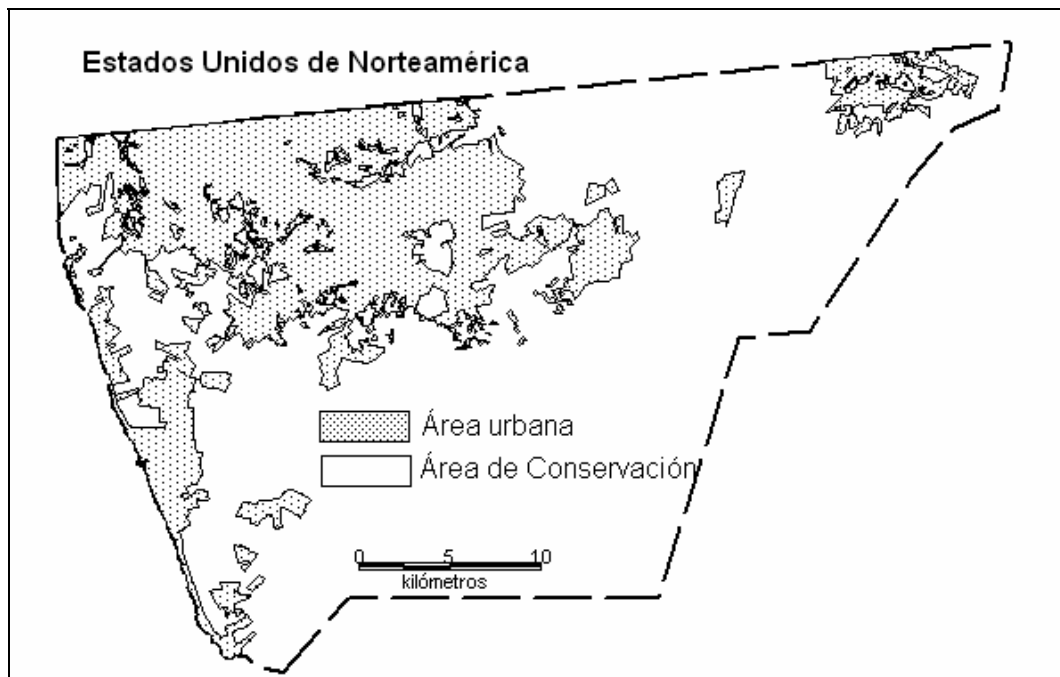


Fig. 1: Localización zona metropolitana Tijuana-Tecate-Playas del Rosarito

La ZMTRT es parte de la provincia fisiográfica de la península de Baja California, sub-provincia sierras de Baja California Norte, caracterizada por elevaciones topográficas

que van del nivel del mar hasta los 1 280 m. La zona pertenece al batolito peninsular de edad Mesozoica con rocas ígneas extrusivas e intrusivas de origen volcánico; presenta también materiales de edad Terciaria, los cuales son areniscas y conglomerados, producto de un intenso proceso de erosión que inicio desde el Cretácico [5]. Como resultado de la actividad geológica, la zona se localiza en una de las tres regiones con mayor riesgo sísmico del estado con principales fallas geológicas: Vallecitos, García, Agua Caliente y la Nación, que cruzan la ciudad Tijuana sobre el cauce del Río Tijuana y la presa Abelardo L. Rodríguez y la Mesa de Otay. El clima de la región es de tipo mediterráneo con inviernos fríos y lluviosos, veranos secos y calientes. El clima de la región [6] es BSk(s)(e), temperatura media anual de 16.8-17.5°C y 220-270 mm de precipitación. Bajo estas condiciones climáticas se distingue vegetación de zona costera y de marismas y dunas. Mientras que hacia el interior se establece el matorral costero, chaparral y bosque de coníferas; este último localizado en las altas montañas. En la actualidad el cambio en el uso del suelo ha sido responsable del impacto negativo que ha tenido la vegetación.

Para alcanzar los objetivos propuestos se planteó una estrategia metodológica en base a tres enfoques de sustentabilidad ambiental:

Primer enfoque, ordenamiento y regulación del territorio metropolitano a partir de restricciones y potencialidades físicas y biológicas para albergar actividades de desarrollo y conservación. Esta primera fase se hizo mediante la metodología del manual de ordenamiento ecológico del territorio a nivel nacional [7], teniendo como antecedente al plan de ordenamiento ecológico del Estado de Baja California [8], que concreta el manejo en unidades ambientales (UA) o áreas asignadas con un determinado uso a partir de aplicación métodos sintéticos que analizan la dinámica de procesos geomorfológicos y su influencia en la formación de paisajes actuales. Se utilizaron fuentes bibliográficas, imágenes satelitales y un sistema de información geográfica, que permitió obtener la aptitud territorial. Posteriormente se contrastó la aptitud territorial obtenida contra la reportada en el plan de ordenamiento ecológico del Estado de Baja California [8] y el programa estatal de desarrollo urbano y ordenamiento territorial [9].

Segundo enfoque, se dirige al diagnóstico ambiental, basado en el manejo de indicadores de sustentabilidad urbana para temas de interés común sobre agua, drenaje, calidad del aire, residuos sólidos, áreas verdes, productivas y de conservación. riesgo y vulnerabilidad; indicadores que obedecen al modelo de presión-estado-respuesta planteado por la OECD [10].

Tercer enfoque, se basa en el manejo sustentable de los recursos a partir del modelo de ciclo cerrado [11] que promueve la reducción de consumo, reuso y reciclado de recursos para diferentes escalas territoriales (doméstico al regional y nacional), aplicados a temas de agua, drenaje, residuos sólidos, energía-tráfico-transporte relacionados con la calidad del aire y finalmente con áreas verdes, productivas y de conservación.

3. Resultados

Ordenación de la zona metropolitana: Se presentan los resultados sintetizados del documento elaborado por la SIDUE-SEDESOL-ISS-UABC [12] sobre la sustentabilidad de la zona metropolitana de Tijuana-Playas de Rosarito-Tecate (ZMTRT), que fue elaborado para propuestas de uso del suelo sobre la sustentabilidad regional y urbana o el modelo ciudad-región, ya que no se puede concebir un crecimiento y desarrollo ordenado y sustentable si no están implícitos flujos de energía en ambas direcciones.

A través del uso de métodos sintéticos y análisis de procesos geomorfológicos es factible separar a las diferentes formaciones geológicas, sus edades y paisajes conformados por levantamientos tectónicos con intensos eventos hidrometeorológicos que han promovido intensos procesos de erosión desde el Cretácico superior durante el Cuaternario [5] hasta el presente; han originado conglomerados no consolidados de materiales arenosos de texturas gruesas y medias, fácilmente erosionables y que han provocado intensos movimientos de masa o deslizamientos destruyendo infraestructura instalada, equipamiento urbano y ha costado la pérdida de vidas y sus propiedades. Gran parte de la zona urbana está asentada en este tipo de materiales, siendo uno de los principales problemas ambientales que se presenta con mayor recurrencia en la ciudad Tijuana, sobre todo en la época de lluvias. A las unidades cartográficas obtenidas de la separación de los materiales estables e inestables se cruzaron con archivos en cinco rangos de pendientes: Desde zonas planas hasta muy accidentadas, previamente obtenidos de modelos digitales de elevación del INEGI. Se integraron las fallas activas para separar zonas por los tipos de materiales, estables e inestables por rangos de pendientes y por presencia/ausencia de fallas activas bajo diferentes rangos de riesgo (muy alto hasta áreas sin riesgo y aptas para desarrollo urbano). Se sobrepuso luego información digital de zonas susceptibles de recarga de acuíferos y de comunidades vegetales con la información del inventario nacional forestal [13], lo que permitió definir zonas con uso productivo mediante agricultura de riego y conservación de comunidades vegetales que por su extensión están a punto de ser eliminadas, como el matorral rosetófilo que ocupa el 0.9% y bosque de encino 0.6% de las 206,336.00 ha. Como resultado, se tiene la zonificación con aptitudes territoriales del suelo (Fig. 2).

Indicadores de sustentabilidad: Para la caracterización de la ZMTRT en sustentabilidad ambiental se tomaron en cuenta varios modelos que permitieran generar un diagnóstico a partir del modelo de indicadores ambientales desarrollado por la OECD [10] conocido como presión-estado-respuesta (PER). En el modelo PER [10] se plantean causas y efectos de las actividades productivas y asentamientos humanos sobre el ambiente y cómo la sociedad reacciona para responder con acciones que contribuyan a su prevención, reducción, recuperación, mejoramiento y regulación. El modelo consta de tres grupos de indicadores: **P** se refiere a la presión directa e indirecta que ejercen las actividades humanas sobre el ambiente, así como el funcionamiento de los sistemas naturales (incremento poblacional, políticas sectoriales, cambios tecnológicos, aprovechamiento de recursos, agricultura, industria, transporte, ciclos de nutrientes y eventos naturales como El Niño, erupciones o huracanes); **E** se refiere al estado del ambiente, una vez que las presiones han alterado ecosistemas y su repercusión en la

población; y **R** se concreta a las acciones de políticas instrumentales o participativas que la sociedad genera para contrarrestar presiones y efectos sobre el ambiente. Las respuestas llevan a la práctica por los sectores gubernamentales, privados y sociales dentro del marco legal nacional o internacional. Además de lo anterior se agregaron aspectos de gestión relativos a la capacidad y desempeño para la aplicación de normas y ejecución de planes y proyectos.

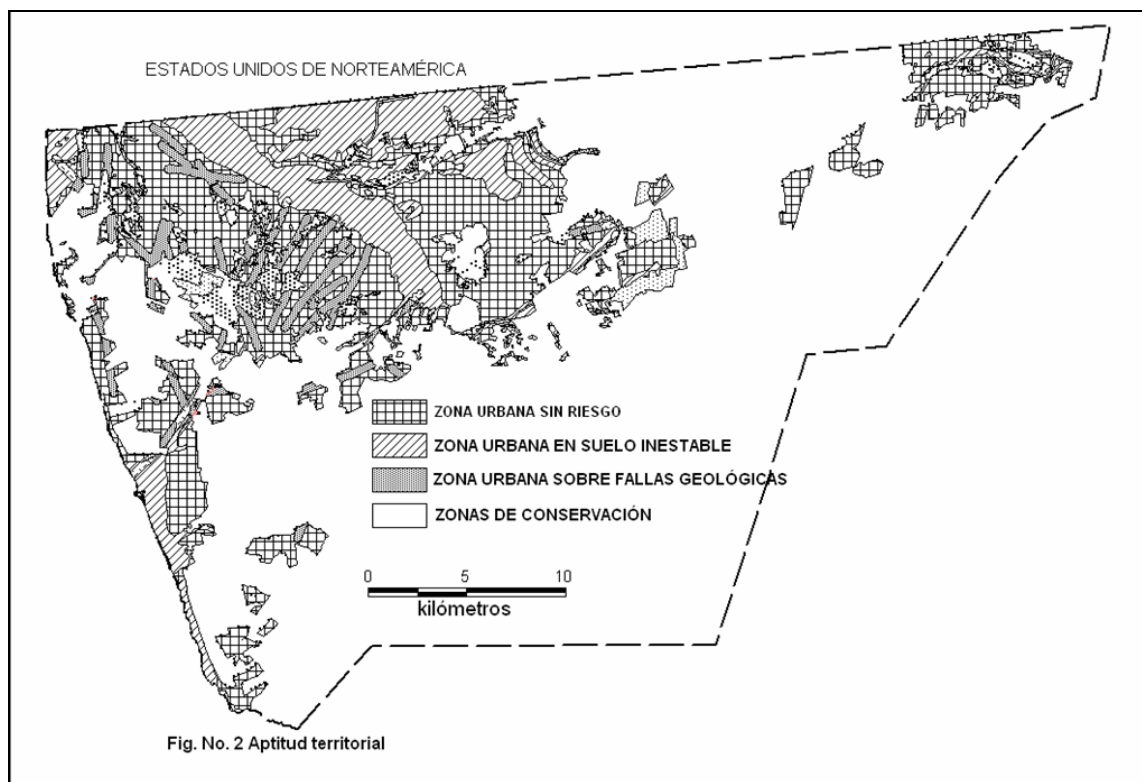


Fig. 2: Aptitud territorial

En la evaluación de la sustentabilidad en la ZMTRT se elaboró el diagnóstico a partir de indicadores que respondieran al modelo PER (Tabla 1) y se generó un listado de indicadores organizados bajo el modelo parcialmente debido a las siguientes razones:

- (1) Las tres ciudades presentan heterogeneidad en población, dinámica económica, nivel de urbanización, industrialización, jerarquía urbana, densificación, capacidad de planeación y gestión en ayuntamientos.
- (2) La información ambiental urbana se encontraba dispersa en dependencias de gobiernos municipales, estatal y federal.
- (3) En varios casos se contó con información operativa cualitativa de ciertos servicios.
- (4) No fueron útiles algunos datos e información cartográfica, de ahí que en este trabajo se obtuvo la aptitud territorial como producto de la aplicación del POET.
- (5) Las tres ciudades no contaban con la misma información del listado.
- (6) Las estadísticas municipales adolecen de información ambiental periódica y sistemática; en algunos casos los estudios contienen información ambiental parcial o sectorial o es meramente cualitativa.

- (7) La accesibilidad a la información es limitada en algunas dependencias gubernamentales.
- (8) En diferentes dependencias de gobierno y sector privado aún no ha permeado el desarrollo sustentable y se dificulta su aplicación en el manejo de los recursos, servicios y cambio institucional.

Se generó un diagnóstico que delineó algunas estrategias para el tratamiento de los problemas ambientales, como la necesidad de contar con una estructura de gestión de la zona metropolitana y un grupo de trabajo que aborde la temática ambiental y sustentabilidad en dos sentidos: Intersectorial, dado que el tema ambiental también se relaciona con aspectos económicos y sociales; y horizontal que interactúe con agentes que intervienen en materia ambiental y de desarrollo urbano.

Tabla 1: Diagnóstico con indicadores: Residuos sólidos

	Presión	Estado	Respuesta
Residuos sólidos	► Generación de residuos municipales per cápita	► Cobertura del servicio de recolección	Recuperación ambiental de sitios de disposición final
	Vol. de generación de residuos no peligrosos	► Capacidad de sitios de disposición final	► Programa para manejo integral de residuos sólidos
	► Vol. de generación de residuos peligrosos	► Capacidad de las estaciones de transferencia	Reglamentación local
	Vol. de generación de escombros	Otras formas de disposición de los residuos	Normas oficiales
		Basureros a cielo abierto	► Programas especiales de recolección
	Vol. de generación de residuos biológico infecciosos	Población expuesta a la contaminación	Incentivos económicos a empresas recicladoras
		Superficie contaminada	
		Porcentaje de residuos reciclados	
		► Empresas recicladoras	
	Consumo de material de construcción per cápita	Número y tipo de bancos de materiales	Marco jurídico ambiental
Extracción de materiales para construcción	Superficies de bancos de materiales abandonados	Evaluación de impacto ambiental de proyectos	
	Industrias de uso intensivo de recursos naturales	Normas oficiales	

Leyenda: ► = Indicadores que pudieron utilizarse a partir de información generada por diferentes dependencias [14] (Fuente: Elaboración propia a partir de indicadores urbanos y sustentables)

Esquemas para el manejo sustentable de recursos: El tercer enfoque se basa en estrategias de ordenamiento territorial por niveles jerárquicos. Se emplearon modelos de ciudad sustentable referente al manejo de flujos de agua-drenaje, energía y residuos sólidos, en tanto que para áreas verdes y de conservación y tráfico-transporte se desarrolló uno propio basado en la estructura jerárquica [11]. Las ciudades contienen organismos que corresponden a poblaciones humanas, especies animales y plantas, entre los cuales existen relaciones complejas; se denominan ecosistemas urbanos y bajo este nivel de relación entre organismos y el medio se establecen flujos de energía, materia e información de las ciudades con sus diferentes áreas de influencia, es decir entre la ciudad y zonas periféricas o rurales que la rodean. Así las ciudades reciben

insumos externos para su sostenimiento que posteriormente se transforman en salidas de desechos que se vierten al ambiente y es donde las ciudades deben procurar reducir los consumos *per cápita*. Una vez los recursos son utilizados, se deben tener estrategias para su aprovechamiento antes de verterlos al ambiente. Bajo el modelo de ciclo y considerando diferentes escalas territoriales, se presentan los modelos agua-drenaje y el sistema de áreas verdes, productivas y de conservación. Ambos modelos muestran cómo podrían instrumentarse otros modelos de ciclo para el manejo sustentable de recursos en la ciudad-región [11].

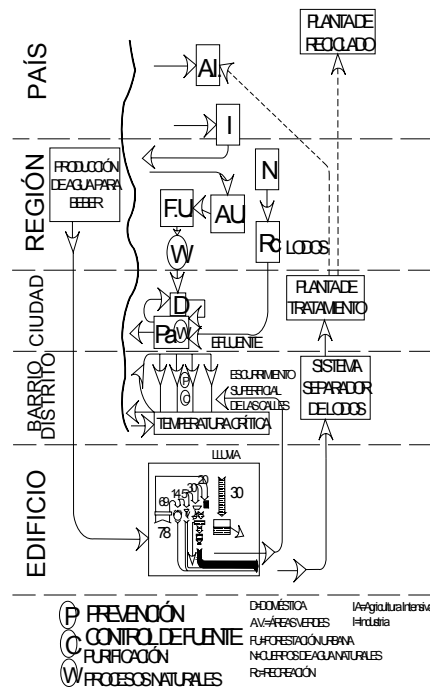


Fig. 3: Modelo agua-drenaje

Modelo de agua-drenaje: Reducción del consumo de agua potable para diferentes usos en la vivienda mediante accesorios reductores, en llaves, sanitarios, lavadoras, regaderas. Asimismo, plantea el uso de tuberías separadas para el desalajo de aguas grises-pluviales y negras, que permiten conducir las aguas para su reuso doméstico o bien hacia su tratamiento diferenciado. El procedimiento se repite y articula con el

barrio o distrito, donde se captan drenajes pluviales de calles y se direccionan a cuerpos de agua existentes o para reuso en el riego de áreas verdes públicas, en tanto que las aguas negras van a un separador de lodos. Posteriormente, las aguas negras van a la planta de tratamiento de la ciudad, que retorna el agua tratada para uso en diferentes actividades urbanas: Recarga de acuíferos, forestación, áreas verdes, recreación, agricultura urbana, industria, cuerpos de agua. Mientras que los residuos de lodos tratados se incorporan a actividades de agricultura intensiva en otras regiones (Fig. 3).

Modelo sistema de áreas verdes, productivas y de conservación: Este esquema muestra una jerarquía en el sistema de áreas verdes, productivas y de conservación que ligados a estructuras viales, canales y cuerpos de agua se puede articular para su manejo desde el nivel doméstico hasta el regional-nacional. También se incorporan criterios de reuso, reciclaje y rehabilitación de edificios del patrimonio histórico y cultural o de áreas urbanas y productivas abandonadas dentro y fuera de ciudades y áreas naturales perturbadas; se promueve la forestación con fines ambientales y estéticos. Se apreciar en la Fig. 4 los valores y funciones de las áreas verdes en la ciudad-región y la necesidad de su manejo integrado y coordinado por niveles de gobierno y sociedad.

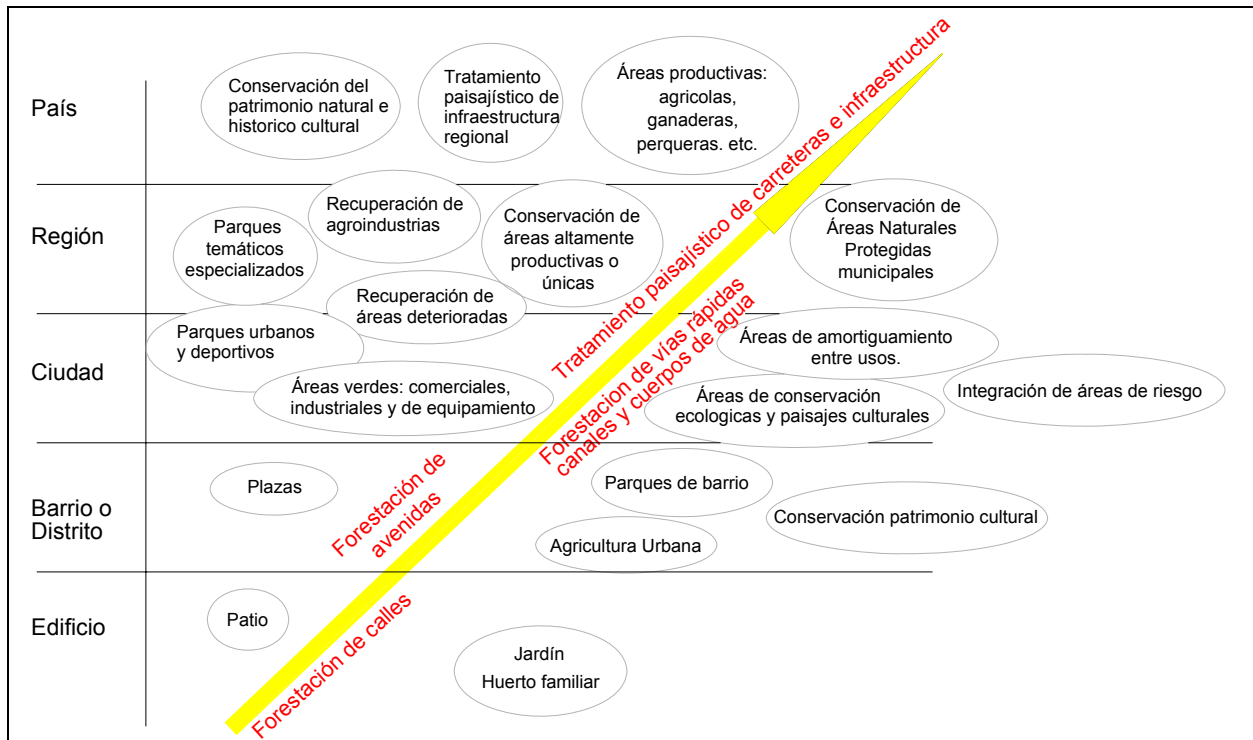


Fig. 4: Modelo sistema de áreas verdes, productivas y de conservación

4. Discusión

El plan de ordenamiento ecológico del Estado de Baja California [8] y el programa estatal de desarrollo urbano y ordenamiento territorial [9] presentan una serie de inconsistencias. En la elaboración de ambos documentos se utilizó cartografía del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), organismo público encargado de generar, la información estadística y geográfica, así como la cartografía oficial de toda la República mexicana, en escalas 1:50 000 y 1:250 000, principalmente. La mayor parte de la cartografía temática del país se generó a partir de fotografía aérea escala 1:70 000 de 1973 y fue publicada en 1982 en escalas 1:250 000, por lo que en la actualidad las cartas temáticas de usos del suelo y vegetación resultan totalmente obsoletas y en especial para la zona fronteriza del estado de Baja California, por el impulso de la política de industrialización en los 70's, dando origen a la conformación ZMTRT, que concentra el 55% de la población estatal. En contraste el documento elaborado para la ZMTRT pretende dar respuesta coherente y sustentable al crecimiento anárquico que se ha dado en esta región. No obstante que se utilizó parte de la misma cartografía temática del INEGI, como modelos digitales de elevación, cartas topográficas y temáticas de aguas superficiales y subterráneas, también se utilizaron otras fuentes documentales con cobertura estatal, como la cartografía geológica de Gastil et al. [5], junto al análisis de información sobre tectonismo y sismicidad [15] definieron zonas de alto riesgo por fallas activas. El resultado del manejo y análisis de diferentes fuentes de información permitió obtener una zonificación para la ZMTRT [12] totalmente diferente a la propuesta en el PEDUOT [9] (Fig. 5).

Varios organismos públicos, privados y consultores siguen utilizando esta cartografía en la planeación de usos del suelo. No obstante la disponibilidad de tecnologías informáticas, recursos aeroespaciales y métodos sintéticos, que permiten evaluar la aptitud de la tierra con mayor rapidez y precisión. La falta de la aplicación de criterios científicos basados en procesos geomorfológicos en POET y PEDEUOT deriva en la reconversión de usos del suelo con la desaparición de pequeños valles agrícolas bajo riego, agotamiento de acuíferos contiguos a zonas urbanas, desertificación y eliminación de la cubierta vegetal nativa, cuyas áreas están siendo ocupadas por la urbanización [16]. Esto se traduce en inadecuadas políticas de uso asignadas a unidades de gestión ambiental (UGAS), incrementando problemas de degradación, contaminación y agotamiento de los recursos que deberían ser el soporte de la sustentabilidad urbana.

Existen vacíos en reglamentación local o municipal para el mejoramiento de la calidad del aire, manejo de residuos sólidos, agua, energía y áreas verdes y de conservación. De 2000 a la fecha se tienen algunos avances en materia de planeación para manejo sustentable del agua y de residuos sólidos, asimismo se han probado estrategias efectivas para abatir la contaminación del aire y contingencias por fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos.

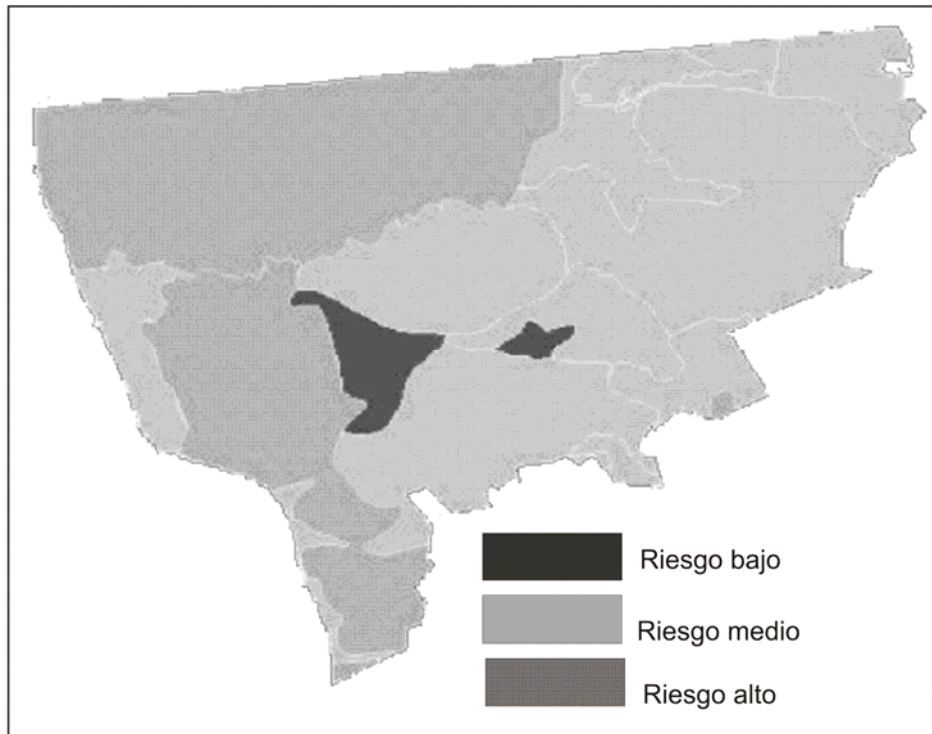


Fig. 5: Zonas de riesgo de la ZMTTR

La planeación ambiental urbana requiere atender problemas de dispersión urbana actuales por desarrollos habitacionales e industriales, que promueven el uso no sustentable territorial. Hay limitaciones físicas del territorio por riesgo, productividad de la tierra y conservación de la biodiversidad del hábitat; se debe examinar posibilidades de densificación considerando restricciones físicas y ecológicas del territorio, incentivar e incrementar la movilidad de la población por transporte público junto con la regulación ambiental del parque vehicular privado. Dado que la ZMTRT depende para su sostenimiento de fuentes externas de agua y energéticas se vuelve indispensable el contar con programas orientados a la reducción de consumo, conservación del agua y energía en las edificaciones y uso de fuentes alternas de energía.

5. Conclusiones

El ordenamiento territorial es una herramienta para el manejo sustentable de recursos, ofrece bases científicas para la planeación ambiental del uso del suelo. El problema radica en la utilización de métodos fisiográficos (únicamente en formas del relieve), sin analizar procesos o eventos, evaluación y definición de políticas por unidades de gestión ambiental, en lugar de emplear métodos sintéticos que analizan la dinámica o procesos que han conformado los paisajes. Los modelos de ciclo para el manejo integral de recursos en el territorio permiten atacar el problema de la sustentabilidad en diferentes ámbitos de acción y escalas, de acuerdo a su jerarquía y complejidad que

van del nivel doméstico al nacional. Uno de los principales problemas que enfrenta el modelo PER es la carencia de información estadística ambiental y geográfica disponible en dependencias de gobierno para crear sistemas de información geográficos que apoyen el seguimiento y evaluación del desempeño ambiental.

Referencias

- [1] INEGI. Censo de población y vivienda 2000, Baja California. *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, México*, 2001.
- [2] INEGI. Anuario estadístico Baja California. *Gobierno del Estado de Baja California*, 2006.
- [3] INEGI. XII Censo industrial. Censos económicos. *Aguascalientes, México*, 1999.
- [4] SEDESOL. Programa nacional de desarrollo urbano y ordenación del territorio 2001-2006 (1ª Ed.). *SEDESOL*, 2001.
- [5] SEMARNAT. Programa nacional de medio ambiente y recursos naturales 2001-2006, México DF, México, 2002.
- [6] Dirección General de Ecología. Plan de ordenamiento ecológico del Estado de Baja California. *Periódico Oficial del Estado de B.C., Tomo CII(42)*, 1995.
- [7] SEDESOL-SIDUE-COLEF. Programa estatal de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. *Documento de Trabajo, Mexicali, B.C.*, 2003.
- [8] OECD. OECD's core set of indicators for environmental performance reviews. *Environmental Monograph*, 83, *OECD*, Paris, 1993.
- [9] S.P. Tjallingii. Ecopolis, strategies for ecologically sound urban development. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- [10] R.G. Gastil, R.P. Phillips, E.C. Allison. Reconnaissance geology of the State of Baja California. *The Geological Society of America, Inc., Memoir*, 140, 1975.
- [11] E. García. Modificación al sistema de clasificación climatológica de Copen (2 Ed.). *UNAM, México DF*, México, 1973.
- [12] SIDUE-SEDESOL-UABC/ISS. Gestión Territorial de la Zona Metropolitana Tijuana-Tecate-Rosarito. Documento de trabajo, *Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.*, México, 2005.
- [13] INE-SEMARNAP-I.G-UNAM. Inventario Nacional Forestal, 1999.
- [14] Seattle/King County. Indicators of sustainable community. Sustainable Seattle, Washington, <http://www.sustainableseattle.org>, 1998.
- [15] M. Cruz-Castillo. Catálogo de las fallas regionales activas en el norte de Baja California, México. *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, 22, 37-42, 2002.
- [16] C.R.I. Rojas, E.A. Corona Z. Planeación del Desarrollo Rural en la Zona Sur del Municipio de Ensenada. En: A.L. Quintanilla (Coord.). Construyendo el futuro en el desarrollo sustentable de las comunidades en Baja California. *Manuscrito enviado a la Universidad Autónoma de Baja California para su dictamen*, 2004.

Problemática ambiental y prospectiva: Uso de métodos de planificación prospectiva ante incertidumbres futuras en áreas rurales

B.C. Carvajal

Centro de Investigaciones del Decanato de Administración y Contaduría

Unidad de Investigación en Ciencias Humanas y Gerenciales

Barquisimeto-Estado Lara, Venezuela

becar777@yahoo.es

Palabras claves: Problemática ambiental, ecodesarrollo, métodos prospectivos e incertidumbres

Resumen

Se realiza una reflexión teórica acerca de la problemática ambiental, la cual es vista como articulación de procesos históricos y ecológicos que pueden ser interpretados de manera interdisciplinaria. Se analiza cómo la problemática ambiental impacta al desarrollo rural; luego, se plantea como alternativa, una gestión agroecológica que podría ser definida entre entes gubernamentales y actores sociales, la cual puede ser realizada desde una gestión prospectiva en que se incluyan tareas, métodos, técnicas y conocimientos que permitan proponer soluciones atendiendo a factores como la pobreza, seguridad alimentaria, organización comunal, marginación y explotación social. Se considera aquí, que si el porvenir ambiental no está determinado linealmente, es decir, se presenta como incierto, la propuesta es preparar el camino desde el presente para el futuro adaptándolo como futuro deseable, pero también posible y plausible.

1. Introducción

En esta ponencia se realiza un acercamiento teórico que permite reflexionar en torno a la problemática ambiental, como una articulación de procesos históricos y ecológicos que pueden ser interpretados con el concurso de diversas disciplinas que posibilitarían la planificación del ecodesarrollo. Esta planificación demanda la incorporación de pautas culturales, especificidades ecosistémicas y estrategias de desarrollo regional y nacional en la elección de aquellos procesos tecnológicos que den valor al uso de determinados bienes y servicios de la naturaleza. Pero ¿cómo planificar un esquema de desarrollo con francas implicaciones sobre procesos de organización de una sociedad? ¿Cómo atender a las desigualdades sociales, geográficas y de mercado presentes en las distintas comunidades rurales? El desarrollo, cualquiera que sea, revela peculiaridades intrínsecas a cada modelo societal. La idea prevaleciente sería transformar este compromiso ecológico en un planteamiento tecnoambiental-societal en el cual la gestión gubernamental defina conjuntamente con sus actores sociales, y desde una gestión prospectiva, sus propios programas y ajustes al desarrollo, los

cuales incluirían tareas, métodos, técnicas y conocimientos que permitan proponer soluciones que vayan más allá de los problemas ambientales. Es decir, que incluya lo atinente a las dificultades de la pobreza, la seguridad alimentaria, la organización comunal y la marginación y explotación social. Si bien es cierto, que en la práctica es difícil esperar que se produzcan todos estos cambios de igual modo y se atiendan a las particularidades de cada región, no obstante lo que aquí se propone como objetivo es el análisis de las recomendaciones para el desarrollo de estudios prospectivos, propuesta por Miklos y Tello [1] con la intención de recrearlas en áreas rurales y así plantear una gestión agroecológica basada en métodos prospectivos para el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas.

2. Metodología

El método utilizado en el logro del objetivo de esta ponencia fue la interpretación hermenéutica del fenómeno en estudio, pero sin atenerse al método de manera ortodoxa, más bien como propuesta metódica que críticamente interpretada se adecuó a las preocupaciones fundamentales relacionadas con la temática en estudio. Se utilizó para las lecturas sobre la problemática ambiental, la hermenéutica como herramienta facilitadora de la comprensión y captación de supuestos teóricos subyacentes en la propuesta ecológica. Para que esa interpretación no quedara sólo en un ejercicio teórico se tomó en consideración que una visión integrada de la realidad sólo se podía lograr a través de recomendaciones generales que sirvan como una propuesta de acción, con las que al menos se visualizara salidas a los problemas planteados desde el plano teórico-metodológico. De esta manera, se ofrece una propuesta para establecer diálogo entre quienes estamos atentos a la problemática ambiental y sectores de nuestro pueblo que viven de la agricultura y trabajan en ella.

A continuación se mencionan los pasos seguidos en la búsqueda e interpretación de la información: a) Arqueo de fuentes bibliográficas, hemerográficas y documentales, de materiales sobre la temática seleccionada, b) revisión de la literatura y clasificación de la misma; se tornó observable el material cuyo significado e interés práctico fue compatible con el interés metódico del investigador, c) análisis de la información a través de su lectura hermenéutica: Una vez seleccionada y clasificada la información, se procedió a la interpretación y explicación del referente estudiado [2] y d) síntesis de la información y presentación del informe final: Síntesis del discurso final, presentado como una totalidad concreta, integrada por la unidad dialéctica entre la comprensión y explicación, para lograr que sean coherentes entre sí las distintas partes de una interpretación [3].

3. Resultados y discusión

En las recientes décadas, una de las mayores preocupaciones del ser humano ha sido la problemática ambientalista, la cual cobra diversas especificidades en cada lugar del globo terrestre, pero cuya similitud no deja de ser impactante desde cualquier punto de

vista en el que se coloque el observador. Factores como la pobreza, hambre, desapego a la tierra, desigualdades del desarrollo económico, distribución social de los costos económicos son las mismas señales mórbidas del agotamiento de los recursos y degradación del medio ambiente. La génesis del proceso no comienza con la modernización agrícola, paradigma del desarrollo rural convencional; afirmar lo sería ofrecer una respuesta fácil de causas y efectos, no obstante es cierto que el proceso de modernización que acompañó a la revolución verde coadyuvó en grado sumo a la agudización de la problemática ecológica [4]. Uno de los elementos que define el paradigma [5, 6] implícito en el desarrollo rural convencional es la desvalorización de la naturaleza; el hombre se erige como dueño y señor frente a una naturaleza, cuya función es la de ser explotada. Esta fue la concepción tecnológica que sirvió de base a un desarrollo fundamentado en bienes y servicios; y cuya utilidad práctica y aplicación estaban relacionadas de modo estrecho y permanente al poder, que en sus múltiples manifestaciones vendría a ser instrumento, razón y criterio del conocimiento científico-técnico, con el cual a lo largo de la historia se ha apropiado el hombre de la naturaleza.

De esa manera el paradigma agrícola convencional (revolución verde) representa un reflejo de un modelo compuesto por relaciones de violencia, no sólo respecto a la naturaleza sino en relación con el ser humano. Manifestación de esta violencia se hizo evidente en el proceso socio-histórico en que el productor fue apartado de su cultura agrícola e incorporado en un sistema de producción que no tenía antecedentes históricos en nuestro ámbito geográfico [7, 8, 9, 10]. Como resultado de ese proceso, el consiguiente deterioro de sistemas ancestrales que había prevalecido hasta entonces marginados y posteriormente subordinados económica y socialmente por la agricultura moderna, se desplazaron a sistemas productivos históricos aptos para potenciar condiciones agroecológicas del trópico. En este sentido, se puede afirmar que con el desarrollo rural convencional se da un proceso de artificialización del quehacer agrícola, irrumpiendo con ciclos de la materia y energía en los sistemas productivos y causando conocidos problemas ambientales. Entre otros, se señalan: a) Incremento de la contaminación, b) destrucción o deterioro de los suelos, c) producción de cambios irreversibles en determinados ecosistemas, d) disminución de la capacidad de auto generación y autorregulación de los ecosistemas y e) creación de sistemas productivos altamente dependiente de subsidios energéticos originados de combustibles fósiles [4]. Ciertamente, la tecnología impuesta tuvo efectos sobre la degradación de la calidad ambiental y de la vida humana, quien como ser histórico-social fue apartado de su modo de hacer las tareas agrícolas. Ahora bien, ¿cuál fue la respuesta para solventar las consecuencias de este paradigma agrícola con francas implicaciones en el deterioro de la naturaleza y de la relación del ser social y su naturaleza?

3.1. La relación ecología-ambiente y la sustentabilidad en la agricultura

Aparece para la década de los 80 el paradigma de desarrollo sustentable. Con él se plantea la urgencia de un acercamiento epistemológico para reflexionar sobre la problemática ambiental como una articulación de procesos históricos y ecológicos que debían ser interpretados con el concurso de diversas disciplinas que plantearán propuestas para el ecodesarrollo [11, 12, 13]. La relación ecología-ambiente se

enriquece desde la perspectiva del desarrollo sustentable, ya que se admite el orden cultural como factor que explica el cómo y el por qué del aprovechamiento o uso del ambiente por una sociedad u otra. Así, elementos como: a) El estado de dependencia y dominio de una cultura respecto a otra, b) sobreexplotación de los recursos y fuerzas de trabajo de una población por las estructuras de poder nacionales e internacionales que determinan sus procesos de producción social y c) inclusión de valores culturales que rigen las prácticas tradicionales de una formación social por su propia organización, son factores que potencializan el estudio de la relación ecología-ambiente.

Con el discurso ambiental se generan en términos meta-teóricos concepciones de ecodesarrollo referidas no sólo a los problemas ambientales, sino también y de manera precisa a la relación hombre-capital–naturaleza–producción agrícola. Surge así una nueva propuesta teórico-metodológica que se concretiza en la noción de la agricultura sustentable, la cual implica: a) Habilidad de un agroecosistema en mantener la producción a través del tiempo, pese a disturbios ecológicos y socioeconómicos a largo plazo y b) administración de los recursos naturales y dirección de los cambios tecnológicos e institucionales con el fin de asegurar la realización y satisfacción continua de las necesidades humanas a las generaciones presentes y futuras. La planificación de este modelo de desarrollo agrícola contempla la conversión de los recursos genéticos, suelo, agua, vegetación y fauna; y conduce hacia un proceso histórico y dinámico de aprovechamiento de los recursos, en un proceso de innovación tecnológica, de reorganizaciones productivas y de reconstrucciones ecosistémicas [14].

Esa matriz de desarrollo agrícola incluye la conjunción de factores que van desde el elemento tecnológico pasando por factores socio–políticos hasta la organización del poder. Desde el paradigma de la agricultura sustentable, se concibe el desarrollo como aquel estado más pleno, mayor y mejor que el actual; pero cuyas condiciones varían de acuerdo a la formación económica y social donde se genera y de acuerdo con el propio desarrollo histórico de sus fuerzas productivas. Lo cual implica cambios de tipo cualitativos, en términos de crecimiento económico para y por la comunidad, y de tipo cualitativo, en función de la mejor calidad de vida de los actores sociales que forman la comunidad. El desarrollo, cualquiera que éste sea revela peculiaridades intrínsecas a cada modelo societal, aún cuando el fin sea favorecer a la mayoría de la población, el modo cómo se instaure deberá ser distinto conforme no sólo a peculiaridades edafoclimáticas, sociales y culturales, sino también a las relaciones políticas e ideológicas subyacentes en los engranajes de poder particulares de cada sociedad.

En escenarios inciertos y regiones poco desarrolladas como las zonas rurales, pareciera válido intentar una propuesta donde además se consideren gérmenes de futuro que podrían facilitar la puesta en práctica de un tipo de desarrollo pensado desde la propia región. Un desarrollo endógeno sustentable sí, pero fundado en la posibilidad de adecuarse a escenarios futuros para intervenir en ellos. Es decir, estudiar el futuro con el objetivo de influir en él o en todo caso, anticiparse a dicho futuro para prepararse y no tener que sufrirlo, tal como sucede cuando se planifica tan sólo a corto plazo [15].

Pensar, entonces, en la incorporación de la prospectiva en el desarrollo rural constituye una remodelación de las prácticas de gestión agronómica, ya que no se trata de la simple aplicación técnica de la prospectiva como propuesta para el desarrollo sustentable, sino de analizar las demandas a través de un acercamiento holístico, sistemático y transdisciplinario a la problemática rural para intentar superar la parcialidad, reduccionismo y desintegralidad de otros enfoques. Veamos seguidamente cómo se plantea la incorporación de la teoría prospectiva en la gestión agoecológica.

3.2. Gestión agro-ecológica y prospectiva

En los estudios prospectivos el objetivo no es predecir el futuro, la intención es anticiparse a las consecuencias posibles y más probables que se derivan de la situación actual [16]. En la teoría prospectiva se considera que el futuro está abierto y una forma de anticiparse a él no es concibiéndolo como una prolongación lineal del pasado, sino como una multivariedad de futuros. Por eso no se concibe como futuro deducido, sino como una pluralidad de previsiones posibles. En este sentido, el porvenir no está determinado previamente; de allí que la prospectiva guía las acciones presente y el campo de lo posible del mañana, manteniendo un vasto horizonte temporal; es decir se interesa por eventos y situaciones a largo plazo, pero con flexibilidad, ya que por tratarse de una visión para alcanzar en varios años, permite la selección de futuros alternativos y factibles. En la selección de estos futuros, los estudios prospectivos se enfrentan con múltiples y muy diversos elementos que condicionan y matizan su desarrollo; en este particular Miklos y Tello [1] proponen recomendaciones que pudiesen recrearse en estudios prospectivos en el ámbito rural.

El futuro no debe ser visto como una simple línea determinada por la continuidad del pasado [17, 18]. En un mundo caracterizado por la creciente incertidumbre y la presencia de discontinuidades y rupturas no habrá que esperar la aparición de desastres, crisis o emergencias para promover diversas acciones. Así, desde una gestión agroecológica, se intentaría incorporar pautas culturales, especificidades ecosistémicas y estrategias de desarrollo regional y nacional a la elección de aquellos gérmenes de futuro que den valor al uso de determinados bienes y servicios de la naturaleza. De esta manera, se realizaría un proceso de planificación y gestión para el manejo integrado de los recursos considerando su valor económico, pero también su valor social e histórico.

Usar las lecciones del pasado y no subestimar los factores inerciales: En prospectiva, el análisis y la reflexión son elementos característicos que viabilizan el proceso de articulación y convergencia de las expectativas, intereses y metas sociales [1, 19]. La aplicación de esta premisa en la problemática ambiental conllevaría a observar y estudiar los cambios considerando distintas perspectivas; es decir, generar una redefinición y revisión de un nuevo paradigma que integre la dimensión ambiental a lo interno de diversas disciplinas. La dinámica de los procesos ecosistémicos sería analizada considerando la articulación de la geología, geofísica, historia, antropología y sociología con una ciencia que estudie procesos ecosistémicos que intervienen en el ámbito rural.

Interpretar la información a la luz de los juegos de poder: La anterior recomendación es complementada con ésta, donde la información una vez recopilada deberá ser entendida como un juego de declaraciones, pues su comunicación e intercambio no es en modo alguno neutral [1]. Esta interpretación en el ámbito del desarrollo rural es una acción compleja ya que implica una labor de reconstrucción y de manejo de información que demanda la intervención de los diferentes actores involucrados, para marcar un compromiso con la gestión ambiental.

Considerar elementos cualitativos y la estrategia de los actores: En este punto se propone la incorporación de los elementos cualitativos como planes, comportamiento de actores y aspectos socio-culturales; esto es revertir los esquemas econométricos, aún cuando ello no signifique la relegación de la estadística y la modelación; simplemente que al privilegiar la conformación de escenarios, se producen reconstrucciones en las cuales los hechos y valores están integrados.

Adoptar una visión global y sistemática: La aplicación de la prospectiva se hace considerando que no existen problemas aislados. La interconexión e interrelación de los problemas rurales actuales demanda estudios sistémicos con capacidad de categorizar nuevos eventos y de revisar, rectificar y reestructurar de manera crítica aquellos pasados. La planificación de este modelo de desarrollo agrícola contempla la conversión de los recursos genéticos, suelo, agua, vegetación y fauna, y conduce hacia un proceso de aprovechamiento de los recursos con innovaciones tecnológicas, reorganizaciones productivas y reconstrucciones ecosistémicas. El éxito de esta planificación no está predestinado.

Sin embargo y ya para finalizar es importante tomar en cuenta las consideraciones siguientes (ver Fig. 1): 1. Comprender la síntesis entre la unidad y la multiplicidad, internalizar que podemos ser artífices de los cambios; 2. aprovechar de manera integrada y sustentable los recursos implica un análisis que conjugue factores que van desde el elemento tecnológico, pasando por factores socio-políticos hasta la organización del poder; 3. entender que la definición de una propuesta tecnológica no es un proceso neutro, no se pueden soslayar elementos ideológicos, socio-históricos, culturales ni económicos subyacentes en la creación tecnológica; y 4. planificar opciones estratégicas en un sistema vigía con que se asegure la gestión agroecológica.

4. Conclusiones

La sustentabilidad en la agricultura supone la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, pese a los disturbios ecológicos y socioeconómicos de largo plazo. Ello también comprende la administración de los recursos naturales y la dirección de cambios tecnológicos e institucionales a fin de asegurar la realización y satisfacción continua de las necesidades humanas en generaciones presentes y futuras. Esta nueva estrategia de desarrollo puede gestionarse con la ayuda de una planificación que considere el juego de actores

implícitos en el proceso, lo cual es viable con el concurso de métodos prospectivos. Así, se concede mayor confianza a las capacidades de sociedades humanas para identificar sus problemas y aportar soluciones originales fundadas en su sabiduría ancestral, experiencia actual y de los otros.

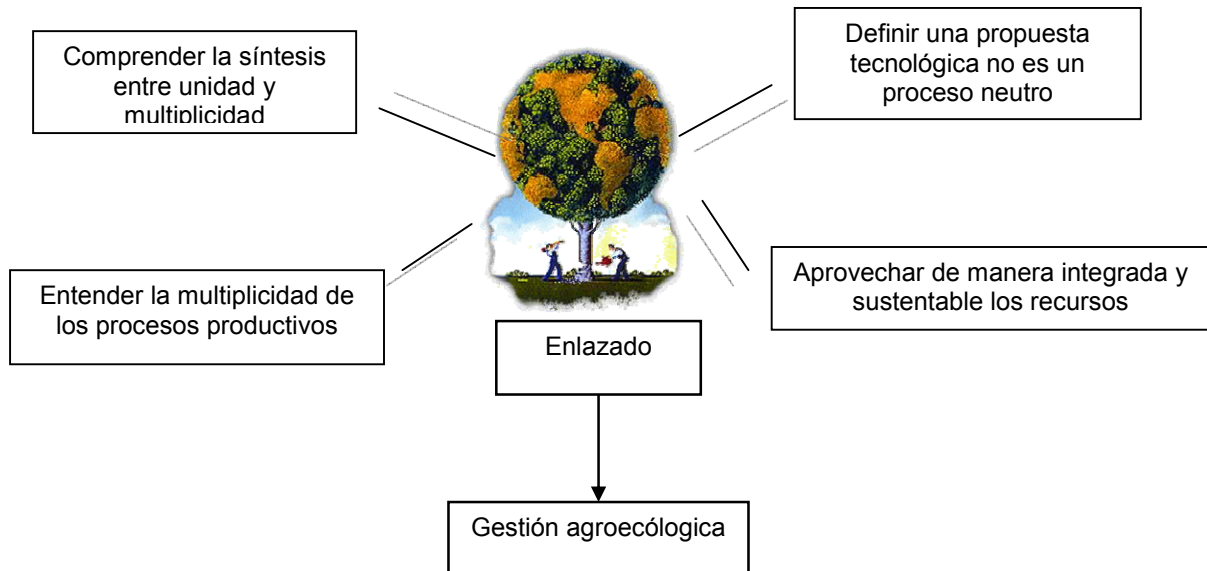


Fig. 1. Elementos teóricos para el éxito de la gestión ambiental prospectiva en áreas rurales

Referencias

- [1] T. Miklos, M.E. Tello. Planeación prospectiva, una estrategia para el diseño del futuro. *Limusa-Noriega, México*, 2000.
- [2] A. Moreno. Hermenéutica, enfoque cualitativo e investigación. *Barinas, Venezuela*, 2003.
- [3] M. Martínez. Ciencia y arte en metodología cualitativa. *Trillas, México D.F.*, México, 101-197, 2004.
- [4] B. Carvajal. Paradigmas agrícolas. De la agricultura modernizante a una agricultura sustentable para el pueblo. *Heterotopia. Centro de Investigaciones Populares*, 7(18), 35-60, 2001.
- [5] T. Kuhn, La estructura de las revoluciones científicas. *Fondo de cultura Económica, México D.F.*, México, 1978
- [6] K. Popper. *La lógica de la investigación científica*. *Tecnos, Madrid*, España.
- [7] E. Leff. La insostenible levedad de la globalización, la capitalización de la naturaleza y las estrategias fatales de sustentabilidad. *File: Al Dossier 61 htm*. 1973, 1998.
- [8] M. Nuñez. La extensión agrícola en el marco del desarrollo sustentable. *Seminario Nuevas Concepciones de la Extensión Agrícola, Maracaibo, Venezuela*, 1996.

- [9] E. Capriles. Individuos, sociedad y ecosistemas, ensayos sobre individuo, sociedad y ecosistemas. *Consejo de Publicaciones, ULA, Mérida, Venezuela*, 477 p, 1994.
- [10] M. Nuñez. ¿Existe agroecología en Venezuela? *IPIA T, Mérida, Venezuela*, 1997.
- [11] E. Leff. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. *Siglo XXI, México D.F., México*, 437 p, 1994.
- [12] M. Garcia Guadilla. La agricultura sustentable y los movimientos ambientalistas y la agroecología. *Ecotrópicos*, 9, 47-60, 1996.
- [13] J. Velasco. Desarrollo sustentable en Amazonía. *Taller Salud, Ambiente y Desarrollo Sustentable en Amazonía, CAICET, PTO, Ayacucho, Amazonas, 19 al 20 de Octubre*, 1995.
- [14] M. Capriati. Las ventajas y los retos en la aplicación de métodos de prospectiva en las regiones menos desarrolladas. <http://www.jrc.es/pages/iptsreport/vol59/spanish/FR2S596.htm>, 2004.
- [15] M. Godet. De la anticipación a la acción, manual de prospectiva y estratégica. Una indisciplina intelectual. Trad. E. Pagés Buisán, J. Gavaldá Poseiello. *Edic. Bouxareu- Alfaomega-Marcob, Madrid, España*, 1999.
- [16] J. Gabiña. El presente desde el futuro. *ITXAROPENA, Zarauz, España*, 1997.
- [17] F. Mojica. Prospectiva, técnicas para visualizar el futuro. *Legis, Bogotá, Colombia*, 1992.
- [18] S. Soms. Estudio de competitividad en sistemas urbanos. *Taller Internacional de la Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad, Queretaro, México*. 2004.
- [19] A. Hevia. Metodología de escenarios: ¿Utopía o concreción prospectiva en las ciencias sociales? <http://www.iaeaal.usb.ve/90/90-3.pdf>, 2005.

La planificación urbana de Lima metropolitana 1988-2006: ¿Causa pérdida o reto posible? Aportes desde una perspectiva emergente

R.F. Castillo García
Consultor privado, Sebastián Barranca 227, Urbanización San José,
Bellavista, Callao, Perú
rfcastil@uc.cl

Palabras claves: Urbanismo, planificación urbana, planificación del desarrollo urbano sostenible

Resumen

Se pretende analizar las condiciones teóricas, metodológicas e institucionales que han influido en la planificación urbana de Lima metropolitana (Provincia de Lima) en el periodo 1988-2006 y plantear reflexiones y propuestas para que la planificación urbana de la metrópoli se aleje del riesgo de ser una causa perdida y se convierta en el reto posible que demanda la urbe en el siglo XXI. Para ello, proponemos una forma de aproximación al estudio de la planificación urbana de Lima metropolitana desde una perspectiva emergente, que pueda ser aplicable a otros casos de estudio (de ciudades o países). Está en función de los enfoques teóricos de análisis e interpretación del proceso urbano (la ciudad), de los enfoques teóricos de planificación urbana contemporánea.

Pregunta paradójica e hipótesis de investigación acerca sobre decaimiento de la planificación urbana de Lima

Ante el panorama del nuevo periodo municipal 2007-2010 en el Perú, se analizan las condiciones teóricas, metodológicas, normativas e institucionales que han influido en la planificación urbana de Lima metropolitana en el periodo 1988-2006 para plantear reflexiones y propuestas de planificación urbana de la metrópoli, como instrumento técnico - normativo y de gestión urbano - ambiental destinado a orientar el desarrollo urbano sostenible del área metropolitana más importante del Perú, se aleje del riesgo de ser una causa perdida y se convierta en el reto posible que demanda la urbe en el siglo XXI.

En ese propósito, con fines de análisis se plantea la siguiente pregunta: ¿Por qué la planificación urbana de Lima en el periodo 1996-2006 muestra decaimiento como instrumento técnico - normativo y de gestión urbano - ambiental destinado a orientar el desarrollo urbano sostenible del área metropolitana más importante del Perú, si en el periodo 1988-1996 se sentaron las bases técnicas e institucionales de un proceso permanente de planificación urbana?

Para tratar de responder a esta pregunta se plantean tres hipótesis de Investigación:

La primera con uno de los factores que estaría vinculado al hecho que no existe una teoría explicativa integral del proceso urbano que permita el conocimiento de la lógica de comportamiento del fenómeno urbano; y que por tanto, facilite su tratamiento, intervención y/o transformación planificada. Así, como lo señala Castells [1], no existe tal teoría explicativa integral del proceso urbano. Lo que existen son aportes de una serie de enfoques teóricos de análisis y/o interpretación al estudio de la ciudad que hacen énfasis en algún aspecto del proceso urbano, pero cuyos resultados no siempre son acumulables para la construcción de una teoría urbana explicativa integral.

La perspectiva más prometedora de elaboración de una teoría urbana integral estaría en el enfoque teórico que integre la tradición del enfoque ecológico de base materialista con un análisis sociológico que inscriba la acción de los agentes sociales y económicos en el espacio urbano [1]. Pero se da en un escenario de mercado de consumo regulado como es la ciudad y en el contexto referencial no determinista de la globalización [2]. En este contexto, la planificación urbana moderna se desenvuelve, mientras no exista la referida teoría integral del proceso urbano como una disciplina con un alto grado de incertidumbre que la convierte en un instrumento de resultados inciertos, a veces poco eficaz y eficiente para orientar el desarrollo urbano de las ciudades contemporáneas.

Dicha situación de incertidumbre de la planificación urbana moderna como disciplina, ante la falta de dicha teoría integral del proceso urbano, también afectó y afecta a la de Lima. No obstante ello, la planificación urbana de Lima en el periodo 1988-1996 presentó éxitos relativos en cuanto a eficacia al desencadenar un “proceso de planificación permanente con énfasis económico - financiero” que permitió vincular la planificación, preinversión y obras; y ejecutar obras planificadamente y con una visión de conjunto en beneficio de la metrópoli. En cambio, en el periodo 1996-2006 la eficacia del proceso de planificación urbana de Lima no se mantuvo, pues se rompió la relación que debe ser indesligable entre planificación, preinversión y obras.

En tal virtud, la primera hipótesis responde parcialmente a la pregunta planteada, por lo que es necesario indagar otros factores complementarios que ayuden a explicar mejor el decaimiento de la planificación urbana de Lima metropolitana.

La segunda trata de responder en función a las limitaciones estructurales de la planificación urbana moderna en su estado actual del arte. Así, a fines de la década del 80 del siglo XX, las limitaciones estructurales de la planificación urbana normativa hicieron necesario que en la década del 90 se planteara la planificación urbana estratégica como una forma más eficiente de planificación ligada a la búsqueda de cambios cualitativos en los procesos de desarrollo de las ciudades y a la implementación de proyectos estratégicos de desarrollo urbano [3]. Sin embargo, la ejecución de acupuntura urbana a partir de proyectos urbanos estratégicos generalmente tiene impactos en sectores focalizados de la ciudad, genera segregación

social urbana; y no necesariamente involucra y/o beneficia a toda la ciudad o a la mayoría de estratos sociales que viven en ella.

Por otro lado, también se propuso y desarrolló la planificación urbana ambiental como una forma de incorporar la dimensión ambiental y el criterio de la sustentabilidad ambiental en el proceso planificador de las ciudades. Pero, ésta no resuelve la incorporación de temas como el crecimiento competitivo y la equidad social. Y en los inicios del siglo XXI se ha comenzado a hablar de la gobernabilidad (o gobernanza) como una forma de gestión urbana que privilegia la acción de los actores sociales en el desarrollo de las ciudades, lo que obliga a repensar a fondo el tema de las modalidades actuales de gestión urbana y ambiental [4]. No obstante, la gobernanza no ha demostrado hasta ahora ser suficiente como sustitución de la planificación urbana moderna, sino sólo como su complementación [5].

Asimismo, se habla de la planificación del desarrollo urbano sostenible que postula incorporar la sustentabilidad ambiental, el crecimiento económico competitivo y la equidad social en el desarrollo de la ciudad. Sin embargo, aún se maneja en términos teóricos, pero no ha sido asimilada en términos normativos en la mayoría de los países, y no se ha resuelto bien su aplicación metodológica y operativa en los planes urbanos. Y en este devenir del estado del arte de la planificación urbana contemporánea, la planificación urbana de Lima ha incorporado aportes de los diferentes enfoques teóricos de planificación urbana contemporánea en sus sucesivos estados del arte.

Así, de 1947 hasta finales de los años 80 del siglo XX, la planificación urbana de Lima evolucionó desde planes urbanos fundamentalmente físico-espaciales y esteticistas hasta planes urbanos más complejos e integrales, premunidos de políticas más operativas y de instrumentos de regulación, consolidándose como planificación urbana normativa. A inicios de los años 90, la planificación urbana normativa en Lima devino en la planificación urbana ambiental con planes urbanos que incorporaban de modo coherente la dimensión ambiental en sus diagnósticos y previsiones; y complementados en muchos aspectos de gestión y participación ciudadana. Y a fines de los años 90 del siglo pasado, la planificación urbana ambiental en Lima se complejizó con elementos innovadores de la planificación urbana estratégica con planes urbanos distritales (no plan metropolitano) más ligados a la búsqueda de cambios cualitativos en los procesos de desarrollo en sectores de la ciudad, a través de la implementación de acciones estratégicas de desarrollo urbano; y liberados en gran parte de su voluntarismo y de su impropio empeño de no contar con el mercado.

Sin embargo, cabe señalar que la planificación urbana en Lima metropolitana no ha experimentado un cambio radical de un enfoque teórico por otro, sino que se han ido complementando en un enfoque integrador pragmático implícito, que ha permitido arribar hasta hoy a una planificación urbana ambiental estratégica. Dicha situación de limitaciones estructurales de la planificación urbana moderna en sus sucesivos estados del arte, también afectó y afecta a la de Lima. A pesar de ello, la planificación urbana de Lima en el periodo 1988-1996 sí exhibió éxitos relativos como disciplina, al avanzar metodológicamente e incorporar integradamente la dimensión ambiental en los planes

urbanos de Lima, transformando la planificación urbana normativa en planificación urbana ambiental. En cambio, en el periodo 1996-2006 la planificación urbana de Lima presentó un decaimiento por la confusión conceptual entre planificación integral y planificación urbana, y por la indefinición metodológica para asimilar a nivel metropolitano la planificación urbana estratégica.

En esta virtud, la segunda hipótesis sólo responde parcialmente a la pregunta, por lo que resulta necesario indagar factores complementarios que ayuden a explicar mejor el decaimiento de la planificación urbana de Lima metropolitana.

Finalmente, la tercera trata de responderla debido a limitaciones institucionales y técnicas específicas en el caso de Lima; como la falta de continuidad planificadora institucional en dicho proceso, y la indefinición teórico - metodológica para continuar asimilando, desarrollando y/o consolidando enfoques y metodologías de planificación urbana emergentes. Como prueba de esas limitaciones técnicas e institucionales para el caso de Lima, se tiene que en las gestiones municipales 1996-1998 y 1999-2002 se priorizó la elaboración del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano (PIDM), pretendiendo reemplazar al Plan de Desarrollo Metropolitano Lima - Callao 1990-2010 (PLANMET) vigente, cuando se trataba de planes de diferente naturaleza y de diferente ámbito.

Esta confusión conceptual entre planificación integral y planificación urbana condujo al abandono del PLANMET por un PIDM que nunca se culminó. En esa confusión conceptual, además de la indefinición teórico-metodológica de cómo asumir una metodología de planificación estratégica a escala metropolitana, varias municipalidades distritales elaboraron sus planes integrales distritales como planes integrales (económico-sociales) y otras municipalidades los formularon como planes urbanos (físico-espaciales), generando problemas para su integración en el PIDM.

Por otro lado, prácticamente se interrumpió la tarea de instrumentación económico - financiera del PLANMET (desarrollo de estudios de preinversión), iniciada en el periodo 1988-1996, como una forma de continuar la materialización de dicho plan en obras y de realimentarlo permanentemente. Y no se asumió decididamente la instrumentación técnico-normativa del PLANMET (elaboración de normas), a pesar que había avances hasta 1996 para ordenanzas sobre acondicionamiento territorial, ordenamiento ambiental y para la elaboración del nuevo Reglamento de Zonificación Urbana de Lima.

En la administración municipal de Lima 2003-2006, no se retomó dicho proceso permanente de planificación sobre la base del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP) y del PLANMET 1990-2010 con coherencia, visión estratégica e integración institucional, en vista que las funciones de planificación local cada vez se están fragmentando más entre los diferentes órganos de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) con las contradicciones, superposiciones y vacíos que ello implica. Así se debilitó al IMP como órgano encargado de conducir, orientar y organizar la planificación del desarrollo local en Lima. Asimismo y hasta la fecha la MML no ha emprendido decididamente a través del IMP la elaboración del "Plan de Acondicionamiento

Territorial y Desarrollo Urbano de Lima (PLAM Lima), que le corresponde a la metrópoli, de conformidad con la Ley de Municipalidades del 2003 y la Ordenanza N° 620 de 2004. La aprobación del PLAM Lima implicará el necesario reemplazo y derogación del PLANMET 1990-2010 vigente.

En suma de lo expuesto, se concluye que todas las hipótesis responden complementariamente a la pregunta. Sin embargo, para el planteamiento de propuestas orientadas a la superación del evidente decaimiento actual de la planificación urbana de Lima, tienen mayor relevancia teórica, metodológica y operativa la segunda y tercera hipótesis.

Aportes para una planificación urbana emergente de Lima

Para contribuir a la superación de las limitaciones estructurales de planificación urbana moderna y en especial, de Lima, se plantean los siguientes aportes teóricos y metodológicos para encarar la planificación urbana desde una perspectiva emergente, los mismos que implican un necesario cambio de paradigma:

Cambio de paradigma: Del libre mercado a la sostenibilidad

Desde los años 80 del siglo XX, el neoliberalismo se constituye como una concepción o enfoque económico opuesta a las tesis económicas keynesianas, que sostiene que la libertad política es consecuencia de la libertad económica y considera al libre mercado como el mecanismo más eficiente para regular la economía y para la asignación de recursos; blandiendo por tanto, el “paradigma del libre mercado”.

En los años 90 del siglo XX, se consolida el desarrollo sostenible como un enfoque moderno que propugna el aumento de los beneficios del desarrollo económico, compatibilizándolo con su distribución social, y con el mantenimiento de los servicios y la calidad de los recursos naturales; enarbolando por tanto, el paradigma de la sostenibilidad [6]. En tal virtud, es necesario el cambio del paradigma del libre mercado por el de la sostenibilidad a partir de una clara decisión política del Estado. Así se sentarán las bases de un desarrollo de la sociedad más humano, solidario, eficiente y amigable con su hábitat; y como marco indispensable para plantear una planificación urbana desde una perspectiva emergente, que redunde en la superación de las actuales limitaciones estructurales de la planificación urbana contemporánea.

Convenimos con Fernández [7] en que el enfoque del desarrollo sostenible del estudio del proceso urbano aborda la sustentabilidad y su específica manifestación en los escenarios urbanos (sustentabilidad urbana) como temática englobante que propone una consideración interactiva de los aspectos económicos, sociales y ecológicos del funcionamiento y desarrollo urbanos. La articulación de conceptos de ese trípode definidor (económico, social y ecológico) de la noción de sustentabilidad puede dar curso a diferentes nociones de sustentabilidad y a sesgos de acción y reflexión, entre las que destacan: Una conducente a una gestión ambiental de la calidad de vida (de

dominante socio-económica) y otra tendiente a una gestión ambiental del desarrollo urbano (de dominante socio-ecológica).

En rigor, la instrumentación comprehensiva del paradigma de la sustentabilidad urbana debería necesariamente, contemplar interactivamente ambas conceptualizaciones. Ambas en su conjunto, pueden constituir el marco de aporte transformativo generado por la posibilidad de una superación ambiental de dos categorías troncales habituales de la gestión local o municipal: el bienestar social y la planificación urbana [7].

Hacia un enfoque integrador de planificación urbana moderna

La utilización conjunta de enfoques de planificación urbana complementarios puede ser una manera de integrar diferentes actividades y asegurar una finalidad y una dirección común [3]. Así, desde una perspectiva emergente y en el marco del paradigma de la sostenibilidad, planteamos que la planificación urbana normativa, urbana estratégica y urbano-ambiental deben integrarse y evolucionar hacia la planificación del desarrollo urbano sostenible. En dicha perspectiva, proponemos que la planificación del desarrollo urbano sostenible se conceptúe como un enfoque integrador emergente explícito, que recoja aportes de los diferentes enfoques de planificación urbana moderna y supere sus respectivas limitaciones a fin de constituir una planificación urbana más viable, eficaz, eficiente y socialmente legitimada en el tratamiento, previsión y promoción del desarrollo urbano sostenible de las ciudades. Dicho enfoque se puede sintetizar en términos de planificación-regulación-acción-gestión-sostenibilidad, en la medida en que debe ser una integración entre elementos sustantivos de [6]:

- La planificación urbana normativa (planificación - regulación), que proporciona instrumentos para la regulación de un desarrollo físico ordenado y atractivo de la ciudad.
- La planificación urbana estratégica (planificación - acción), que procura promover el crecimiento urbano competitivo, poniendo los medios para alcanzar la prosperidad económica de la comunidad urbana.
- La gobernanza (planificación - gestión), que procura lograr acuerdos para promover la equidad social en el espacio urbano y el equilibrio de intereses y expectativas de los actores económicos y sociales en la ciudad.
- La planificación urbana ambiental (planificación - sustentabilidad), que incorpora la sustentabilidad ambiental como criterio y objetivo en los estudios y previsiones de los planes urbanos.

Cambio de actitud: Planteamiento de acciones específicas

Para superar las limitaciones institucionales y técnicas particulares en el caso de Lima, proponemos acciones específicas que demandan un cambio de actitud en autoridades, instituciones y cuadros técnicos; en cuanto al desarrollo regional, acondicionamiento territorial, planificación urbana y gestión ambiental de Lima:

- Formular el Plan de Desarrollo Municipal Concertado de la Provincia de Lima 2007 - 2021 con horizontes de planeamiento de mediano y largo plazo; retomando, reorientando y consolidando los avances del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano que señalaba la Ordenanza de Lima N° 099-1996 y del Proyecto

Estrategia de Lucha contra la Pobreza en Lima Metropolitana - Construyamos Futuro que financió el Banco Mundial.

- Elaborar el Plan de Desarrollo Regional Metropolitano de Lima 2007-2021, con horizontes de planeamiento de mediano y largo plazo; enfatizando el carácter económico - productivo y social que debe primar en este tipo de plan de desarrollo; y ampliando el ámbito referencial de análisis al área que se denominó macro sistema Lima, considerando básicamente las microregiones compensatorias de Huaral - Huacho - Barranca al norte y Cañete - Chincha - Pisco al sur de Lima metropolitana, como una aproximación analítica al concepto de región metropolitana nacional.
- Formular el Plan de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Lima – PLAM Lima 2007 - 2021, con horizontes de planeamiento de mediano y largo plazo, de conformidad con la Ordenanza de Lima N° 620-2004; incorporando los aportes del ordenamiento territorial sostenible y de la planificación del desarrollo urbano sostenible; a fin de reemplazar al PLANMET 1990 - 2010 vigente.
- Promover la actualización del Plan Urbano Director de la Provincia Constitucional del Callao 1995 - 2010, en convenio con la municipalidad provincial del Callao, incorporando los aportes de la planificación del desarrollo urbano sostenible, del Plan Concertado de Gestión Estratégica de la Región Callao 2002 - 2011 y del Plan de Acción Ambiental Regional del Callao 2001-2021.
- Actualizar el Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde de Lima Metropolitana 1995 - 2010, a partir de una evaluación de las obras implementadas, de los expedientes de proyectos de inversión aprobados, y de estudios especializados (cartografía y topografía, tráfico y transporte, batimetría, geotecnia de acantilados y mecánica de suelo, hidroceanografía y defensa del litoral, factibilidad técnico - económica de obras viales, y estudios técnico - legales para el saneamiento legal de la propiedad); integrando el tramo de litoral de la Costa Verde correspondiente a la Provincia del Callao, y respetando la concepción urbanística ambiental y las secciones viales normativas del Plan Maestro de 1995.

Referencias

- [1] M. Castells. La Cuestión Urbana. *Siglo Veintiuno Editores, Ciudad de México*, México, 1977.
- [2] R. Castillo. La Planificación Urbana en el Perú 1947-2006: ¿Del Urbanismo Mágico a la Planificación del Desarrollo Urbano Sostenible? Apuntes para una Biografía y una Propuesta”. Tesis de Maestría en Ciencias con Mención en Planificación y Gestión Urbano - Regional. *Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Universidad Nacional de Ingeniería, FAUA-UNI, Lima*, Perú, 2006.
- [3] J.M. Fernández Guell. Planificación Estratégica de Ciudades. *Editorial Gustavo Gili, Barcelona*, España, 1997.
- [4] C. De Mattos. De la Planificación a la Governance: Implicaciones para la Gestión Urbano - Regional. *Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, IEUT-PUC, Santiago*, Chile, 2001.

- [5] F. Sabatini. Hacia una Nueva Planificación Urbana: Algunos de sus Principales Dilemas Conceptuales y Prácticos. *Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, IEUT-PUC, Santiago, Chile, 1999.*
- [6] R. Castillo. La Planificación Urbana del Área Metropolitana Lima, Callao, 1988 - 2004: ¿Causa Perdida o Reto Posible? Una Aproximación desde una Perspectiva Emergente. Tesis de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. *Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, IEUT-FADEU-PUC, Santiago, Chile, 2005.*
- [7] R. Fernández. La Ciudad Verde, Teoría de la Gestión Ambiental Urbana. *Espacio Editorial, Buenos Aires, Argentina, 2000.*

Estrategias populares de acceso a la tierra urbana en una ciudad en rápida expansión, Cochabamba, Bolivia

A. Achi, M. Delgado

Programa de Investigación Estratégica para Bolivia (PIEB),
Centro de Estudio Superior (CESU), Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG),
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
aamonah@yahoo.fr

Palabras claves: Mercado informal de tierra, regularización de asentamientos informales, clientelismo político

Resumen

En un contexto de ausencia legal de tierras donde la ciudad puede crecer, ¿cómo las clases populares acceden al suelo urbano y qué modos de integración política eso implica? El distrito 9, territorio legalmente agrícola, está en vía de urbanización acelerada. A través de una investigación cualitativa, mostramos que el mercado informal de tierra es el único operador de la regulación de este territorio, pero no de manera aislada de los actores formales: Más bien hombres políticos, funcionarios, loteadores (los promotores informales de tierra) y dirigentes vecinales forman una red donde intercambian favores (tolerancia, autorización implícita, regularización, dotación de servicios) y apoyos políticos (votos, marchas). Los pobladores, beneficiarios o no de estas transacciones se encuentran así involucrados en un modo de participación política clientelista.

1. Introducción

Ubicado en la cintura de pobreza de Cochabamba, el distrito 9 y sus tierras legalmente agrícolas y por lo tanto no urbanizables, está en pleno proceso de urbanización acelerada (el crecimiento más fuerte de Cochabamba, después del distrito 13 en el Parque Nacional Tunari) y la amplitud de su territorio (48% del municipio) le confiere un enorme potencial de crecimiento. Considerando que el distrito 9 constituye una frontera urbana-rural en vía de colonización, demostramos que la gestión política de esta frontera construye lealtades político-partidarias en base a la conciliación entre dos modos opuestos de regulación de la tierra: La regulación estatal y la social por el mercado informal y organizaciones sociales (como las juntas vecinales). La regulación informal de la tierra y la gestión política clientelista de la frontera ¿son satisfactorias para los sectores populares? ¿Permiten a esta población ejercer su ciudadanía e integrarse políticamente a una gobernanza democrática de la ciudad?

Bouju [1] propone una visión innovadora del clientelismo político y de la corrupción. En vez de considerarlos clásicamente como un residuo de formas tradicionales de

organización política y social dentro de sociedades o instituciones moderna”, plantea que resultarían de una configuración societal frecuente, donde se observan importantes disyunciones entre los principios de legalidad y los de legitimidad. En otras palabras, el clientelismo y la corrupción caracterizan a las sociedades donde existe pluralismo legal y son el dispositivo que permite la coexistencia y articulación de un contexto político y jurídico global (es decir, ligado al poder nacional, por ejemplo las leyes sobre uso de suelo o el derecho de propiedad formal) a un contexto social local (en este estudio, el distrito 9) estructurado por otras normas de distribución de los recursos (en nuestro caso, el mercado informal de tierra). Como la ley no protege ni sirve a los ciudadanos (o parte de ellos) están inducidos a comportarse menos como tales (sujetos y soberanos de la ley estatal) y más como clientes de protectores. Los poderes locales que tienen esta potestad de protección recurren a las cabezas de redes sociales locales (por ejemplo, los dirigentes de las juntas vecinales y de sindicatos agrarios, los loteadores) para asentar su presencia y su control en la periferie. Estas cabezas son una suerte de mediadores populares o de grandes electores que intercambian sus recursos (el poder de influenciar el voto de los miembros de sus redes) con los recursos de los electos (el poder de tolerar lo ilegal, de regularizarlo y de dotar de servicios).

2. Métodos y materiales

Presentamos aquí un resumen de los resultados de la investigación “Estrategias populares de acceso al suelo: Modos de participación política y movimientos sociales” financiada por el PIEB-CESU, concentrándonos sobre la dimensión política. Nuestro estudio es cualitativo y se nutre de 39 entrevistas semi-abiertas y 17 observaciones con funcionarios municipales (Alcaldía central y sub alcaldía), dirigentes vecinales, familias y dirigentes de Agromin (un movimiento por tierra aliado a la universidad, propietaria de un terreno que puso a la venta en Pampa San Miguel) y de la comunidad María Auxiliadora (barrio nacido de un proyecto de vivienda social liderizado por una militante de los derechos de la mujer). Además, recurre a 26 entrevistas realizadas en 2004 por M. Delgado. Los modelos interpretativos y las evidencias que nutren la argumentación nacen de este material empírico: La palabra de los actores que lamentablemente no podemos citar aquí por el formato reducido de este artículo.

3. Resultados y discusión

Los patrones estéticos de las normas urbanas desde el inicio del siglo XX son complementados a partir de 1961 y 1981 con el Plano Regulador y el Plan Director respectivamente; por los instrumentos modernizadores de la planificación en particular la normativa sobre urbanizaciones que intentaba recuperar plusvalías para el municipio, la zonificación y densificación para evitar el crecimiento horizontal de la ciudad; y la definición de perímetros de expansión urbana.

Paralelamente, los impactos socio-demográficos de la guerra del Chaco había remodelado el rostro de la ciudad: Con la llegada masiva de inmigrantes se confortó la diferenciación socio-espacial entre un Norte de gente decente y sus chalets, y un Sur de cholos y mestizos con su hábitat precario. En los años 60, las primeras ocupaciones violentas de terrenos agrícolas y áreas verdes iniciaron el crecimiento de los asentamientos informales hacia el Sur. El Estado nacido de la Revolución de 1952 implementó programas de vivienda para los trabajadores formales del país y varias empresas privadas y públicas compraron para este fin tierras a bajo costo que eran a menudo tierras agrícolas ubicadas fuera del radio urbano, infringiendo normas municipales y nacionales de uso del suelo. Con el cierre de las minas en 1985 y el despido masivo de mineros, las tierras compradas para estos programas de vivienda (generalmente situadas en los dos perímetros de expansión parcial definidos por el Plan Director de 1981) empezaron a poblarse y el crecimiento poblacional experimentado por Cochabamba rebasó las previsiones de la planificación.

Hasta la Ley de Participación Popular en 1994, se conformaron así 42 asentamientos (23 antiguos y consolidados y 19 fraccionamientos incipientes) que experimentaron amenazas y verdaderas demoliciones, como parte de una política represiva de la ciudad ilegal en el cumplimiento de la ley, pero de una ley tradicionalmente insensible a las necesidades populares. Estos nuevos barrios no podían acudir al municipio para obtener mejoras por estar fuera del radio urbano, mientras apenas recibían alguna atención de la corporación de desarrollo rural de la prefectura de Cochabamba (CORDECO). Con las primeras elecciones para alcalde en 1989, un partido populista, la UCS (Unión Cívica Solidaridad) empezó a solicitar votos de estos barrios marginales y a prometerles obras.

El verdadero giro en su modo de integración a la ciudad fue 1994. De hecho, la nueva gobernanza urbana moldeada por la Ley de Participación Popular reconfigura el poder local: Descentralización de la administración del territorio; confortación de la democracia electoral a nivel municipal; y transformación del modo de legitimación de la toma de decisión, la participación organizada de los representantes de la población (toda suerte de dirigentes de organizaciones sociales), reemplazando a la tradicional verticalidad de los técnicos y políticos de la alcaldía central. Paralelamente, el paradigma de las políticas urbanísticas en cuanto a la *ciudad ilegal* evoluciona a nivel internacional de la represión a la formalización; sin duda con ciertas repercusiones a nivel local, primero bajo la forma de una circulación de ideas y desde 2002 con la participación directa del BID en la elaboración de una ley nacional de regularización del derecho propietario urbano que dio lugar al proyecto ARCO.

En Cochabamba, el distrito 9 pasó a ser parte de la jurisdicción municipal, se desconcentró la alcaldía central en casas comunales encargadas de recibir las demandas de los barrios y el gobierno municipal planteó a través del diagnóstico participativo del distrito (1995) y del Plan Municipal de Desarrollo Distrital (1997) la regularización de 23 asentamientos antiguos y consolidados. Por un lado, la regularización de estas urbanizaciones respondía a propuestas progresistas (reconocerlos para que paguen impuestos y reciban inversiones municipales, crear un

banco de tierras, reprimir el mercado informal y regular la especulación) que no desembocaron en políticas coherentes por varias razones: Quizás emanaban de técnicos quienes pecaban por su visión excesivamente técnica y por ello irrealista, pero sobre todo no gozaban del apoyo de los políticos quienes vieron en el mercado informal una fuente de intercambio de favores clientelares y corruptos. Si la primera posición parió un reglamento de regularización en 2001 tan rígido que imposibilitó la aprobación de los antiguos asentamientos a nombre de contener el crecimiento urbano de Cochabamba en las tierras supuestamente agrícolas del distrito 9, contribuyó paradójicamente en mantener el tabú de la urbanización de tierras en gran parte no aptas para la agricultura (como las serranías sin riego) y en justificar la casi no-intervención del municipio en este territorio, sea en el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad o sea en las disputas por tierra.

La segunda posición más política impuso su visión en el terreno, en gran medida a través de la casa comunal. Este ente de intermediación esencial entre el centro y la periferia tiene, desde el *sistema Manfred*¹, la misión de controlar el territorio, es decir autorizar fraccionamientos y demoler otros, otorgar ayudas (apertura de caminos, préstamo de maquinaria, autorizaciones e inversiones para servicios básicos) a unos barrios y negarlos a otros, a cambio de dinero, votos, marchas y otras formas de apoyo público en las diferentes y complejas batallas para mantener o conquistar el poder local. Parte de las plusvalías generadas por el mercado informal son capturadas por el municipio, pero no para financiar el interés colectivo, sino para sustentar las lealtades clientelares partidarias, como contribución para las campañas electorales, como corrupción de funcionarios o de manera más sistémica como parte del pago por los servicios políticos brindados por funcionarios y dirigentes vecinales.

El segundo punto neurálgico de intermediación es el dirigente como cabeza de una red social; éste puede ser un loteador con su movimiento de ocupación, un loteador-presidente de OTB o con influencia sobre los compradores un simple presidente de OTB con sus vecinos, un representante del distrito (Consejo Distrital, Directorio ciudadano del Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, Comité de Vigilancia) con los presidentes de OTB como bases, entre otros. El rol del dirigente es obtener ventajas y mejoras para sus bases - lo cual es difícil fuera de los canales clientelistas - mientras sus propias necesidades económicas - el cargo dirigencial reclama 100% del tiempo sin tener remuneración oficial - le llevan a menudo a buscar beneficios personales.

El resultado de la cadena poder central (alcaldía, prefectura...) - poder local (sub-alcaldía, pero también por ejemplo Semapa-Sur) - dirigentes - bases y de los flujos favores - apoyo político - dinero fue la liberación del mercado informal de tierra. Este frenesí desde 1995, ampliamente demostrado por la fundación de unas 40 OTB's y

¹ El populista Manfred Reyes Villa creó su partido: Nueva Fuerza Republicana (NFR) a su medida, entró de alcalde de Cochabamba en 1993. La alcaldía quedó en su poder (personal o través de su partido) durante una década hasta diciembre 2004. Ahora es prefecto del departamento de Cochabamba.

juntas vecinales desde esa fecha², catapultó a los loteadores al primer plano de la regulación de este territorio.

Sean campesinos lugareños, inmigrantes del Occidente o profesionales abogados y arquitectos con agencias inmobiliarias informales, todos los loteadores comparten ciertas características y estrategias. En particular, a mayor problema legal sobre el terreno, mayor distancia ponen entre el terreno y el lugar de reclutamiento; a menudo los loteadores viajan a las minas, provincias u otras ciudades para ofertar sus terrenos. Sus conexiones con asociaciones y sindicatos diversos les facilitan este reclutamiento, mientras sus actividades dirigenciales (desde presidente de OTB hasta cargos de representación del distrito) y amistades con funcionarios (unos loteadores son incluso funcionarios municipales) les proporcionan valiosas informaciones sobre la ubicación de terrenos vulnerables sea jurídica o humanamente. Para imponerse a la ley, el loteador llega a utilizar la fuerza física, la suya para aterrorizar al verdadero propietario, a competidores o a sus compradores o el capital físico de sus bases para ocupar y sentar soberanía sobre un terreno ajeno, capital que obtiene no sólo por coerción y chantaje, sino también porque es capaz de convencer por su carisma. Los loteadores trabajan con arquitectos o topógrafos para el fraccionamiento y con abogados para la redacción de minutas de transferencia, la inscripción en Derechos Reales de sus propiedades o la falsificación de documentos en caso de venta de terrenos ajenos. En todos casos, las ganancias generadas por el loteo son extraordinarias. Por fin, el auge de los loteadores desde 1995 es inseparable de la protección y de la ayuda material que recibieron del poder local.

El negocio de los loteadores fue uno de los grandes beneficiarios de la perspectiva de regularización, abierta por el diagnóstico del distrito en 1995 y concretada a partir de la aprobación de un nuevo reglamento específico del distrito 9 en 2003 y hecha realidad con el proyecto ARCO. La flexibilidad de este reglamento (en particular el requisito de sólo el 25% de los lotes construidos y habitados, así como la posibilidad de compensar en multas las áreas verdes faltantes) se debe tanto al alto grado de participación de los representantes de la población, como a los cálculos electoralistas del principal aspirante a la alcaldía desde su cargo en el concejo municipal.

Más que la dificultad técnica, la capacidad de los recursos humanos o el costo financiero, son los beneficios políticos del mercado informal que impiden la formulación e implementación a nivel local de políticas que acaben con la impunidad de los loteadores, que castiguen la especulación (retención de suelo sin uso hasta obtener un precio mejor y venderlo) sobre todo de los mismos sectores populares y que recuperen para el municipio las plusvalías generadas por el fraccionamiento, la dotación de servicios y la regularización del suelo. Por ello seguramente, la elaboración del plan municipal de ordenamiento territorial lleva ya tres años: Quizás los objetivos e instrumentos que plantea para la preservación del área con real potencial agrícola, la represión del mercado informal y el desarrollo planificado de los perímetros

² O sea se conformaron tantos asentamientos en los últimos 12 años como durante los 27 años precedentes, a un ritmo aproximado de 3 nuevos fraccionamientos por año.

urbanizables identificados por el Reglamento de 2003 no satisfacen a sus comanditarios.

Sin embargo, la relegación jurídica, socio-espacial y política de la población subalterna no va sin resistencia y ciertos mecanismos y sistemas de regulación social de la tierra lo demuestran en el distrito 9. En todas las organizaciones (las juntas vecinales, el consejo distrital, pero quizás no tanto en los movimientos de ocupación que dependen totalmente de un loteador), las bases no son meras ejecutoras de las decisiones tomadas o manipuladas por el dirigente, sino que las bases, a pesar de su situación desfavorable en el acceso a la información, buscan maneras de controlar a sus dirigentes y llegan a desconocerlos cuando sobrepasan lo aceptable. En varios barrios, constatamos una autonomización de los vecinos frente al loteador y una presión sobre los pasajeros clandestinos del esfuerzo colectivo para la urbanización del asentamiento para que construyan y vengan a vivir.

4. Conclusiones

El doble aspecto de la nueva gobernanza urbana (democratización participativa y desregulación de los procesos de urbanización) ha permeabilizado la frontera urbana-rural (la idea de radio urbano) y liberado el mercado informal de tierra en el distrito. Esto ha permitido integrar en el tejido habitacional de la ciudad los enormes flujos de migración que se dan a fines de los 80's desde regiones deprimidas (particularmente las minas y sus mineros relocalizados), al ofrecer a estos sectores populares la oportunidad de acceder a la propiedad a precios abordables. Sin embargo, la repartición de los beneficios del mercado informal es desigual; los compradores-vecinos se encuentran con la porción congrua de la torta mediante intercambios clientelares y corruptos de favores entre estructuras partidarias que pretenden conquistar o mantener el poder local y cabezas de redes sociales organizadas en torno al acceso y a la urbanización de la tierra (loteadores y dirigentes vecinales). La regulación informal de la tierra y la casi no-intervención de la regulación estatal les dejan sin mucha protección de su tenencia, sin muchos servicios básicos y sociales, y confrontados a precios, cierto inferiores al mercado formal, pero desproporcionados frente a la calidad del producto.

En pocas palabras, los beneficios políticos del mercado informal de la tierra son el principal obstáculo a la elaboración e implementación de una política urbanística municipal que provea de una tierra segura, económica y servida a los sectores populares. Porque existen estos fuertes intereses locales, las reformas por un derecho a la ciudad se darán con mayor probabilidad al nivel nacional. Como principio constitucional y/o ley nacional, tal reforma tendría incluso mayor obligatoriedad para los municipios, los cuales sin embargo conservarían la responsabilidad de diseñar herramientas adecuadas a sus territorios.

Referencias

- [1] J. Bouju. Clientélisme, corruption et gouvernance locale à Mopti (Mali). *Autrepart* (14), 143-163, 2000.

Urbanización y pobreza en la ciudad de Cochabamba: Reducción de datos por medio del análisis generalizado de correlación canónico (GCCA)

C. Ledo García
Centro de planificación y Gestión, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
carmenledo@ceplag.edu.bo

Palabras claves: Urbanización, ciudad, exclusión social, pobreza, correlación canónica

Resumen

Dentro del proceso de urbanización boliviano, resalta la ciudad de Cochabamba, por la acelerada expansión de su mancha urbana, carente de planificación y con alarmantes niveles de inequidad y pobreza. El propósito de la investigación es demostrar la multidimensional cara de la pobreza en el espacio urbano de Cochabamba. En este contexto, la identificación de esquemas multidimensionales de explicación de la pobreza, se constituye en un interesante desafío, debido a la existencia de un patrón de heterogeneidad histórico estructural en la formación social boliviana en general y en la cochabambina en particular. El modelo generalizado de correlación canónica (GCCA) ha resultado ser una aproximación robusta para la demostración de la multidimensional cara de la pobreza, vulnerabilidad, deprivación y desigualdad social en Cochabamba. Este hallazgo ha permitido ubicar el problema: En el espacio y localizar las áreas de mayor concentración de pobreza e identificar a los grupos vulnerables.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es dilucidar la multidimensional cara de la pobreza, vulnerabilidad, deprivación y desigualdad social en Cochabamba. Para el logro de dicho objetivo fue necesario aplicar el modelo multivariado generalizado de correlación canónica (GCCA) que acepta la interacción simultánea de las relaciones de una amplia gama de variables. La información utilizada proviene de una amplia encuesta levantada a fines del 2005 en la ciudad de Cochabamba (*UNIFEM-CEPLAG, 2005*).

Metodológicamente, el marco analítico de la exclusión social se concentra en los procesos, es decir en la identificación de los mecanismos que la generan. Esto quiere decir que la exclusión social, más que representar un estado, refleja un proceso que puede llevar a distintos resultados (pobreza, desigualdad, marginalidad). La exclusión social se refiere a los mecanismos que generan pobreza, razón por la cual la pobreza

debe ser analizada como función de la exclusión social para poder explicar sus orígenes y para diseñar políticas para reducirla.

Se ha dividido este trabajo en 3 secciones: La primera sección, incluye una descripción del uso del modelo generalizado de correlación canónica y de los pasos utilizados para su aplicación; una segunda presenta los hallazgos obtenidos, donde se verifica la solvencia de los resultados obtenidos del GCCA que avanza en identificar los elementos constitutivos que hacen parte del problema, por lo que se considera que podría constituirse en una herramienta poderosa para la planificación y monitoreo del desarrollo urbano de la ciudad de Cochabamba. Finalmente, en la tercera sección se hace una referencia general a las principales conclusiones del estudio.

2. Materiales y métodos

Dada la extremada heterogeneidad estructural vigente en la ciudad de Cochabamba y la presencia de alarmantes niveles de inequidad y pobreza, el modelo explicativo y multidimensional permitirá encontrar las relaciones entre diversos factores. De tal modo, aproximarnos en la interpretación de los factores condicionantes de procesos de exclusión social y alta presencia de pobreza vigente en el territorio cochabambino, así como de aproximaciones que ayuden a entender las interacciones en este proceso de los actores sociales.

Se pretende encontrar la interacción simultánea de las dimensiones: (i) Socioeconómica ii) socio espacial, iii) condiciones de vida y deprivación; esta última en términos de los niveles de carencias materiales y de acceso a los mercados de bienes y servicios que garanticen las necesidades básicas; (iv) sociodemográfica y cultural, referida a las identidades y particularidades de los hogares, edad, género, ubicada en el perfil del ciclo vital y v) la vulnerabilidad de los aspectos relativos a los riesgos y las aspiraciones, ofrecen como resultado perfiles de riesgo diferencial y revelan la presencia de heterogeneidad en la pobreza y avanzan en ubicar los factores que explican la patología social y por ende se constituyen en un instrumento útil para la planificación. Las cinco dimensiones temáticas han sido incorporadas de manera simultánea en la técnica multivariada del modelo generalizado de correlación canónica GCCA, que permitirá aproximarnos a la explicación de la múltiple dimensión de la inequidad y pobreza en Cochabamba.

Como paso previo a la aplicación del modelo, se ha desarrollado un cuidadoso análisis de la consistencia y validación de los datos, tarea que contribuyó a reducir la inseguridad en el momento de la aplicación del análisis de reducción de los datos. De la misma manera y con objeto de reducir el peligro de la manipulación arbitraria de los datos, se ha desarrollado paso a paso, una sistemática reducción de los datos y el éxito de dicha aplicación fue el trabajo cuidadoso de todas las etapas de validación, crítica, consistencia, creación de variables nuevas, manejo de archivos y casos, tareas realizadas previa utilización del GCCA. La base de datos se encontraba en el sistema del SPSS. La variable clave de identificación (ID), ha permitido realizar diversas tareas

de combinación de diferentes niveles de información geográfica y cuantitativa. Se tuvo cuidado de asegurar la significancia estadística; el tamaño de la muestra utilizado fue de 2 100 hogares entrevistados en 2005.

El instrumento que se utilizó para recolectar la información fue un cuestionario o boleta de 16 páginas, aplicado a hogares particulares seleccionados en la muestra de 2 100 hogares residentes en la ciudad de Cochabamba. La boleta consta de 355 variables distribuidas en 10 secciones temáticas relativas a la vivienda, características sociodemográficas, empleo, remuneraciones, gastos, acceso y disponibilidad de agua para consumo doméstico, instalaciones sanitarias, alcantarillado y recolección de basura, características del uso de la tierra y aspectos relativos a la violencia pública y participación de los miembros del hogar en organizaciones sociales. Luego de exhaustivo análisis, quedó un total de 28 variables seleccionadas, distribuidas en 72 categorías analíticas, elegidas como insumo para la aplicación del modelo GCCA. El criterio para la selección definitiva de las variables ha sido su correspondencia con los ejes temáticos definidos, que han sido las llaves maestras para su selección. En cada eje temático (*set*) se ha elegido un conjunto de variables explicativas que hacen parte de la reconstrucción conceptual de la exploración. Las variables relativas a la posición socioeconómica son 4 (*Set 1*): Pertenencia del hogar a un estrato social, ingreso por persona diario en dólares, porcentaje del gasto destinado al consumo de alimentos y número de años de instrucción formal alcanzado; la dimensión espacial incluye a 3 (*Set 2*): Lugar de origen, barrio de residencia habitual y condición migratoria; las condiciones de vida y de privación están representadas por 11 variables (*Set 3*): Tipo vivienda, propiedad, hacinamiento, disponibilidad de servicio higiénico, cocina, cantidad de agua para beber consumida por persona día en litros, prioridad de solución a la falta de acceso al agua potable, percepción de presencia de problemas derivados por falta de agua, disponibilidad de alcantarillado y electricidad; la posición en el ciclo de vida utiliza 6 variables (*Set 4*): Tipo familia, registro de propiedad, tamaño del hogar, edad y sexo del jefe de hogar y presencia de niños en el hogar; y finalmente la vulnerabilidad es medida a través de 4 variables (*Set 5*): Número de miembros activos en el hogar, percepción de existencia de violencia en el barrio, tipo de Ingreso y participación de los pobladores en movimientos sociales. Se persigue encontrar la relación simultánea entre los 5 juegos de variables (*sets*) y reflejar con alto nivel de confianza la magnitud de la multidimensional cara de la pobreza y exclusión social en Cochabamba.

3. Resultados y discusión

Luego de la aplicación del GCCA se advierte una reducción de las 28 variables a 12 variables explicativas y se eligieron dos dimensiones para lograr una integración razonable de todas las variables seleccionadas. Se ha producido un valor robusto de 0.9 en las dos dimensiones. Los eigenvalues en este análisis bidimensional son 0.523 y 0.341 hacia 2005. Los resultados revelan dos mensajes principales: Por una parte, la primera dimensión demuestra la cara de la pobreza, segregación espacial y de privación. En la segunda, aparecen factores de riesgo representados por los determinantes del ciclo de vida y la vulnerabilidad de los hogares. En la Fig. 1 se

presentan los resultados de la aplicación del GCCA, sin incluir las 72 categorías analíticas, debido a dificultades de su lectura, pero se ha incluido las proyecciones más significativas, demostrando la cara multi-dimensional de pobreza en Cochabamba.

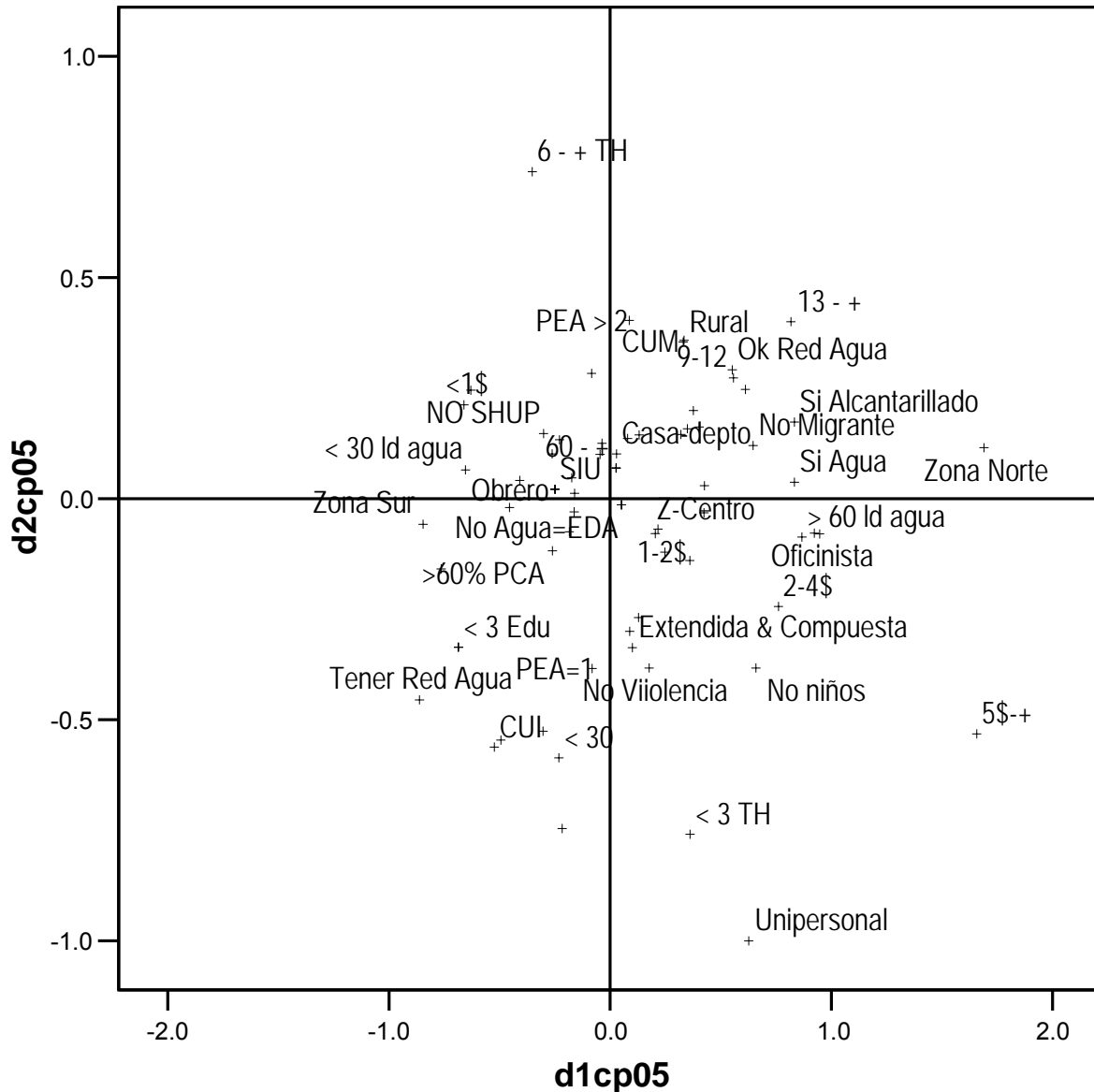


Fig. 1: Projected centroids, 2005

Primera dimensión: Posición socioeconómica, calidad de vida y oportunidades

Las características de la pobreza e inequidad en los hogares cochabambinos se encuentran representadas por 5 variables: 3 pertenecen al set 1, denominado estado actual socioeconómico: Logros en materia educativa, estratificación social e ingreso per cápita; las otras 2 variables: cantidad de agua consumida por cada miembro del hogar y la prioridad en la solución institucional de acceso a este servicio básico pertenecen al set 3 condiciones de vida y de privación, que forman parte del cuadrante positivo de esta dimensión. Las condicionantes de privación y exclusión social se encuentran en el

cuadrante negativo, las variables que aluden directamente a este tema son: El lugar de residencia (Set 2); el acceso al servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, así como la presencia de sobrepoblación en la vivienda (Set 3). Es evidente que la falta de instalación interna de agua por cañería al interior de la vivienda, conspira contra la condición sanitaria del hogar y dependerá de la existencia de una fuente regular de suministro de agua. En síntesis la dimensión 1 revela la dicotomía entre baja calidad de vida, precaria posición socioeconómica y bajas oportunidades vs. alta calidad de vida, buenas oportunidades y posición socioeconómica.

En el ámbito de las categorías analíticas en la primera dimensión del GCCA se demuestra que los niveles de baja calidad de vida, reducidas oportunidades y exclusión social se encontrarían representadas por los hogares cuyos jefes han declarado que la prioridad es tener acceso a la red de agua potable. Son hogares residentes de los barrios de la periferie Sur, los jefes del hogar tienen muy bajos niveles de instrucción (no completaron la educación primaria), los miembros de los hogares cuentan con bajos niveles de ingreso (menos de \$US 1/persona/día), sus precarias viviendas no tienen acceso a servicios de agua potable por cañería al interior de la vivienda y compran reducidos volúmenes de agua a precios inalcanzables, no cuenta con red de alcantarillado sanitario, ni con espacios exclusivos para cocinar ni para la higiene personal. Presentan un perfil migratorio predominantemente rural, viven en espacios pequeños y con un alto número de personas; en promedio en estos hogares hay más de 6 miembros por consiguiente presentan alto hacinamiento.

En cambio los hogares residentes en los barrios del NE de la ciudad concentran los estratos de mayor jerarquía social (directivos y profesionales), tienen altas oportunidades y calidad de vida, cuentan con un ingreso per cápita es de más de 5 dólares/día. Los niveles de consumo de agua por persona diario es óptimo de más de 60 litros por persona, debido a que cuentan con disponibilidad de servicios básicos (agua potable y alcantarillado), altos niveles educativos (más de 13 años) utilizan viviendas o apartamentos confortables y con adecuada asignación y de usos (dormitorios, baños, cocinas). Se trata de un grupo social, cuyo común denominador es la percepción de un ingreso alto y estable, ostentan la posesión de prestigio que les otorga un rango directivo. Se trata de un grupo que posee las más altas prerrogativas en términos de acceso y goce de beneficios generados socialmente, ya que en el proceso de valoración del capital o de ejecución de las funciones del Estado (fundamentalmente en cuanto atañe a la facilidad de servirse de los equipamientos de salud y educación, entre otros). Dadas estas ventajas comparativas es que a este estrato le corresponde las mejores condiciones materiales de vida que pueda ofrecer la ciudad de Cochabamba.

Luego de la anterior constatación, se concluye que la primera dimensión del GCCA coadyuva de manera robusta a sintetizar el drama que viven los sectores residentes en el sur de la ciudad con altos índices de pobreza, de-privatización e inequidad.

Segunda dimensión: Vulnerabilidad

En la segunda dimensión, son los factores de riesgo los que cobran importancia por la fuerte concentración de las variables relativas a la posición en el ciclo de vida y la vulnerabilidad, aspecto que coadyuva a trascender los aspectos descriptivos del

análisis e interpretación de la pobreza y a encontrar elementos de orden explicativo tendientes a imaginar situaciones de carácter multidimensional en la aproximación en la explicación de la pobreza y las implicancias de ésta en el futuro. Por una parte, con asociación positiva destacan 5 variables: La primera y segunda aluden al tamaño y tipo del hogar, describiendo la estructuración de diversos tipos familias como mecanismo compensatorio a la falta de oportunidades de vida y trabajo. Se justifica su presencia en la segunda dimensión debido a que otorga información sobre la forma en que los grupos sociales responden a una gama multivariada de insatisfactores. Por otra parte, la caída de ingresos de la familia, precariedad e inestabilidad laboral obligó a los hogares a una salida masiva de los miembros del hogar al mercado de trabajo de bienes y servicios. La variable prioridad de extender las redes de agua a la vivienda es un indicador de la inseguridad en la vida cotidiana de sus pobladores, ya que la falta de la red obliga a la búsqueda de soluciones que no dan respuesta a sus múltiples demandas insatisfechas. Por otra parte y con asociación negativa, aparecen 3 variables relativas a la vulnerabilidad: Origen del inmigrante, tipo y propiedad de la vivienda, presencia de niños en la casa, ingreso por persona diario y 'percepción de presencia de violencia en el barrio. La dimensión 2 sintetiza las desigualdades y vulnerabilidad, por una parte se hallan los hogares en situación de alto riesgo representado por hogares numerosos y pobres vs. hogares de bajo riesgo, representado por familias pequeñas y no pobres.

Los resultados de la segunda dimensión del GCCA, se constituyen en un hallazgo y desafío al mismo tiempo. Su utilización en el ámbito de la planificación urbana podría permitir generar un programa integral que trascienda del terreno de las simples carencias normadas por estándares mínimos definidos universalmente, hacia la utilización de indicadores ubicados en el ser humano (hombres y mujeres) con una serie de destrezas y potencialidades, pero con grandes limitaciones por la falta de oportunidades al acceso, goce y disfrute de sus derechos ciudadanos, aspecto que podría coadyuvar en transformar el aspecto negativo de su situación actual y permitir imaginar aspiraciones y expectativas de cambio en el mediano y largo plazo.

La Fig. 2 contiene la regionalización para la ciudad de Cochabamba, utilizada sobre la base de los resultados del GCCA, los distritos ubicados en el extremo norte de la ciudad y los de la periferie sur son los que aparecen en situaciones de mayor riesgo. Lamentablemente el municipio ha destinado el grueso de sus inversiones a los espacios del Norte y ha dejado al olvido a los distritos del Sur donde son mayores las insatisfacciones. Ante este desolador panorama, una de las políticas de mayor urgencia es la redistribución de la inversión municipal a favor de los distritos de la periferie urbana.

4. Conclusiones

Se ha demostrado la multidimensional cara de la pobreza, exclusión social y vulnerabilidad vigente en Cochabamba; dicha demostración se ha realizado utilizando el GCCA que ha permitido encontrar los aspectos relativos a la explicación del fenómeno.

Dos importantes conclusiones emergen de la aplicación del modelo generalizado de correlación canónica: 1. Fuerte correspondencia entre el espacio social, físico, socio-económico y el grado de satisfactores de la calidad de vida, aspecto que permitiría identificar dónde se deben realizar las acciones en materia de planificación; y 2. se ha demostrado que la pobreza está asociada al tema de vulnerabilidad y a la posición en el ciclo vital, situación que podría permitir identificar grupos de mayor riesgo y vulnerabilidad, es decir, identificar con quién trabajar.

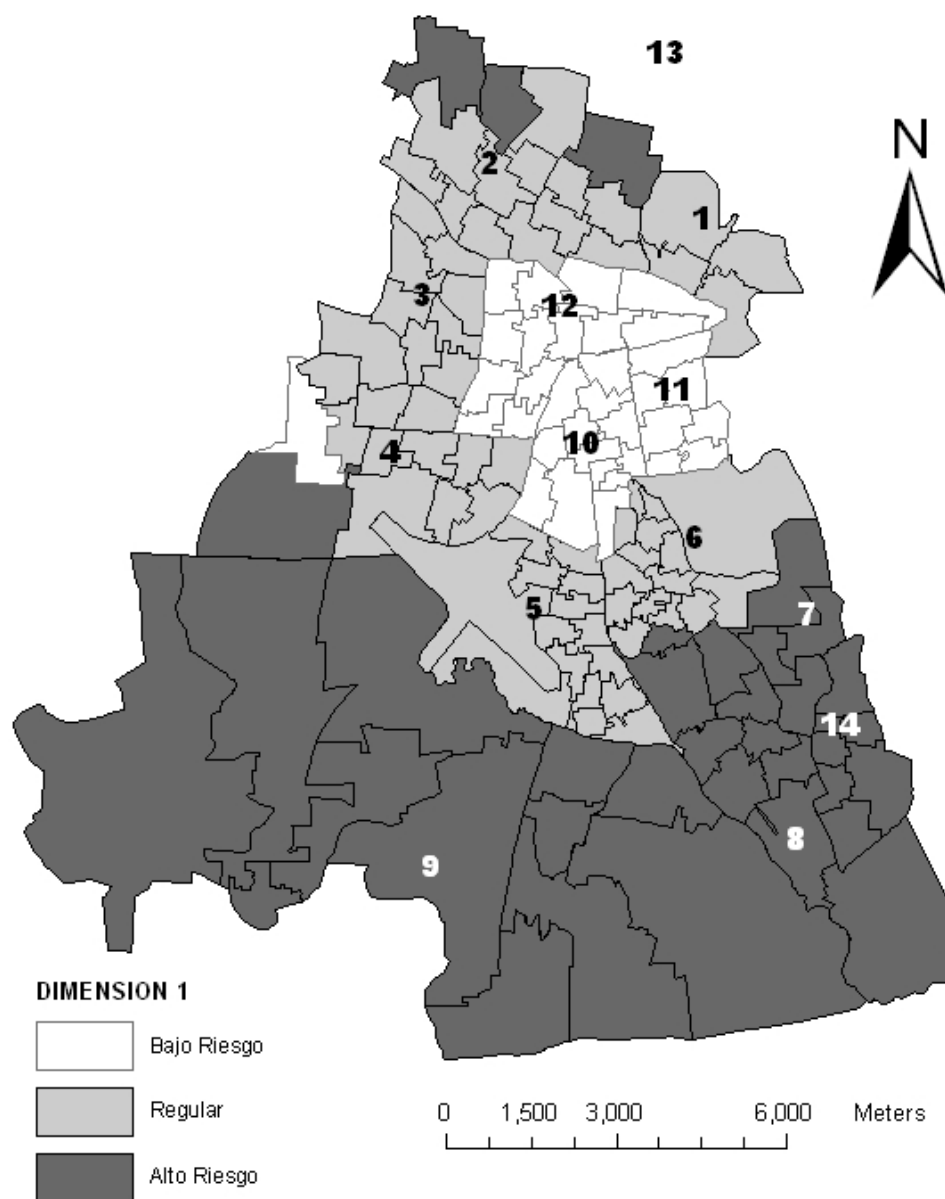


Fig. 2: Áreas de mayor vulnerabilidad, según modelo de correlación canónica

La ventaja de la construcción de un modelo interpretativo multidimensional es que permite encontrar complejas interacciones, observables en el espacio localizar áreas de mayor concentración de pobreza, privación y deficiencias en la calidad de vida urbana. Por otra

parte, el modelo permitió identificar a los grupos vulnerables, que se encuentran en riesgos de calidad de vida en la ciudad. Ambos aspectos son fundamentales para construir imaginarios hipotéticos, de la construcción de un proceso de planificación urbana sostenible, que permita crear las bases para la construcción de una ciudad sustentable de largo aliento, que incorpore el derecho y el respeto de acceso a los servicios más elementales y permita gozar de las amenidades urbanas a todos los residentes, del norte y del sur de Cochabamba.

En Cochabamba, son varios los temas pendientes, pero el más importante es el del agua; continúa entrampado en pugnas de intereses que no por millonarios son menos mezquinos; los problemas técnicos que se reflejan en un lentísimo avance de la extensión de la red de agua hacia el sur de la ciudad, que aún no han sido superados y no se vislumbra, ni remotamente, la posibilidad que sean resueltos en el futuro inmediato. Es deseable que la responsabilidad, tanto en el gobierno central como de los municipios y la dirigencia de la sociedad civil se imponga frente a la demagogia y al oportunismo.

Queda mucho por hacer en ese aspecto: Se deberá desarrollar una legislación más adecuada; se tendrá que generar los recursos humanos tecnificados que en el ámbito regional o municipal puedan llevar adelante ese planeamiento; se deberán generar procesos de concientización de esferas de decisión sobre la importancia de lograr un crecimiento urbano ordenado, así como habrá que lograr que los propios planificadores abandonen esquemas a menudo poco realistas (ilusorias ciudades jardín que sólo existen en el papel, en medio del desorden y la miseria que la realidad nos muestra) para dedicarse en cambio a un planeamiento integral urbano centrado en atender las necesidades de largo plazo para el conjunto de la población. El riesgo que amenaza al valle cochabambino es que se continúe con la expansión y utilización de los fértiles valles agrícolas en la construcción de viviendas y en asentamientos que podrían invalidar la tradición agrícola de la región.

Referencias

- [1] P. Drewe, E.D. Hulsbergen. Vulnerable groups and deprivation in cities. A secondary analysis of individual data for the Netherlands. *Paper presented at the 23rd R.S.A. European Meeting, Poitiers, Francia, 1983.*
- [2] P. Drewe. Integrated upgrading of marginal areas in Managua: cities. *The International Journal on Urban Policy*, 333-348, 1986.
- [3] P. Drewe, E. Hulsbergen. Marginality in Managua - a multivariate approach. *Angewandte Sozialforschung, Jg., 14(2/3), 1987.*
- [4] J. de Leeuw. Canonical analysis of categorical data. *Department of Data Theory, University of Leiden, DSWO Press, Leiden, Holanda, 1984.*
- [5] C. Ledo. Urbanisation and poverty in the cities of the national economic corridor in Bolivia. Case study: Cochabamba. *Delft University Press, ISBN 90-407-2306-0, 2002.*

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto

- [6] E. Van der Burg. Nonlinear canonical correlation and some related techniques. *Department of Data Theory, University of Leiden and Department of Education, University of Twente, Enschede, DSWO Press, Leiden, Holanda, 1988.*
- [7] R. Verdegaal. OVERALS. *Department of Data Theory, University of Leiden, Leiden, Holanda, 1986.*

Programas de erradicación de la pobreza urbana. La experiencia del programa Chile Barrio

E. Espinoza
Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile
euespinoza@minvu.cl

Palabras claves: Pobreza urbana, políticas habitacionales; precariedad, tugurios.

Resumen

El combate a la pobreza urbana constituye la principal preocupación de los países latinoamericanos en la formulación de políticas habitacionales, como uno de los desafíos de mayor envergadura para lograr la paz social, la seguridad y el desarrollo en la región. Asimismo, el desarrollo urbano es visto como una componente importante del desarrollo económico, estableciéndose por los gobiernos, estrategias de intervención para mejorar la eficiencia de las ciudades. En tal sentido, las políticas habitacionales y urbanas han tenido una preocupación especial a partir de las orientaciones e imposiciones de los organismos multilaterales por erradicar las condiciones de inseguridad social y económica de las ciudades que se genera por la presencia bolsones de pobreza territorial. El presente trabajo apunta a una visión crítica de la nueva política urbana de Chile que promueve concluir con parte de la pobreza urbana de sus ciudades expresadas en los tugurios denominados *campamentos*.

1. Introducción

En 2000, los líderes de 189 países acordaron propugnar los objetivos mundiales de desarrollo conocidos como “Objetivos del desarrollo del milenio (ODM)”. Se trata de ocho objetivos fundamentales que a la vez se subdividen en 18 metas específicas que tienen por finalidad servir de proyecto básico y plan de acción político. En lo que se refiere al objetivo 7mo. sobre garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, se formulan dos objetivos importantes asociados a la superación de la pobreza urbana. La meta 10 plantea para el año 2015 reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable y la meta 11 espera para el año 2020 haber mejorado considerablemente la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios [1].

A diferencia de lo que ocurría tres décadas atrás, el mayor crecimiento de la población en condiciones de pobreza se concentra en las ciudades. En 1970 la población urbana era del orden del 57%, en 1995 había alcanzado un 73% y se espera que en 2020 llegue al 84%. Es un hecho que la pobreza se ha incrementado significativamente en las zonas urbanas. En 1970, el 26% de los hogares urbanos de la región se encontraba en situación de pobreza; para 1995, en cambio, se podía verificar que el porcentaje de

hogares pobres en la ciudad se había incrementado al 30%; proceso que había operado con mayor virulencia entre 1980 y 1990, como consecuencia de la crisis económica que experimentó la región.

En resumen, el desarrollo económico asociado con el fenómeno de la globalización exige y demanda una mayor eficiencia y efectividad de las políticas públicas y de gestión urbana, puesto que de la capacidad de ellas depende, en parte, que las economías de la región puedan mejorar su conexión con la economía mundial. La mitigación de tales problemas de la vida urbana no sólo entraña la modificación de las condiciones del entorno, entendida ésta como una mayor dotación material, sino también la generación de capacidades individuales y sociales para aprovechar las ventajas de una economía en crecimiento, evitando así las desventajas de convivir con profundas insuficiencias materiales, sociales y económicas que afectan a un amplio sector de la población [2].

2. Pobreza urbana, crecimiento económico y desarrollo social

La pobreza tiene muchas facetas, traducida más comúnmente en la carencia de bienes materiales y medida en función de los ingresos y el consumo. Pero la pobreza urbana²⁰ a menudo tiene el sentido más amplio de suma de carencias y se caracteriza por condiciones de vida miserables y riesgos para la vida y la salud, a causa de las deficientes condiciones sanitarias del entorno, por el aumento de los delitos y la violencia, así como por la desintegración de las redes tradicionales de protección social formadas por las familias y las comunidades. Esta característica distintiva de la pobreza urbana está marcada por una inusual concentración geográfica y social de la población pobre [3]. Lo más visible de la pobreza urbana es la condición del alojamiento. En América Latina, desde los años '50 en adelante, los tugurios, campamentos, villas miseria, favelas y cantegriles, entre otros, según se denominan a los asentamientos irregulares en cada país, han sido el resultado del proceso de industrialización generado por una urbanización acelerada, donde gran parte de los nuevos habitantes no cuentan con un alojamiento adecuado.

En un comienzo, a partir de la interpretación neoliberal, se decía que el crecimiento económico redundaría más o menos automáticamente en una disminución de la pobreza y en mejoramiento de las oportunidades para todos. En ese entendido, las políticas públicas estaban centradas absolutamente en la economía y, principalmente, en el manejo de las variables macroeconómicas de control de la inflación, el desempleo y del déficit fiscal. Los costos sociales de estas políticas se veían entonces como disfunciones coyunturales que debían revertirse apenas la economía se saneara y comenzara la era de crecimiento [4]. Sin embargo, a la vuelta de los años, la propia

^a Muchos autores plantean una diferencia conceptual entre pobreza urbana y precariedad del hábitat urbano. Mientras el concepto de pobreza urbana se refiere sobre todo a carencias medidas a través de ingreso o consumo, aquel de precariedad urbana se refiere a deficiencias cualitativas del hábitat de muchas familias habitantes de ciudades, ya sea de tenencia insegura, acceso inadecuado al agua y carencia de servicios de alcantarillado.

realidad ha forzado a modificar esos puntos de vista. La región presenta en la actualidad un cuadro que se caracteriza fundamentalmente por el incremento de la pobreza, la exclusión y la segregación, aun cuando el aumento en el gasto social y el claro mejoramiento de las políticas de vivienda han permitido una mitigación en el rigor de las condiciones de vida de los pobres [5].

En este contexto, la formulación y aplicación de políticas de desarrollo económico en América Latina se enmarca entre dos fuerzas que configuran el mundo de hoy: Lo global, considerado desde el punto de vista de una permanente y creciente integración económica, cultural y política de las naciones del planeta; y la inclusión social de los diferentes sectores económicos, entendiendo esto último como aquella tendencia de hacer que quien vive en la ciudad pueda integrarse lo mejor posible al proceso de desarrollo. Por otra parte, se plantea por parte de los organismos multilaterales que los programas habitacionales se deben intensificar para abarcar otros elementos del desarrollo urbano sostenible, como la promoción de la economía local, el acceso al capital privado y la reforma de los mercados inmobiliarios [6]. El Plan de Acción Regional sobre Asentamientos Humanos fue elaborado por los países de la región con ocasión de la reunión regional preparatoria para hábitat II que tuvo lugar en Santiago de Chile en 1995 y actualizado en 2001 en Nueva York, durante el período extraordinario de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas, para examinar la aplicación del Programa de Hábitat acordado en 1996 en Estambul. Este plan es un hito en este camino: Tres de sus cinco áreas temáticas plantean medidas fundamentales para construir una nueva visión del desarrollo urbano integrando las dimensiones social, económica y ambiental desde la perspectiva de la sostenibilidad, con un especial énfasis en el combate a la pobreza [7]; en las cuales se presentan dificultades para articular efectivamente la atención a la pobreza y precariedad urbanas con los demás ejes temáticos que plantea el desarrollo urbano sostenible. Por ejemplo, no es fácil conciliar el objetivo de disminuir la pobreza urbana que implica ampliar la cobertura de servicios básicos a los asentamientos precarios, con aquel de preservar o aumentar la calidad ambiental de la ciudad. Por otra parte, una condición crucial para que la gestión urbana contribuya al alivio de la pobreza es que la comunidad se identifique y comprometa con ella. Esto requiere garantizar la participación de los grupos marginalizados a la hora de concertar opiniones, iniciativas e intereses de la amplia gama de actores ciudadanos [8]. La experiencia chilena a través del programa Chile Barrio para la erradicación de los tugurios (en Chile: denominados “campamentos”) entrega algunas lecciones interesantes.

3. La creación del programa Chile Barrio y su implementación

3.1. La precariedad habitacional

Chile, adscribiéndose a los objetivos de desarrollo del milenio ha impulsado una estrategia de desarrollo que persigue el logro de un crecimiento equitativo y sustentable en un marco de fortalecimiento de la democracia, que permita mejorar la calidad de vida de toda la población y, en particular, superar la pobreza y las diversas formas de

discriminación y exclusión [9]. En este contexto, se debía avanzar en una política que buscara que los más pobres abandonaran su situación de precariedad, asumiendo para ello, la condición de multidimensionalidad de la pobreza y, por ello, haciéndose cargo de los déficits de vivienda, trabajo, salud y educación. De este modo, surge en 1997 el programa Chile Barrio por iniciativa del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, apoyado por otros ministerios y servicios públicos.

En 1996 se realizó el catastro nacional de asentamientos precarios que contabilizó la existencia de 972 asentamientos a lo largo del país, comprendiendo un total de 93 457 viviendas, habitadas por 105 888 familias compuestas por 445 943 personas localizadas en 213 comunas. De estas poblaciones, 549 asentamientos son urbanos y 423 son rurales. El tamaño de cada asentamiento varía entre 20 y 400 viviendas precarias [10]. Por otra parte, el Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en 2002 arrojó un parque total en el país de 4 141 427 hogares para una población levemente superior a los 15 millones de habitantes, por tanto, el universo que se está interviniendo representa un 2,55% en relación al total de hogares y un 3,3% del total de la población. Del total de asentamientos atendidos por el programa, un total de 38 927 familias se encuentran localizadas en asentamientos urbanos de ciudades superiores a 100 mil habitantes, conformando cinturones de pobreza (Tabla 1).

Tabla 1: Población y familias en campamentos localizados en ciudades superiores a 100 mil habitantes

Ciudades	Población urbana	Pobl. en campamentos	Nº de Familias en campamentos			
			Total	Sin agua	Sin alcant.	Viv. precarias
Antofagasta	295.792	2.124	494	182	294	376
Arica	175.441	82	19	15	19	21
Calama	136.600	12.655	2.943	195	1.299	1.674
Chillán	148.015	2.546	592	479	588	509
Concepción	777.564	63.984	14.880	4.205	9.229	7.326
Coquimbo	302.131	4.502	1.047	160	804	872
Iquique	214.586	2.571	598	32	20	528
Osorno	132.245	4.627	1.076	249	1.076	776
Pto. Montt	180.204	11.670	2.714	1.006	1.424	1.209
Pta. Arenas	132.983	968	225	49	128	101
Rancagua	244.046	1.183	275	112	275	217
Santiago	4.668.475	31.356	7.292	3.385	5.632	5.605
Talca	193.755	1.011	235	65	235	226
Temuco	266.225	13.287	3.090	1.033	2.635	2.620
Valdivia	129.952	3.827	890	277	885	451
Valparaíso	783.767	10.995	2.557	1.307	2.241	2.213
Total	8.781.781	167.386	38.927	12.751	26.784	24.724

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro Nacional de Asentamientos Precarios, año 1996

Del total nacional de asentamientos precarios el 23.1% corresponde a asentamientos cuyo año de formación es previo a 1950. El 65% de los asentamientos se crea entre 1960 y 1992, observándose un ritmo de formación de asentamientos relativamente

parejo por cada década durante este periodo, que va declinando a partir del 92 en adelante hasta llegar a un 1.7% de los asentamientos en 1996 [11].

3.2. El modelo de intervención Chile Barrio

El programa Chile Barrio realiza una intervención de carácter intersectorial en los ámbitos de infraestructura y desarrollo social-comunitario, que reorienta, modifica y articula la oferta de programas y servicios existentes en esos ámbitos para que interactúen en un territorio determinado, de acuerdo a las características, necesidades e iniciativas presentes en las comunidades de asentamientos precarios. De esta forma, Chile Barrio promueve y acuerda acciones con la participación y compromiso activo de la población, canaliza recursos de inversión y capacidades técnicas con el fin de mejorar la situación residencial, calidad del entorno y oportunidades de inserción social de las familias.

La estrategia de intervención consiste en utilizar el objetivo de la vivienda y del mejoramiento del hábitat que representa un objetivo prioritario para la población en un gran movilizador de energías sociales familiares y colectivas, como eje de la intervención integral, en torno al cual se articulan en forma secuencial y coordinada los otros apoyos sociales que apuntan a problemáticas asociadas a la marginalidad social y económica. Conforme esto, el modelo de intervención intersectorial Chile Barrio está constituido por tres componentes principales:

Flexibilidad: La diversidad de expresiones o tipos de asentamientos precarios desde campamentos, loteos irregulares, caseríos, entre otros, además de las significativas diferencias que se establecen según su localización urbana o rural, plantean el desafío de lograr una respuesta cuantitativa y cualitativamente suficiente por medio de soluciones flexibles adecuadas a las diferentes realidades.

Integralidad: La inversión física no se circunscribe sólo al ámbito de la vivienda sino también al entorno inmediato o barrio. De esta forma, se apunta al mejoramiento del hábitat y calidad de vida de las familias y del grupo en su conjunto. Así mismo, por la importancia que reviste en la problemática de superación de la pobreza el tema de las redes sociales, arraigo y otros factores asociados a la localización de asentamientos, como cercanía a fuentes de empleo y servicios, se considera de manera preferente la radicación ante la alternativa de erradicación hacia conjuntos de nuevas viviendas alejados del lugar original. Las erradicaciones serán necesarias cuando se trate de zonas de comprobado riesgo para la habitación.

Participación: Se considera una variable e instrumento clave para el logro de los objetivos del programa la participación de la comunidad en todo el proceso que se desarrolla para superar la condición de asentamiento precario. Para ello se requiere un trabajo territorial con metodologías adecuadas que permitan efectivamente informar y comunicar a los habitantes las opciones y restricciones de los programas de inversión disponibles, recoger sus puntos de vista y conjugar los esfuerzos y recursos públicos, privados y de las familias y grupos sociales.

Los elementos de intervención del programa que dan cuenta de los resultados alcanzados corresponden a:

- *Focalización territorial:* Le corresponde al programa identificar la población afectada, articula y organiza la demanda, se relaciona con ella de forma personalizada, generando proyectos participativos y soluciones adaptadas a cada realidad. El catastro nacional de asentamientos precarios permitió implementar esta modalidad de focalización y acotar el grupo objetivo a través de un instrumento técnico de diagnóstico, de escala nacional.
- *Intervención intersectorial:* El programa Chile Barrio ha generado un modelo operativo de intervención intersectorial, en que se busca establecer eficientemente las coordinaciones de las diversas acciones públicas y privadas en un proyecto de mejoramiento integral de la calidad de vida en asentamientos precarios. Este modelo constituye un diseño innovador y replicable, en que el proceso habitacional, participativo -por la alta valoración y el poder movilizador de energías individuales y colectivas que representa este componente en la población- es el hilo conductor de la intervención, y en torno a cuyos hitos se organizan estratégicamente el resto de las acciones.
- *Enfoque de proyectos:* La heterogeneidad en cuanto a los tipos de asentamientos precarios, como de las significativas diferencias que se establecen según su localización, plantean el desafío de elaborar proyectos adecuados a cada realidad cuantitativa y cualitativamente sustentables con plazos y costos que son revisados permanentemente.
- *Modelo de gestión de operaciones:* Chile Barrio es un programa que ha logrado validar y prestigiar una forma de trabajo en base a una eficacia favorecida por un conjunto de elementos, entre los que destacan tres más importantes, a considerar como modelo de intervención e implementación del programa lo cual conforman el triángulo estratégico de la intervención [12].

Prioridad gubernamental: La capacidad de coordinación y articulación intersectorial en un contexto de programa interinstitucional, está condicionada o determinada, en gran parte por el grado de legitimidad que le otorga al programa la calidad de Programa prioritario de Gobierno. Este hecho respalda la facultad de gestionar y articular los compromisos sectoriales necesarios para llevar a cabo con eficiencia y oportunidad los objetivos del programa.

Organización descentralizada: Basado en un esquema de gerencia pública moderna, que se favorece de la organización sectorial manteniendo un nicho de independencia para la toma de decisiones que le permite ganar flexibilidad para relacionarse positivamente de manera transversal e intersectorial y para establecer compromisos y relaciones de negocio con los niveles regionales y locales, en pro de sus objetivos.

Flexibilidad presupuestaria: A partir de la información levantada en el catastro nacional y las líneas de intervención en infraestructura definidas, el programa establece un modelo de financiamiento *ad hoc* que permita dinamizar los recursos financieros de manera eficaz y eficiente para concluir las obras de vivienda, urbanización,

equipamiento comunitario y saneamiento requeridas. Esta flexibilidad presupuestaria significó utilizar dentro del presupuesto público asignado al programa un total aproximado de 800 millones de dólares (Tabla 2).

Tabla 2: Presupuesto programa Chile Barrio v/s presupuesto en vivienda (Expresado en miles de dólares del año 2006)

Año	Presupuesto total Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Presupuesto programa Chile Barrio	% respecto al presupuesto MINVU
1998	887.788	18.429	2,1
1999	780.745	32.118	4,1
2000	778.047	26.097	3,4
2001	784.681	34.848	4,4
2002	849.570	70.604	8,3
2003	856.662	83.223	9,7
2004	932.580	210.502	22,6
2005	995.075	255.315	25,7
2006	1.039.087	90.157	8,7
Total	7.904.236	821.293	10,39

Fuente: Elaboración propia a partir de Ley de Presupuestos de la Nación, Dirección de Presupuestos, 1998-2006

4. Conclusiones

Una revisión de la literatura publicada por gobiernos y agencias multilaterales sobre políticas para reducir la pobreza urbana no solamente revela prácticamente los mismos conceptos y lineamientos, sino además similares principios y recomendaciones, pero además revela una falla generalizada para explorar la complejidad de las soluciones que están implícitas.

Chile Barrio surge como un producto directo del emergente consenso político de cómo entender y afrontar la pobreza. Sin embargo, revela alguna de los mismos supuestos, propósitos y conceptos los cuales dominan los programas dirigidos por las agencias internacionales y organismos multilaterales. Este trabajo reflexiona particularmente en el concepto de implementación de programas sociales, en tal sentido, Chile Barrio debería entenderse como una experiencia que ha tenido una evaluación crítica en sus lineamientos fundacionales y de implementación a la luz del debate sobre cómo reducir la pobreza urbana. Específicamente el programa está basado en el reconocimiento de la importancia que reviste la exclusión e inequidad social y física en ciudades y revela un fuerte compromiso de iniciativas multisectoriales. El programa está de seguro marcado por un número de contradicciones y problemas prácticos; sin embargo, su propuesta sobre participación de la comunidad es de particular relevancia al debate sobre programas destinados a superar la pobreza. Dicha participación debe servir no solo para mejorar la operación de los proyectos, sino además para empoderar a los pobres y actuar como un catalizador para la democratización de los gobiernos locales. El panorama descrito da cuenta de la complejidad de hacer funcionar en conjunto y en

función de objetivos compartidos los diversos actores e instituciones involucrados en Chile Barrio.

De acuerdo con las reflexiones anteriores, es recomendable que las políticas urbanas se hagan cargo de manera más explícita que lo que ha sucedido hasta ahora, de los problemas y desafíos que presentan los asentamientos precarios. Por una parte, ellas deberían contribuir a disminuir la inequidad social y económica existente; por otra parte, es necesario que ellas logren en el corto plazo un mayor grado una mayor integración e inclusión urbana, para lo cual los gobiernos centrales y locales de la región deberían promover iniciativas de participación ciudadana en materias urbanas.

Referencias

- [1] Naciones Unidas. Objetivos de desarrollo del Milenio de la ONU, <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/>, 2005.
- [2] E. Espinoza. Globalización, desarrollo económico y pobreza urbana. *Boletín de políticas públicas, Programa de estudio de políticas públicas Universidad Tecnológica Metropolitana*, 2 p, 2005.
- [3] M. Tironi. Nueva pobreza urbana. Vivienda y capital social en Santiago de Chile, 1985-2001. *Serie de Investigación, RIL Editores, Santiago de Chile*, 13 p, 2003.
- [4] R. Fernández Wagner. La construcción y deconstrucción histórica de lo social en el acceso a los bienes y servicios del hábitat. *Revista INVI, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile*, 19(50), 2004.
- [5] M. Olavaria. Pobreza, crecimiento económico y políticas sociales. *Editorial Universitaria, Santiago de Chile*, 71 p, 2001.
- [6] Banco Interamericano de Desarrollo. Operational guidelines for housing: urban development and housing policy. *BID, OP-751, Washington DC*, 8 p, 1999.
- [7] J. MacDonald. La otra agenda urbana. Tareas, experiencias y programas para aliviar la pobreza y precariedad en las ciudades de América Latina y el Caribe. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 117, CEPAL*, 2005.
- [8] R. Martínez. Desafíos estratégicos en la implementación de programas sociales. *Documento de docencia, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social, INDES, Washington DC*, 2004.
- [9] Ministerio de Planificación y Cooperación. MIDEPLAN. Los objetivos de desarrollo del milenio. *Primer informe del gobierno de Chile*, 2005.
- [10] Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Población y vivienda en asentamientos precarios. *Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Publ. N° 299, Santiago*, 34 p, 1998.
- [11] Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Catastro Nacional de Asentamientos Precarios Santiago de Chile. *Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago*, 1997.
- [12] M. Moore. Gestión estratégica y creación de valor en el sector público. *Ediciones Paidós Ibérica SA, Barcelona, España*, 115 p, 1997.

Especulación con el suelo baldío en la ciudad de Cochabamba

M. Delgado
Centro de Planificación y Gestión
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
delgado_chelo@yahoo.com

Palabras claves: Especulación, inversión municipal, precios del suelo

Resumen

Las políticas municipales están influyendo en la especulación con los precios del suelo baldío urbano en Cochabamba. Se pretende investigar los alcances de esta influencia a través del análisis de la inversión municipal ejecutada. Se ha trabajado relacionando las zonas catastrales y los distritos municipales, con los POAs (Programas Operativos Anuales) ejecutados desde 1993, con precios del suelo obtenidos en Catastro de la Alcaldía, inmobiliarias, publicados en la prensa escrita y obtenidos en trabajo de campo. Los resultados revelan las modificaciones y tendencias de los precios del suelo baldío urbano, demostrando que experimentaron importantes alzas en los diferentes distritos a partir de 1993 (entre 4 a 15 veces) como consecuencia de inversiones municipales pactadas y concentradas en pocos programas. No obstante la prohibición para urbanizar, a través de estas políticas e inversiones, la Alcaldía está alentando la especulación con el suelo baldío urbano, incluso en las áreas oficialmente no urbanizables.

1. Introducción

La ciudad de Cochabamba se expande hacia las áreas agrícolas y forestales, ocupando suelo “no apto” para urbanizar según las normativas municipales y leyes vigentes. Causas centrales son las condiciones de ocupación (sobreregulación) definidas por una legislación excluyente, inalcanzable para los sectores de bajos ingresos [1] así como el suelo urbanizado por sus elevados precios, definidos en un mercado que opera con reglas propias porque las características de la “mercancía suelo” no permiten una oferta y una demanda plenamente competitivas y racionales [3], además, está desregulado e impregnado de informalidad.

El precio, según Morales [3] una capitalización de las variaciones de la renta por privilegios de utilización del suelo, es diferente según los tipos de suelo (rústico, urbano rural y urbanizado) y su característica única de localización, por tanto, existen rentas diferenciales definidas por la existencia o no de ciertas condiciones que requieren mayor o menor inversión para producirlas o mejorarlas, que no solo determinan el precio y la oferta, sino también la división social en el espacio [5]. En relación a la oferta, ésta es menor a la demanda, por tanto, podrá exigir el precio máximo que esté

dispuesto a ofrecer el demandante, y así, la competencia de los demandantes es la que sube el precio en función a los posibles usos futuros [3], originándose la especulación precisamente en esta captación de los “tributos futuros”. La especulación y la localización exclusiva del suelo originaron la escasez, determinado según Smolka [2] y Lungo [5] que adquiriera un precio al haberse convertido en una reserva de valor y en un mecanismo popular de capitalización, pues según su transferencia oportuna, se transforma en ingreso directo para sus propietarios.

Siendo que el buen funcionamiento del mercado se basa en su carácter segregativo y en el ocultamiento de suelo (vacancia intencional), y que a nivel estatal no existen políticas ni programas habitacionales, la población pobre no tiene más alternativa que recurrir a los arreglos informales (a veces en complicidad con los loteadores u otros agentes involucrados) para poder acceder a una fracción de suelo generalmente rústico, empero, no siempre barato (sin servicios básicos), pagando como dice Smolka [1, 2], mucho por lo poco que reciben y en condiciones de sometimiento a las reglas impuestas por este mercado. Estatalmente se tolera políticamente las ocupaciones irregulares o se ceden, de manera clientelista, tierras públicas por motivos electorales [1].

Sin embargo, desde la década de los 90 se implementan programas de regularización derivados de políticas internacionales, muy aceptados en Latinoamérica porque resultan convenientes y económicos para la administración municipal al estar acompañados de apoyo privado [1, 4] y porque son explotados políticamente ya que permiten asegurar la continuidad de los actores políticos [6] en base a vínculos informales prebendales (regularización por votos). Así, las regularizaciones han incidido significativamente en el alza de los precios del suelo vacante, y sobre todo, no han logrado una plena integración de las áreas regularizadas al tejido urbano, contribuyendo por el contrario con la proliferación de más asentamientos debido a la expectativa que generan estos programas. La informalidad urbana es otra consecuencia, pues las relaciones clientelistas han fortalecido la presencia de este sector organizado en gremios, actualmente, con notable influencia en el ámbito municipal [6], induciendo a los alcaldes a ejecutar obras de impacto social.

Un efecto notable es la inversión municipal pactada y focalizada entre población y Alcaldía, produciéndose re-zonificaciones urbanas y cambios en las condiciones de ubicación, en consecuencia, permitiendo el acceso a usos que pagan un mayor precio (valorización del capital) o transformaciones provocadas del uso que derivan en el desplazamiento de usos originales [4, 5]. En este sentido, la población aprendió a valorar y exigir inversiones en programas que constituyan valorización de sus propiedades, por ejemplo en vías. Este comportamiento se debe a la ausencia de instrumentos adecuados de regulación y para regularización, determinando que los mecanismos para la captura de la valorización del suelo (plusvalías) para la colectividad sean muy débiles y favorezcan solo a los propietarios privados, no obstante esta valorización es ajena a la propiedad del suelo.

La ausencia de estos instrumentos han acentuado la especulación y las tendencias alcistas de los precios del suelo, a partir de intereses que inducen a decisiones regulatorias arbitrarias (al margen de los planes existentes) provocando un crecimiento urbano con asentamientos “irregulares”, la urbanización del campo y una marcada segregación socio económica, creándose estigmas territoriales o barriales que están desintegrando el cuerpo social ante las acciones incipientes de los gobiernos municipales; aunque actualmente se reconoce que la segregación social esta en aumento contrariamente a la segregación espacial que se reduce por la escasez de suelo, pudiendo observarse por ejemplo, condominios de alta renta en áreas semi-agrícolas o periféricas [7]. Además del impacto social de la segregación, el impacto urbano se refleja en problemas de accesibilidad, carencia de servicios y equipamientos urbanos de baja calidad en áreas periféricas de la ciudad, más evidentes y graves que la inseguridad de la tenencia de la tierra [1].

En este contexto, el desempeño de los gobiernos municipales en torno a la regulación del suelo esta siendo tan objetado como el desempeño del Estado. Reconociendo que pueden existir factores de diferente naturaleza que están determinando la incidencia de las políticas municipales en la dinámica urbana, el propósito del presente artículo es determinar cuál es el grado de influencia de las inversiones municipales ejecutadas, a través del análisis de los POAs, en la especulación con el suelo baldío urbano en la ciudad de Cochabamba.

2. Materiales y métodos

El estudio fue realizado en los 14 distritos municipales de la ciudad de Cochabamba, tomándose los siguientes datos: a) precios de lotes de la Alcaldía existentes en la unidad de catastro desde 1997, correspondientes a 11 zonas catastrales, precios de lotes de otras fuentes (prensa escrita, inmobiliarias, recorridos en campo: paredes, carteles y obtenidos en entrevistas); b) POAs ejecutados desde 1993, recolectados en diferentes unidades de la Alcaldía; c) la información cartográfica de la unidad de catastro de la Alcaldía y del Centro de Planificación y Gestión de la UMSS.

Los precios de lotes fueron promediados a nivel de distrito, con el propósito de obtener resultados espacializados en este nivel administrativo del territorio. Sobre los POAs, la información se encontraba muy dispersa e incompleta en varias dependencias de la Alcaldía y sin un formato único para los diferentes años; por tanto, se transcribieron los POAs ejecutados aglutinándolos en partidas que permitan diferenciar las inversiones según tipos de obras y localización en los distritos municipales, procurando uniformizar esta información y sea comparable entre las diferentes gestiones. Estos datos existen desde 1993, sin embargo, no fueron tomados en cuenta los años 99, 2000, 2001 y 2004 porque los reportes oficiales están en volúmenes de obra ejecutados y no en volúmenes de dinero invertido.

Cartográficamente, tomando en cuenta que la unidad de catastro de la Alcaldía trabaja sobre 11 zonas catastrales que no corresponden a los 14 distritos municipales, con el

uso del SIG se articularon límites de OTBs y zonas catastrales con los límites de los distritos, con el propósito de espacializar los datos por distrito; por ejemplo, se han obtenido mapas que permiten observar la relación: precios e inversión municipal en las gestiones que posibilitan esta relación según la información existente.

3. Resultados y discusión

La inversión municipal por tradición ha respondido a intereses particulares; así, antes de la década de los 90' se privilegiaron los distritos del centro (10, 11 y 12) debido al carácter elitista y segregador del cuerpo normativo y porque los gobiernos municipales, en su mayoría, estaban ocupados por representantes de las clases elitistas de la ciudad. Si bien no era posible localizar con precisión las partidas presupuestarias, desde que se programa la inversión anualmente (1993) es posible observar sus tendencias, empero, en los informes de la Alcaldía aún quedan porcentajes considerables en partidas no identificadas sin mayores explicaciones (por ejemplo 94,69% de la inversión total el 2005).

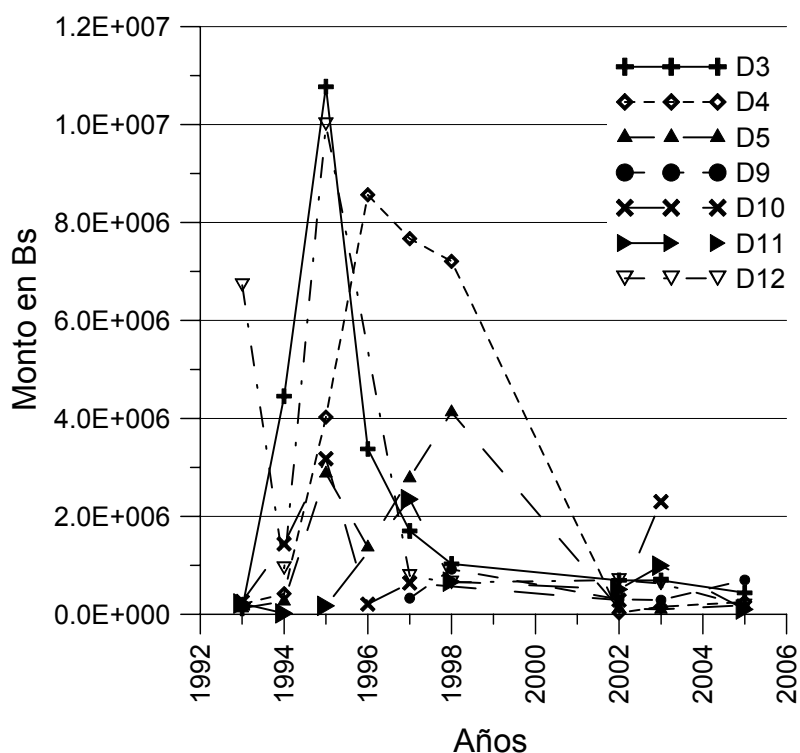


Fig. 1: Inversión municipal total en distritos representativos

Desde 1993 la Alcaldía reorientó la localización de la inversión por la existencia de intereses compartidos con la población (Fig. 1). Es el caso de la inversión en vías (Fig. 2), que permitió la consolidación de intereses en la lógica política de gobierno: por un lado, en la zona oeste (distritos 3 y 4) se valorizó el suelo notablemente desplazando usos originales vinculados a actividades agrícolas para la construcción de condominios

de alta renta; y por otro lado, en el distrito 5 (cabecera de la zona sur), con una importante masa poblacional de estrato popular, se establecieron lazos clientelistas con la pavimentación de sus calles a cambio de votos en el marco de una oferta electoral de “1.000.000 de m² de pavimento para la ciudad” (1996-97), afianzándose una forma de gestión política basada en la relación directa con los vecinos a través de los dirigentes barriales, que luego sería reproducida principalmente en barrios populares.

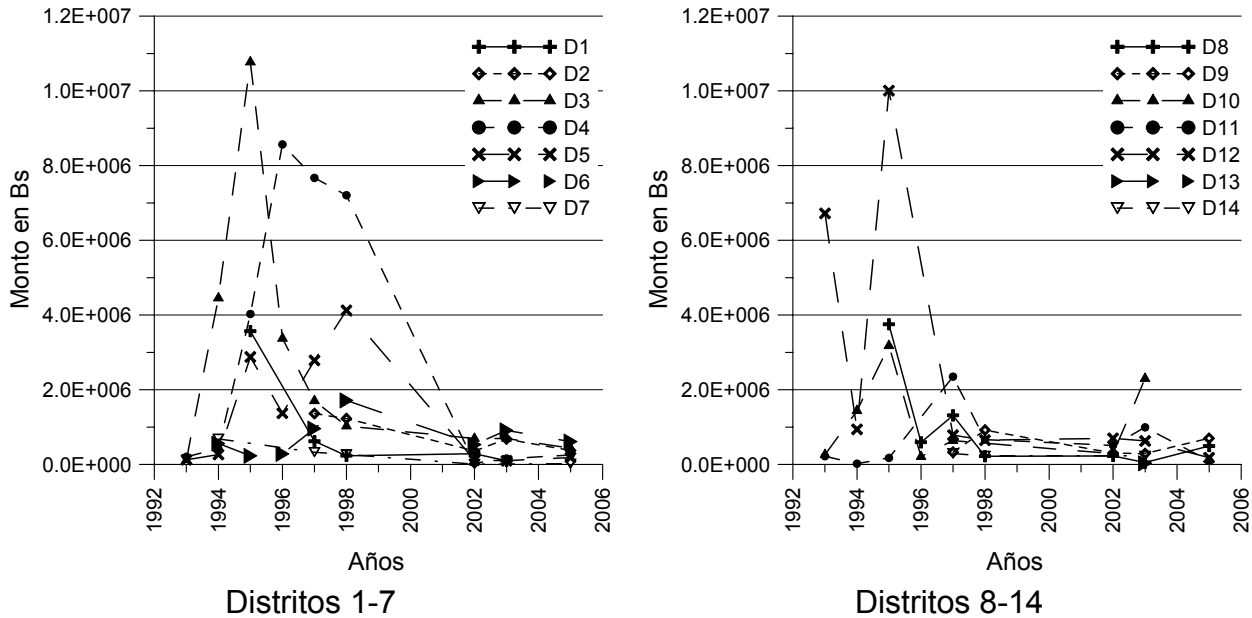


Fig. 2: Inversión en vías

Si bien los gráficos precedentes señalan inversiones municipales en distritos determinados, la incidencia en los precios del suelo es en toda la ciudad, determinando incrementos porcentuales en los distritos, según el tipo de relación establecida entre población y Alcaldía.

Comparando los Figs. 3 y 4, nótese que los distritos centrales (10, 11 y 12), donde la oferta es muy escasa (la disponibilidad de un terreno se produce como consecuencia de la demolición de alguna construcción o son construcciones antiguas ofertadas como lote baldío), por su localización, conservan precios elevados del suelo y exponen un incremento porcentual incipiente; a diferencia de los distritos del sur (7, 8, 9 y 14) donde el precio ha crecido hasta 15 veces (Fig. 3). En esta zona, comparativamente, los precios son los más bajos de la ciudad (Fig. 4), por tratarse de áreas sin servicios básicos y con graves problemas de seguridad jurídica predial debido a las recurrentes transferencias fraudulentas de “loteadores piratas” que operan en el lugar.

Reconociéndose que una hubo importante inversión en la zona oeste (D 3 y 4), comparativamente los precios han subido moderadamente, posiblemente debido a la retención de suelo por parte de campesinos que aún se dedican a la producción agrícola y ofertan terrenos esporádicamente a pesar de la presión que soportan como efecto de la inversión municipal y la demanda de condominios de alta renta. Existen

otras causas posibles, sin embargo no plenamente probadas: a) la disputa con el municipio vecino (Tiquipaya) por la jurisdicción de una fracción del terreno (Chillimarca); y b) que es "territorio" de una inmobiliaria con vínculos municipales.

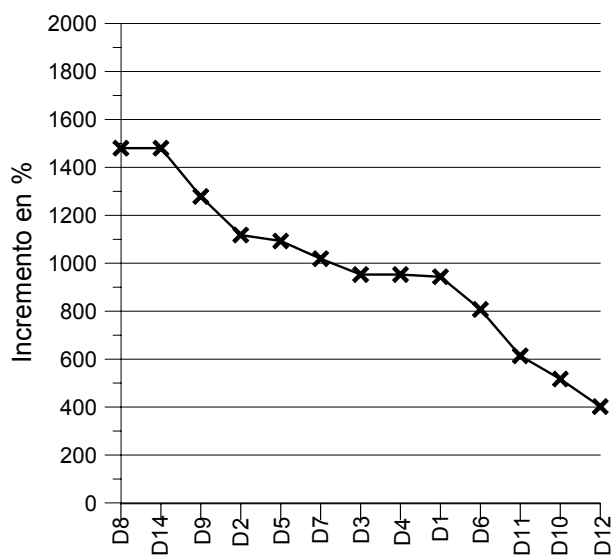


Fig. 3: Incremento del precio en % por distrito desde 1997

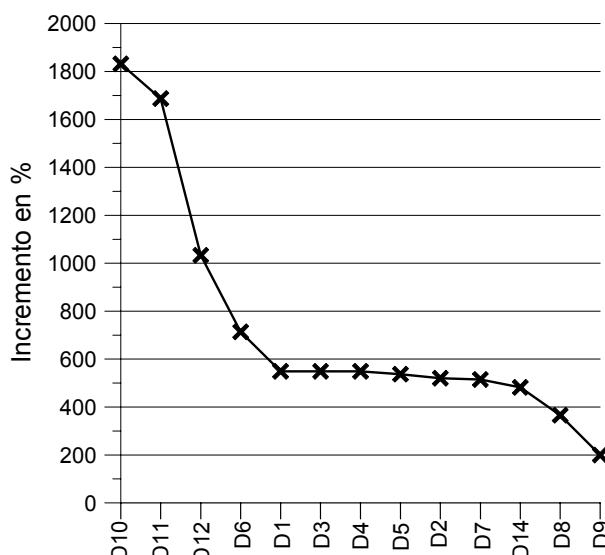


Fig. 4: Precio del suelo por distrito al 2006

Por su parte, la valorización en el sur es una derivación de la inversión en el distrito 5 y una prolongación de sus relaciones clientelares con la Alcaldía. El sur ha sido acaparado por el mercado informal del suelo, en consecuencia, es donde existen más asentamientos no autorizados y donde se implementan la mayor parte de las regularizaciones que han contribuido con el alza de los precios, principalmente en el distrito 9. Estas medidas de excepción (normalmente transitorias), han generado expectativa permanente en la población, que tiende a acudir a procedimientos informales para adquirir un terreno, procurando evitar las complicaciones normativas, a través de loteadores que adquieren suelo a campesinos o inducen y organizan ocupaciones masivas.

En general, la valorización no fue inmediata, probablemente porque el municipio aún no se percató de las acciones de los loteadores informales principalmente en los distritos periféricos y en el territorio agrícola incorporado a su jurisdicción desde 1994, pues según el Fig. 5, excepto los distritos del centro y el 6, en 1997 los precios eran todavía relativamente homogéneos. Al 2006 (Fig. 6) el incremento es evidente en los extremos norte y sur, con rangos similares, no obstante el sur tiene aún presencia agrícola y la mayor parte del suelo es rústico, es un territorio donde generalmente no se acatan las normas urbanísticas existentes y han sido sustituidas por normas sociales legitimadas por la población. En concreto, el distrito 9 certifica la indeterminación del radio urbano y la ruptura de la frontera urbano rural.

MAPA: INVERSION MUNICIPAL PRECIOS LOTES M2 POR DISTRITO, AÑO 1997

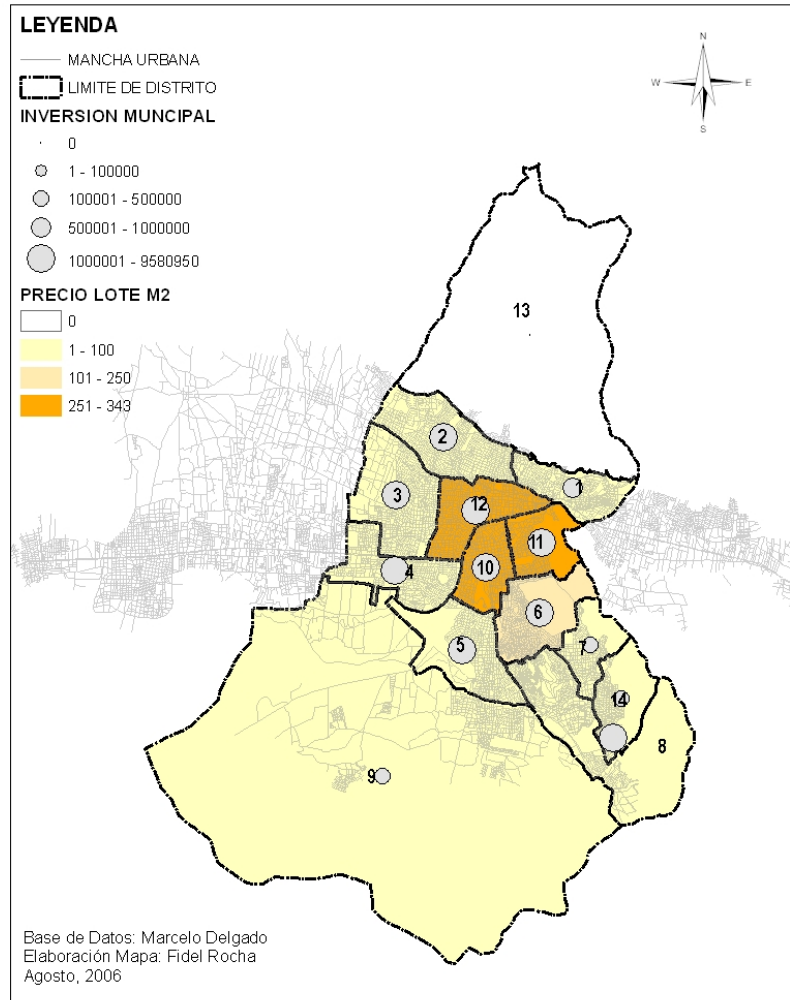


Fig. 5: Inversión municipal precios lotes m² por distrito, año 1997

MAPA: PRECIOS M2 POR DISTRITO, AÑO 2006

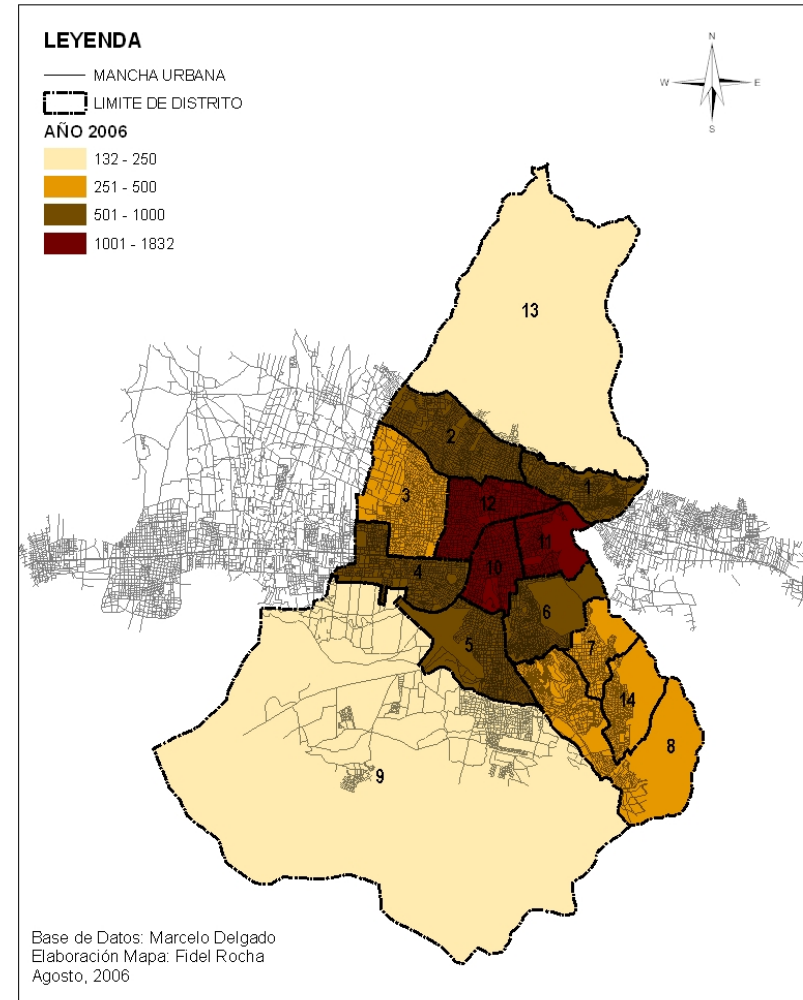


Fig. 6: Precios m² por distrito, año 2006

4. Conclusiones

En la ciudad de Cochabamba, las inversiones municipales desde 1994 han incidido significativamente en el alza de los precios del suelo baldío y su especulación, particularmente en las zonas sur y oeste, siguiendo una política de inversiones basada en la ejecución de obras viales; así, la inversión en vías sintetiza la inversión municipal, reflejándose evidentemente en la semejanza de los gráficos 1 y 2. A pesar que se ha invertido más en la zona oeste el incremento del precio en porcentaje es mayor en el sur, posiblemente porque es donde opera con mayor fuerza el mercado informal del suelo. El incremento moderado de precios en la zona oeste, a pesar de la construcción de condominios de alta renta, puede ser atribuible a la pugna de los usos agrícola y urbano que está provocando solo ventas esporádicas de terrenos, sin embargo, también puede estar ocurriendo que exista retención de suelo con la expectativa de una mayor escasez en la ciudad.

La implementación de la Participación Popular en 1994 contribuyó con la liberación del mercado del suelo en la ciudad, en particular en el distrito 9, por tratarse de un área agrícola que por ley se incorpora a una administración municipal urbana carente de instrumentos de regulación consecuentes con esta dinámica, siendo una derivación la multiplicación de asentamientos al margen de las regulaciones oficiales. Una forma de consolidar un asentamiento y valorizar el suelo es precisamente la inversión en vías, induciendo a la población a exigir se prioricen estas demandas a través de los POAs. A partir de este periodo, las regularizaciones prácticamente sustituyen a la planificación, afectando profundamente en la transformación del suelo e incrementando la especulación, al ser medidas que están aceptando el loteo informal y consintiendo beneficios políticos y económicos de particulares.

Finalmente, aunque las experiencias en la implementación de políticas progresistas que enfrenten al mercado especulativo del suelo son todavía escasas, es de consideración casi generalizada la importancia de revisar las leyes y normas con el propósito de cuestionar la propiedad privada del suelo, que es reconocida como el soporte del mercado especulativo del suelo.

Referencias

- [1] M. Smolka. Regularización de la ocupación del suelo urbano: El problema que es parte de la solución, la solución que es parte del problema. *Artículo presentado para curso profesional sobre mercados informales, regularización de la tenencia y programas de mejoramiento urbano, Lincoln Institute of Land Policy, 2002.*
- [2] M. Smolka. Informalidad, pobreza urbana y precios de la tierra. *Land Lines, 15(1), 2003.*

- [3] C. Morales. Políticas de suelo urbano, accesibilidad de los pobres y recuperación de plusvalías, Artículo que forma parte de una investigación más amplia denominada “La renta del suelo, las finanzas urbanas y el municipio mexicano”. *Usado como material de lectura en el curso a distancia sobre mercado de suelos realizado por el Lincoln Institute of Land Policy, 2005.*
- [4] C. Morales. Algunos efectos de las reglas del mercado de suelo, Texto preparado para el curso de Educación a distancia “Mercados de suelo en Ciudades Latinoamericanas”. *Lincoln Institute of Land Policy, 2005.*
- [5] M. Lungo. La tierra urbana, Cap. I, El problema de la tierra urbana: un ensayo de síntesis teórica, *Talleres Gráficos UCA, El Salvador, 2000.*
- [6] F. Mayorga (Coordinador). ¿EjeMonias?: Democracia representativa y liderazgos locales, 2º parte: Manfred Reyes Villa en Cochabamba (1993-1995). *Plural Editores, La Paz, Bolivia, 1997.*
- [7] F. Sabatini. La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina. *Artículo elaborado en base a resultados del proyecto “Desarrollo curricular en segregación espacial y mercados de suelo en América Latina”, y de la consultoría hecha por el autor para el Banco Interamericano de Desarrollo sobre segregación residencial en las ciudades de América Latina, 2003.*

Determinantes del proceso de autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Cochabamba: El caso de la Tamborada

J.M. Rojas Ruiz
Centro de Planificación y Gestión, Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
mauricio Rojasr@yahoo.com.mx

Palabras claves: Situación socioeconómica, autoconstrucción de vivienda, acceso a la tierra

Resumen

El presente artículo pretende identificar los determinantes socioeconómicos y de acceso a la tierra que afectan al comportamiento del proceso de autoconstrucción de viviendas en el distrito 9; tomando como caso de estudio un sector del distrito denominado ex fundo La Tamborada, propiedad de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), el cual se encuentra en un proceso de venta y cambio de uso de suelo. Para el efecto, se cuenta con datos de 2004, cuya fuente es la UMSS; dicha información presenta datos de carácter socioeconómico de las familias adjudicatarias, posibilitando de esta manera explicar los factores determinantes para el inicio de este proceso, cuyos resultados pretenden demostrar la relevancia e incidencia que tiene la situación socioeconómica y la forma de acceso al lote de las familias, para el inicio de construcción de su vivienda.

1. Introducción

La vivienda cumple un papel fundamental en la calidad de vida de las personas y comprende en la mayoría de los casos el acceso a servicios considerados esenciales para alcanzar niveles mínimos de bienestar, representando así la principal inversión y el patrimonio más importante de las familias de ingresos medio y bajo, llegando a constituirse en algunos casos en una fuente de ingresos [1]. En adición a lo anterior, no solamente es un problema de construcción de vivienda sino que se ahonda aún más considerando el acceso a la tierra [2], el cual por la dinámica de crecimiento de nuestra ciudad presenta una situación alarmante expresada claramente en el mercado informal de tierras que impera sobre todo en la zona sur de nuestra ciudad. Es importante considerar dentro el proceso de expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cochabamba, que la dinámica de urbanización ya no encuentra espacios urbanos adecuados y viene ocupando zonas periféricas y agrícolas, debido a la creciente demanda de necesidades sociales y económicas [3]. A consecuencia de estas demandas, la expansión de la ciudad tiende a crecer y las tierras de la periferie extienden sus fronteras, donde los suelos ubicados en pésimas condiciones son desplazados por otros peores o en su defecto las tierras agrícolas de buena calidad

cercanas a los conjuntos urbanos, se están incorporando a estas estructuras en la medida en la que las expectativas de beneficio para sus propietarios son mayores en actividades urbanas que en agrícolas. Ante esta situación es necesario reconocer el grado de importancia que tiene el terreno universitario, considerando su ubicación, características geográficas y superficie con relación a la mancha urbana y crecimiento de la ciudad, constituyéndose en un extremo de crecimiento importante.

La actual situación de los terrenos de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) y las condiciones en que han sido introducidas al mercado de tierras, es única a nivel urbano, de la ciudad y probablemente del país, consolidándose en un espacio importante para asentamientos humanos; lo cual ha generado una serie de movimientos sociales que pretenden asentarse con diversas finalidades, los cuales han adoptado diversas formas de acción para alcanzar sus objetivos y que de una u otra manera han concluido en organizaciones sociales [4], ya sean de grupos empobrecidos (mineros y agricultores) demandantes de tierra cuyo fin es consolidar su residencia y construir su vivienda, de grupos de loteadores que se dedican a especular y negociar con tierras, introduciéndolas en un mercado informal y se puede identificar un tercer grupo que pretende acceder de manera legal, pero que no necesariamente son pobres o loteadores, sino que intentan aprovechar las condiciones económicamente favorables para acceder a un lote. Este contexto ha permitido configurar un escenario heterogéneo a nivel social, cultural y económico, debido a que los actores involucrados provienen de diferentes regiones del país. Las características de conformación familiar también son diversas, el nivel de formación aún más y el desigual desarrollo de su actividad económica que se traduce en el soporte para poder iniciar un proceso de construcción de su vivienda una vez obtenido el lote hacen que el problema haya adquirido una connotación fuerte, permitiendo así ser un tema de análisis importante y que permite abordar el tema de vivienda social con un enfoque más integral, permitiendo así que este estudio se pueda constituir en un análisis y reflexión sobre el problema.

2. Metodología

El trabajo fue desarrollado en el distrito 9 de la ciudad de Cochabamba, en la zona de la Tamborada, la cual es propiedad de la Universidad Mayor de San Simón y se encuentra en un proceso de venta y cambio de uso de suelo. Para este fin la UMSS ha elaborado un plan especial de detalle cuyo alcance principal pretende dotar de lotes a familias empobrecidas. Para la elaboración de ese plan se realizaron encuestas con la finalidad de obtener datos de carácter socioeconómico que permitan mostrar las reales condiciones de las familias que pretenden adjudicarse un lote. Dicha información fue levantada a inicios del proceso en los meses de julio a septiembre de 2004 por un equipo técnico el cual actualmente sigue trabajando en la venta de esos terrenos; así mismo se utilizó información de la base de datos generada en ese mismo periodo. A partir de toda la información obtenida y considerando los fines del estudio y la naturaleza de la información, se realizó un diagnóstico exhaustivo de las condiciones socioeconómicas, reflexionando todas las variables consideradas significativas y generando así una matriz de operativización que permitió trabajar adecuadamente con

las variables, generando cuadros estadísticos múltiples de resultados que permitieron identificar los factores determinantes para iniciar el proceso de autoconstrucción de vivienda.

3. Resultados y discusión

Se analizó un total de 6054 familias con información sobre las condiciones sociales, económicas, culturales, de educación, de género, edad y condición migratoria, habiendo trabajado esta última en función de la edad y sexo. Se observó la mayor cantidad de familias de nuestro departamento alcanzando un 54% del total, lo que refleja una migración interna del campo a la ciudad situación, debido a que las condiciones de productividad en el campo están cada vez más debilitadas y reconociendo que la economía del mercado en este momento se basa fundamentalmente en actividades de servicios y comercio [4] generando así una dinámica de desplazamiento campo-ciudad. Otro aspecto significativo que también se obtuvo es la fuerte presencia de familias mineras, destacándose las provenientes del departamento de Potosí con un 25% y Oruro con un 10% del total que esencialmente responde al cierre y depresión de la explotación minera en nuestro país, generando una migración de familias hacia nuestra ciudad [5].

Tabla 1: Condición migratoria de las familias por región ecológica, edad y sexo

Región ecológica	Edad			Total hombres	Edad			Total mujeres	Total casos
	18 - 34	35 - 64	65 y +		18 - 34	35 - 64	65 y +		
Altiplano	786	758	52	1596	446	493	23	962	2558
Valles	1081	839	58	1978	719	667	35	1421	3399
Llanos	39	22	0	61	18	16	2	36	97
Total	1906	1619	110	3635	1183	1176	60	2419	6054

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la encuesta elaborada por el equipo técnico del proyecto de monetización Ex Fundo La Tamborada UMSS, Cochabamba, Bolivia

Otros factores considerados importantes son la edad y sexo del jefe de hogar, en tres grupos de edades, alcanzando en el primer grupo un 55% de 18 a 34 años situación que denota que son familias jóvenes en un gran porcentaje y del total de éstas un 67% está casado, restando un 33% que son jef@s en condiciones de desigualdad, resultado importante la condición de las mujeres como jefas de hogar que muestran un porcentaje significativo alcanzando un 40% del total; siendo en su mayoría las únicas responsables de su familia. Esta situación refleja el protagonismo adquirido por las mujeres dentro la familia situación que viene acentuándose cada vez más en nuestra realidad social, y considerando que en nuestro país la mujer está más expuesta a situaciones de inequidad laboral, económica y social encontrándose en mayor situación de pobreza situación que condiciona aún más el poder acceder a un terreno y a una vivienda [6].

Otros factores determinantes son los relacionados al grado de tenencia de la vivienda en la que actualmente reside la familia, encontrando cuatro situaciones en relación a esta: propia, alquiler, anticrético o por cesión, además como aspecto importante se tiene la dirección actual dispuesta en cuatro categorías, identificando a las familias que viven dentro el distrito 9, las que viven en otro distrito, las que viven en otra ciudad y por último en otra provincia, complementando con información relacionada a experiencia en ayuda mutua que haya tenido cada familia, de la lectura e interpretación de las variables podemos rescatar ciertos elementos considerados importantes con relación a la situación de tenencia de vivienda actual, tomando en cuenta que del 100% de las familias adjudicatarias, el 55,92% (3386 familias) reside actualmente en otro distrito, 24.46% (1481 familias) en el distrito N° 9, 17.30% (1047 familias) en otra ciudad y el 2.32% (140 familias) en otra provincia., una gran mayoría están en condiciones de alquiler 67.40% (4084 familias), 16.25% (983 familias) cuentan con vivienda propia, 10.1% (609 familias) tienen vivienda por cesión y 6.25% (378 familias) están en anticrético; con relación a la experiencia en autoconstrucción 36% (2154 familias) ya han realizado trabajos con esas características y un 64% (3900 familias) no tienen experiencia alguna.

Tabla 2: Distribución de los jefes de familia por sexo, edad y estado civil

Estado civil	Edad			1 hombre	Edad			2 mujer	Total casos
	18 - 34	35 - 64	65 y +		18 - 34	35 - 64	65 y +		
casado	1182	1363	91	2636	618	808	25	1451	4087
soltero	660	165	2	827	505	203	7	715	1542
divorciado	1	2	0	3	0	1	0	1	4
viudo	6	33	14	53	9	85	24	118	171
separado	57	56	3	116	51	79	4	134	250
Total	1906	1619	110	3635	1183	1176	60	2419	6054

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la encuesta elaborada por el equipo técnico del proyecto de monetización Ex Fundo La Tamborada UMSS, Cochabamba, Bolivia

Podemos discurrir que efectivamente existe un gran número de familias que se encuentra en real necesidad de obtener una vivienda propia además de no contar con suficientes recursos económicos, debido a que actualmente se encuentran viviendo en alquiler o anticrético. También es importante considerar que más del 50% de las familias vive actualmente en otro distrito, lo cual significa una gran movilidad poblacional interna (entre distritos), destacando y ratificando al distrito 9 como un espacio receptor y polo de crecimiento y expansión de la mancha urbana. Pero la presencia de familias con vivienda propia contradice con la postura y objetivo central que originó el movimiento social Agromin [4]. Otro aspecto fundamental es el relacionado con la experiencia y/o participación en autoconstrucción de las familias, de la cual solamente un 36% ha participado en procesos con esas características dato importante ya que para trabajar con un sistema de autoconstrucción es necesario el trabajo comunitario para el cual cada familia debe estar consiente del significado y responsabilidad que eso significa [7].

Tabla 3: Tenencia de la vivienda actual y dirección actual de las familias

Tenencia de la vivienda actual	Dirección actual												Total
	Dentro el distrito 9			En otro distrito			En otra ciudad			En otra provincia			
	Autoconst.		Total	Autoconst.		Total	Autoconst.		Total	Autoconst.		Total	
	Si	No		Si	No		Si	No		Si	No		
Propia	137	77	214	147	275	422	107	200	307	23	17	40	983
Alquiler anticrético	473	509	982	691	1759	2450	191	385	576	31	45	76	4084
Cedida	65	36	101	77	141	218	14	40	54	1	4	5	378
Total	87	97	184	68	228	296	31	79	110	11	8	19	609
Total	762	719	1481	983	2403	3386	343	704	1047	66	74	140	6054

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la encuesta elaborada por el equipo técnico del proyecto de monetización Ex Fundo La Tamborada UMSS, Cochabamba-Bolivia

Dentro el estudio un aspecto fundamental es la situación socioeconómica de las familias [8] que son parte del proyecto, aspecto que identifica la real condición en que se encuentran, tanto a nivel económico como social. Pudimos analizar esta situación en la distribución de familias en función de la región ecológica de donde provienen, la ocupación del jefe de familia distribuida en siete grandes grupos y sexo. De la observación de los datos podemos decir a nivel general que el 56% de los jefe de familia tiene un nivel de ocupación manual y semi-manual, un 18% se encuentra en un estrato más alto entre directivos, profesionales, oficinistas y profesores, un 14% se dedica a actividades de servicios, un 9% en actividades agrícolas y un 3% en labores de casa o jubilado, es decir no trabajan. Haciendo una desagregación por región ecológica y en función del estrato ocupacional, verificamos que los que provienen de la región altiplanica tienen una economía basada en actividades predominantemente manuales y semi manuales, tanto en hombres como mujeres, situación contraria a lo que pasa con la región de los valles cuya economía familiar se basa predominantemente en actividades manuales y agrícolas en los hombres y manuales y semi manuales en las mujeres, existiendo un gran número de estas que no trabajan.

Esta situación contrastada con el nivel de ingresos mensual muestra una composición socioeconómica empobrecida, en que las actividades manuales y semi manuales forman parte de un gran grupo de familias alcanzando un 56%, del cual un 35% tiene un ingreso mensual menor al mínimo nacional, un 53% entre Bs 500 a 1 000 y 11%, mayor a Bs. 1 000. Otro grupo es aquel conformado por profesionales, oficinistas y profesores que alcanzan un 18%, de los cuales aparentemente un 29% tiene un ingreso menor al mínimo nacional, situación que llama la atención debido a que son familias en que el jefe de familia tiene un nivel de educación y formación superior al resto, pero vive en condiciones similares o peores; esto condiciona de manera alarmante el financiamiento para la vivienda [9]. Pero también existe un grupo de familias que no es pobre y aprovecha condiciones económicamente favorables.

Tabla 4: Distribución de las familias, grandes grupos de ocupación, en función a la condición migratoria y el sexo del jefe de familia

Sexo	Grandes grupos de ocupación	Región ecológica			Total grupos
		Altiplano	Valles	Llanos	
Hombre	Directivas y Prof.	192	230	7	429
	Oficina y Profesores	78	191	7	276
	Semi-manuales	193	103	8	304
	Agrícolas	69	405	6	480
	Manuales	1001	1001	33	2035
	Servicios	19	12	0	31
	No trabaja	44	36	0	80
Total hombres		1596	1978	61	3635
Mujer	Directivas y Prof.	88	95	3	186
	Oficina y Profesores	56	135	4	195
	Semi-manuales	348	428	13	789
	Agrícolas	7	58	0	65
	Manuales	100	157	8	265
	Servicios	88	84	3	175
	No trabaja	275	464	5	744
Total mujeres		962	1421	36	2419
Total casos					6054

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la encuesta elaborada por el equipo técnico del proyecto de monetización Ex Fundo La Tamborada UMSS, Cochabamba, Bolivia

4. Conclusiones

Este proceso de venta de terrenos y consiguiente asentamiento masivo ha adquirido relevancia y trascendencia sin precedentes por las condiciones económicas con las que ha sido introducida en el mercado de tierras. Ha generado un movimiento de diferentes familias en busca de adquirir un lote y que de acuerdo al objetivo del proyecto que plantea dotar de lotes a familias empobrecidas, éste no ha sido alcanzado en su totalidad, porque de acuerdo a los resultados presentados se ha podido constatar que existe un gran porcentaje de familias que no son pobres, mostrando que este tipo de asentamientos no es exclusivo de los grupos más pobres, siendo importante la presencia de clases medias, tratándose de una de las mayores consecuencias del proceso de exclusión socio-espacial que caracteriza el crecimiento urbano de nuestra ciudad.

La condición agraria y minera de las familias es relativamente baja, constatando que la economía de las familias está basada en actividades manuales y semi manuales, generando ingresos que en el mejor de los casos solo cubren la canasta familiar sin posibilidades de ahorro, lo que condiciona aún más la posibilidad de construir una vivienda y supone pensar en un sistema de autoconstrucción como alternativa para la dotación de vivienda [10]. Se muestra una fuerte movilidad interna de los diferentes distritos hacia el distrito 9, el cual se ha convertido en un espacio receptor que viene soportando una fuerte presencia de asentamientos humanos, no solo acoge población

de nuestro departamento si no también fundamentalmente del Altiplano. Otro resultado considerado determinante es la presencia de mujeres en condición de jefas de hogar, que alcanza un porcentaje relevante, ratificando el protagonismo tiene dentro el núcleo familiar y reconociendo que esta situación hace que este grupo de familias tenga problemas de género; sin duda alguna debe ser considerado a futuro para el planteamiento de nuevas investigaciones y seguimiento a este proceso. De acuerdo a la importancia y alcance social que presenta este problema se hace necesario el planteamiento futuro de nuevas investigaciones que puedan utilizar estos resultados y permitan trabajar con este contexto en busca de brindar mayores posibilidades de análisis, discusión y sean aportes en la temática de autoconstrucción de vivienda considerando las reales condiciones de las familias.

Referencias

- [1] L. Valladares, M. Prates. La investigación urbana en América Latina. Tendencias actuales y recomendaciones. *UNESCO, Documento de debates, 4*, www.unesco.org/shs/most, 1995.
- [2] J. Salas Serrano. Mejora de barrios precarios en Latinoamérica. Primera edición, *Editorial Escala, Bogotá, ISBN: 9589747329*, 2005.
- [3] V. Palacio. Las tierras agrícolas de alta productividad frente al mercado de tierras urbano. *Gaceta Parlamentaria, Año V, Nro. 974, Lunes 8 de abril de 2002, México*, 2002.
- [4] M. Delgado. El problema de los asentamientos humanos: Conflicto por tierra en el periodo de la UMSS, ex Fundo “La Tamborada”. *Tesis de Maestría con mención en Ordenamiento Territorial, UMSS, Cochabamba, Bolivia*, 2005.
- [5] M. Rojas. Gestión para la autoproducción de viviendas populares. *Monografía de Diplomado en Gestión y Evaluación de Proyectos de Desarrollo, UMSS, Cochabamba, Bolivia*, 2004.
- [6] C. Ledo. Promoviendo y protegiendo los derechos de las mujeres al agua en un contexto de globalización y feminización de la pobreza. *UNIFEM-CEPLAG, La Paz, Bolivia*, 2005.
- [7] M. Rodriguez, J. Astrand. Organized small-scale self-help housing. *Lund Centre for Habitat Studies, Lund University, 8(4)*, 1996.
- [8] G. Gonzáles. El crédito hipotecario y el acceso a la vivienda para los hogares de menores ingresos en América Latina. *Revista de la CEPAL, 69*, 139-161, 2005.
- [9] B. Nahoum. Financiamiento para la vivienda popular en América Latina. *Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile, INVI-FAUUCH*, 2003.
- [10] H. Solares. Vivienda y Estado, Políticas habitacionales y producción del hábitat popular en América Latina. *Programa de Capacitación para la Mejoramiento Socio-Habitacional (PROMESA), Agencia Sueca de Cooperación Internacional (ASDI), Cochabamba, Bolivia*, 1999.

Is the Environmental Kuznets Curve in Latin America and the Caribbean region a fact?

A. Saravia López
Tilburg University, Tilburg, The Netherlands
Center of Planning and Management (CEPLAG), Faculty of Economics, Universidad
Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
v.a.saravialopez@uvt.nl

Keywords: Environmental Kuznets Curve, developing countries, income distribution, environmental policy

Abstract

Increasing research has analysed the hypothesis of an EKC. The studies have focused on the relationship between per capita income and a variety of environmental indicators. In this paper it is recognized that the effect of economic growth on the environmental quality differs substantially among developed and developing countries, because they affront a different context, shaped by different variables. The article attempts to test the existence of an EKC for a representative sample of LAC countries, and to determine the effect of income distribution in the shape, but also in the magnitude of the so-called turning point (TP) of the EKC. A panel data analysis with fixed effects is developed for a group of eleven LAC countries using as environmental indicator, CO₂ emissions for the period 1965-1990. The empirical results do not find the typical EKC usually obtained in most of the studies, being the highly unequal income distribution one of the most important factors which does not allow the region to achieve the virtuous path of the EKC. The results show that the sharp unequal income distribution has the power to diminish the positive effect of economic growth in the environmental quality, localizing the TP much farther, considering the time horizon.

1. Introduction

Increased awareness of environmental deterioration has led to develop a large body of research in this field. Since the 1972 UN World Conference on Environment and Development was performed in Stockholm, important events as the Rio Conference and subsequent and periodical Sustainable Development Summits have taken place.

The seminal report from World Bank (WB) [1] titled: "Development and the Environment" devotes special attention to the link between environment and economic growth, then giving birth to the Environmental Kuznets Curve (EKC). The EKC states an inverted U-shaped relationship between economic growth and environmental deterioration. Thus, lower per capita income levels are related with increasing environmental pressure, whereas, higher income per capita levels are linked with decreasing environmental

deterioration. The maximum point that determines the trend change has been referred in the literature as the Turning Point (TP). Since this report was published some criticisms on the EKC argument have appeared, being one of the most important its income deterministic nature. Indeed, it is argued that the EKC hypothesis does not consider other explanatory variables of the economic development-environmental deterioration link, than the typical GDP. Namely, it suggests that in the long run, and automatically, just increasing income per capita (*ceteris paribus*), a better environmental quality would be achieved [2].

Empirical research has shown mixed results in favor and against the EKC. The sources of these mixed results are the model specifications related with the population sample, econometric techniques applied, environmental deterioration indicators used, introduction of other independent variables besides GDP per capita [3]. Related with this last point, for example the EKC does not consider income inequality as an important explanatory variable. However, since the '90 some studies introduce this variable and significant results are obtained [4].

This study aims to recover the usefulness of income distribution to explain the EKC, and to concentrate on analyzing the situation of a group of developing countries, Latin America and the Caribbean (LAC), different from most of the studies that use developed country data or a mixed set.

The paper is structured as follows. A brief review of existing research on the EKC is provided in section 2. After that special attention is devoted to review the studies which have been done around the income inequality and environmental deterioration relationship. Part four is devoted to model the EKC for a sample of LAC countries with the special feature that the inclusion of income inequality will be assessed. Finally, in section 5 some economic and environmental policy implications are presented, concluding in section 6 with the respective conclusions.

2. A review of existing research of the EKC hypothesis

The EKC derives its name from the hypothesis presented by Kuznets [5], which postulated an inverted U-shaped relationship between income inequality and economic growth. The first empirical study about the link between environment and economic was performed by Grossman and Krueger [6]. In this paper a regression analysis between environmental quality and GDP is assessed obtaining a U-shaped curve.

The last decade an important number of studies around the EKC hypothesis have been written, a few of them develop theoretical modelling with the aim to find clearer links among the variables, i. e. Bulte and van Soest [7] develop a theoretical model for developing countries to explain the EKC. They explain that in LDCs, production and consumption patterns of rural households are the main cause of environmental damage. Then, the EKC may arise, even when the restrictive assumption of a set of perfect markets for factors and commodities is relaxed. However, they also say that depending

on the criterion or indicator that is used to represent environmental pressure, the reverse may also hold. This finding highlights the importance of selecting the appropriate dependent variable in regression analyses.

On the other hand, empirical testing of the EKC has been more abundant (see Dinda [8]). The studies stress the mixed conclusions obtained from using different econometric methods, distinct samples, different environmental indicators, and also from introducing additional explanatory variables [9, 10, 11]. Certainly the results are not conclusive, some studies found the traditional EKC; others obtain U-shaped curves and even N-shaped curves. This variety of results has led Stern [12] to say that the EKC argument is far from being a rule and a guide to economic policy.

Finally, studies devoted to developing countries are still scarce, mainly due to the lack of data availability. One of the few papers written about LDCs is the one by Pachauri [13], who develops an analysis for India, stressing the differences between LDCs and DCs. He affirms that the EKC path can not be followed easily by LDCs because they do not possess a strong and clear institutional framework. Therefore in order to get the TP at lower levels it is important to promote good governance and have strong institutions.

3. EKC and income inequality

As it was explained before, the EKC hypothesis reduces the concept of economic development to a unique narrow indicator, GDP per capita. In doing so, it diminishes the importance of other significant variables that certainly might have effects on environmental deterioration. A number of studies have stressed this weakness in the analysis. These studies make flexible the idea that countries in the world are identical, on the contrary they say that an important feature to explain the EKC is to consider the differences between countries, such as differences in income, institutional development, presence of market imperfections, social indicators, income inequality, and others. Introducing these differences in the analysis can change drastically the conclusions and, most important, can help to explain the mechanism behind the EKC.

This paper will concentrate in the inclusion of income inequality given that for LAC countries this is indeed a primary characteristic and deep structural problem with enormous implications in all different aspects of life and the future development path they can achieve. As the WB [14] has denoted LAC is the most unequal region in the world.

Theoretical progress around the EKC and income inequality starts around the end of the 90s. It is important to highlight the seminal paper written by Boyce [4] who argues that environmental degradation increases as a result of higher income inequality. He identifies power asymmetries between winners (income rich) and losers (income poor) of environmental deterioration and concludes stating a positive relation between economic and political power, which will drive the elite to degrade the environment looking for short term revenues. Also, he affirms that the power asymmetries cited before are

reflected in changes presented in the cost and benefit valuation of environmental deterioration.

Some years later and as a reply and criticism Scruggs [15] published an article in which he proposes an opposite hypothesis, namely, that higher levels of income inequality are linked to lower levels of environmental deterioration. Thus, for this author an increasing income inequality is beneficial for the environment. The argument is that richer people are more aware about environmental deterioration and use their power and preferences to take care of the environment.

Torras and Boyce [16] using water and air indicators for a group of developed and developing countries and running separated regressions for each group, find that for the developing countries group the income inequality variable is quite significant and shows a positive relationship with contamination. About the developed countries, the results highlight that it is unsuitable to continue thinking that a higher income by itself would drive to a lower environmental deterioration, because these countries would have embarked in a N-shaped curve due to their luxury consumption and production patterns.

Magnani [17] uses environmental protection R&D expenditure as a dependent variable and then analyses a group of developed countries. She identifies as the main determinants of the TPs the following variables: individual heterogeneity, the relative income effect and the political framework.

Ravallion et al. [18] proposes a carbon dioxide model stressing the importance to combine economic growth with equity. In this way, he says, pro-poor policies are promoted which would yield better long term results in the carbon dioxide emissions trend. Finally, Borghesi [19], develops an ethical view of income inequality and control of natural resources, introduces power consideration in his analysis and concludes that the globalization process is broadening the gap between rich and poor, so an asymmetric distribution of power is also generated, being the outcome and increasing environmental deterioration.

4. Building a model of the EKC for Latin America and the Caribbean

4.1. Data description

Considering data availability, the study is restricted to the analysis of one contaminant: CO₂ emissions. The data was obtained for a sample of the 11 LAC countries: Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Peru, Uruguay and Venezuela. CO₂ emissions were obtained for the period 1980-2000 and they are expressed in per capita metric tons of carbon. The source of this information is the Carbon Dioxide Information Center (CDIAC [20]). Concerning the real per capita GDP and population data, the information from Penn World Tables [21] was considered. Finally, for income inequality, a carefully database on Gini coefficients was prepared based on the information obtained from the WIDER Income Inequality Database [22].

4.2. The model

Following Ravallion et al. [18] the study considers the simplest possible theoretical model which can generate a dependence of aggregate emissions on income distribution, as well as economic growth. According to them the next relationship between the Gini coefficient and environmental deterioration is expressed as follows:

$$E = f(Y, G, P) \text{ where: } \begin{array}{l} E = \text{Emissions per capita} \\ Y = \text{Real GDP per capita} \\ G = \text{Gini Coefficient} \\ P = \text{Population} \end{array}$$

The relationship between these two variables could have two possible outcomes:

First, the *trade off case*. Here it is assumed that emissions rise with income, thus $\partial f / \partial Y > 0$. Also, it is considered that the marginal propensity to emit (MPE), decreases as income increases (relative income effect), then $\partial^2 f / \partial Y^2 < 0$. Then, following results from income inequality analysis is possible to see that the aggregate rate of emissions increases as mean income grows and also that any inequality reducing redistribution of income will increase the aggregate rate of emissions. Therefore, the basic relationship is: lower (higher) income inequality is accompanied by higher (lower) emissions. There is a kind of trade off between income inequality and emissions reduction.

$$E = f(Y, G, P) \\ + \quad - \quad ?$$

Second, it is the *win-win case*. This situation, similarly to the previous one, assumes a positive link between average income and emissions $\partial f / \partial Y > 0$, but different to the previous case here the MPE increases as mean income rises, then $f''(Y) > 0$.

$$E = f(Y, G, P) \\ + \quad + \quad ?$$

Then, is possible to say that the aggregate rate of emissions increases as mean income grows and also that any inequality reducing redistribution of income will decrease the aggregate rate of emissions¹. Therefore, the basic relationship is: lower (higher) income inequality is accompanied by lower (higher) emissions. Under this picture, both income inequality reduction and environmental quality can be achieved at the same time.

Considering the model proposed in this study, the model develops a panel data analysis. Given this kind of model and also the nature and objectives of the research,

¹ Relative income effect: a higher income inequality may drastically reduce the willingness to pay for a better environmental quality, thus as a consequence the rate of emissions increases

two econometric analysis options are suitable: Cross-section Weights (CSW) and Seemingly Unrelated Regression (SUR). About the choice between common, fixed and random effects for the intercept term; common intercepts were eliminated since the tests for intercept heterogeneity were found significant in all model specifications. In relation to the random effects model, it was also eliminated based on the nature of the panel data used in this study, in which the identification of individual units is important, therefore the fixed effects model arises as the most suitable and useful for this research. In the fixed effects model, the intercept captures all behavioural differences between individuals units and over time.

4.3. Econometric model

Based on the previous considerations, initially the next general panel data model specification is analyzed.

$$E_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i} \text{RGDP}_{it} + \beta_{2i} (\text{RGDP}_{it})^2 + \beta_{3i} (\text{RGDP}_{it})^3 + \beta_{4i} \text{POP}_{it} + \beta_{5i} \text{GINI}_{it} + \varepsilon_{it}$$

where:

E = Per capita emissions level (COE for CO₂ y SE for SO₂)

RGDP = Real GDP per capita

POP = Population

GINI = Gini Coefficient

Carbon Dioxide Emissions Model

For this model various types of model specifications were estimated. Elected as the best fit was the simple cubic model with the CSW estimation method (Model 1). Since the main objective of this paper is to analyse the effect of income inequality on emissions level (CO₂ and SO₂), two sub model specifications are tested based on the defined model: with and without income inequality. The outcome is shown in Table 1.

Both model specifications yield high adjusted R² (0.855 and 0.8435 respectively) therefore their explanatory degree is good. Based on the t and F tests it is also possible to conclude the significance of each one of the coefficients individually as well as jointly. Furthermore, applying CSW it is possible to correct previous common pooled least square estimations which might have suffered from cross-section heteroskedasticity.

Analyzing the performance of each one of the variables, it can be established a positive relationship between RGDP and COE. This trend changes only at high levels of RGDP, expressed by the negative sign preceding the cubic RGDP estimator. Thus, apparently an EKC for CO₂ emissions is a feasible possibility, given that the marginal propensity to emit fall as income rises once some specific TP is reached. (see Fig. 1).

However, when considering the income inequality variable, GINI, it is possible to discover interesting results beyond those given by RGDP. Certainly, the introduction of this variable is significant for the model explanatory power. The negative sign preceding this variable states an indirect relationship with CO₂ emissions. Thus, more (less) income inequality implies less (more) CO₂ emissions. It would seem that the EKC

mechanism for LAC works quite well and that one of the solutions for a better environmental quality is to increase inequality as income rises.

Table 1: MODEL 1: CSW - Simple Cubic Model for CO₂ Emissions

Dependent Variable: COE			
Method: GLS (Cross Section Weights)			
Sample: 1980 2000			
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance			
1a: WITH GINI		1b: WITHOUT GINI	
Variable	Coefficient	Variable	Coefficient
RGDP	0.000141* (3.23E-05)	RGDP	0.000118* (3.734449)
RGDP2	2.488E-08** (1.12E-08)	RGDP2	3.03E-08* (1.59E-05)
RGDP3	-3.65E-12* (9.88E-13)	RGDP3	-4.04E-12* (0.018820)
POP	0.000602* (0.000144)		
TIME	0.000903* (0.000206)	TIME	0.001387* (0.000486)
GINI	-0.002009* (0.000104)		

** Indicates that the coefficient is significantly different from zero at the 5% level.

* Indicates that the coefficient is significantly different from zero at the 1% level.

Standard errors are in parenthesis.

Breusch-Pagan test for heteroskedasticity and autocorrelation were applied to correct and avoid biased and spurious regressions.

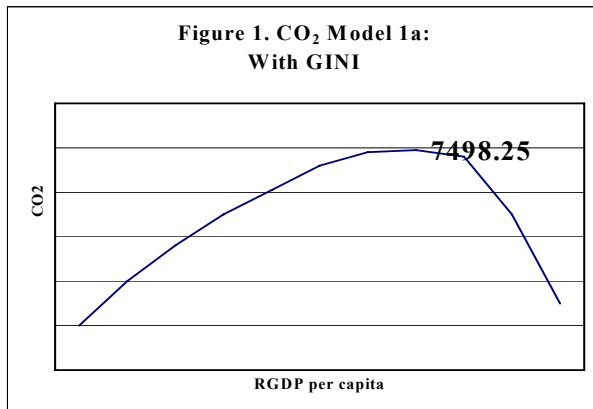


Fig. 1: CO₂ Model 1a: With GINI

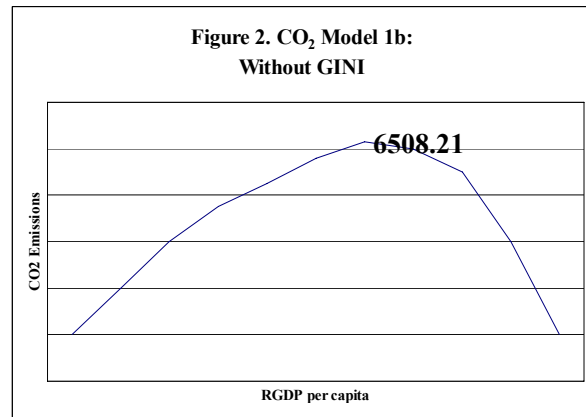


Fig. 2: CO₂ Model 1B: Without GINI

But it is better to be careful with this initial conclusion. Analysing the calculated TPs in each one of the sub-model specifications we find two important features. On one hand, for Model 1a (with GINI) a TP of 7498.25 (1990 U\$ dollars) is determined. On the other hand, without GINI (model 1b) a TP of about 6508.21 (1990 U\$ dollars) is calculated (see Figs. 1 and 2). Thus, it would seem that the appearance of income inequality make it farther the time needed to reach the so-called TP and start a virtuous path. As a result, and contrary to the previous analysis, a higher income inequality is indeed harmful for

the environmental quality in the region. The GINI variable shows that the high income inequality in the region is indeed one of the main causes which would be postponing the achievement of the EKC, so-called, virtuous path in which an increasing GDP involves less environmental deterioration. Moreover, considering the income per capita levels needed to reach those TPs, they are relatively high to be achieved in the medium term.

Lastly, considering population and time variables it is possible to get some conclusions, with respect to the first one, notice that a significant positive relationship with CO₂ emissions is found. Thus, population matters for emissions levels. Indeed, it might be argued that larger countries would tend to have higher expenditures on transport and communications, which would entail higher per capita CO₂ emissions at any given level of average income (homogeneity assumption)².

5. Economic and environmental policy implications

The results have shown that in addition to income per capita some other structural factors, as in this case Income Inequality, explain in a significant way the increasing environmental deterioration in the region. This implication is particularly important in LAC, since the region is still identified as the most unequal place in the world in terms of income distribution (WB [14]).

The traditional EKC is found for CO₂ emissions, however the validity of the outcome is postponed for the very long run (the values obtained for the RGDP at the TPs are unfeasible and unrealistic to achieve earlier). Income inequality makes it longer the time to reach the TP since which a beneficial relationship between income and air quality is stated. Thus income inequality indeed plays an important role in achieving positive environmental outcomes, a fact not identified by the EKC mechanisms.

Thus, it is important for LAC to tackle the income distribution problem at the same time as their economies are growing. The results show that along as economic and environmental policies are developed, also social ones are very important. This strategy will generate a virtuous circle between economic, environmental and social indicators. Therefore, as Ravallion et al. [18] has argued: the distribution of income matters to aggregate CO₂ emissions and hence global warming.

6. Conclusions

The EKC hypothesis is not a valid argument for the region in the case analyzed. According to the results income inequality is one of the most important factors which do not allow the region to achieve the virtuous path of the EKC.

² The literature appears to have assumed universally that population does not matter to per capita emissions independently of income per capita, i.e. the relation is homogeneous.

Income inequality has the potential to diminish the positive effect of economic growth on environmental quality, localizing the TP more to the left, so in a higher income value consequently linked with a farther time horizon.

“Income inequality reduction, environmental quality improvement, and economic growth feed back and reinforce to each other, constituting the three of them together a virtuous circle”

References

- [1] World Bank. World Development Report: Development and the Environment. *World Bank, Washington D.C.*, 1992.
- [2] D.I. Stern, M.C. Common, E.B. Barbier. Economic growth and environmental degradation: the Environmental Kuznets Curve and sustainable development. *World Development*, 24, 1151-1160, 1996.
- [3] D. Rothman. Environmental Kuznets curves-real progress or passing the buck? A case for consumption based approaches. *Ecological Economics*, 25, 177-194, 1998.
- [4] J. Boyce. Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecological Economics*, 11, 169-178, 1994.
- [5] S. Kuznets. Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45, 1-28, 1955.
- [6] G. Grossman, A. Krueger. Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 60, 353-377, 1995.
- [7] E.H. Bulte, D.P. van Soest. Environmental degradation in developing countries: Households and the (reverse) environmental Kuznets Curve. *Journal of Development Economics*, 65(1), 225-235, 2001.
- [8] S. Dinda. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*. 49, 431-455, 2004.
- [9] L. Raymond. Economic Growth as Environmental Policy? Reconsidering the Environmental Kuznets Curve. *Journal of Public Policy*, 24(3), 327-348, 2004.
- [10] H. Bruvoll, A. Medin. Factors Behind the Environmental Kuznets Curve. A Decomposition of the Changes in Air Pollution. *Environmental and Resource Economics*, 24, 27-48, 2003.
- [11] C. Lieb. The Environmental Kuznets Curve and Flow versus Stock Pollution: The Neglect of Future Damages. *Environmental and Resource Economics*, 29, 483-506, 2004.
- [12] D. Stern. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32, 8, 1419-1439, 2004.
- [13] R. Pachauri. The future of India's economic growth: The natural resources and energy dimension. *Futures*, 36, 703-713, 2004.
- [14] World Bank. World Development Report 2006: Equity and Development. *World Bank, Washington D.C.*, 2005.
- [15] L. Scruggs. Political and economic inequality and environment. *Ecological Economics*, 26, 259-275, 1998.

- [16] M. Torras, J. Boyce. Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25, 147-160, 1998.
- [17] E. Magnani. The Environmental Kuznets Curve, environmental protection policy and income distribution. *Ecological Economics*, 32, 431-443, 2000.
- [18] M. Ravallion, M. Heil, J. Jalan. Carbon Emissions and Income Inequality. *Oxford Economic Papers*, 52, 651-669, 2000.
- [19] S. Borghesi. Income Inequality and the Environmental Kuznets Curve. *Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di Lavoro*, 83, 2000.
- [20] CDIAC. Revised Regional CO2 Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture and Gas Flaring: 1751-1995. *Carbon Dioxide Information Analysis Center, Environmental Sciences Division, Tennessee*, 1998.
- [21] A. Heston, R. Summers, B. Aten. Penn World Table, Version 6.1. *Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP)*, 2002.
- [22] WIDER World Income Inequality Database V. 1.0. *United Nations Development Programme, The United Nations University, World Institute for Development Economics Research*, 2000.

Ecoeficiencia en el contexto de la globalización: Reto de la empresa latinoamericana para alcanzar el desarrollo sostenible

E. López Bastida, L. Rodríguez Domínguez
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Cienfuegos, Cuba
kuten@ucf.edu.cu

Palabras claves: Ecoeficiencia, desarrollo sostenible, globalización

Resumen

Se analiza el actual escenario que presenta la zona geografía para el desarrollo de prácticas ecoeficientes, en el contexto del actual mundo globalizado mediante experiencias en varios países de América Latina durante los últimos 10 años. Se enuncian las principales oportunidades que presenta la región, para lograr sus objetivos y se exponen seis condicionantes básicas, para alcanzar éxitos en la aplicación de políticas ecoeficientes. Al final del trabajo se valoran las principales barreras que pueden frenar la aplicación de estrategias ecoeficientes en la región estudiada.

1. Introducción

El empresariado de América Latina y el Caribe presenta en la actualidad el reto de ser ecoeficientes para alcanzar el desarrollo sostenible. Esto equivale a optimizar en la producción y los servicios tres objetivos: Crecimiento económico, equidad social y valor ecológico. Esta nueva visión representa toda una serie de retos y cambios de paradigmas, para gobiernos, empresarios, economistas, técnicos y población en general, y debe formar parte importante de la estrategias y tácticas de desarrollo sostenible que se tracen los diferentes países de acuerdo a sus condiciones políticas, económicas, sociales y ambientales, sin menospreciar el efecto que la globalización sobre la problemática.

2. Resultados y discusión

2.1. Escenario de desarrollo de la ecoeficiencia en América Latina

América Latina presenta el siguiente escenario para la aplicación de prácticas ecoeficientes en su industria y servicios:

- En las ultimas tres décadas la atención al problema ambiental en América Latina manifiesta un correspondencia indudable con las ideas y estrategias predominantes

en la región. Se crearon numerosas instancias ambientales, como secretarías y ministerios y se han desarrollado y fortalecido políticas ambientales a través de cambios institucionales y legislación. Sin embargo estas políticas no han logrado revertir las tendencias de crecimiento de la pobreza y la degradación ambiental de la región, porque por lo regular han prevalecido los objetivos del desarrollo económico a costa de los impactos ambientales y sociales. La crisis de la deuda externa generó en la década de los 90, cambios políticos y económicos, que desembocaron en nuevas condiciones las cuales afectaron profundamente la gestión ambiental de los países.

- Como consecuencia de la liberación del mercado se ha modificado el comercio exterior y el patrón de exportaciones, desprotegiéndose los sectores industriales nacionales y aumentando las exportaciones de materia prima. Los mercados se abrieron, los países comenzaron a recibir exportaciones a precios más accesibles que cambiaron los patrones de consumo, con fuerte apego a bienes materiales de corta vida, y rápida obsolescencia.
- Se han generado en la casi totalidad de los países, una amplia gama de leyes ambientales en distintos ámbitos, tanto del orden general, como en específico. Sin embargo muchas de estas regulaciones, como la evaluaciones de impacto ambiental, y las inspecciones ambientales a empresas de producción y servicio, no pasan de ser considerados trámites burocráticos, de poca eficiencia por carencia de infraestructura y personal calificado para su seguimiento, poco desarrollo de controles de vigilancia ambiental, pobre existencia de regulaciones complementarias y carencia y falta de rigor a la hora de evaluar las externalidades e impactos ambientales.
- En el sector industrial las grandes empresas se han dado una tendencia a mejorar la calidad ambiental de la producción, por exigencias de los consumidores internacionales, aplicando muchos de ellos sistemas de gestión ambiental certificados a diversas instancias, y prácticas de ecoeficiencia. Sin embargo en el sector de la mediana y pequeña industria, este proceso se hace más lento, debido a falta de recursos humanos, materiales y financieros, para realizar la actividad. Muchas de estas empresas poseen indicadores económicos y ambientales en cuanto al consumo de materias primas y materias primas tóxicas por arriba de los estándares internacionales. En el sector de turismo el crecimiento de esta industria, ha significado mayores presiones ambientales, sobre todo en el Caribe.
- Gran parte del potencial energético de la región se encuentra subutilizado o se aprovecha de forma poco eficiente. El consumo energético por unidad de producción se ha mantenido igual en los últimos 20-años y en algunos países ha aumentado. Esto se debe entre otras causas al deficiente funcionamiento de los mercados energéticos, los bajos precios de la energía debido a subsidios de la misma, la falta de financiamiento para proyectos de eficiencia energética, la insuficiente capacidad técnica de la ingeniería en este campo, el bajo nivel de la gestión energética empresarial y la insuficiente información y motivación social por el ahorro de energía. Es bajo el uso de fuentes renovables de energía en la región.

- La aplicación de la ciencia y la innovación tecnológica para lograr mejoras en las empresas de mejoras ambientales y económicas los sectores industriales y de servicio se ve limitada por falta de recursos financieros, materiales y humanos para enfrentar el problema. La región concentra en 8,6% de la población mundial y tiene solo el 2,6% de la comunidad científica. Existe una alto por ciento de la tecnología depende del mercado de los Estados Unidos y la Comunidad Económica Europea y se aplica sin estudios previos de adaptación o conveniencia a las condiciones del contexto de la región. Muchas empresas poseen poca información económica y técnica de las tecnologías más ecoeficientes que existen en el mundo.
- La agricultura ocupa un lugar clave en la evolución de las sociedades de América Latina. El crecimiento de esta ha intensificado el uso de los recursos naturales y ha acrecentado los procesos de degradación, desertificación y erosión. Por otro lado, se expanden las agroindustrias con reconversión hacia cultivos de exportación, en buena medida para alimentar ganado y en otros casos hacia nichos específicos de consumo en los países desarrollados Ello lleva a la expansión de la frontera agropecuaria en áreas silvestres y la contaminación de suelos y aguas así como un incremento en el área irrigada y en el uso de agroquímicos; los controles ambientales son vistos como impedimentos. Las nuevas estimaciones de FAO para el período 1990-2000 indican que en América Latina y el Caribe se ha perdido la mitad de los bosques desaparecidos en el mundo durante esa década Según estas estimaciones, la contribución regional en la cobertura boscosa mundial disminuyó del 25,5 a 24,9% en ese mismo período.
- La región presenta serios desafíos con el uso del agua dulce, como de mar. Los muchos desafíos del agua dulce en la región se agrupan en dos problemas básicos: disminución del agua disponible y pérdida de calidad, la disminución de las reservas que ocurre por el impacto de la deforestación la extracción excesiva impulsada por el crecimiento poblacional y la demanda agrícola e industrial. La pérdida de calidad se origina en la falta de tratamiento de aguas residuales, el uso excesivo de abonos y plaguicidas, y la contaminación por usos industriales, minero y energético. Los principales problemas ambientales que amenazan las áreas costeras y marinas de América Latina y el Caribe son la contaminación y la degradación.

2.2. Oportunidades para la ecoeficiencia en América Latina

América Latina y el Caribe presentan toda una serie de oportunidades ambientales, económicas y sociales que le permiten avanzar hacia la ecoeficiencia entre ellas tenemos las siguientes:

- Según un reciente informe de octubre del 2006, presentado por la World Wildlife Fund de Canadá y los Estados Unidos, la medición de la huella ecológica, como indicador de desarrollo sostenible, que no es mas que del área de tierra y mar biológicamente productiva requerida para proporcionar los recursos que utilizamos y para absorber nuestros desechos, América Latina es la región de planeta que posee

mayores reservas ecológicas. El per cápita de una persona promedio de la región es solo un tercio de la biocapacidad que tiene el planeta, o sea que existes reservas de 3,4 hectáreas por persona, En tanto una persona de Estados Unidos o la Comunidad Económica Europea tiene como promedio 3,7 y 2,6 hectáreas mas de lo que la región tiene disponible. El Fig. 1 es ilustrativo de esta situación.

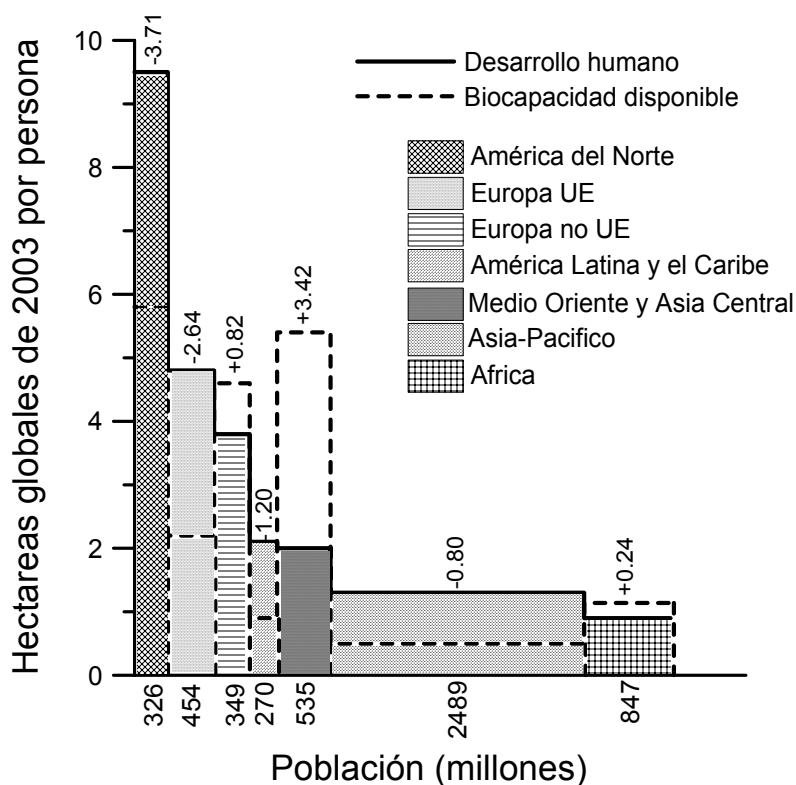


Fig. 1: Huella ecológica y biocapacidad por región, 2003

- Cuba, según este informe, es un ejemplo de cómo puede lograr un desarrollo sostenible, el ser el único país del mundo, que lograr índices de desarrollo humano, superiores a 0,8, considerado indicador mínimo de alto desarrollo humano, con utilización de la capacidad de carga del planeta, medido por la huella ecológica, inferior a la capacidad de carga de planeta dado por 1,8 hectáreas per cápita. En la Fig. 2 se puede observar lo planteado.
- Existe en la Empresas de región, especialmente en la mediada y pequeña empresa, que representan más del 85%, y ocupan más del 50% de los trabajadores, grandes potenciales de ahorro de energía, agua y materia prima que pueden concretarse económicamente a partir de la aplicación de prácticas ecoeficientes. Se muestra en la Fig. 3 ejemplos de estas posibilidades determinadas por el autor en variados estudios en Cuba, México, Jamaica y Colombia, en el periodo 2000-2006.
- América Latina y el Caribe tiene un 11% de las reservas mundiales petróleo, un 6% del gas natural, un 1,6% del carbón, un 22% del potencial hidroeléctrico y un 14% de la capacidad geotérmica instalada.

- La región de América Latina y el Caribe tiene las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo, estimadas en 576 millones de hectáreas y equivalentes a casi un 30% de su territorio de 1.995 millones de hectáreas. En 1998 los pastizales cubrían cerca de un 80% de las tierras potencialmente agrícolas de la región, y del 20% cultivado, muy poco correspondía a cultivos permanentes.

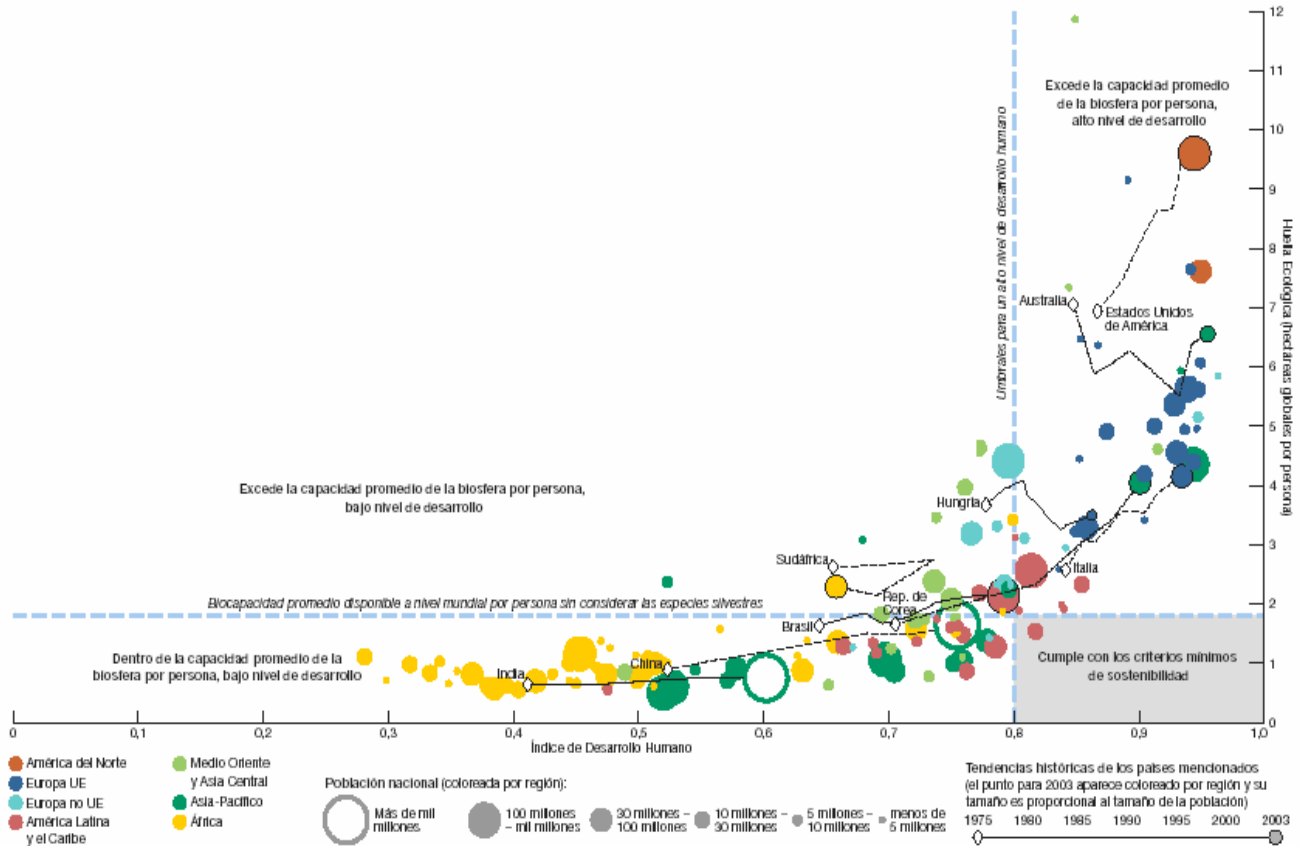


Fig. 2: Desarrollo humano y huellas ecológicas, 2000

- América Latina y el Caribe es una región rica en agua: con solo un 15% del territorio y un 8,4% de la población mundial, recibe el 29% de la precipitación y tiene una tercera parte de los recursos hídricos renovables del mundo.
- Existe una gran oportunidad en de lograr ecoeficiencia en América Latina a través del incremento de la legislación y educación ambiental. Un adecuado equilibrio entre estas dos herramientas de manera que produzca los efectos deseados elevaría notablemente la gestión ambiental en la región. Estas herramientas deben diseñarse para todos los niveles como empresarios, administraciones, técnicos, economistas, universidades y centros de investigación, y población en general de manera que surjan líderes que sepan conducir hacia el desarrollo sostenible.

- América Latina se ha caracterizado durante todas estas décadas por ser un continente poco integrado y esta fragmentación juega a favor de los intereses de las elites locales y de las empresas transnacionales. Una unificación política y estructurada desde los intereses de la mayoría sería la única capaz de llevar a América Latina hacia el desarrollo sostenible.

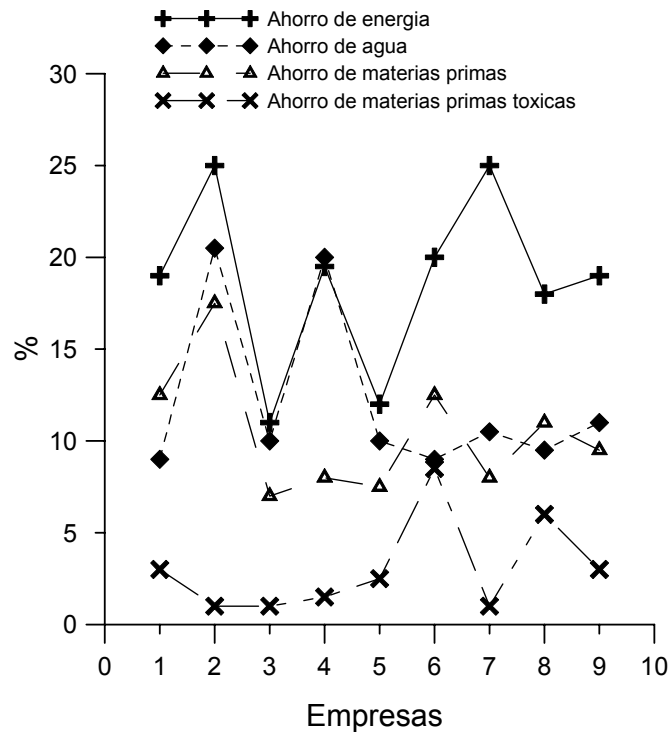


Fig. 3: Por ciento de ahorro que se puede lograr aplicando técnicas ecoeficientes y que se recuperan entre 0 y 3 años

2.3. Condicionantes para alcanzar la ecoeficiencia

Se proponen 6 condicionantes básicas para que se logre la ecoeficiencia en la región:

- Voluntad expresa y demostrada de todos los actores (gobiernos, administraciones, empresarios, técnicos, economistas, universidades, consumidores y sociedad en general) de la necesidad de integrarse para lograr aplicar la ecoeficiencia.
- Clara definición de cuales son las condiciones de cada país para aplicar la ecoeficiencia dentro de sus estrategias de desarrollo sostenible a partir de sus condiciones políticas, económicas, sociales y ambientales.
- Nivel de información adecuado a cada uno de los actores para que cada uno sea capaz de jugar su papel con eficiencia en la aplicación de las políticas ecoeficientes.
- Capacidad de identificar, analizar y financiar las oportunidades más viables desde el punto de vista económico, técnico, ambiental y social en su integralidad.

- Existencia y aplicación correcta de todos los instrumentos y técnicas más adecuadas para promover dichos cambios.
- Un nivel de cultura empresarial que sea capaz de inducir en todos los actores un cambio de paradigma en la manera de pensar y actuar.

2.4. Principales barreras encontradas para la aplicación de prácticas ecoeficientes en América Latina

- Barreras económicas causadas por la escasez de fondos para lograr las metas propuestas. Esto se manifiesta a todos los niveles desde lo internacional donde los países desarrollados no han cumplido las metas de ayuda al desarrollo de los países subdesarrollados, pasando por la inversión extranjera, la cual presenta políticas incógruas en relación con la ecoeficiencia y ejemplo de ello es que en los años 90, la mitad de esta, en América Latina, se destinó a comprar activos ya existentes y no crear nuevas posibilidades productivas más ecoeficientes, los gobiernos que dan preferencia a otras políticas sobre la gestión ecoeficiente y los empresarios que motivados por resistencia burocrática, cambio, indiferencia o falta de incentivos preferirán el uso de técnicas menos compatibles con el ambiente.
- Barreras tecnológicas dadas por la falta de adaptación de las tecnologías limpias a las condiciones locales, la falta de conocimientos científicos y técnicos adecuados para asimilar en muchos casos las tecnologías, la falta de conocimientos metodológicos y técnicos en el seno de las empresas para identificar oportunidades de aplicar la ecoeficiencia, desconocimiento de alternativas viables tanto económica, como técnicas, poco interés y recursos en las empresas para la investigación, el desarrollo y el ecodiseño, falta de medios de control y medición de la contaminación, etc.
- Barreras políticas dadas por la poca atención de algunos gobiernos a las políticas ecoeficientes, y falta de integración de muchos países de la región en acuerdos internacionales y regionales que conduzcan a un verdadero desarrollo sostenible. También se hace necesario impulsar la inclusión de las externalidades ambientales y sociales en las decisiones que tomen los distintos actores que definen las políticas gubernamentales.
- Barreras sociales dadas por la poca cultura del consumo verde en la región debido a América Latina y el Caribe poseer la mayor desigualdad de ingresos en el mundo, la gran concentración del ingreso nacional se centra en el estrato correspondiente al 10% de la población más rica: en casi todos los casos este estrato capta más del 30% del ingreso total. La participación del 40% más pobre de la población, por el contrario, no sobrepasa el 15% del ingreso. Durante la década de 1990 el 10% más rico de la población tuvo ingresos más de veinte veces mayores que el 10% más pobre: Esto hace que los más ricos tengan hábitos despilfarradores de consumo y

provoquen contaminación por esta vía, en tanto los más pobres contaminan para poder sobrevivir.

- Barreras administrativas dadas por la necesidad de perfeccionar incentivos obligatorios o voluntarios que permitan a los empresarios aumentar su compromiso o motivación por la aplicación de técnicas ecoeficientes. Así mismo se hace necesario el perfeccionamiento de la amplia legislación ambiental que existe al respecto en la mayoría de los países, garantizando su cumplimiento. Por otra parte es preciso garantizar facilidades para que los distintos actores puedan aplicar las herramientas que permiten introducir la ecoeficiencia dentro de las empresas de producción y servicio.
- Barreras educativas dadas por la falta de educación e información ambiental, formal, no formal e informal, en relación a la ecoeficiencia en todos los actores que intervienen en misma, para cambiar sus paradigma de pensamiento y acción, así como la poca formación de líderes científicos y técnicos que de manera interdisciplinaria y en equipo enfrente la problemática
- Barreras generacionales al no incluir en las necesidades de las generaciones futuras en las políticas que se trazan con respecto al desarrollo sostenible siendo necesaria una redistribución intergeneracional de los derechos de propiedad sobre los recursos naturales, y en consecuencia, el diseño del marco institucional adecuado para su cumplimiento si quiere lograrse la equidad intergeneracional y por lo tanto, la sostenibilidad

3. Conclusiones

América Latina presenta un escenario para alcanzar la ecoeficiencia que se caracteriza por que a pesar de haber aplicado políticas ambientales de varios tipos, no ha logrado revertir, en la mayoría de los casos, la degradación ambiental del entorno y incremento de los problemas sociales. Los estándares de consumo de materia prima, energía y agua y emisión de contaminación y residuos están por encima en comparación con los promedios internacionales.

La región presenta grandes reservas energéticas, agrícolas y hidráulicas que representan oportunidades para un desarrollo futuro de la región. La huella ecológica indica que es la región del planeta que posee mayores reservas de su biocapacidad, que explotadas ecoeficientemente pueden conducir al desarrollo sostenible. Cuba es un ejemplo de cómo es posible lograr índices de desarrollo humano sostenible utilizando racionalmente los recursos naturales.

La mayoría de las empresas de producción y servicio de América Latina, presentan oportunidades de aplicar técnicas ecoeficientes, en el ahorro de energía, agua, materias primas y materias primas tóxicas. Se demuestra la exigencia de las mismas mediante estudios de casos realizados en diversas empresas de la región.

Se proponen seis condicionantes básicas para la aplicación de la ecoeficiencia en la región. Estas son la voluntad expresa y demostrada de todos los actores implicados, la definición clara de las políticas de desarrollo sostenible, nivel de información satisfactorio, capacidad de identificar, analizar y financiar las oportunidades más viables, existencia y aplicación correcta de todos los instrumentos y técnicas correctamente, y un nivel de cultura empresarial adecuado.

Existen barreras que impiden del desarrollo de las políticas ecoeficientes en el subcontinente. Estas se pueden agrupar en económicas, tecnológicas, sociales, políticas, administrativas, educacionales y generacionales.

Referencias

- [1] A. Barcela. Principales desafíos ambientales de América Latina y el Caribe. CEPAL, *www.medio*, 2006.
- [2] A. Borroto. Gestión Energética Empresarial. *Editorial Universidad de Cienfuegos*, 2003.
- [3] CEPAL. Instrumentos económicos para el control de la contaminación de las aguas. *www.medio*, 2005.
- [4] L. Bastida Eduardo. La ecoeficiencia en Empresas de Producción y Servicio en América Latina. *Memorias del XIX Congreso de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y ramas afines, Republica Dominicana*, 2003
- [5] L. Bastida Eduardo. Oportunidades y Barreras para la aplicación de técnicas ecoeficientes en empresas de producción y servicio en Cuba. *Memorias del Evento Medio Ambiente Siglo XXI, Universidad de Las Villas, Cuba*, 2004.
- [6] PNUMA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Perspectivas del medio ambiente en América Latina. *Informe en formato electrónico*, 2003.
- [7] PNUMA. EL PNUMA en América Latina y el Caribe. *Retos y Respuesta*, 2003.
- [8] World Wildlife Fund. *Informe Planeta Vivo, EEUU y Canada*, 2006.

Implementación de un sistema de indicadores para la evaluación de la calidad ambiental

J.A. Orpí¹, E.J. Salgado¹, J.O. Acosta¹, G.V. Hernández¹, J.R. Díaz de Terán Mira²,
J.S. Torres²

¹ Instituto de Geofísica y Astronomía, Agencia de Medio Ambiente, La Habana, Cuba

² Universidad de Cantabria, Santander, Cantabria, España
alcaide@iga.cu

Palabras claves: Indicadores ambientales, evaluación, calidad

Resumen

Nos propusimos desarrollar un marco conceptual para uso de indicadores ambientales que permitan la evaluación, seguimiento de políticas ambientales y elaboración de propuestas de acciones y estrategias para un desarrollo sostenible a escala municipal en el Municipio Bauta, La Habana (Cuba). Se tomó el enfoque metodológico propuesto por ELANEM (Red euro-latinoamericana de monitorización y evaluación ambiental) del programa INCO de la Unión Europea. Se elaboró un sistema de indicadores de presión, estado y respuesta para las cualidades del medio (grado de naturalidad, fuente de recursos, sumidero de residuos y soporte/servicio de actividades). Estos indicadores están basados en criterios de selección fundados en la confiabilidad y disponibilidad de los datos, relación con los problemas y utilidad para el usuario, obteniéndose una valoración cuantificada de la calidad ambiental del territorio estudiado e identificación de las principales afectaciones del medio.

1. Introducción

La segunda mitad del siglo XX se caracterizó por importantes cambios cualitativos y cuantitativos en la dinámica general de los sistemas naturales. Por primera vez a lo largo de la historia de la Tierra, existe una especie viva que amenaza con su influencia sobre los procesos que afectan al planeta, siendo incluso igual o superior a la de los agentes naturales; esta especie naturalmente es la humana [1].

A partir de la “Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente” celebrada en 1972 en Estocolmo, los gobiernos empezaron a reconocer por primera vez que la destrucción del medio ambiente, al ritmo que se está efectuando, podría acabar con las perspectivas de desarrollo económico y representar una grave amenaza para el hombre; dado que se trata de un proceso irreversible y de consecuencias prácticamente impredecibles. En junio de 1992 se celebró en Río de Janeiro (Brasil), la “Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo” (CNUMAD), cuyo objetivo central fue disponer medios para mantener la calidad del medio ambiente y para alcanzar un desarrollo ambientalmente equilibrado y sostenible en todos los países. De

esta manera, la Conferencia sobre Desarrollo Humano en Estocolmo, Suecia y más aún en la Cumbre de Río en 1992 derivaron en una importante recomendación relativa al uso de criterios e indicadores para medir el avance de la compatibilidad social, económica y ambiental de los países, representando una valiosa herramienta para el monitoreo, seguimiento y evaluación de la gestión y planificación ambiental y del desarrollo sostenible.

Como objetivo principal de esta investigación, nos propusimos desarrollar y adaptar un marco conceptual para la elaboración y uso de un conjunto de indicadores ambientales que permitan la evaluación y seguimiento de la calidad ambiental y que sirva como una herramienta para la evaluación de las políticas ambientales y pueda ser utilizado para la toma de decisiones sobre la gestión del territorio estudiado, en este caso el municipio Bauta. Para lograr estos objetivos fue necesario partir de la identificación de los principales problemas que afectan al municipio estudiado, partiendo de la actualización de los resultados obtenidos por Alcaide et al. [2].

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación, se contó con una base cartográfica a escala 1:25 000, fotografías aéreas a diferentes escalas de tres años (1956, 1970 y 1997), fotomontajes de fotografías aéreas a escala 1:25 000 (1956 y 1970), información disponible de los trabajos ejecutados con anterioridad en el sector de estudio [2] e información aportada y actualizada de los diferentes organismos e instituciones del territorio.

Como marco metodológico utilizamos un modelo ampliamente utilizado para la aplicación de indicadores ambientales: Modelo de presión - estado - respuesta (P-E-R), desarrollado por la OCDE. El modelo P-E-R es un marco de organización de la información simple que a nivel macro es utilizado como formato para estructurar los indicadores. Implica elaborar de manera general una progresión causal de las acciones humanas que ocasionan una presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales que llevan a un cambio en el estado del medio ambiente al cual la sociedad responde con medidas o acciones para reducir o prevenir el impacto [3, 4]. De estos indicadores los de respuesta son de los más embrionarios en su desarrollo, debido a la complejidad de medir cuantitativamente como una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental. El análisis de los resultados puede ser discutido de diversas formas y es precisamente unas de las cualidades o peculiaridades positivas del modelo metodológico utilizado de P-E-R, el cual facilita varias interpretaciones de los datos obtenidos. Por razones de espacio se propone el análisis considerado los datos correspondientes a los índices de los indicadores de presión, estado y respuesta ponderados (detallados más adelante).

Para evaluar la calidad ambiental mediante el empleo del modelo P-E-R hemos considerado dos tipos de calidad ambiental: De tipo ecocéntrico y tipo antropocéntrico. Desde el punto de vista ecocéntrico se considera que la calidad ambiental es

proporcional al grado de naturalidad del área que se analiza; esto es, cuanto menor sea el grado de modificación de las características naturales del medio mayor será su calidad. La óptica antropocéntrica incluye la consideración de las principales funciones que el medio físico desempeña en relación con los seres humanos como fuente de recursos, sumidero de residuos, soporte de actividades y proveedor de servicios [5].

Posteriormente a la selección del conjunto de indicadores según el modelo descrito, se pasó a una segunda fase para asignar un valor mínimo y otro máximo a cada uno de los indicadores seleccionados; para ello se ha recurrido a la consulta de diversas fuentes, incluidas las normas nacionales e internacionales, estadísticas municipal y nacional y trabajos de diversa índole relacionados con la temática [2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. El siguiente paso consistió en la medición de los indicadores de la unidad analizada, que incluye información obtenida a partir de la cartografía de elementos del medio natural, datos estadísticos del municipio, entre otros.

La etapa para normalizar los datos de los indicadores ambientales seleccionados corresponde con la valoración de cada uno de los indicadores - que no son expresados en porcentaje -, sino en una escala nominal de 0 a 100, donde 0 corresponde a la peor situación posible con respecto al indicador en cuestión y 100 a la mejor situación. La expresión que utilizamos para la normalización de los indicadores es:

$$V_n = [(V_{\max} - V_{\text{cal}})/(V_{\max} - M_{\min})] \times 100$$

Donde V_n es el valor normalizado; V_{\max} el valor máximo en la zona de estudio; V_{\min} el valor mínimo en la zona de estudio y V_{cal} es el valor calculado.

El paso siguiente consiste en el cálculo de los índices de presión, estado y respuesta para cada una de las cuatro funciones citadas, con la fórmula:

$$IN_p = \sum V_i \div n$$

Donde IN_p es el índice de presión sobre la naturalidad; V_i son valores normalizados de los indicadores de presión y n es el número total de indicadores de presión.

De forma similar, se procedió para el cálculo de índices de estado y de respuesta, tanto para naturalidad como para las funciones fuente, sumidero y soporte-servicios. Los índices de presión, estado y respuesta se integran en índices de cada una de las siguientes funciones:

$$IN = [IN_p + IN_e + IN_r] \div 3$$

Donde IN es el índice de la función naturalidad; IN_p es el índice de presión sobre la naturalidad, IN_e es el índice de estado sobre la naturalidad y IN_r es el índice de respuesta sobre la naturalidad.

Procediéndose igualmente para cada una de las funciones abordadas: IF es el índice de la función fuente de recursos, IS es el índice de la función sumidero de residuos y ISS es el índice de la función soporte - servicio.

Finalmente calculamos el índice de calidad ambiental (EQI), que se obtiene por medio de la expresión:

$$EQI = [I_N + I_F + I_S + I_{SS}] \div 4$$

Donde I_N es el índice de naturalidad; I_F es el índice de fuente de recursos; I_S es el índice de sumidero de residuos y I_{SS} es el índice de soporte/servicios.

La interpretación del valor final del índice de calidad ambiental, expresado en una escala cuyo valor máximo será 100 y el mínimo 0, los valores más altos corresponden a la situación ambiental más positiva. Para ello hemos realizado una clasificación dividida en 5 clases, donde la clase 1 incluye valores de 1-19 (criterio = valoración de la calidad ambiental como baja), la clase 2: 20-39 (moderadamente baja), la 3: 40-59 (media o intermedia), la 4: 60-79 (moderadamente alta) y la 5: 80-100 (alta).

3. Resultados y discusión

Fue realizado un estudio temporal de la evolución de la calidad ambiental del territorio en tres momentos correspondientes a los periodos siguientes: finales de los años 50, a inicios de la década de los 70 y finalmente el momento actual representado con datos correspondientes de fines de los años 90 e inicios del 2000.

Primeramente analizamos los resultados para el año 1956. En el caso del análisis de los índices de indicadores de PER ponderados se observa una clara afectación en los indicadores de respuesta, poniendo en evidencias las pobres acciones que lleva a ejecución el hombre para contrarrestar las presiones y estado del medio ambiente (Fig. 1). Según el análisis del índice de calidad ambiental para este período analizado, se obtuvo un valor de 54,58 comprendido en el rango de 40 y 59 con valoración de la calidad ambiental de la clase 3 intermedia.

En el análisis del año 1970, con el análisis de los índices PER ponderados se observa una clara afectación en los indicadores de respuesta aunque los valores se multiplicaron poniendo en evidencias un cambio en el accionar del hombre por contrarrestar las presiones y estado del medio ambiente. Las valoraciones para los indicadores de presión y estado, aunque no resultan alarmantes los cambios observados en los valores obtenidos, es llamativa la breve disminución de los valores de calidad, lo que evidencia un aumento de las presiones y empeoramiento del estado de los recursos del medio ambiente (Fig. 2). Analizando los valores obtenidos del índice de calidad ambiental de 50,79, se mantiene en el rango comprendido de 40 y 59 con valoración de la calidad ambiental de la clase 3 intermedia, pero con una disminución de la calidad ambiental en cerca de un 8% con respecto al período anterior.

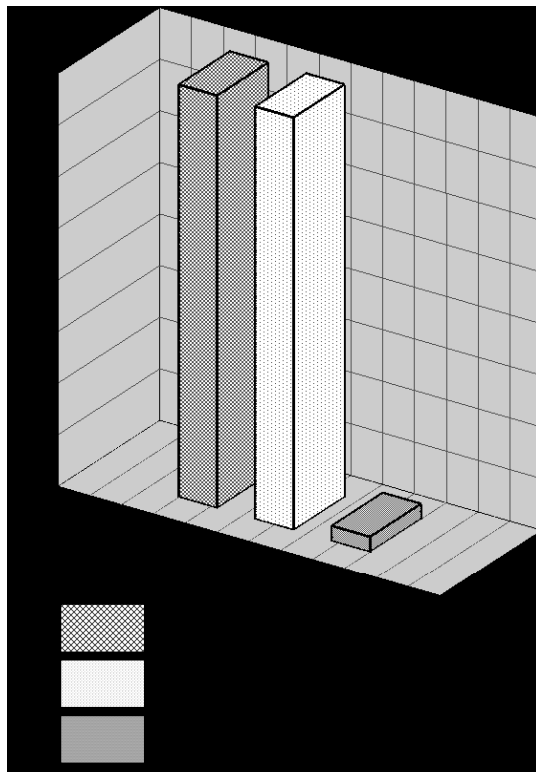


Fig. 1: Índices de los indicadores PER ponderados (año 1956)

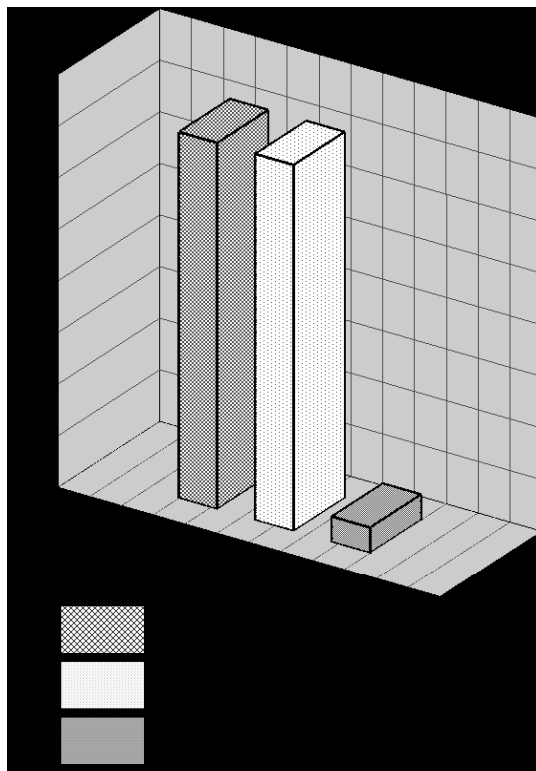


Fig. 2: Índices de los indicadores PER ponderados (año 1970)

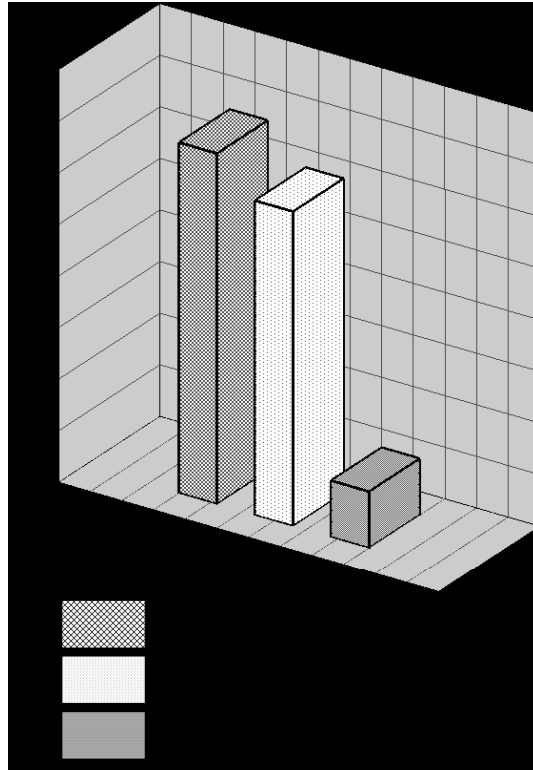


Fig. 3: Índices de los indicadores PER ponderados (período actual)

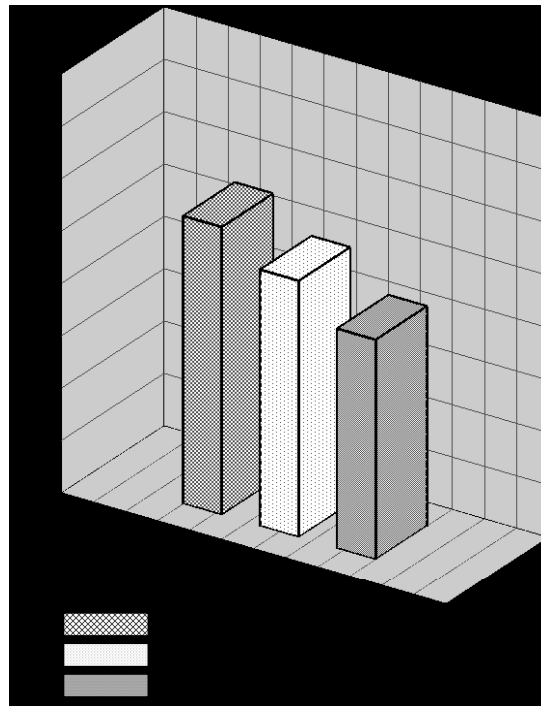


Fig. 4: Evaluación de la calidad ambiental para los tres períodos analizados

El tercer período de análisis, correspondiente a los inicios del 2000, los índices de indicadores de PER ponderados (Fig. 3) se observa una disminución apreciable en los indicadores de presión y estado. En el caso de los indicadores de respuesta, los valores siguieron en categoría de una mejoría evidenciada por el aumento de más del 50% con relación al valor obtenido en el período anterior, poniendo en evidencias un cambio en el accionar del hombre por contrarrestar las presiones y estado del medio ambiente. Con los valores obtenidos del índice de calidad ambiental de 46,79, se mantiene para este período en el rango comprendido entre 40 y 59 con valoración de la calidad ambiental de la clase 3 intermedia, pero comparando con ambos períodos previos la calidad ambiental disminuyó en un 8% comparado con 1970 y el doble (16%) comparándolo con 1956, quedando evidenciada una tendencia negativa de la calidad ambiental (Fig. 4).

4. Conclusiones

Con la aplicación de un procedimiento novedoso propuesto por los investigadores del proyecto ELANEM, [4] en el municipio Bauta, se obtuvo un sistema de indicadores cuantificables, obteniéndose valiosos resultados sobre la valoración de la calidad ambiental del territorio. Comparando los resultados del índice de calidad ambiental se observa una tendencia a la disminución de la calidad ambiental desde el año 1956, siendo el factor que mayor afectación provoca el crecimiento de la infraestructura económico-social del territorio, lo cual trae aparejado el aumento de las presiones al medio ambiente y por consiguiente una clara expresión negativa en el estado de los recursos del medio.

En las medias ponderadas de los indicadores de respuesta de todas las cualidades, se observó una tendencia positiva de respuesta analizando los resultados del año 1956 con relación al momento actual. Sin embargo, las puntuaciones más pobres fueron obtenidas integralmente en estos indicadores, que reflejan acciones del hombre para contrarrestar las presiones ejercidas sobre el medio y por tratar de mejorar el estado del medio ambiente aún son insuficientes.

Por los resultados obtenidos se pudo apreciar que los indicadores más afectados del territorio del municipio Bauta se relacionan con las aguas (superficiales y subterráneas), el litoral, los suelos y la vegetación. Los resultados obtenidos constituyen un valioso aporte ambiental, ya que por primera vez se aplica en Cuba este procedimiento metodológico para cuantificar indicadores ambientales como medida de la calidad ambiental. Así se da respuesta a la búsqueda de procedimientos que sirvan para medir o evaluar sobre bases cuantitativas la calidad ambiental del territorio estudiado, permitiendo establecer un programa de seguimiento de la calidad ambiental.

La adopción de este marco metodológico para la elaboración y uso de indicadores puede ser utilizado en otros territorios de las provincias habaneras e incluso a escala nacional como una herramientas de obtener información útil dentro del contexto municipal, provincial y nacional.

Referencias

- [1] A. Cendrero y otros. Medio ambiente y desarrollo: Perspectivas ante la Conferencia de Naciones Unidas en Río de Janeiro. *Antes y después de Río-92 y ¿Que fue Río-92?*, 169-187, 1992.
- [2] J.F. Alcaide. Evaluación ambiental integral del municipio Bauta, La Habana, Cuba. [Inédito]. *Centro de información Instituto de Geofísica y Astronomía*, Cuba, 98 p, 2001.
- [3] M. Luz, S. Schroh. Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y toma de decisiones. Argentina, 11 p, 2000.
- [4] A. Cendrero. Proyecto ELANEM, un aporte a la elaboración de indicadores de calidad ambiental. *V Congreso Latino-Americano de Ecología*, 10 p, 2001.
- [5] Scope. Environmental indicators, a systematic approach to measuring and reporting on the environment in the context of sustainable development. In: *Indicators of sustainable development for decision-making*. (N. Gouzee, B. Billhartz, Eds.), *Federal Planning Office, Bruselas*, 1-25, 1995.
- [6] Censo de población, vivienda y electoral. Informe General. *República de Cuba, La Habana*, Cuba, 1953.
- [7] G. Canevarif. Indicadores ambientales del partido de Tandil. Diagnóstico y hestión ambiental. *FCH-UNCPBA*, 15 p, 2001.
- [8] A. Cendrero. Variaciones espaciales y temporales de la calidad ambiental: un caso de estudio en el Norte de España. *V Congreso Latino-Americano de Ecología*, 2001.
- [9] A. Cendrero. Indicators and indices of environmetal quality in the North coast of Spain; present conditions and trends. *III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio and I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio del Área del Mercosur*, Mar del Plata, Argentina, 34, 2001.
- [10] EPA. A conceptual framework to support the development and use of environmental information for decision-making, environmental statistics and information division. *Office of Policy, Planning and Evaluation*, EPA 230-R- 95-012, 1995.
- [11] Junta central de planificación. Censo de población y vivienda. *Municipio Bauta, La Habana*, Cuba, 1970.
- [12] OCDE. Core set of indicators for environmental performance reviews. *Environmental Monograph*, 83, OCDE, 1993.
- [13] L. Salas. Indicadores medioambientales para el seguimiento de la calidad ambiental en el litoral Cantábrico, España. *II Reunión Internacional de Medio Ambiente Siglo XXI*, Santa Clara, Cuba, 10 p, 2001.

La huella ecológica de la ciudad de Cochabamba

P. Prado¹, W. Gamboa¹, V. Verardi²

¹ Estudiantes de Postgrado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

pablopradov@yahoo.com, suwilga@yahoo.com

² ECARES, CEE, Université Libre de Bruxelles, CRED, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix de Namur, CP-139, Av. F.D. Roosevelt, 50. B-1050 Bruselas, Bélgica
vverardi@ulb.ac.be

Palabras claves: Huella ecológica, urbanismo, desarrollo sostenible

Resumen

La huella ecológica (HE) analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población determinada; ambos se expresan en áreas biológicamente productivas necesarias para mantener tales servicios; actualmente este indicador es considerado una herramienta clave en la evaluación del desarrollo sostenible. En el caso de Cochabamba la HE per cápita ha sido calculada según la relación de usos del suelo y los datos socio-económicos para el área de influencia de la ciudad en 2001; aproximándose también a una visualización espacial. El modelo de ciudad y su dinámica combinada con el indicador HE permitió estimar el ritmo de consumo y si éste es sostenible en el tiempo, según el déficit ecológico generado. Se identificó la urbanización del suelo y sus requerimientos de energía, servicios y eliminación de desechos como mayor incidencia en la HE de Cochabamba.

1. Introducción

La mayor parte de la población mundial vive en ciudades, posiblemente ocasionando un efecto de ligera consideración y conciencia de la importante relación de la humanidad con la naturaleza en un ciclo ecológico. La ciudad, como muestra de los logros de las sociedades, puede ser explicada bajo diversas connotaciones y puntos de vista, pero es poco común visualizarla bajo el concepto de un organismo viviente y dependiente de una cierta porción variable del planeta Tierra, que además está supuesta a ser compartida con millones de especies. Este concepto puede ser abstraído por la relación sociedad - territorio con características propias en cada uno de los componentes y condiciones que surgen de la relación de ambos. En 2000 según el Worldwatch Institute en Sudamérica el 80% de la población vive en asentamientos urbanos [1], en Bolivia el porcentaje de población urbana es del 62,4% [2]. Según las tendencias de las últimas décadas es posible percibir el desequilibrio entre el ritmo de crecimiento demográfico y el territorio de las ciudades; es decir, las aglomeraciones de asentamiento humanos demandan cada vez más territorios para lo cual las nuevas tendencias económicas y el fenómeno de la globalización hacen posible que esta demanda se satisfaga

incrementando la ocupación de suelos, incluso en otras regiones, países o continentes; en desmedro de las sociedades y medioambiente locales. Aparece la interrogante de cuán grande debe ser el territorio según su capacidad de soporte para abastecer la vida de la ciudad, según su metabolismo o dinámica del modelo de ciudad.

Asumiendo un conjunto de circunstancias, tales como, población, estándares materiales, tecnologías existentes y otros debería ser posible estimar la superficie de territorio necesaria para el sostenimiento de la ciudad. Por definición esta superficie viene a ser la huella ecológica (HE) que analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población determinada [3]; ambos se expresan en áreas biológicamente productivas necesarias para mantener tales servicios; y actualmente este indicador es considerado una herramienta clave en la evaluación del desarrollo sostenible [4].

2. Metodología

Según la metodología de Wackernagel y Rees [3]; la HE mediante una aproximación simplificada se estima calculando la superficie de territorio (tierra o agua) necesaria para producir todos los bienes de consumo y asimilar los desechos de una determinada población con un cierto patrón de consumo. Para los cálculos se utilizaron los datos del último censo nacional de población y vivienda 2001 [5] y otros datos estadísticos económicos del Instituto Nacional de Estadística. A continuación se explica el procedimiento de cálculo: Se determinó la media anual de consumo por persona, mediante la sumatoria de las medias mensuales per cápita del área urbana de Cochabamba, disponibles en los resultados sobre el gasto corriente de hogares de la encuesta nacional de hogares (2003-2004) [6]. De acuerdo a la estructura del gasto de hogares, para cada ítem de consumo se estimó la superficie requerida según cada categoría de uso de suelos en una matriz, dividiendo la media anual de consumo del ítem por el precio de mercado y por la media anual de productividad (mediante una relación del uso del suelo y de la producción; convirtiendo luego el consumo a tierra según tablas y método de Wackernagel y Rees [3]; estándares sobre producción ecológica o estudios específicos de rendimientos). A continuación, se realizó la sumatoria de ítems calculados y la sumatoria de categorías de uso de suelos en un indicador agregado de HE (per cápita) que luego se multiplica por la población del área de estudio, para obtener el valor de la superficie de HE de la ciudad de Cochabamba. Finalmente se calcula, a partir de mapas temáticos, la superficie productiva disponible en el área de estudio. Según el ritmo de crecimiento demográfico, las tendencias de consumo, modelo de ciudad y sus distintos enfoques de conceptualización se estudiaron tres escenarios: Valle central de Cochabamba; cuencas (valles alto, central y bajos) del área de influencia de la ciudad de Cochabamba y departamento de Cochabamba en su totalidad.

El territorio ecológicamente productivo para producir recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por la población de la ciudad de Cochabamba fue estudiado en base a la HE asociada al consumo de energía, degradación de suelos, huertos, cultivos,

pastizales y bosques. Los cálculos fueron efectuados sobre una base per cápita para estimar la variación de la HE total al crecer de la ciudad y hacer una aproximación departamental.

3. Resultados y discusión

Energía: El consumo de energía está relacionado al uso de electricidad y combustibles; para el primer caso según estadísticas de la Superintendencia de Electricidad el consumo de electricidad en Cochabamba para 2005 fue de 644 238,47 Mwh; la producción de energía eléctrica estuvo compuesta por 54% a partir de combustible fósil y un 46% a partir de plantas hidroeléctricas; la huella ecológica (per cápita) estimada, relacionada a energía eléctrica es de 0,01 Hab/cap.

$$\frac{644.238,47[Mwh]}{1'671.860[Hab]} * \frac{1[Gj]}{0,278[Mwh]} = 1,386[Gj / Hab] \quad (1)$$

Para obtener el valor de energía por persona, se convirtió el consumo eléctrico per cápita en Giga joules (Gj). luego se diferenció el cálculo, porque la energía obtenida a partir de combustible fósil genera más polución que la misma cantidad obtenida a partir de plantas hidroeléctricas (100 GJ producidos por energía fósil necesita un territorio productivo de 1 ha/año, mientras que esta misma superficie sería asociada a una producción energética de 250 GJ por hidroenergía):

$$\left(53,67[\% fosil] * 1,386[Gj / Hab] * \frac{1[Ha / año]}{100[Gj]} \right) + \left(46,33[\% hidro] * 1,386[Gj / Hab] * \frac{1[Ha / año]}{250[Gj]} \right) = 0,01[Ha / año / Hab] \quad (2)$$

El consumo de combustibles está relacionado al transporte, industria y consumo domiciliario. Los combustibles más usados para transporte son gas natural, gasolina y diesel; para la industria: gas natural y diesel; y para consumo domiciliario: gas licuado y natural. La huella ecológica per cápita relacionada a combustibles es de 0,115 Hab/cap. Este resultado se obtiene a partir de la tabla 1 donde se presenta el consumo anual por tipo combustible, la energía de combustión equivalente al consumo en una unidad común (GigaJoules).

Tabla 1: Consumo de combustibles en Cochabamba y conversión a hectáreas

Combustible	Consumo anual Dpto. Cochabamba	Energía de combustión por unidad (GJ)	Área requerida C/ 100 GJ (ha)
Gas Natural	8.088 MMPC	8'567.903	85.679,0
Gas Licuado	56'446.287 kg	2'582.417	25.824,2
Gasolina	64'688.560 l	2'070.034	20.700,3
Diesel	165'622.010 l	5'995.517	59.955,2
TOTAL		19'215.871	192.158,7

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Superintendencia de Hidrocarburos [7] y otras fuentes [8]

Finalmente se calcula el equivalente de área requerida, multiplicando la energía de combustión por el factor.

$$\frac{192.158,7[Ha]}{1'671.860[Hab]} + 0,01[Ha / año / Hab] = 0,125[Ha / año / Hab] \quad (3)$$

Se obtiene una superficie de 192 158,7 ha asociada al consumo total de combustible en Cochabamba. Haciendo el cálculo por habitante, la HE total de energía es de 0,125 Ha/cap. En este valor están agregados también los consumos por servicios (comerciales, financieros y públicos), consumo de energía de producción, transporte y comercialización realizados en el departamento de Cochabamba.

Suelos degradados: Se encuentran suelos urbanizados de uso residencial, educación, salud, comercial, servicios, infraestructura y otros equipamientos; además suelos degradados por la actividad humana. En el valle central de Cochabamba para 2001 se calculó 15 300 ha de suelos urbanizados [9] con una población de 773.271 habitantes; cuya HE per cápita relacionada a suelo urbanizado sería de 0,02 Ha/cap (15 300 [ha]/773.271[hab]). La superficie urbanizada corresponde a un 10% del área total de la cuenca (159 000 ha aproximadamente cuenca Rocha-Maylanco) y a un 32% del área del valle central de Cochabamba (48 000 ha aproximadamente) [10].

Huertos, cultivos y pastizales: Se realizó el cálculo para estas categorías según la incidencia de cada producto alimenticio del consumo anual en Cochabamba (ver tabla 2) y la composición de la canasta básica normativa para Cochabamba [11]. Se divide el consumo anual de un producto entre la media de su precio al consumidor final, para luego dividir nuevamente entre el rendimiento medio anual por hectárea del producto. En dicho cálculo no se incorporó la energía de producción y transporte; ni la superficie de edificaciones debido a que ya fueron tomadas en cuenta en las anteriores categorías.

$$HE_{per/cap.} = \left(\frac{\text{Consumo.anual}[Bs]}{\text{precio.al.consumidor}[Bs/unidad]} \right) / \text{rendmto.}[unidad / Ha / año] \quad (4)$$

Entre los cereales y sus derivados se encuentran el maíz y harinas, especialmente de trigo [12]; teniendo el consumo masivo de pan también dentro este grupo. La HE estimada correspondiente a este grupo es de 0,29 ha/cap. En el grupo de las carnes (bovinos [13], pollo, pescado, cerdo) se calculó su HE en dos categorías, debido a la utilización de cereales y otros cultivos para alimento de los animales; y al pastoreo del ganado. La HE estimada para este grupo es de 0,58 ha/cap; siendo la de mayor incidencia en la HE total. Los productos derivados de animales como la leche y queso; al ser producidos en granjas y con dietas balanceadas o forrajeras no tienen gran incidencia. La HE de la producción de huevos es insignificante al ser parte en muchos casos de la producción de carne de pollo. Para los productos lácteos la HE estimada es de 0,0437 ha/cap. Los aceites vegetales producidos a partir de leguminosas [14] (soya, girasol), inciden en la HE estimada con 0,084 ha/cap. Las hortalizas de mayor consumo son la cebolla, tomate y zanahoria [15]; entre las legumbres preferidas están la arveja,

Tabla 2: Matriz de Consumo - Uso de Suelos de un habitante promedio de Cochabamba

	CONCEPTO	% Consumo mensual	Hectáreas energía	Hectáreas degradadas	Hectáreas huertos	Hectáreas cosechas	Hectáreas pastos	Hectáreas bosques	Subtotal
1	Alimentos y bebidas no alcohólicas	22.84							
	Pan y cereales	4.81				0.2908			0.2908
	Carnes (bovinos, pollo, cerdo, pescado, camélidos, ovinos)	6.38				0.195	0.3849		0.5799
	Leche, queso y huevos	2.29					0.0437		0.0437
	Aceites y grasas	0.92				0.084			0.084
	Frutas	1.5				0.0263			0.0263
	Legumbres y hortalizas	4.07			0.0263	0.0427			0.069
	Azúcares (mermelada, miel, chocolate, dulces, confites, refrescos)	2.67				0.048			0.048
	Café, té y cacao	0.2				0.0045			0.0045
2	Bebidas alcohólicas y tabaco	0.49				0.0017			0.0017
3	Prendas de vestir y calzados	5.71							0
	Prendas de vestir	4.12				0.0062			0.0062
	Calzado	1.59							
4	Vivienda, agua, electricidad, gas y otros combustibles	24.1							
	Alquileres efectivos e imputados de la vivienda (renta, construcción)	17.37						0.009	0.009
	Conservación y reparación de la vivienda	1.22							
	Suministro de agua y servicios diversos relacionados con la vivienda	1.88							
	Electricidad, gas y otros combustibles	3.63							
5	Muebles y artículos domésticos para el hogar	5.31						0.0001	0.0001
6	Educación	3.97							
7	Salud	4.6	0.125	0.02					
8	Transporte	8.68							
9	Comunicaciones (Equipos y servicios de telefonía y fax)	2.22							
10	Recreación y cultura	5.15							
	Equipos audiovisuales, fotográficos, informáticos y otros	2.2							
	Servicios recreativos, culturales y turísticos	1.72							
	Periódicos, libros y papeles y artículos de papelería	1.23						0.0008	0.0008
11	Restaurantes y hoteles	10.48							
	Servicios de suministro de comidas en establecimientos colectivos	10.48			0.006	0.1594	0.0986		0.264
12	Cuidado y efectos personales	5.44							
13	Servicios financieros	1.35							
	Total	100	0.125	0.02	0.0323	0.8586	0.5272	0.0099	1.57

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE y otras fuentes citadas

haba y lenteja; los tubérculos papa y yuca [16]. Para dichos productos se calculó una HE estimada de 0,069 ha/cap. Las frutas como el plátano [17], la naranja [18] y el durazno [19] ejercen una HE estimada de 0,026 ha/cap.

El azúcar así como sus derivados [20] (dulces, confites, refrescos, chocolates) producen una HE estimada de 0,037 ha/cap, referida principalmente a la superficie de cultivos de caña de azúcar. Para el caso del café, té y cacao [21] se asumió un promedio de superficie de cultivos correspondiente a 0,0045 ha/cap. Y para las bebidas no alcohólicas como gaseosas y jugos se calculó una HE estimada de 0,0106 ha/cap. Para el grupo de alimentos consumidos fuera del hogar (restaurantes) se asumió un promedio de la HE de los principales productos alimenticios y se lo ajustó a los costos directos de producción de alimentos en restaurantes; obteniendo así una HE estimada de 0,264 ha/cap. En el rubro textil se utiliza en un alto porcentaje la fibra de algodón [22] para producción de telas e hilos; la HE estimada de este rubro es de 0,0062 ha/cap. Para la confección de artículos de cuero se utiliza la materia prima proveniente del ganado bovino, cuya HE ya fue mencionada anteriormente. Agrupando los valores anteriores en cada una de las tres categorías, resultan HE estimadas para la categoría de: Huertos 0,032 ha/cap; cultivos 0,859 ha/cap y pastizales 0,527 ha/cap.

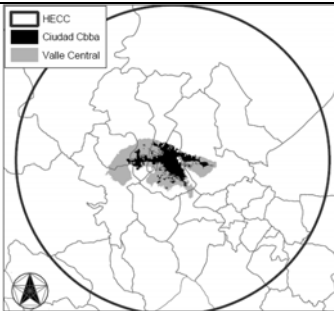
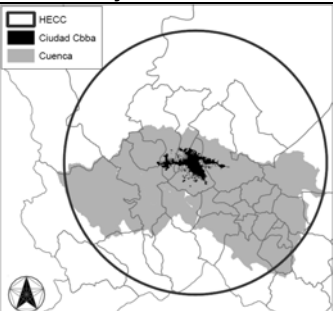
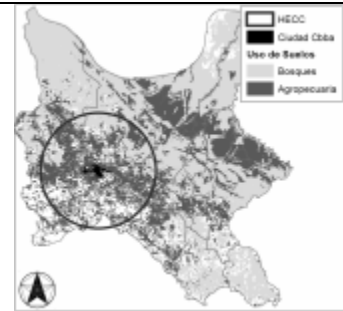
Bosques: Se realizó el cálculo a partir de datos globales nacionales del consumo de madera para construcción, mueblería y papel [23]. Siendo así, dentro del proceso de construcción y mantenimiento de viviendas la HE estimada es de 0,009 ha/cap. Para la fabricación de muebles y artículos de madera la HE estimada es de 0,0001 ha/cap (1m²/cap es de incidencia no significativa). El consumo de papel tampoco es significativo con una incidencia de 0,008 ha/cap en la HE, obteniéndose en ésta categoría un total de 0,0099 ha/cap de HE estimada.

Huella ecológica de la ciudad de Cochabamba: La sumatoria de la HE (ver tabla 2) de las categorías descritas anteriormente (energía, tierra degradada, huertos, cultivos, pastizales y bosques) proporciona el indicador de HE per cápita de 1,57 hectáreas, la categoría de cultivos tiene mayor incidencia, seguida de pastizales y energía. Este valor es mayor a la HE/cap de Bolivia, igual a 1,2 ha/cap; pero aún menor a la HE/cap mundial de 2,2 ha [24].

En 2001 según el censo nacional, el área metropolitana de Cochabamba tuvo una población de 773 271 habitantes; que multiplicados por la HE per cápita, resulta en la HE de la ciudad de Cochabamba (HECC) de 1 214 035,47 hectáreas. La superficie restante o superávit (crédito ecológico) del escenario 3, correspondería a áreas productivas destinadas a la exportación o zonas todavía en reserva. Según las proyecciones de población [30] y en base a los datos de los censos nacionales, en 2020 la ciudad de Cochabamba podría llegar a tener 1 135 000 habitantes y asumiendo el mismo valor (ritmo de consumo) de HE/cap de 1,57 ha; se tendría una HECC 2020 de 1 781 950 ha; superficie incluso mayor a todas las áreas agropecuarias y silvopastoriles del departamento de Cochabamba. En este contexto departamental con proyecciones de poblaciones para el año 2020, urbana (1 543 665 hab.) y rural (687 881 hab.); la estimación de la HEDC 2020 daría como resultado aproximado el

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto

consumo total de las tierras ecológicamente productivas del departamento de Cochabamba.

Escenarios	Escenario 1: Valle central de Cochabamba	Escenario 2: Cuenca Rocha-Maylanco-Sulti y Valles bajos	Escenario 3: Departamento de Cochabamba
Mapas	 <p>Fuente: Elaboración propia en base a cálculo de HECC, mapa base de la Dir. OT 2003 [25] y PROGEO</p>	 <p>Fuente: Elaboración propia en base a cálculo de HECC, mapa base de la Dir. OT 2003 y mapa de cuencas de la Prefectura de Cochabamba 2006.</p>	 <p>Fuente: Elaboración propia en base a cálculo de HECC, mapa base de la Dir. OT 2003, Atlas del Trópico de Cochabamba [26] y Modis (GLCF) [27]</p>
Superficies	(Total) 48.000,00 ha	(Total) 501.317,00 ha	(A+B-P) 2'818.376,20 ha
HE	HECC 1'214.035,47 ha	HECC 1'214.035,47 ha	HEDC *1'644.213,13 ha
Déficit	-1'166.035,47 ha	-712.718,47 ha	+1'174.163,07 ha
Descripción	Es el área de influencia directa e inmediata de la ciudad de Cochabamba (CC). Esta superficie es ampliamente rebasada por consumo de la ciudad, especialmente por crecimiento urbano con baja densidad [29], consumo de energía y bajo rendimiento en zonas productivas.	De influencia indirecta de la CC es la región de los valles cochabambinos, expresada mediante cuencas del valle alto, valle central, valles bajos y Santibáñez. Esta superficie es rebasada por consumo. Los suelos agrícolas son de buena calidad pero la producción es de bajo rendimiento, pese a programas de cooperación.	Se calculó áreas de uso agropecuario y silvopastoril: 1'755.953,80 ha (A) y áreas de bosques y arbustales: 2'259.583,40 ha (B); dando con un total de 2'818.376,2 ha de área ecológicamente productiva sin contar áreas protegidas (1'197.161 ha (P)). * La HE estimada para el departamento de Cochabamba, resulta de la suma de HE urbana y estimación de HE rural en base a la media de consumo rural [28]; para el total de población.

4. Conclusiones

A escala local (escenario 1) el déficit ecológico es grande; en términos de ocupación del suelo, la urbanización del valle y requerimientos energéticos, servicios y eliminación de residuos se anteceden a la prioridad de ocupación de suelos en la agricultura. Es decir, la ciudad crece en desmedro de áreas agrícolas, que deberían ser prioritariamente preservadas ya que el componente de alimentos es el de mayor porcentaje en la HE estimada de Cochabamba. Mientras la producción de alimentos se aleje más de la ciudad, el consumo energético crece incidiendo en la HE.

El indicador de la HE en general proporcionó una idea más concreta del impacto o área de influencia real de la ciudad de Cochabamba en el territorio; incluso con un alcance mayor a la visualización tradicional de microregión. Entonces el concepto de sostenibilidad de una ciudad, implica la sostenibilidad ecológica, económica y social de su área de influencia. Por tanto el conocer el tamaño de dicha área radica en la optimización de futuras decisiones a partir de procesos de planificación territorial ajustados a indicadores más precisos, en un marco de verdadero desarrollo sostenible. Probablemente es más compleja la relación de la ciudad con el territorio del departamento de Cochabamba, en especial todas las relaciones existentes con el sistema de asentamientos humanos que están vinculados con ésta. El indicador de la HE no pretende integrar a todas las relaciones posibles, ni ser un nuevo método de planificación; más bien, una herramienta que pueda llenar algunos vacíos en la gestión de la sostenibilidad. La composición del indicador de HE per cápita mostró que al rededor del 90% está asociado al consumo alimenticio proveniente principalmente de cultivos y campos de pastoreo. Este consumo en hectáreas por persona, comparado con el de otros países es relativamente menor. Por tanto, si se busca un equilibrio sostenible para no agotar todas las áreas productivas del departamento en el futuro, se deberían implementar acciones como optimizar el rendimiento de cultivos existentes, ordenamiento predial para evitar conversión de bosques en tierras de cultivos temporales, capacitar y fortalecer a productores, promover el consumo de productos locales, prevenir grandes pérdidas con análisis de riesgos y manejo de cuencas.

La precisión de la estimación de la HE está en función a los datos utilizados, que en algunos casos no presentan el nivel de detalle requerido o disponibilidad para el periodo. En todo caso es necesario el ajuste, la generación de nuevos datos y la actualización para la continuidad del indicador de la HE de la ciudad de Cochabamba para los futuros años.

Agradecimientos

A la Lic. Georgina Valverde L. por la colaboración y asesoramiento en el manejo de datos económicos y tabulación de información; y a todas las instituciones y fuentes de información citadas en esta investigación.

Referencias

- [1] World Resources Institute. The wealth of the poor. *Editorial Board, World Resources*, 2005.
- [2] INE. Cochabamba: Resultados departamentales. La Paz, Bolivia, 2002.
- [3] M. Wackernagel, W. Rees. Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. *IEP/Lom Ediciones, Santiago, Chile*, 2001.
- [4] Redefining progress for people: nature and the economy. La huella ecológica: Sustentabilidad, del concepto a hechos concretos. *www.RedefiningProgress.org*.
- [5] Tablas de Información estadística diversa. *www.ine.gov.bo*.

- [6] INE. Encuesta continua de hogares 2003-2004. Metodología y Resultados. La Paz, Bolivia, 2005.
- [7] Superintendencia de Hidrocarburos. Anuario estadístico 2005. www.superhid.gov.bo, 2005.
- [9] Federación de Entidades Empresariales Privadas de Cochabamba. *Reportes Económicos Mensuales, Cochabamba*, Bolivia, 2006.
- [9] P. Prado Velasco. Crecimiento urbano del A.M. de Cochabamba. *Seminario Retos para la Planificación del Área Metropolitana de Cochabamba, Programa de Geografía de la UMSS, Instituto de Investigaciones de Arquitectura, Cochabamba*, Bolivia, 2003.
- [10] Prefectura de Cochabamba. Mapa de uso del suelo del Valle Central de Cochabamba. *CLAS, PROMIC*, Cochabamba, Bolivia, 2001.
- [11] R. Pereyra, T. Velasco. Estimación de la pobreza urbana en Bolivia. *Revista de Análisis Económico*, 8, www.udape.gov.bo, 1994.
- [12] INFOAGRO. Cadena de cereales. www.infoagro.gov.bo.
- [13] INFOAGRO. Cadena de bovinos de carne. www.infoagro.gov.bo.
- [14] INFOAGRO. Cadena de aceites y oleaginosas. www.infoagro.gov.bo.
- [15] EUREPGAP. Estudio de mercado del sector hortofrutícola en Bolivia. *Ventana Informativa*, 2004.
- [16] INFOAGRO. Cadena de la papa y de la yuca. www.infoagro.gov.bo.
- [17] INFOAGRO. Cadena del plátano. www.infoagro.gov.bo.
- [18] Programa de Desarrollo de las Provincias Ichilo Sara (PRODISA BELGA). Cadena de valor de la naranja. *Imprenta Sirena*, 2003.
- [19] J. Fernández. Baja la producción de durazno por sequía y heladas en Cochabamba. *Opinión*, 2007.
- [20] INFOAGRO. Cadena del azúcar. www.infoagro.gov.bo.
- [21] INFOAGRO. Cadena del café. www.infoagro.gov.bo.
- [22] INFOAGRO. Cadena de textiles. www.infoagro.gov.bo.
- [23] INFOAGRO. Cadena de la madera. www.infoagro.gov.bo.
- [24] WWF. Living planet report 2004. *World Wide Fund for Nature*, 2004.
- [25] Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial. Mapas del Sistema Nacional de Información. *MDSP-VPOT*, 2003.
- [26] ASDI, IIA, PROGEO. Atlas del trópico de Cochabamba. *UMSS, ASDI, IIA, PROGEO, Cochabamba*, Bolivia, 2005.
- [27] M. Hansen, R. DeFries, J.R.G. Townshend, R. Sohlberg. UMD global land cover classification (1 km). *Department of Geography, University of Maryland, College Park, Maryland (1981-1994)*, www.umiacs.umd.edu.
- [28] INE. Gasto del área rural, ECH 2003-2004. La Paz, Bolivia, 2005.
- [29] H. Solares. Economía, sociedad y crisis ambiental. *CESU, UMSS, Memoria Editores, Cochabamba*, Bolivia, 2005.
- [30] INE. Cochabamba: Población total proyectada, por área y sexo, según años terminados en 0 y 5, 2000-2030. www.ine.gov.bo.

La gestión de sistemas alternativos de agua el sur de la ciudad de Cochabamba: Distritos 7, 8, 9 y 14

G. Achá Aramayo
Centro de Planificación y Gestión CEPLAG
Universidad Mayor de San Simón, Edif. Decanatura Economía 2 Piso,
Cochabamba, Bolivia
gabrielaacha@yahoo.com

Palabras claves: Gestión, sistemas alternativos de agua

Resumen

El presente trabajo busca identificar los factores explicativos de la gestión de los sistemas alternativos de agua. Se trata de pequeños sistemas que reciben diferentes nombres como ser: Comités, cooperativas, asociaciones y organizaciones territoriales de base (OTB); su origen se explica por la respuesta de los pobladores a sus necesidades insatisfechas que decidieron conformar sus propios sistemas de agua. Estos sistemas alternativos de agua en la zona sur cumplen con la tarea de ofrecer el servicio de agua a alrededor de 31 mil hogares sin servicios de red pública, actividad que desarrollan con grandes limitaciones y problemas técnicos, operativos y de gestión, que repercute en la calidad del servicio y en la eficiencia y sostenibilidad de sus sistemas. Los resultados generan información que contribuya a la búsqueda de un modelo de gestión social del agua, resultante de la evaluación y comparación de los sistemas.

1. Introducción

El problema de la falta de agua en la zona sur que comprende los distritos 7, 8, 9 y 14 de la ciudad de Cochabamba se debe a varios componentes como son: Rápido crecimiento poblacional [1] desde hace varios años atrás a la fecha, que sumado a la falta de proyección del gobierno municipal para encarar nuevos asentamientos humanos, trajo la desorganización y la masificación de las construcciones ilegales en zonas donde no existen servicios básicos. La pobreza también es otro factor que afecta para que estas personas construyan sus casas en la zona sur por ser económicas y al alcance de sus recursos.

El propósito de este trabajo de investigación es el de generar información que contribuya a la búsqueda de un modelo de gestión social del agua, que permita dar las bases para el mejoramiento de los sistemas alternativos de provisión de agua que existen actualmente. Para esto se determinó como objetivo general realizar el análisis de la gestión que efectuaron los distintos sistemas alternativos de agua (Fig. 1), con base en los objetivos específicos que son: La administración y los recursos humanos,

en segundo lugar la parte económica financiera y en tercer lugar la parte técnica u operativa [2].

La primera parte se refiere a la administración y recursos humanos [3], donde se pudo definir la forma o estructura interna que toma una organización. Y a la vez esta parte se divide en otras unidades que son: Situación jurídica, la organización interna, los recursos humanos, la comunicación y el control. Sobre la parte económica financiera [4] se divide también en otras unidades específicas que son: Administración financiera, inversión realizada, financiamiento obtenido y estructura de los ingresos obtenidos. Mientras que la parte técnica u operativa tiene los siguientes principales componentes de un sistema de agua [5]: Fuentes de captación, aducción, almacenamiento y distribución; finalmente se encuentra el tratamiento y calidad del agua.

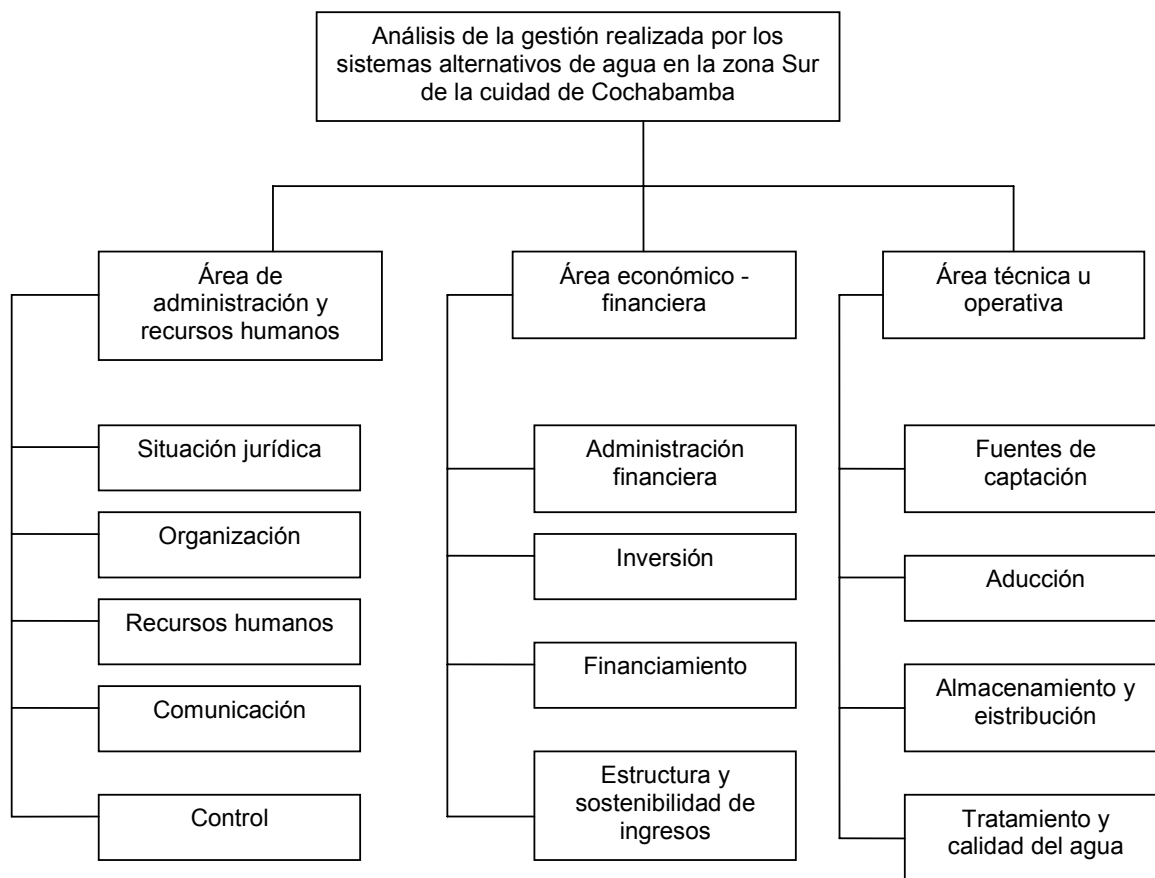


Fig. 1: La gestión que efectuaron los distintos sistemas alternativos de agua (en base a información recopilada en 2006)

2. Metodología

La investigación se inició con una fase de revisión bibliográfica y abstracción teórica, orientada a definir las variables relevantes y precisar el objeto de estudio. Una vez dilucidados los aspectos teórico - conceptuales y definidas las variables, se

determinaron métodos, técnicas e instrumentos de recolección de información en base a fuentes primaria y secundaria; con relación a estas últimas, se realizó una revisión documental bibliográfica y hemerográfica de material vinculado con la temática de la investigación. La información secundaria además de aportar con datos específicos propios del objeto de estudio, permitió situar claramente el contexto donde se desenvuelven las distintas relaciones sociales abordadas en el presente estudio.

Por otra parte, fue realizada una encuesta a 60 sistemas alternativos de agua de la zona Sur de Cochabamba circunscrito a los distritos 7, 8, 9 y 14. Factores económicos, junto a la falta de predisposición a colaborar por parte de algunos dirigentes de los sistemas alternativos de agua impidieron que se incluya una mayor cantidad de sistemas de agua. Por lo tanto, la validez de los hallazgos obtenidos en el análisis se circunscribe a la muestra de sistemas estudiados. Los instrumentos de recolección utilizados fueron el cuestionario, entrevistas y la observación directa, entre otros. El cuestionario fue diseñado en procura de la información de carácter integral y no parcial. Adicionalmente, para complementar y aclarar la información obtenida vía cuestionarios se realizaron entrevistas a dirigentes de los sistemas, así como fueron entrevistadas instituciones vinculadas con la temática (ONGs, organizaciones vecinales, organizaciones públicas entre otros). Una vez recogidos los datos necesarios, fueron sistemáticamente ordenados, clasificados y organizados para facilitar su respectivo análisis, teniendo en cuenta además a las necesidades de la investigación. En lo referente a los datos de fuentes primarias, estos fueron introducidos de forma manual a las bases de datos diseñadas para este fin. Para el efecto, el primer paso seguido fue la codificación de información (cualitativa y cuantitativa), obteniéndose como un producto un libro de códigos. Finalmente se procedió a la introducción de la información de los cuestionarios en bases de datos elaboradas en el software excel. Para luego validarlos y evaluarlos. Una vez concluida esta etapa, las bases elaboradas fueron transformadas al formato del software SPSS a fin de realizar los análisis estadísticos respectivos. Para gran parte de la información cualitativa obtenida a través de entrevistas e información directa, se elaboraron matrices cualitativas, cuyo análisis arrojó resultados importantes.

Para el análisis e interpretación de los datos fueron empleadas diversas técnicas siendo las estadísticas una de las más importantes. No obstante, la investigación no estuvo exenta de un análisis descriptivo de tipo cualitativo. La información de las bases de datos fue analizada a través de técnicas estadísticas uni variadas (estadígrafos descriptivos: Medias, medianas, modas por ejemplo) y multivariadas, siendo elaboradas numerosas tablas de contingencia para este último caso. Para el análisis de datos, así como para la aplicación de los tests correspondientes, se empleó el software estadístico SPSS. Una vez realizado el análisis de los datos, se procedió a la interpretación y sistematización de los hallazgos obtenidos. En función a dicha interpretación, se plantearon ciertos lineamientos de acción para mejorar la gestión organizacional de los sistemas de agua. Finalmente para la presentación de los datos, fueron empleados cuadros, tablas, gráficos y mapas.

3. Resultados

Debido a la falta de agua, distribuida mediante red a las viviendas a un precio accesible, se crearon sistemas alternativos de provisión de agua, que son una forma de organización voluntaria con iniciativa de los vecinos, delimitado por una jurisdicción territorial determinado que es su OTB.

Para realizar el análisis de la gestión efectuada por los sistemas alternativos de agua, se hizo el análisis en 3 áreas que son: Administración y recursos humanos, la parte económica financiera y finalmente la parte técnica u operativa. En la parte de administración y recursos humanos se encontraron serias deficiencias en lo jurídico o legal, ya que varios sistemas alternativos carecen de personería jurídica que les otorgue reconocimiento como organización ante el Estado, perjudicándolos en la obtención de donaciones, préstamos y otros. Sobre su organización interna también tienen deficiencias debido a que no cuentan con una estructura organizacional interna que defina claramente los niveles o áreas jerárquicas existentes, como también las herramientas organizacionales necesarias para delimitar las funciones o tareas necesarias para el desarrollo del sistema de agua. Entre los recursos humanos se encontraron dos situaciones: La primera donde el personal no recibe remuneración por el trabajo que realiza (más conocido como trabajo ad honorem) y la segunda que percibe un salario mensual.

En los cargos principales como presidente del directorio o administrador se encuentran mayormente hombres, estando las mujeres solamente en cargos menores como secretaria, vocal o tesorera. La formación académica también es deficiente debido a que indicaron bajos niveles de instrucción formal, aunque para la parte técnica de los sistemas de agua consideran que la experiencia en el ramo es más importante. Existe una buena comunicación interna entre los miembros del directorio y el personal contratado, así como con los usuarios o vecinos ya que dijeron tener interés y preocupación por su sistema de agua, por lo que frecuentemente se reúnen.

Otra deficiencia se encuentra en el control, ya que no existe un buen nivel de supervisión de los recursos económicos ya que existen casos de robos en los diferentes sistemas de agua. Sobre la parte económica financiera también tienen problemas, ya que no cuentan con documentos contables necesarios para llevar el control de los recursos económicos que se perciben, tanto por la conexión al servicio como por la tarifa de consumo de agua. La inversión que realizan es significativa, según la superficie a cubrir y la infraestructura necesaria para el funcionamiento que consta de: Perforación de pozos, construcción de tanques para almacenamiento y tendido de la red hasta las viviendas de los socios o usuarios. La tarifa que establecieron por lo general se la realiza sin ningún estudio previo, simplemente se ponen de acuerdo en cobrar una tarifa social que es muy baja y que solamente cubre los costos de funcionamiento (no cubre costos de inversión). Por esto se identificaron tres tipos de tarifas que son: Tarifa fija (que es un monto determinado como Bs 10 “consume lo que se consume”), tarifa por metro cúbico (donde se determina un precio por cada metro cúbico de agua) y la escalonada (que puede tener una parte fija y la

otra parte variable según el consumo que se realice). Para financiar los sistemas de agua existen tres caminos: El primero es únicamente con aportes de los vecinos que ponen cierta cantidad de dinero y que fluctúa entre los \$US 150 a 800, el segundo que es mixto ya que una parte ponen los vecinos y otra parten consiguen financiamiento o donación; y el tercero que es solamente con donaciones de alguna institución.

Sobre la parte técnica de los sistemas alternativos de agua, se puede indicar que tienen deficiencias por falta de mantenimiento del sistema de agua, debido a que el agua que sacan de los pozos por lo general es salitrosa y ocasiona con el tiempo el deterioro de las bombas de agua y del sistema de distribución. En cuanto al servicio que proporcionan estos sistemas de agua no es continuo, ya que muchos de éstos no tienen capacidad de distribuir agua las 24 horas del día, como tampoco cuentan con sistemas para hacer tratamiento del agua que distribuyen.

4. Conclusiones

Los sistemas alternativos de provisión de agua, pasaron por muchas dificultades e incluso continúan teniendo problemas, ya que la gran parte de éstos no cuentan con personal formado; por lo general son los dirigentes empíricos que manejan o administran su sistema lo mejor que pueden. Por esto es necesario capacitarlos en la parte organizacional, económico-financiera y técnica para que estas herramientas aprendidas les permita hacer una auto evaluación de su sistema de agua y estar en posibilidades de buscar soluciones a sus necesidades.

La sostenibilidad de estos sistemas de agua pasa por realizar un mejor control de los recursos obtenidos por concepto de consumo de agua que se traduce en una tarifa equilibrada y justa; también por controlar los costos de producción y distribución del agua que no existan fugas de agua en todo el proceso desde la obtención hasta la distribución.

Estos sistemas alternativos de agua tienen serios desafíos para mantenerse vigentes en el tiempo y solucionar la carencia de agua en la zona Sur de la ciudad de Cochabamba. Por eso que la capacitación es fundamental para la sobrevivencia de éstos.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento al Centro de Planificación y Gestión de la Universidad Mayor de San Simón y al VLIR por todo el apoyo recibido para desarrollar este trabajo de investigación, así como a los dirigentes de los sistemas de agua por su tiempo y colaboración prestada.

Referencias

- [1] C. Ledo. Promoviendo y protegiendo los derechos de las mujeres al agua en un contexto globalización y feminización de la pobreza. Agua potable a nivel de hogares con una dimensión de género: derecho de las mujeres al agua en las ciudades de El Alto, La Paz y Cochabamba (1a Ed.). *UNIFEM, CEPLAG, UMSS, Katholieke Universiteit Leuven y Vlaamse Interuniversitaire Raad*, ISBN: 99905-0-968-9, 273 p, 2005.
- [2] C. Ledo, G. Achá, J.C. Heredia, A. Rua, M. Sucre, E. Balderrama. Ciudad de Cochabamba periferia sur: Sistemas alternativos de oferta y demanda de agua para consumo humano. *CEPLAG, UMSS, Cochabamba, Bolivia, Documento en revisión*, 2006.
- [3] I. Chiavenato, Administración Proceso Administrativo. (3º Ed.). *Ed. McGraw-Hill, Colombia*, 415 p, 2001.
- [4] Norma Boliviana 689. Instalaciones de agua - diseño para sistemas de agua potable y su respectivo reglamento nacional 689. *Dirección Nacional de Saneamiento Básico, DINASBA, La Paz, Bolivia*, 101 p, 1996.

Propuestas de alternativas de ordenamiento sostenible en las unidades de paisaje de las tierras bajas de Cochabamba

A. Bruckner¹, G. Navarro²

¹ Departamento de Biología,

² Herbario Forestal Nacional "Martín Cárdenas"
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
dptbio@fcyt.umss.edu.bo, gnavarro@entelnet.bo

Palabras claves: Ecología del paisaje, potencialidad natural, ordenamiento sostenible, Chapare

Resumen

La región del Chapare, ubicada en las tierras bajas del Dpto. de Cochabamba y desde los años 70, está sometida a una fuerte presión antrópica, que ha provocado numerosos problemas ambientales; principalmente, la deforestación, erosión del suelo y fragmentación del paisaje. El presente estudio tiene por objeto identificar alternativas de uso sostenible del paisaje de las terrazas aluviales y sistema de colinas de las cuencas comprendidas entre el Río Ichilo, el Sajta y el límite inferior del Parque Nacional Carrasco, basadas en la potencialidad natural del suelo, utilizando la ecología del paisaje [1]. Como resultados, se proponen alternativas de uso del suelo: Agrosilvopastoril limitado para las terrazas medias o semialturas; silvopastoril y reforestación para las terrazas altas y colinas; áreas de protección y uso agroforestal limitado para el pie de monte, terrazas bajas o bajíos; y áreas de protección y ecoturismo.

1. Introducción

El paisaje es considerado como una combinación dinámica de elementos físicos, biológicos, humanos y culturales, que interactúan y evolucionan en bloque y que hacen del paisaje un conjunto geográfico indisociable [2]. Esta nueva aproximación considera al hombre como parte constituyente de los ecosistemas, sobre los que actúa modificándolos o transformándolos [1]. Dicho complejo de interacciones se hace aparente en la estructura del paisaje, manifestándose como un modelo o patrón repetitivo cuando se da un tipo particular de condiciones [3]. Uno de los alcances del estudio del paisaje apunta a la compleja problemática que involucra el logro del desarrollo sostenible. Este último requiere considerar, metodológicamente, aspectos transdisciplinarios, con el fin de mantener las partes dentro de un todo coherente y orgánicamente jerarquizado, tratando de encontrar una estructuración fundamental del medio de sustento. La ecología del paisaje facilita la resolución de estrategias de manejo del territorio a nivel regional, ayudando a conciliar intereses socio- económicos y conservacionistas [4].

La zona de estudio, pertenece al denominado sistema de paisaje amazónico pluvial del Chapare y Amboró, donde el nivel freático de agua y el pulso de las inundaciones han dado lugar a suelos altamente variables en cuanto a su fertilidad, drenaje y origen parental. En general presentan un bajo potencial para la producción de cultivos [5, 6, 8, 9]. Tales características, asociadas a un fuerte presión antrópica, reflejada en un crecimiento poblacional del 6% anual y un sistema de colonización con régimen de explotación no planificada e irracional de los recursos han conducido al casi exterminio del bosque clímax [11]. Según este autor, se constata además una baja fertilidad de suelos, determinada por un sistema de chaqueo progresivo, que lleva a utilizar terrenos durante años e incluso luego a abandonarlo por la baja producción. Todo lo anterior, convierte a este sistema de paisaje como uno de los menos sostenibles y más degradados del país y como una zona prioritaria de restauración ecológica.

Tratando de conciliar intereses sociales y de conservación, orientados hacia un desarrollo sostenible de los recursos, el presente estudio tiene por objeto determinar alternativas de uso sostenible del suelo de las terrazas aluviónales y sistema de colinas de cuenca comprendida entre el Río Ichilo, el Sajta y el límite inferior del Parque Nacional Carrasco, en base a la potencialidad natural del suelo, utilizando la ecología del paisaje como una herramienta de abordaje integrador (físico, biológico y social).

2. Métodos

El estudio se realizó en las tierras bajas del departamento de Cochabamba en 1999, en un área representativa de la llanura aluvial cuaternaria de la región amazónica, sector piedemonte andino y distrito del Chapare, comprendida entre el Río Ichilo, Sajta y límite inferior del Parque Nacional Carrasco, entre los paralelos 16°50' a 17°20' de latitud sur y 64°30' a 64°50' de longitud oeste, presentando una extensión aproximada de 98 771,01 ha (Fig. 1).

Las unidades de paisaje estudiadas son las que se encuentran en el sistema de paisaje amazónico Sur Occidental del Chapare: Climatófilo con sus variantes, colina, llanura y glacis alto; freatófilo, el inúndico o bajío, y el sucesional o ribereño [10]. Este estudio realizó una caracterización ecológica, un análisis y cuantificación de la cobertura y uso del suelo de ellas, una determinación de la potencialidad natural del suelo y una propuesta de alternativas sostenibles.

Las unidades de paisaje fueron caracterizadas por datos climáticos proporcionados por el SENAMHI, Cochabamba, siguiendo la metodología de Rivas y Martínez [7]. La geología y geomorfología se basó en estudios realizados en la zona y trabajo de campo. La descripción edafológica fue basada a través de perfiles y muestras de suelo donde se consideraron los principales parámetros (Tabla 1), analizados en el sitio [12, 13] y en el laboratorio de suelos de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Los parámetros del tipo de aguas, pH y conductividad eléctrica fueron analizados en aguas de ríos. Finalmente la vegetación fue evaluada mediante exploraciones realizadas en el

campo, a través de un listado de especies vegetales características de cada uno de los paisajes elementales y comprobación de las geoseries, según Navarro [14].

Tabla 1: Características del suelo para el cálculo de la potencialidad natural del paisaje [12, 16].

Propiedades	Prof. efectiva del suelo (cm)	Profundidad Horizonte A	Horizonte B			Salinidad	Pendiente (%)
			Textura	pH	Mineral		
0,5	< 10	0 - 2	extra suelta	< 3,5	arena cuarzo cuarcita laterita	> 2000	> 50
1	10 - 30	2 - 5	muy pesada	3,5 - 4,5	intrusivas ácidas areniscas silíceas	1600 - 2000	40 - 50
2	30 - 60	5 - 10	media pesada	4,5 - 5,0	esquistos	1200 - 1600	20 - 40
3	60 - 90	10 - 20	pesada	5,0 - 6,0	pizarras	800 - 1200	10 - 20
4	90 - 120	20 - 40	media suelta	6,0 - 7,0	arcillas, limos detríticas	400 - 800	5 - 10
5	> 120	> 40	suelta	7,0 - 8,5	intrusivas básicas Calizas margas	< 400	0-5

Propiedades	Clima (Indice ombrotérmico)	Aguas (Nro. meses inundados)	Suelo freático	Posibilidad de riego	Salinidad
0,5	< 2,0	> 5	< 0,5	nula	> 3000
1	< 18	3 - 5	> 20	varias	2500 - 3000
2	2,0 - 3,5	2 - 3	10 - 20	a veces	2000 - 2500
3	14 - 18	1 - 2	5 - 10	media	750 - 2000
4	3,6 - 7,0	0 - 1	2 - 5	buena	500 - 750
5	7,0 - 14	0	0,5 - 2	muy	0 - 500

Se utilizó la metodología de *landscape ecology* [3], usando imágenes de satélite LandSat-TM BGR a una escala de 1:100 000 y los mapas de cobertura [15] de los años 1990 y 1998; y comprobación de campo. Se determinaron los tipos de manchas (cobertura y uso del suelo), realizando algunas modificaciones en función a las observaciones encontradas en el campo. Asimismo, en cada unidad de paisaje, se cuantificaron los tipos de cobertura o manchas (utilizando el GIS con el Programa PAMAP). De ese modo, se especificaron, tanto la ubicación geográfica, área, perímetro y porcentaje de cada uno de estos elementos.

Mediante la tabla 2, adaptada de USDA [12] y FAO [16], se tienen los valores que permitieron medir la potencialidad natural del paisaje, asociados a las limitantes naturales de uso actual de la tierra y determinar la capacidad de uso de la tierra.

Para concluir, se elaboró un modelo de alternativas de ordenamiento sostenible de los posibles usos y manejo de cada una de las unidades con la información generada,

Tabla 2: Valores promedios de los principales parámetros del suelo

Paisaje elemental	Sub - paisaje	Textura	Color	pH	CE μ s	TBI	CIC	% SB	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺
									meq/100g			
Climatófilo	Colinas	YL a FY	5 YR Amarillo rojizo	4,1	44	2,3	12,7	19	1,7	0,4	0,05	0,14
	Terraza alta	FA a FYL	10 YR (6/6) Pardo amarillo	3,7	63	2,4	13,6	20	1,7	0,3	0,12	0,33
	Glacis alto	Y	7,5 YR (5/6) Amarillo rojizo	4,3	30	1,6	10,8	15	1,3	0,3	0,04	0,08
Freatófilo	Terraza media	FA a FY	5 YR - Café oscuro rojizo	4,4	30	2,2	14,8	17	1,7	0,2	0,08	0,11
Inúndico	Terraza baja	FY a FA	Pardo oscuro	4,3	35	2,9	10,8	30	2,4	0,4	0,06	0,12
Ribereño	Ribera fluvial	FL a FA	7,5 YR (3/4) Café oscuro	5	29	7,8	8,1	92	6,2	1,2	0,09	0,37

Leyenda: Textura, color, pH, conductividad eléctrica (CE); Total de bases intercambiables (TBI), capacidad de intercambio iónico (CIC), porcentaje de saturación de bases calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K)

3. Resultados y discusión

El área de estudio presenta un bioclima termotropical pluvial húmedo, con temperaturas medias de 24.2°C, precipitación media de 3 180 mm y un Índice ombrotérmico (Io) de 9. La vegetación amazónica está representada por las siguientes macroseries: Climatófila termotropical húmeda: *Talauma boliviana* y *Eschweilera coriacea*; edafohigrófila mesotrófica aluvial: *Calycophyllum spruceanum* y *Hura crépitans* e influencia de especies de la macroserie termotropical húmeda; riparia amazónica y brasileña (paranense: *Tessaria integrifolia* y *Salix humboldtianum*) y riparia amazónica: *Ochroma pyramidale* y *Cecropia membranacea* [11, 17].

En colinas y terrazas altas la vegetación potencial es un bosque climatófilo de altura o tierra firme, selvas o macrobosques pluviales sempervirentes con 3-4 estratos hasta de 30 m; en las terrazas medias la vegetación potencial o clímax es un bosque amazónico de semialtura y las terrazas bajas con vegetación potencial formada por bosque amazónico condicionado edáficamente. Son selvas que presentan meso y macrobosques semidecíduos a semisempervirentes de várzea con altura y diversidad menor que el bosque de altura, con tres estratos. En el sucesional o ribera fluvial es un bosque ripario amazónico y brasileño (micro bosques ribereños pobres en especies, que colonizan playas y orillas convexas de meandros de ríos) con dos niveles de bosque: el más antiguo de tierra firme con una altura media y el más reciente, que es un microbosque pionero, pobre en especies, encontrándose en orden las siguientes especies: *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachia*, *Gynerium sagitatum*, *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia*.

En cuanto a la geología y geomorfología se han determinado las siguientes estructuras geomorfológicas: Colinas con un relieve muy disectado, laderas pendientes, cimas

redondeadas y una altura promedio de 317 m. El glacis alto tiene relieve con pendiente suave (1-2°), numerosamente disectado con una altura promedio de 420 m. En la llanura se encuentran tres tipos de terrazas: Más altas con relieve plano a suavemente ondulado, poco disectado y altura promedio de 295 m, medias con relieve plano y altura promedio de 275 m y las bajas formadas más recientemente en bordes de lechos de ríos meándricos, presentándose como área plana y deprimida; y finalmente la ribera de ríos, que son lugares planos formados recientemente por sedimentos aluvionales.

Todas las unidades estudiadas presentan una reserva mineral pobre, excepto el bajo (terrazas bajas) y el sucesional (ribera de los ríos), cuyas reservas están formadas por arcillas y limos (Tabla 3), lo que les confiere una fertilidad media.

Tabla 3: Área y porcentaje de cobertura y uso de la tierra (año 1990 y 1998)

1990								
Clase de cobertura y uso de la tierra	Bosque primario altura y semialtura*	Bosque primario bajo y varzea *	Bosque secundario y/o sucesional	Pastos, cultivos y/o arbustos	Depósitos arenosos	Suelo con escasa o ninguna cobertura vegetal	Cuerpos de agua	Total
Colinas	14387,06	82,10	1078,46	1050,80	0	1904,01	0	18502,43
%	77,76	0,44	5,83	5,68	0	10,29	0	100
Llanura	7883,51	434,39	890,59	231,17	0	347,41	0,99	9788,06
%	80,54	4,44	9,1	2,36	0	3,55	0,01	100
Semialtura	20348,29	2770,57	4272,6	941,91	0,81	1473,51	1,62	29809,31
%	68,26	9,29	14,33	3,16	0	4,94	0,01	100
Bajo	8533,28	2595,98	1054,26	39,9	5,49	274,71	85,48	12589,1
%	67,78	20,62	8,37	0,32	0,04	2,18	0,68	100
Sucesional	4184,78	9463,76	4795,22	75,96	1464,79	1842,06	4359,82	26186,39
%	15,98	36,14	18,31	0,29	5,59	7,03	16,65	100
Piedemonte	1461,07	54,99	269,22	31,42	0	78,12	0,9	1895,72
%	77,07	2,90	14,2	1,66	0	4,12	0,05	100
Total	56797,99	15401,79	12360,35	2371,16	1471,09	5919,82	4448,81	98771,01
%	57,50	15,59	12,51	2,40	1,49	5,99	4,50	100

1998								
Clase de cobertura y uso de la tierra	Bosque primario altura y semialtura*	Bosque primario bajo y varzea*	Bosque secundario y/o sucesional	Pastos, cultivos y/o arbustos	Depósitos arenosos	Suelo con escasa o ninguna cobertura vegetal	Cuerpos de agua	Total
Colinas	4856,66	2247,06	949,34	8500,33	44,44	1895,89	8,71	18502,43
%	26,25	12,14	5,13	45,94	0,24	10,25	0,05	100
Llanura	4112,06	1167,73	1069,89	2948,31	10,2	473,81	6,05	9788,06
%	42,01	11,93	10,93	30,12	0,10	4,84	0,06	100
Semialtura	7953,37	5900,84	5275,98	9399,49	63,51	1195,6	20,53	29809,31
%	26,68	19,80	17,70	31,53	0,21	4,01	0,07	100
Bajo	3719,52	6232,7	1383,79	976,45	10,74	184,95	80,95	12589,1
%	29,55	49,51	10,99	7,76	0,09	1,47	0,64	100
Sucesional	1270,10	10808,05	5217,90	2343,51	2263,75	1358,57	2924,5	26186,39
%	4,85	41,27	19,93	8,95	8,64	5,19	11,17	100
Piedemonte	791,11	291,23	156,97	468,69	6,08	181,63	0	1895,72
%	41,73	15,36	8,28	24,72	0,32	9,58	0	100
Total	22702,82	26647,61	14053,88	24636,78	2398,72	5290,45	3040,75	98771,01
%	22,99	26,98	14,23	24,94	2,43	5,36	3,08	100

Según los estudios de Tosi [9] y Quiroga [6], los suelos del paisaje climatófilo o de tierra firme (colinas y terrazas altas) son de baja fertilidad y susceptibles a la erosión; éstos

son considerados de uso restringido por su fertilidad y características geomorfológicas. El paisaje freatofilo e inúndico por su origen aluvional reciente y nivel freático más cercano de la superficie presenta drenaje pobre y susceptible a anegación. Destacándose el inúndico o sucesional con horizonte A de valores más elevados en todos los parámetros evaluados, confirmando lo indicado por los anteriores autores citados, en que estos suelos presentan mayor fertilidad en las capas más superficiales.

En la tabla 3 se detallan los tipos de cobertura, superficies y porcentajes de cobertura y uso de la tierra para todas las unidades de paisaje evaluados. Se puede indicar que los datos de cobertura de bosque primario (que incluye al de altura y semialtura, como al de bajo o várzea, según comprobación de campo) ha sufrido una disminución considerable entre los años 1990 y 1998; así en 1990 la cobertura de este bosque abarcaba el 73% del área total y en 1998 solo abarcó el 50%. Esta drástica reducción que alcanza un 3% de pérdida anual es concordante con los datos citados por el Programa Forestal [18]. Esta reducción de área de bosque ha determinado un crecimiento casi del mismo orden de las áreas con pastos, cultivos y arbustos (que muestran un incremento del 2% en 1990 a 25% en 1998). Esto determina que en 1990 la matriz del paisaje (cobertura que más conecta al paisaje) sean los bosques primarios, mientras que en 1998 correspondió a tierras de uso agropecuario (pastos, cultivos y arbustos). También se evidencia una reducción del bosque en todas las unidades estudiadas (colinas, terrazas altas, terrazas medias, terrazas bajas, sucesional y piedemonte), presentando una mayor reducción en las colinas, donde el porcentaje ha cambiado de 78% a 38%. La unidad que presenta menor cambio es la várzea de 88% a 79%. Se observa la misma tendencia general en todas las unidades con el aumento de tierras de uso agropecuario, siendo las colinas donde más se incrementa, cambiando el porcentaje de 6% a 46%.

En todas las unidades estudiadas las aguas son ácidas, siendo el principal parámetro de este factor la variación del nivel de profundidad del agua del suelo o nivel freático (Tabla 4) y el ritmo de las inundaciones, factores que según Navarro et al. [11], son los principales factores que determinan la dinámica de estos paisajes.

En la tabla 4 se observan los datos obtenidos sobre uso actual de la tierra y las limitantes de uso. En lugares elevados el uso más extendido es el cultivo de piña y pastos, en terrazas medias el cultivo de plátano y en menor escala cultivos de maíz, yuca y cítricos, mientras que en lugares bajos mayormente la caza y la pesca con algunos cultivos (en los lugares más altos y en época seca). Asimismo, se ha determinado que en lugares elevados (colinas y terrazas altas) las mayores limitantes están dadas por la pendiente y erosión o lavado de nutrientes y en los lugares más bajos el número de meses inundados (8 a 9 meses).

En las tablas 5 y 6 se muestran datos y valores de la potencialidad natural intrínseca, donde los menores valores se encuentran en los lugares elevados (colinas, llanura y glacis alto) y la unidad con mayor valor es el paisaje elemental inúndico o de terrazas bajas, seguida por el freatófilo o de terrazas medias (27 y 26, respectivamente).

Tabla 4: Principales categorías de uso de la tierra y sus limitantes de uso en los diferentes paisajes elementales

Unidad de paisaje	Categorías del uso actual de la tierra en orden de mayor utilización	Limitantes de uso
Colinas	Agricultura (cultivos de piña) Ganadería (cultivo de pastos)	Pendiente de 15 a 32° Bajo nivel freático (9 a 15 m) Profundidad efectiva suelo (20 cm)
Terrazas altas	Agricultura (cultivos de piña) Ganadería (cultivo de pastos)	Pendiente de 4 a 8° Bajo nivel freático (5 a 12 m) Profundidad efectiva suelo (30 cm)
Terrazas medias	Agricultura (cultivo de plátano) Viviendas	Variación de drenaje Número de meses inundado (1 a 3)
Glacis alto	Agricultura (cultivo de piña en lugares elevados y cítricos en lugares mas bajos) Ganadería (cultivo de pastos)	Pendiente 15° Bajo nivel freático (20 m) Texturas pesadas (Arcillosas)
Terrazas bajas	Caza y pesca Agricultura en época seca	Número de meses inundado (8 a 9) Nivel freático superficial (0 a 4 m)
Sucesional	Caza y pesca Agricultura en época seca	Número de meses inundado (8 a 9) Nivel freático superficial (0 a 1 m)

Tabla 5: Datos y valores de suelo para el cálculo de la potencialidad intrínseca natural del paisaje

Unidad de paisaje	Prof. efectiva suelo		Profundidad Horizonte A		Textura		Saturación de bases		Reserva mineral		Salinidad del suelo		Pendiente (%)		Suma
	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	
Colinas	20 cm	1	1 - 3 cm	1	FY - AL	3	4,1	1	Areniscas silíceas	1	42	0,5	15 - 32°	2	9,5
Terraza alta	30 cm	1	1 - 5cm	1	FY - FYL	2	3,7	1	Arenas cuarzo	0,5	63	0,5	4 - 8°	4	10
Glacis alto	30 cm	1	1 - 3 cm	1	Y	3	4,3	2	Arenas cuarzo	0,5	30	0,5	15°	3	11
Terraza media	90 cm	4	1 - 5 cm	1	FA - FY	4	4,4	2	Arenas cuarzo	0,5	30	0,5	2°	5	17
Terraza baja	s/ límite	5	1 - 3 cm	1	Y - FA	2	4,3	2	Arcillas limos	4	35	0,5	0 - 2°	5	20
Sucesional	s/ límite	5	0 - 3 cm	1	FY - FA	2	5	3	Arcillas limos	4	29	0,5	0 - 2°	5	21

Con el fin de mantener un equilibrio ecológico de la zona y planificar un desarrollo ambientalmente sostenible, se establecen para el área 6 categorías de uso en la propuesta de alternativas de uso sostenible del área evaluada:

Silvopastoril y reforestación

Se identificaron colinas, glacis alto y terrazas altas, que son tierras de lugares elevados con severas limitaciones agrícolas, por la pendiente, nivel freático bajo y susceptibilidad a erosión. Presentan aptitud para la ganadería con ciertas limitaciones [5, 19], aptitud agrosilvopastoril y forestal limitada [20]. A partir de los antecedentes anteriores y evolución del paisaje [10], se recomienda que aquellas tierras desboscadas sean destinadas al uso silvopastoril y como un modo de manejo del bosque: reforestación con especies nativas maderables.

Tabla 6: Datos y valores de agua para el cálculo de la potencialidad intrínseca natural del paisaje

Unidad de paisaje	Nº meses inundados		Profundidad nivel freático		Salinidad (CE) (mS)		Suma	Suma total (agua y suelo)
	Dato	Valor	Dato	Valor	Dato	Valor	Valor	Valor
Colinas	0	5	9 - 15 m	2	9,8	3	10	19,5
Terraza alta	0	5	5 - 12 m	3	11,2	3	11	21
Glacis alto	0	5	15 - 20 m	1	12,6	3	9	20
Terraza media	1 - 3	3	0 - 5 m	4	25	2	9	26
Terraza baja	8 - 9	0,5	0 - 4 m	4	13	3	7,5	27
Sucesional	9	0,5	0,5 - 1 m	0,5	10	0,5	1,5	22

Agro silvopastoril limitado

Terrazas medias o semialturas de la llanura aluvial, con aptitud para uso agrícola con ciertas limitaciones principalmente inundaciones temporales (Tablas 3 y 4), dinámica de los ríos y variabilidad de drenaje. Presentan los valores más elevados de los parámetros determinados en suelos y el segundo valor más alto de potencialidad natural intrínseca. Si bien son tierras con aptitud forestal [5, 9] presentan también cierta aptitud agrícola y agropecuaria con limitaciones, lo cual concuerda con investigaciones realizadas por otros [5, 19, 20] y aptitud agrosilvopastoril [21]. A partir de los antecedentes anteriores y la evolución del paisaje [10], se recomienda que estas tierras sean destinadas al uso agrosilvopastoril limitado (árboles, cultivos y ganadería), en especial con cultivos perennes.

Protección y uso agroforestal limitado

Las unidades compatibles con este uso son el piedemonte y terrazas bajas o bajíos. Se encuentran en serranías y en el caso de las terrazas bajas se encuentran en la llanura de inundación, ambos formando una zona de amortiguación entre el Parque Carrasco y la llanura. Estas unidades cumplen funciones de protección de impactos, tanto al bosque del Parque Carrasco en el piedemonte, como en cuencas de ríos en terrazas bajas. Además, constituyen hábitat importante para ciertas especies de fauna y refugio para la vida silvestre en general. Sin embargo a sus condiciones generales de suelos con aptitud principal al uso forestal (como la mayoría de los autores indican), presentan también cierta aptitud agrícola, que ha sido determinada en base al análisis de suelos y a la determinación del valor más alto de potencialidad intrínseca. Esta aptitud moderada de las terrazas bajas, también ha sido referida por otros autores [5, 9, 20, 22]. Por los antecedentes anteriores, la evolución del paisaje analizado y las disposiciones del artículo 35 de la Ley de Servidumbres Ecológicas [23], se recomienda que sean destinadas como áreas de protección y uso agroforestal limitado (árboles con cultivos) en aquellos lugares que presentan mejor potencial agrícola.

Protección

En áreas de bosque que bordean orillas de los ríos, bosque bien conservado en terrazas altas y colinas (de propiedad de la UMSS) y bosque remanente bien conservados en colinas, terrazas altas y glacis. Son bosques bien conservados en lugares con pendiente. Deben ser conservados, según disposiciones del artículo 35° de la "Ley de Servidumbres Ecológicas" [23], que indica limitaciones legales de uso y

reglamenta su protección de 50-100 m a cada lado de las riberas, en virtud de la conservación y sostenibilidad de los recursos naturales renovables, en especial de las fuentes de agua. También se incluye actividades de ecoturismo y recreación, especialmente en las riberas y lugares altos como el glacis alto y el piedemonte subandino, por la belleza del paisaje, la vista de toda la zona y la recreación acuática.

4. Conclusiones

Las unidades de paisaje estudiadas presentan suelos ácidos, de baja fertilidad y un porcentaje de aluminio intercambiable. Sin embargo, se considera que el paisaje elemental freatófilo (terrazas medias) es el que presenta mejor aptitud agrícola, tanto en relación a las que se encuentran en lugares elevados expuestos a la erosión y lavado nutrientes, como a lugares más bajos, que a pesar de su mejor fertilidad están expuestos a continuas inundaciones.

Existe correspondencia entre la geomorfología, suelos y cobertura vegetal. Sin embargo, se ha comprobado que principalmente en los lugares elevados existe conflicto entre el uso actual de la tierra (cultivo de piña) y el potencial (silvopastoril y reforestación), como posible consecuencia de la presión de colonización existente en la zona.

El cambio en la cobertura del suelo en los años estudiados es evidente con una reducción anual del 3% (72 200 a 49 350 ha), con sustitución del bosque primario y/o potencial por pastos y cultivos, determinando que la matriz o cobertura que más conecta al paisaje cambie de bosque primario a pastos, cultivos y/o arbustos. Se han determinado alternativas de uso sostenible de la tierra: Agrosilvopastoril limitado para las terrazas con ciertas limitaciones por inundaciones temporales y variación de drenaje; silvopastoril y reforestación para las zonas altas desboscadas y sin aptitud agrícola por poca profundidad efectiva del suelo y alta pendiente; protección y uso agroforestal limitado a terrazas bajas y piedemonte subandino, entre fuentes de agua, la llanura y el Parque Nacional Carrasco; protección en áreas de bosque bien conservado en lugares con pendiente y bosques de las orillas de los ríos; ecoturismo.

Referencias

- [1] F. Burel, P. Baudry. *Ecología del paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ed. Mundi Prensa, Barcelona, España, 353 p, 1992.
- [2] M. Bolos. *Manual de ciencias del paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones*. Ed. Masson, Barcelona, España, 273 p, 1992.
- [3] R.T. Forman. *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, 632 p, 1997.
- [4] A. Grez. Bosques de "ruil" en Chile. In: *Landscape ecology, as a tool for sustainable development in Latin America*. Online: www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html, 1998.

- [5] A. Alvarado. Manejo de suelos en la región del Chapare. Proyecto IBTA/Chapare, Cochabamba, Bolivia. *Boletín No. 3*, 21 p, 1986.
- [6] A. Quiroga. Clasificación de suelos por su capacidad y fertilidad (FCC). *Desarrollo Alternativo Inc., USAID/Cochabamba*, Bolivia, 26 p, 1994.
- [7] S. Rivas-Martinez. Clasificación bioclimática de la tierra. *Fol. Bot. Matritensis*, 16, 1-25, 1998.
- [8] C. Salinas, J. Middleton. Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. Online: [http:// www. brocku.ca/epi/lebk.html](http://www.brocku.ca/epi/lebk.html), 1998.
- [9] J.A. Tosi. Análisis ecológico y capacidad de uso de la tierra en el área del proyecto Chapare. *USAID/Bolivia, La Paz*, Bolivia, 48 p, 1985.
- [10] A. Bruckner. Evolución del paisaje y alternativas de ordenamiento sostenible. *Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba*, Bolivia, 120 p, 1999.
- [11] G. Navarro, W. Ferreira, C. Antezana, S. Arrázola, R. Vargas. Biocorredor Amboró - Madidi - Zonificación ecológica. *Ed. FAN, Santa Cruz*, Bolivia, 216 p, 2004.
- [12] USDA. Soil survey manual. Hand book 18. USDA, Washington DC, USA, 1951.
- [13] MUNSELL soil color card. *Ed. Macbeth Division of Instrument. Baltimore*, Maryland, USA, 1990.
- [14] G. Navarro. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Rev. Bol. de Ecología y Conserv. Ambiental*, 2, 3-37, 1997.
- [15] S. Arrázola, W. Ferreira, M. Mercado, N. De La Barra. Caracterización de las unidades ambientales y evaluación de la degradación de la vegetación de la zona petrolera de Carrasco, Cochabamba, Bolivia. *Rev. Bol. de Ecología.y Conserv. Ambiental*, 7, 93-114, 1999.
- [16] FAO. Esquema para la evaluación de tierras. *Boletín de suelos, No. 32, Roma*, Italia, 1976.
- [17] G. Navarro, M. Maldonado. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. *Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba*, Bolivia, 719 p, 2002.
- [18] Programa Forestal Para el Trópico de Cochabamba. *Prefectura del Departamento de Cochabamba, Cochabamba*, Bolivia, 33 p, 1998.
- [19] OTRA-PLUS. Plan de uso del suelo del trópico de Cochabamba, Bolivia. 1998.
- [20] *Empresa Petrolera Chaco S.A.* Informe final. Ecology and environment, 145 p, 1998.
- [21] OTRA-ARCADIS. Plan de uso del suelo para la región Amazónica boliviana en los departamentos de La Paz, Beni y Cochabamba (propuesta técnica). Programa para el reordenamiento territorial de la región amazónica Boliviana en los departamentos de La Paz, Beni y Cochabamba. *EUROCONSULT, La Paz*, Bolivia, 38 p, 1998.
- [22] M. Macias. Estudio de suelos de la Universidad Mayor de San Simón Valle del Sajta. *Programa de Desarrollo Alternativo Regional, Cochabamba*, Bolivia, 21 p, 1993.
- [23] Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Normas técnicas sobre planes de ordenamiento predial. *Superintendencia Forestal, La Paz*, Bolivia, 55 p, 1997.

El crecimiento de la Ciudad de México y la contaminación del aire

S. Martínez Vásquez
Instituto Mexicano del Petróleo
Universidad Autónoma de Barcelona
smarvas@yahoo.com, smartinez@ecap.uab.es

Palabras claves: Contaminación del aire, impactos en la salud, centros de actividad económica, densidad de empleo

Resumen

La zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) ha sido caracterizada como sistema urbano aglomerado, donde se concentra gran parte de la actividad económica de México. La ciudad ha crecido por lo que se han incrementando la actividad económica, así como los niveles de contaminación y los impactos en la salud. El presente documento tiene como objetivo identificar los centros de actividad económica, en donde los impactos en la salud derivados de la contaminación del aire afectan a la población. Para identificar los centros se utilizaron los criterios basados en la densidad de empleo. Los resultados muestran que las 16 delegaciones y 28 municipios de la ZMCM cumplen con los criterios de centros de actividad económica.

1. Introducción

El crecimiento de la actividad económica de la zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) ha ido acompañada de elevados niveles de emisión de contaminantes. A esto se suman condiciones urbanas y topográficas, que junto con factores meteorológicos han incidido en los altos índices de contaminación atmosférica registrados en los últimos años. El problema de la calidad del aire ha alcanzado grandes dimensiones. El crecimiento de la población y su demanda de servicios ha incrementado enormemente las necesidades de energía y transporte.

De acuerdo con los registros de las estaciones de monitoreo atmosférico de los últimos años, los contaminantes más importantes son las partículas menores a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}) y el ozono (O_3). En el caso del ozono, anualmente rebasa la norma horaria (0.11 ppm) en más de un 80 por ciento de los días del año, mientras que para las PM_{10} se ha llegado a rebasar la norma para 24 horas ($150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) en cerca del 40% de los días del año. La exposición a los contaminantes atmosféricos provoca diversos efectos en la salud, dependiendo de factores como su nivel de concentración, tiempos de exposición, sinergia entre dos o más contaminantes y otros efectos de mediano o largo plazo. También influye la susceptibilidad de la población expuesta, donde los grupos más afectados son niños, ancianos y los enfermos con problemas respiratorios crónicos.

La intención de este trabajo es observar el crecimiento de la ZMCM en las últimas décadas e identificar los centros de empleo, aplicando una metodología que se han propuesto en el campo de la economía urbana, tratando de comprobar el policentrismo que tiene la ciudad, para ello se identificará los centros estimando el índice de densidad de empleo. Además de comprobar que la contaminación del aire es una consecuencia del crecimiento de la ZMCM.

2. La ciudad y economías de aglomeración

Normalmente se da por hecho la existencia de las ciudades sin cuestionar la razón de su formación, una pregunta que podría dar las razones que han llevado a que más del cincuenta por ciento de la humanidad viva en la actualidad en ciudades. Para un economista la ciudad es un espacio donde interactúan los mercados, es una unidad de producción, de consumo y también de generación de conocimiento, densidad e interrelación, estos son los aspectos fundamentales del hecho urbano [1].

Si se define la ciudad como un conjunto compacto de personas y de actividades económicas, como si se la define como un conjunto de relaciones que se desarrollan sobre un espacio físico restringido o que se desembocan en una polaridad reconocible, el elemento de aglomeración resulta siempre una característica fundamental y un principio genético de la ciudad. Las ciudades existen y han existido en la historia porque los hombres han encontrado más ventajoso y eficiente gestionar las propias relaciones personales, sociales, económicas y de poder de forma espacialmente concentrada. Los elementos que se encuentran en la base de la mayor eficiencia del modelo concentrado residen en lo que los economistas llaman indivisibilidad desde otro punto de vista, economías de escala [2]. La aglomeración y la complementación producen beneficios, por ejemplo por el aprovechamiento de las economías de escala, creando procesos eficientes, pero también producen efectos negativos. Tanto los beneficios como los perjuicios se denominan externalidades. Entre las externalidades positivas está la creación de fuentes de trabajo, la provisión de servicios y otros; y entre las negativas se cuenta con los accidentes, la delincuencia y la contaminación, todo producto resultado de aglomeración.

Si se define con el término genérico de economías de aglomeración a todas las ventajas que se pueden extraer de una estructura espacial concentrada. Una clasificación de tales economías es [2, 3]:

- Economías interna a la empresa;
- Economías externas a la empresa, pero internas a la industria;
- Economías externas a la empresa y a la industria o economías de urbanización.

A esta tipología de ventajas de aglomeración se le deben añadir aquellas que disfruta la población residente y cada uno de los individuos en cuanto a consumidores. Pero hasta qué punto los elementos antes mencionados dejan de actuar en beneficio de la población. La evidencia cotidiana ha demostrado que la ciudad, como cualquier recurso económico utilizado de forma intensiva, entre antes y después en una fase de

rendimientos decrecientes, a partir de un determinado umbral ocasionan perjuicios. Es por esto que la ciudad tradicional, compacta y con límites precisos, ya no se corresponde con el nuevo modelo de ciudad, crecientemente disperso, amorfo y discontinuo, que parece imponerse. En la actualidad, la gran metrópolis se estructura a escala regional mediante flujos de información, personas y mercaderías. La tendencia hacia el crecimiento urbano disperso ha suscitado un intenso debate sobre sus causas, efectos y posibles políticas.

Se presenta un hecho en donde los beneficios mencionados dejan de actuar más allá de una determinada dimensión urbana, a partir de la cual dichos elementos se transforman de positivos a negativos, de economías a *deseconomías* o son superados y eliminados por elementos que actúan en sentido contrario, como son: la congestión del tráfico, el crecimiento de fenómenos de criminalidad urbana, contaminación ambiental, etc.

Cuatro problemas, estrechamente ligados entre ellos, surgen para el investigador de la economía de la ciudad [3]:

- Qué precisa relación une cada elemento de economía o deseconomía con la dimensión urbana;
- Cómo (y si es posible) construir un indicador agregado de las economías/deseconomías al crecer la dimensión urbana;
- Si es posible definir, sobre esta base, una dimensión óptima de la ciudad.
- Si existe un costo social global de las grandes aglomeraciones urbanas pagado por sus habitantes (en términos de menor bienestar) o por habitantes de áreas no urbanas.

Es difícil analizar los costos de la dimensión urbana, a excepción del caso de los aspectos individuales y parciales vinculados a la dimensión más eficiente de suministro de algunos servicios públicos. El tema de la dimensión óptima de la ciudad necesita algunas profundizaciones y aclaraciones desde el punto de vista teórico y práctico para poder llegar a una formulación más correcta. Por lo tanto es importante que el análisis de la estructura urbana comience con el análisis de los centros de la ciudad.

Por un tiempo en la literatura se encontraban investigaciones sobre temas urbanos formulando modelos de ciudades con un solo centro (estructura monocéntrica) en la cual el transporte fue centrado en un solo distrito central de negocios. A inicios de los años 1980, artículos sobre ineficiencia en los sistemas urbanos y artículos sobre la congestión urbana postura la pregunta de las nuevas formas urbanas y, especialmente, algunas formas de ciudad dispersa con más que un modo, estructura multinodal o policéntrica, que remplazaría a la vieja forma urbana [4].

La discusión acerca de la emergente nueva estructura urbana puede estar incrustada en un largo debate acerca de la desconcentración y la reestructuración. Sin embargo, el análisis de las áreas urbanas policéntricas ha recibido durante los últimos años un fuerte impulso, tanto desde la parte teórica como aplicada. Estos esfuerzos los

podemos observar en la diversidad de trabajos aplicados que se han llevado a cabo en Europa y en Estados Unidos.

3. Aplicación de la metodología y caso de estudio: Zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM)

La zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) es un área concentradora de población, actividades económicas y poder político, que enfrenta problemas que por su naturaleza no tienen paralelo en otras ciudades. Situación que se combina con factores como: Precios bajos de energéticos y de bienes y servicios; insuficiencia de planificación urbana y de ordenación de usos del suelo; restringida inversión en bienes públicos urbanos; y estímulo a la apropiación privada del espacio. Todo esto ha deteriorado los recursos básicos y la calidad de vida de la población. Su ubicación en una cuenca cerrada, su altura sobre el nivel del mar y las características de su subsuelo han sido factores presentes en su historia. Su extensión abarca las 16 delegaciones del Distrito Federal y 34 municipios del Estado de México que el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) ha considerado como conurbanos a raíz de la actualización de la cartografía censal del 2000.

La problemática actual de la ciudad es de gran complejidad y no existe un consenso claro de su futuro. La calidad de vida y la productividad han disminuido al pasar a una estructura terciaria, en la cual la economía informal tiene preponderancia en términos de la población que en ella participa; enfrentamos serios problemas de sustentabilidad, particularmente en relación con el agua potable y con su entorno ambiental. La ZMCM se encuentra en una etapa de transición: De una fase metropolitana, quizá al surgimiento y consolidación de una corona regional megalopolitana, en la que el Distrito Federal disminuye su participación relativa en población respecto al Estado de México. Al mismo tiempo que se transforma el uso de suelo, desplazándose el habitacional y el industrial hacia el Estado de México, mientras que el comercial y de servicios se concentran en el Distrito Federal.

Lo anterior se manifiesta claramente cuando tenemos que en la ZMCM se encuentra el 17.41% de la población del territorio nacional, aún cuando abarca un área de tan sólo 0.3% de la República mexicana, existe una distribución no homogénea de la población en el Distrito Federal con 8 605 239 de habitantes, que representan el 48% de la ZMCM y los 34 municipios conurbanos del Estado de México, con 9 204 232 de habitantes, que son el restante 52% [5]. El inicio del proceso de metropolización de la ciudad de México tuvo lugar durante la década que se inició en 1940, sobre el territorio del municipio de Naucalpan, Estado de México. Dicho municipio empezó a mostrar su futura vocación urbana, condicionada por la inmediata vecindad con el Distrito Federal y la aparición de importantes actividades que atrajeron población proveniente de otros lugares. Su población en 1940 era de 13 845 habitantes. En 1950 la ZMCM estaba integrada por la ciudad de México -es decir, las actuales delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez y Miguel Hidalgo-, siete delegaciones del Distrito Federal y dos municipios del Estado de México; contaba con 2 982 075 habitantes,

sobre una superficie urbanizada de 26 275 ha, dando una densidad urbana de 113,49 hab/ha [6]. En esos años, la zona central de la ciudad de México se densificó considerablemente, pero en casi todas las delegaciones que la rodeaban las densidades de población eran menores a 100 habitantes/ha. Es importante destacar que en ese momento las 11 delegaciones periféricas contaban todavía con población rural, asentada en localidades dispersas menores a 2 500 habitantes. Entre el municipio de Naucalpan y la ciudad de México existía ya continuidad urbana. Durante este periodo se destaca que Tlalnepantla y Naucalpan se urbanizaron rápidamente; en ambos se duplicó el número de habitantes en diez años. La expansión de ambos municipios fue estimulada con la política de promoción a la instalación de industrias que definió el gobierno del Estado de México. En Naucalpan predominó la industria textil, alimenticia y la fabricación de componentes diversos; mientras que en Tlalnepantla fueron el cemento, siderurgia, herramientas, harineras y alimentos varios.

Para la identificación de los centros de actividad económica se comenzó con los datos de población y superficie de la ZMCM. Se identificaron los centros de empleo de la ZMCM utilizando el método propuesto por McMillen [7] y la metodología propuesta por Gordon y Richardson [8]. Como primer paso se obtiene la lista de los candidatos a centros, considerando las 16 delegaciones del Distrito Federal y 34 municipios del Estado de México que el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) ha considerado como conurbanos a raíz de la actualización de la cartografía censal del 2000. En la metodología de McMillen [7] basada en el trabajo de Giuliano y Small (1991) se exige un nivel de empleo municipal de 10 000 puestos de trabajo y una densidad de empleo superior (10 puestos de trabajo por acre o lo que aproximadamente lo mismo, 0,405 puestos de trabajo por km²). En la tabla 1, se presenta la densidad de empleo en la ZMCM por delegación y municipio; se observa que las unidades político-administrativas más densamente pobladas son Nezahualcóyotl (23.946 hab/km²), Coacalco de Berriozábal (23.343 hab/km²) y Chimalhuacán (20.239 hab/km²).

De los candidatos a centros, se obtuvo que 6 municipios no cumplen con la condiciones de un mínimo de 10 000 empleos, siendo estos Papotla (1.217), Chinconcuac (6.271), Tezoyuca (6.322), Nextlalpan (6.584), Chiautla (6.979) y Tepetlaoxtoc (7.463). De estos 6 municipios, a cuatro de ellos a partir de año 2000 el INEGI los consideró como parte de la ZMCM, mientras que todos cumplen con respecto a la densidad de empleo.

Los resultados del tabla 1 muestran que la mayoría de las delegaciones y municipios corresponde a centros de actividad económica, de acuerdo a su densidad de empleo, a excepción de 6 municipios que no cumplen con la condición mínima de empleo.

4. La contaminación del aire y los efectos en la salud

Uno de los efectos negativos que ha tenido el crecimiento de la ZMCM ha ocasionado un incremento de la ocupación en el sector no estructurado en la última década, como se observa en la tabla 2. En las últimas tres décadas, la medición de la ocupación en el

sector informal, también llamado no estructurado, experimentó cambios significativos de orden conceptual y metodológico en el contexto internacional y nacional. El concepto del sector informal desde la perspectiva de la ocupación, tiene su origen en los esfuerzos de desarrollo económico de los años cincuenta y sesenta, siendo precisamente en la esfera de la ocupación donde empezaron a surgir fenómenos que resultaban prácticamente imposibles de explicar desde el enfoque de la fuerza de trabajo y la teoría del desarrollo económico [9]. El surgimiento de formas atípicas de empleo evidenciaba claramente la insuficiente generación de empleo en el sector moderno de la economía para absorber la oferta de trabajo, dado el ritmo de crecimiento demográfico de los países en desarrollo y la creciente migración rural-urbana.

Tabla 1: Densidad de empleo en la ZMCM por delegación y municipio

ID	Nombre	Densidad de Población (hab/km ²)	Densidad de Empleo (emp/km ²)	ID	Nombre	Densidad de Población (hab/km ²)	Densidad de Empleo (emp/km ²)
Distrito Federal				9	Coacalco de Berriozábal	23.343	8.381,78
1	Alvaro Obregón	12.236	5.161,48	10	Cuautitlán	14.966	5.264,54
2	Azcapotzalco	13.243	5.505,32	11	Cuautitlán Izcalli	10.091	3.692,32
3	Benito Juárez	13.537	6.552,35	12	Ecatepec de Morelos	17.463	6.250,29
4	Coyoacán	11.884	5.242,59	13	Huixquilucan	15.454	5.808,44
5	Cuajimalpa de Morelos	6.934	2.791,93	14	Ixtapaluca	17.954	5.802,78
6	Cuauhtémoc	15.914	7.194,91	15	Jaltenco	9.259	3.290,49
7	Gustavo A. Madero	14.929	6.008,12	16	Melchor Ocampo	10.626	3.674,32
8	Iztacalco	17.962	7.535,72	17	Naucalpan de Juárez	13.033	5.039,83
9	Iztapalapa	17.431	6.936,93	18	Nextlalpan	8.584	2.893,68
10	Magdalena Contreras, La	14.324	5.928,29	19	Nezahualcóyotl	23.946	9.191,73
11	Miguel Hidalgo	7.600	3.416,42	20	Nicolás Romero	11.815	4.019,73
12	Milpa Alta	15.040	5.533,14	21	Papalotla	13.672	348,71
13	Tláhuac	10.758	4.021,87	22	Paz, La	994	4.833,77
14	Tlalpan	9.427	3.962,11	23	Tecámac	8.880	3.028,00
15	Venustiano Carranza	13.446	5.602,24	24	Teoloyucán	12.111	4.052,41
16	Xochimilco	9.815	3.881,59	25	Teotihuacan	7.974	2.727,50
México				26	Tepetlaoxtoc	2.709	889,51
1	Acolman	4.961	1.668,02	27	Tepotztlán	7.515	2.678,23
2	Atenco	10.998	3.682,97	28	Texcoco	9.605	3.278,12
3	Atizapán de Zaragoza	10.049	3.740,31	29	Tezoyuca	1.730	580,00
4	Chalco	7.403	2.313,01	30	Tlalnepantla de Baz	11.976	4.612,76
5	Chiautla	2.950	1.049,47	31	Tultepec	13.590	4.503,77
6	Chicoloapan	11.844	4.186,39	32	Tultitlán	15.589	5.441,01
7	Chiconcuac	2.627	916,81	33	Valle de Chalco Solidaridad	21.351	7.379,74
8	Chimalhuacán	20.239	6.721,45	34	Zumpango	7.127	2.372,15

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda, México 2001, Observatorio de la Ciudad de México, Información cartográfica, 1999)

Tabla 2: Población ocupada en el sector no estructurado en la ciudad de México

	1996	1998	2000	2001	2002	2003
Ciudad de México	1 607 530	1 907 292	1 673 179	1 774 545	1 926 772	1 887 851

Fuente: INEGI, "La Ocupación en el Sector No Estructurado en México 1995-2003", 2004

En la ZMCM el ozono y las partículas son los contaminantes que tienen una mayor importancia debido a sus efectos a la salud, la magnitud de sus concentraciones en el aire y la frecuencia en la que exceden las normas de protección a la salud. Los efectos a la salud debidos al ozono son las infecciones respiratorias agudas, tos, flemas, silbilancias, atrofia de mucosa nasal, irritación de ojos, disminución de la función ventilatoria, visitas de emergencia por ataque de asma. Es un riesgo para la salud de los niños, las personas de la tercera edad y para quienes padecen problemas cardiovasculares y respiratorios, como el asma, el enfisema y la bronquitis crónica. Mientras que los efectos en la salud por partículas menores a 10 y 2,5 micrómetros y aumento en las concentraciones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ generalmente se han relacionado con el aumento de visitas a servicios de urgencias, aumento de sintomatología respiratoria, hospitalización por incremento de los padecimientos respiratorios, bronquitis aguda en niños, bronquitis crónica en adultos y muerte prematura, principalmente en menores de edad y personas de la tercera edad.

La contaminación del aire y sus impactos negativos en la salud ponen en riesgo a la población más susceptible como son los niños, ancianos y aquellas personas que tiene problemas respiratorios crónicos. Otras personas afectadas son aquellas que por el tipo de ocupación que tienen en el sector no estructurado, como son: Ambulantes, personas con puesto improvisado en la vía pública, personas que tienen un puesto semifijo en la vía pública, entre otros. Los contaminantes del aire tienen distinto potencial para producir daños a la salud humana, dependiendo de factores, como sus propiedades físicas y químicas, de la dosis que se inhala y del tiempo de exposición.

5. Conclusiones

En la mayoría de las ciudades latinoamericanas se explica el crecimiento - en algunos casos explosivos - debido a la intensidad de los flujos migratorios. Se trata de un patrón de crecimiento urbano que se basa en primer lugar en el crecimiento de la población y en segundo lugar, en el comportamiento suburbanizador de algunos grupos como respuesta a la creciente congestión del centro.

La ZMCM no es la excepción ya que ha tenido un crecimiento explosivo derivado de la inmigración campo ciudad y aunque los resultados presentados muestran que las 16 delegaciones y 28 municipios tienen una densidad de empleo superior a lo sugerido en la literatura, entonces se podría considerar una ciudad policéntrica pero que crece en forma dispersa y amorfa. Uno de los problemas que ha generado este crecimiento es la contaminación del aire y sus efectos en la salud.

Referencias

- [1] Muñiz. Apuntes de economía urbana. Departamento de Economía Aplicada. *Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España, 2004.*

- [2] R. Camagni. Economía urbana. *Antonio Bosch, Barcelona*, España, 2005.
- [3] R. Capello. Economía regionale - Manuali. *Il Mulino*, 2004.
- [4] W. Crack, M. Kuijpers-Linde. Commuting in restructuring urban regions. *Urban Studies*, 31(3), 465-483, 1994.
- [5] INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, México DF, México, 2001.
- [6] Consejo Nacional de Población. Dinámica del poblamiento de la ZMCM. 2000.
- [7] D.P. McMillen. Identifying sub-centres using contiguity matrices. *Urban Studies*, 40(1), 57-69, 2003.
- [8] P. Gordon, H.W. Richardson. Beyond polycentricity. The dispersed metropolis, Los Angeles, 1970-1990. *J. of the American Planning Assoc.*, 62(3), 289-295, 1996.
- [9] Instituto Nacional de Estadística, geografía e informática. La ocupación en el sector no estructurado en México 1995-2003, *INEGI, México DF*, México, 2004.

Valoración económica y ecológica del humedal de Ayapel, Departamento de Córdoba

C.I. Villegas Palacio, A.L. Ruíz Arango, J. Machado, M.M. Jaime, L.M. Berrouet,
N. Gil, C. García Solórzano, C. Durango
Grupo de Evaluación y Valoración de Ecosistemas Estratégicos
C. García Solórzano
Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
cgarci4@unal.edu.co

Palabras claves: Caracterización, impacto, valoración económica, lineamientos de gestión

Resumen

La caracterización y análisis de la situación ambiental del complejo de ciénagas de Ayapel, se aborda a través de una mirada integral por medio del análisis de los componentes físico, biótico, económico, cultural y político del ambiente, profundizando en la interacción de las comunidades asentadas en la ciénaga y su relación con el entorno. Se observaron diferentes relaciones entre los componentes de cada dimensión cuya alteración repercute en otras dimensiones o en ella misma. Los impactos generados en la relación naturaleza - sociedad han deteriorado el medio ambiente natural y social, por lo tanto en compañía de los resultados de una valoración económica se diseñaron estrategias y lineamientos para la gestión ambiental del complejo cenagoso y sus comunidades a través de la formulación de diez proyectos de desarrollo para la zona.

1. Introducción

El municipio de Ayapel pertenece al departamento de Córdoba, situado al noroeste de Colombia, a orillas del Mar Caribe con una extensión de 23 980 km² y su localización geográfica de 09°26'16" y 07°22'05" de latitud norte y 74°47'43" y 76°30'01" de longitud oeste, posee un área de 1 959,82 km², que equivale al 7,83% con relación al total del departamento. De los 1 960 km² aproximadamente 15 000 ha corresponden a la zona de humedales representados principalmente por la ciénaga de Ayapel.

La ciénaga de Ayapel se encuentra, de acuerdo con la estratificación de la zona San Jorge, bajo el criterio de estratos y complejos cenagosos, ubicada en la zona III de la cuenca del San Jorge y pertenece al estrato medio de esta cuenca (C-30). Este complejo ha sido definido dentro del plan de manejo integral de los humedales de la subregión Momposina y cuenca del Río Sinú, como un sistema de alto valor ambiental y considerado importante como hábitat para la vida silvestre, por lo cual se piensa en la

opción de protección, pues pese a la intervención antrópica que se ha dado sobre el complejo, es el que presenta mejor estado natural o una mayor capacidad de amortiguación, especialmente esta ciénaga que constituye este complejo, además que se sustentan las pesquerías del bajo Cauca y el medio San Jorge (Cvs et al. [1]).

Los humedales son los ecosistemas más productivos del mundo. Su característica determinante es la disposición constante o temporal de agua a lo largo de todo el año, situación que favorece el desarrollo de una amplia diversidad de flora, fauna y microorganismos. Dadas las funciones que desempeñan en los ciclos hidrológicos y químicos, así como las extensas cadenas tróficas y la rica diversidad biológica que sustentan, se ha dicho que son los riñones del medio natural y supermercados biológicos. Paradójicamente, muchos humedales han sido tratados como tierras inservibles y desecados o se han degradado por otras causas (Barbier et al. [2]). Desde 1971, a través de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar), se han originado acciones encaminadas a la investigación y conservación de estos ecosistemas, considerados valiosos por sus funciones ecológicas, en particular como reguladores de regímenes ecológicos y como hábitats para fauna y flora endémica, estos ecosistemas revisten importancia en otros aspectos a nivel económico, cultural, científico y recreativo (Sánchez [3]).

En coherencia con estos esfuerzos, los programas de postgrados en Gestión Ambiental perteneciente a la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín), presentó la propuesta de investigación Valoración económica y ecológica del humedal de Ayapel - Departamento de Córdoba a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (Cvs), con el fin de profundizar en el conocimiento de este ecosistema, estableciendo las percepciones territoriales de las comunidades asentadas en la zona, y conjuntamente, determinando los principales valores que les provee este ecosistema.

2. Materiales y métodos

Para realizar una buena valoración económica del ecosistema en estudio deben conocerse con detalle sus características físicas, bióticas, valores culturales y políticos asociados al mismo, así como valores económicos directos. Por lo anterior se hace necesario realizar una evaluación ambiental del mismo que incluya los anteriores aspectos. Para tal fin, se constituyó un grupo interdisciplinario que permitiera a través de las diferentes técnicas y métodos de cada una de las áreas, capturar y establecer los principales valores del ecosistema de humedal de Ayapel pertenecientes a los diferentes componentes ambientales, determinación o identificación necesariamente emanada del diálogo entre los saberes técnicos del equipo de investigación y los locales de diferentes actores que conforman la población en la ciénaga de Ayapel (talleres con las comunidades).

Este ejercicio de caracterización ambiental se realizó empleando como herramienta de análisis el enfoque del modelo analítico por dimensiones (Ángel et al. [4]), que consiste en enfocar desde diferentes dimensiones de análisis (dimensión física, biótica, económica, cultural y política) las características, complejidades y escenarios ambientales en un territorio determinado. Dada la complejidad ambiental que se instaura en la ciénaga de Ayapel, derivada de la compleja interacción de múltiples actores, usos y percepciones territoriales, este enfoque permitió establecer una caracterización ambiental y la determinación de correlaciones a través de la construcción de una matriz analítica por dimensiones y el acercamiento de la valoración ecológica, esto permitió sintetizar la realidad ambiental en el territorio de Ayapel.

De este análisis se derivó, que en la actualidad el principal conflicto se asocia al uso y formas de tenencia de la tierra (particularmente asociadas a la ganadería extensiva), pues finalmente estas últimas determinan el desplazamiento de sectores productivos como la pesca y la agricultura, que constituyen oportunidades de ingreso para los habitantes de la zona. Como consecuencia de ello, se ha hecho un uso intensivo de la ciénaga más allá de los niveles sostenibles. Con esta información de problemáticas, atributos, potencialidades y restricciones que emanaron de la fase anterior, se procedió a la construcción de la cartilla didáctica llamada: "La ciénaga de Ayapel - Qué es lo más importante de nuestro territorio?", esta síntesis se constituyó en un insumo relevante para el proceso de valoración económica del humedal.

La relevancia de la valoración económica radica en que permite expresar en términos económicos los distintos valores asociados a los humedales (valores de uso como las pesquerías, recursos madereros y valores de uso indirecto o no uso como los asociados a las funciones ecológicas y valores patrimoniales respectivamente). Lo que permite superar en algún término la subvaloración de estos ecosistemas y que se sustenta en la concepción del humedal como pantano repleto de insectos donde se aumenta el riesgo de enfermedades como paludismo, interpretación que ha dado lugar a la desecación y conversión de muchos de ellos para dedicarlos a otros usos. La valoración económica es sólo una de tantas maneras que se pueden utilizar para definir y medir valores. Otros tipos de valores (religiosos, sociales, culturales, mundiales, intrínsecos, entre otros) también son importantes, pero en la mayoría de los países el valor económico es el más importante cuando quienes adoptan las decisiones tienen que hacer elecciones difíciles para asignar los recursos escasos de los que disponen (Lambert [5]).

El proceso de valoración económica de los bienes y servicios que provee la ciénaga de Ayapel se realizó a través del método de valoración contingente (MVC), técnica de muestreo basada en la interrogación directa de personas para intentar medir el valor económico que los habitantes de un lugar determinado le otorgan a cambios en el bienestar que les produce modificaciones en las condiciones de un bien ambiental. Para el caso de esta investigación, se estableció como objeto de estudio la valoración económica de los beneficios asociados a un manejo sostenible de la cCiénaga de Ayapel y del mejoramiento en la productividad de la zona y en las condiciones económicas de la población que se tendrían como consecuencia de ello. El bien

ambiental, en este proceso consistió en un proyecto que estaba constituido por una serie de mejoras para la ciénaga; entre ellas se encontraba la reforestación de caños y bordes de ciénaga, el repoblamiento de peces con especies nativas; la implementación de infraestructura de saneamiento básico (alcantarillado); el mejoramiento de las vías y caminos ya existentes; el fomento a la implementación de cultivos alternativos y el desarrollo de actividades de turismo alternativo, de manera que se diera una mayor interacción entre los turistas y las personas nativas de la zona, con el objetivo de que las actividades que se lleven a cabo en la ciénaga sean realizadas bajo cierto grado de regulación y supervisión. Estas mejoras se plantearon con base en las necesidades de la población, expresadas por ellos mismos durante la primera visita de caracterización que el grupo realizó a la zona de estudio.

3. Resultados y discusión

Después de la recolección de la información y datos necesarios, de acuerdo con los parámetros establecidos por la técnica de valoración contingente, a través de las encuestas piloto y definitiva, se procedió a la estimación de los modelos econométricos, encontrando que para ambas muestras, urbana y rural, el modelo logístico, presentaba el mejor ajuste, pues presenta un mejor comportamiento en general para las distintas formas funcionales. La forma funcional lineal es la que explica de una mejor manera el proceso de decisión de los habitantes del municipio de Ayapel, en cuanto a su decisión de participar o no participar en el financiamiento de los proyectos que se plantearon para mejorar la calidad de la ciénaga.

De acuerdo con la estimación de las medidas de bienestar, que derivan del modelo anterior, se puede expresar que el cambio de la población en un año por la realización de los proyectos propuestos ascendería a aproximadamente 89 millones de pesos con los cálculos por unidad familiar. Si se hace la agregación para los 4 años, el nivel de beneficios asociados a la implementación de los proyectos expresado por los habitantes de la zona podría estimarse en \$358 645 978. Finalmente, como esta política estaba diseñada para cuatro años, se puede concluir entonces que el nivel de beneficios asociado a la implementación del proyecto en la zona asciende a \$26 344 304, lo cual efectivamente es una cifra significativa si se tiene en cuenta el nivel de ingresos promedio para las familias en cada una de estas zonas.

Teniendo en cuenta que este valor no es un precio de los bienes, atributos y propiedades del ecosistema, sino un indicador del bienestar que la población asentada en la zona derivaría de éste, si se realizaran las mejoras propuestas en el escenario contingente. Se procedió finalmente a establecer líneas de gestión, acordes con este parámetro y con las necesidades y expectativas reflejadas por la comunidad en el ejercicio de caracterización y valoración. Se concluye finalmente que un plan integrado de manejo del humedal de Ayapel debería comprender por lo menos las siguientes líneas o proyectos base:

- Proyecto de educación ambiental para el municipio de Ayapel.

- Capacitación en el diseño e implementación proyectos ambientales escolares - PRAE.
- Mejoramiento de vías de comunicación.
- Incentivos para los sistemas productivos tradicionales y alternativos.
- Incentivos para el desarrollo de programas de turismo alternativo.
- Reforestación de bordes de caños y ciénaga.
- Repoblamiento de peces con especies nativas.
- Establecimiento y recuperación de corredores biológicos.
- Proyecto recuperación de la conectividad del sistema hídrico del humedal de Ayapel.
- Programa de saneamiento básico: Relleno sanitario y alcantarillado.

Los gestores, planificadores o quienes les competa, en última instancia el manejo y toma de decisiones sobre la ciénaga de Ayapel, pueden emplear este tipo de indicadores, como una herramienta que les permita comparar los beneficios de implementar este tipo de proyectos que propenderían por un manejo sostenible de la ciénaga frente a los derivados de otro tipos de usos, que pueden ser no tan sustentables ecológica y socialmente.

4. Conclusiones

Se encontraron fuertes relaciones entre las actividades antrópicas y las decisiones políticas con la situación actual del ecosistema, no sólo desde el componente biótico sino también desde el físico, en donde se observan grandes cambios y afectaciones del ambiente natural por la actividad humana. La precariedad para la satisfacción de las necesidades básicas, el pertenecer la mayoría de los entrevistados a una economía de subsistencia, la inestabilidad laboral y en la obtención de ingresos, entre otros atenuantes; influyen directamente en que muchos de los encuestados no tuvieran una DAP por los proyectos de mejoramiento de la calidad de su entorno. Sin embargo, esto no significa que no valoren la ciénaga, simplemente de manera directa no pueden pagar por estos proyectos. El 19,8% de los encuestados de FA y el 4,5% de FC propuso otras formas de contribución alternas al de DAP, dentro de estas alternativas se encuentran:

- Trabajar en los proyectos propuestos.
- Aportar su conocimiento para la formulación e implementación de los proyectos.
- Participar de los proyectos por medio de programas de concientización.
- Aportar un día de trabajo para los proyectos.

Lo que demuestra un alto interés de la comunidad de Ayapel por la recuperación y la mejora del territorio. El uso del modelo analítico por dimensiones permitió encontrar importantes interrelaciones entre los diferentes componentes estudiados, lo que facilitó la caracterización de la zona y ayudó ampliamente a describir la problemática ambiental presente.

Referencias

- [1] Corporación Autónoma Regional de los Valles del Río Sinú y San Jorge (CVS), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB), Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge (CORPOMOJANA), Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPOMAG), Corporación Autónoma Regional para el Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) y Ministerio del Medio Ambiente. Plan de manejo de los humedales de la subregión de la depresión Momposina y cuenca del Río Sinú. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia, 2002.*
- [2] E. Barbier, M. Acreman, D. Knowler. Valoración económica de los humedales: guía para los decisores y planificadores. *Oficina de la convención RAMSAR, 143 p, 1997.*
- [3] H. Sánchez, A. Baquero. Algunos comentarios socioeconómicos sobre los habitantes de los humedales de los ríos San Jorge y Sinú. Disponible en Línea en Internet en: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/bolmuseo/1988/bol20/bok6.htm>, 1998.
- [4] E. Ángel, S.I. Carmona, L.C. Villegas. Gestión ambiental en proyectos de desarrollo. Posgrado en gestión Ambiental, *Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia, 235 p, 2001.*
- [5] A. Lambert. Valoración económica de los humedales: Un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. RAMSAR, http://www.ramsar.org/features/features_econ_val1_s.htm, 2003.

El desarrollo sostenible en un medio ambiente frágil: Estudio del caso de Trinidad, Beni, Bolivia

E. Loubaud
Universidad de La Rochelle, Francia
eric.loubaud@gmail.com

Palabras claves: Desarrollo sostenible, urbanización, Amazonía, inundación

Resumen

A través del ejemplo de la ciudad de la Santísima Trinidad, la capital beniana, pretendemos ver y entender este problema complejo como es introducir el desarrollo sostenible en las políticas urbanas. Después de un análisis crítico de este tema general, nos proponemos tomar el ejemplo de esta ciudad de tamaño aún razonable (75.540 habitantes en 2001, más de 90.000 en 2006 [1], pero que hoy tiene un desarrollo preocupante. Además, como nos encontramos en la llanura inundable más grande del mundo (en los Llanos de Mojos entre 100 000 y 150 000 km² se inundan cada año de dos a cuatro meses, entre enero y abril) y en un ambiente amazónico hostil y cambiante (el año se divide entre sequías desastrosas e inundaciones que transforman la llanura en un inmenso mar tropical).

1. Introducción

El desarrollo sostenible y en particular la preservación del medio ambiente son las preocupaciones más importantes en el ordenamiento territorial de hoy. Se puede ver a través del mundo que la inclusión de estas problemáticas dentro de las políticas de planificación tiene mayor importancia desde el protocolo de Kyoto en 1990. Sin embargo, existe un fenómeno que queda en el centro del debate: La urbanización. En efecto, en 1990 las principales ciudades del mundo habían crecido de manera incontrolada y desordenada y, en muchos casos, sin respeto a la naturaleza. Si bien es un trabajo enorme modificar una gran ciudad que ya vive problemas de este tipo, otro es dar a ciudades más pequeñas que se están desarrollando, una planificación en el marco del desarrollo sostenible. Y Trinidad pertenece a esta última categoría.

Así como es importante incluir este tema en la urbanización, no debemos olvidar que cada caso es diferente. Así, el desarrollo sostenible es más un concepto que hay que adaptar al territorio que tenemos que planificar, que una solución milagrosa para todo. El conocimiento de las características físicas, humanas, históricas y políticas a los niveles locales, regionales y nacionales son extremadamente importantes para una planificación sino perfecta, por lo menos lógica.

Trinidad, la capital beniana, puede ayudarnos a entender estos puntos. De acuerdo a lo expuesto antes, estamos en una ciudad de tamaño aún razonable (75.540 habitantes en 2001 [1] y más de 90.000 hoy día) y en estas líneas vamos a ver si hay una inclusión de estas problemáticas en su planificación y si hay, como está aplicado.

Antes de continuar, vamos a ver las características de la urbanización boliviana. En efecto, este país de 1.098.581 km² carece de ciudades enormes como en el resto de América Latina. Aquí tenemos un eje urbano que está compuesto por tres ciudades con sus urbanizaciones: La Paz/El Alto (más o menos con 1,5 millones de habitantes), Cochabamba (ca. 750 000) y Santa Cruz de la Sierra (ca. 1,2 millones). Al lado de este eje principal, hay ciudades más pequeñas. Por unos casos son ciudades con importancia histórica (como Potosí y Oruro) y que hoy no son tan grandes. En otros casos, hay ciudades que no tenían ningún peso en Bolivia y que hoy se están desarrollando, como es Trinidad.

2. Descripción de Trinidad y de su medio ambiente

Una breve descripción geográfica del Beni parece indispensable para entender los aspectos que influyen en el desarrollo de Trinidad (Fig. 1). Con sus 213.564 km², este departamento fundado en 1842 es el segundo más grande de Bolivia, después de Santa Cruz [2]. Se encuentra en la región amazónica, es decir con clima tropical húmedo e invierno seco. Es la actividad fluvial que ha influido el paisaje geomorfológico. En efecto, ella fue y es muy importante en el Beni desde el Cuaternario. Este departamento está compuesto por una inmensa llanura inundable (la más grande del mundo en superficie y duración), los llanos de Mojos o Moxos que está situada entre los Andes y el Escudo brasileño. Entre 100 000 y 150 000 km² se inundan cada año durante dos a cuatro meses, en época de lluvias (entre diciembre y abril) [3].

Con 362 521 habitantes en 2001 [1], el Beni es uno de los departamentos menos poblados de Bolivia (la densidad es de 1,7 habitante/km²). Tres ciudades importantes componen el paisaje urbano: Trinidad (la capital), Riberalta y Guayaramerín. Es una de las regiones más pobres de Bolivia con el 76% de su población.

Por su parte, Trinidad es la capital de este departamento y fue fundada en 1686 por el padre Cipriano Barace (ver [4, 5, 6, 7, 8]). Esta ciudad conoce un crecimiento importante desde los años 1970, pero siendo una región aislada no fue afectada por grandes eventos de la historia boliviana; la Independencia (1825) o la Revolución de 1952 no tuvieron tantos efectos aquí en comparación con los departamentos andinos (ver [9, 10]). En efecto, excluyendo la época de la goma (1880-1910), el Beni y de manera general el Oriente, fue olvidado por un gobierno (colonial y después boliviano) centralizado sobre su occidente y las riquezas mineras. Desde los años 1970, esto ha venido cambiando por la vinculación de Trinidad con el resto del departamento, debido a la construcción y mejoramiento de caminos. Entonces, poco a poco, Trinidad se desarrolló hasta la imagen que tenemos hoy día.

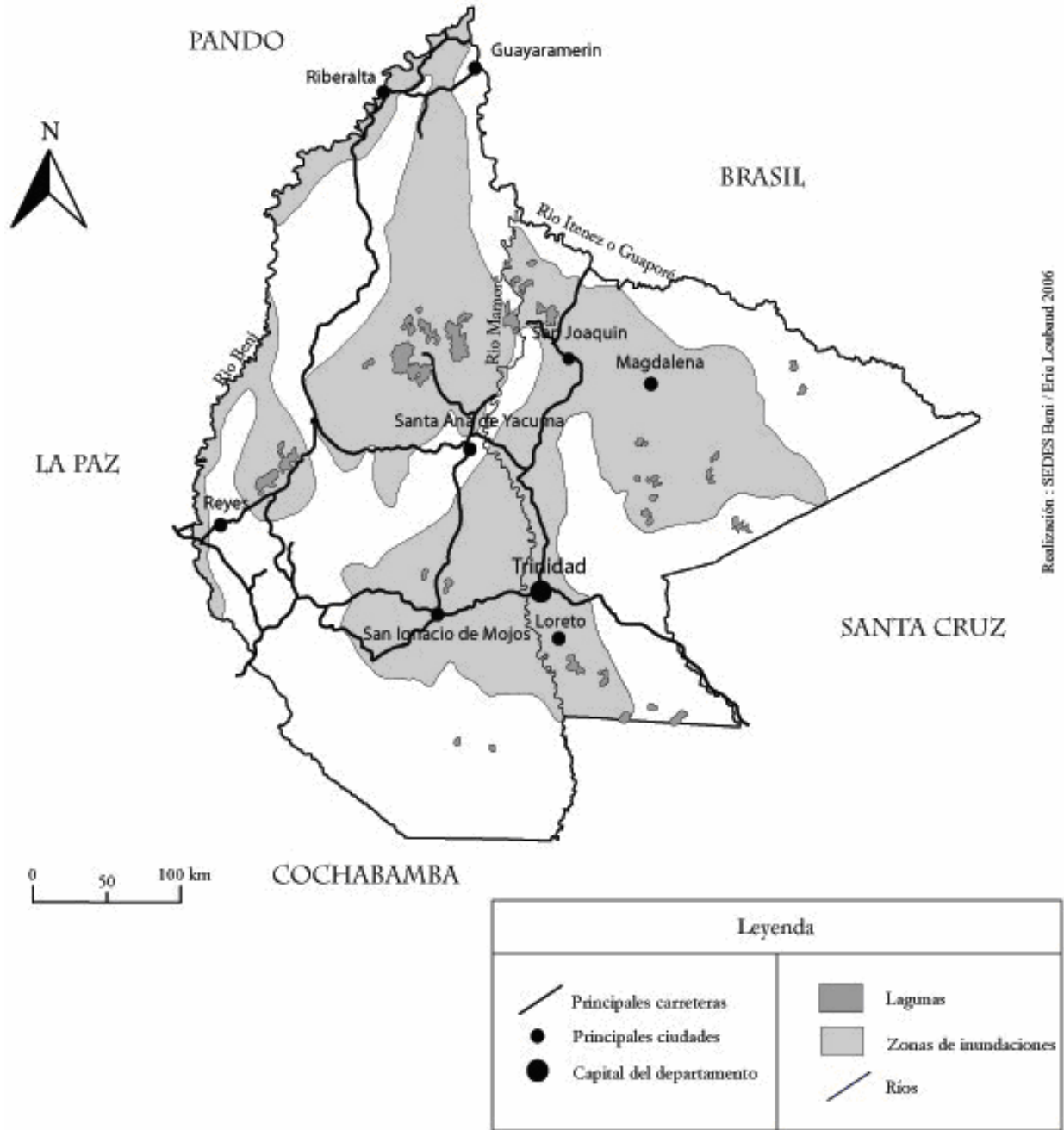


Fig. 1: Las características del Beni

El plano de la ciudad en la Fig. 2 nos permite hacer las descripciones que necesitamos. Sin embargo, tenemos que hacer un paréntesis. La parte Norte no corresponde a la realidad sino a la visión que tiene la alcaldía y podemos observar algunos detalles: Una avenida de circunvalación que delimita el centro; el arroyo San Juan que atraviesa este centro; y un desarrollo evidente en el Norte.

A partir de fines de los años 70 se desarrolló un proyecto de control de inundación con dos principales puntos: 1) Una avenida de circunvalación más alta que encierra el

centro de la ciudad y que impide a las aguas afueras de entrar en Trinidad; y 2) un reservorio de 570 000 m³ (el arroyo San Juan) que atraviesa el centro para recibir las aguas pluviales. Hay dos compuertas que se abren durante la época seca para dejar el flujo natural del arroyo y limpiar el fondo del reservorio, mientras que en época de lluvias debe cerrarse para impedir el ingreso de las aguas. Hay tres bombas eléctricas que extraen las aguas del centro (ver [11, 12]).



Fig. 2: Plano de la ciudad Santísima Trinidad en 2006 con zonas de alto riesgo de inundación

Hoy día, la falta de mantenimiento e interés, tanto por la población como de las autoridades, explica una situación catastrófica del sistema. El reservorio está lleno de lodo porque el flujo está bloqueado a causa de una compuerta oxidada y de aguas servidas y basuras que la gente bota directamente en el arroyo. El otro problema es que la población se instala en zonas negras (de alto riesgo) como podemos ver en el plano. Todos los asentamientos desde el Sur del aeropuerto hasta el otro lado de la ciudad son inundables y carecen de defensas. El barrio El Mangalito tiene una mini circunvalación, pero que no sería de ninguna ayuda en caso de una gran inundación como en 1947 o 1992.

¿Por qué la gente se instala aquí? Habrían dos explicaciones: Primero, porque las autoridades han permitido en el pasado reciente los asentamientos debido a razones políticas (ganar votos). Segundo, porque los terrenos negros son más baratos y la

población que se asienta aquí es principalmente pobre; y por simple estrategia de la gente pobre para recibir ayuda y posibilidad de relocalización a cargo de la alcaldía cuando los terrenos se llenan de agua.

3. Políticas urbanas actuales y desarrollo sostenible

La capital del departamento del Beni tiene algunos problemas que podemos resumir así: Las inundaciones imponen un desarrollo Norte y construcciones de defensa; un mal estado de las estructuras de defensa; no control del asentamiento de la población y no conciencia de la fragilidad del medio ambiente (basuras en la calle, sistema ilegal de alcantarillado, entre otros). Por las inundaciones algunas observaciones pueden ayudarnos. La terminología utilizada en el plano de Trinidad los barrios del centro, urbanizaciones en el Norte y las zonas en riesgo, como “asentamientos”. Esto traduce la voluntad de la Alcaldía en desarrollar la ciudad por el Norte y que los terrenos negros no están totalmente aceptados. Otro punto es el proyecto de control de inundaciones que ya se está finalizando. Podemos ver en Trinidad que los ingenieros trabajan en la limpieza del reservorio y del sistema de drenaje, que están cambiando el sistema hidráulico (compuertas, bombas y otros), que el centro entero está prácticamente conectado al sistema de alcantarillado y que las calles han sido pavimentadas en los últimos años, gracias al financiamiento parcial de la Unión Europea.

En 2006, la Alcaldía de Trinidad con la ONG CIDDEBENI ha realizado el Plan de Desarrollo Municipal (PDM). En base al simple análisis de este documento podemos ver la dirección que quiere tomar las autoridades de la ciudad y parecen importantes dos elementos:

Primero, la cartografía que toma en cuenta muchos aspectos del territorio. En efecto, aquí encontramos mapas de geología, vegetación e hidrografía así como todos los aspectos humanos importantes (demografía, juntas vecinales, conexión al alcantarillado y al sistema de agua potable, salud, educación y otros). Segundo, la constitución de unidades de diagnóstico, en que la ONG quiere tener las zonas más pertinentes para informar, preguntar y hacer participar a la población para el desarrollo de su ciudad y de su barrio sobre las características socio-económicas, culturales y geográficas (sobre todo si pertenece al centro con su protección y para ver, geográficamente, si las unidades están en zonas con riesgo).

Como podemos ver, la fragilidad del medio ambiente, de la población y la interacción entre éstas son importantes para la realización del PDM. Podemos ver también que la participación de la población es uno de los primeros trabajos de los técnicos encargados del PDM. El desarrollo sostenible está en el centro de las preocupaciones de las autoridades para el futuro de Trinidad, pero ¿Por que? Otra vez dos respuestas: El hecho del conocimiento general sobre problemas por las autoridades y que quieren un desarrollo sostenible porque está creciendo como ciudad. Todos los consejeros, ingenieros y técnicos que trabajan en la Alcaldía son trinitarios o benianos con una verdadera conciencia de la fragilidad de la ciudad y la región.

Sin embargo, no hay que olvidar una explicación más fría: El desarrollo sostenible y en particular la preservación del medio ambiente son una fuente de financiamiento internacional y nacional muy importante.

4. Conclusión

Trinidad conoce un desarrollo importante y esto es un punto seguro. A partir de los años 70 esta ciudad olvidada por el resto del país empezó un crecimiento tranquilo, pero que se ha intensificado desde hacen diez años. Esto va acompañado de problemas que pueden ser muy graves en un medio ambiente amazónico tan frágil. La importancia de las políticas urbanas inscritas en el concepto del desarrollo sostenible viene a ocupar el primer nivel de análisis.

Podemos hacer un pequeño escenario sobre el futuro de la ciudad y gracias a las precedentes líneas, vamos a imaginar lo que podría ser el crecimiento de Trinidad. Tomando en cuenta el trabajo actual de las autoridades y que la Alcaldía y la Prefectura pertenecen al mismo partido político, podemos pensar que el mejoramiento de las obras de la ciudad va a continuar. La mayor cohesión de las políticas urbanas y el financiamiento internacional permite imaginar esto. Sin embargo, del otro lado, tenemos una población a la que le falta esta conciencia. Si tanto es verdad que los planificadores quieren la participación de los habitantes, hay un enorme problema aquí. Así vemos la importancia de la educación, comunicación e información para la viabilidad de estas políticas en el marco del desarrollo sostenible.

En este sentido, estos estudios científicos son importantes, porque permiten ver la complejidad de cada situación, así como los aspectos físicos y humanos y sus interacciones para encontrar soluciones técnicas e institucionales. Además, cuando vemos la enorme potencialidad de este territorio que es Trinidad y el Beni, podríamos llegar a un verdadero paraíso.

Agradecimientos

Al Dr. Daniel Dory por su dirección en mis investigaciones y al Ing. Antonio Simón por su ayuda en la corrección de mis errores de castellano.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística. Censo nacional de población y vivienda, 2001. *INE, La Paz, Bolivia, 2001.*
- [2] I. Montes de Oca. Geografía y recursos naturales de Bolivia, 3ra edic. *EDOBOL, La Paz, Bolivia, 614 p, 1997.*

- [3] M. Pouilly, S.G. Beck, M. Moraes R., M.C. Ibañez. Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. *Fundación Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia*, 383 p, 2004.
- [4] W.M. Denevan. La geografía cultural aborigen de los Llanos de Mojos. La Paz, Bolivia, 1980.
- [5] C.L. Ericsson. Sistemas agrícolas prehispánicos en los llanos de Mojos. *América Indígena*, XI(4), 731-755, 1980.
- [6] D. Block. La cultura reduccional de los llanos de Mojos. *Historia boliviana*, 261 p, 1997.
- [7] J.M. Barnabas. Diccionario histórico de Bolivia. *Grupo de Estudios Históricos, Sucre, Bolivia*, 2002.
- [8] J.M. Barnabas, M. Plaza. Mojos, seis relaciones jesuíticas. Geografía, etnografía, evangelización, 1670-1763, Cochabamba. *Historia boliviana*, 202 p, 2005.
- [9] J-C. Roux. La Bolivie orientale. Confins inexplorés, battues aux indiens et économie de pillage. *l'Harmattan, Paris, Francia*, 317 p, 2000.
- [10] J.L. Roca. Economía y sociedad en el oriente boliviano (Siglos XVI-XX). *Editorial Oriente S.A., Santa Cruz, Bolivia*, 2001.
- [11] R. Pinto Parada. Producciones ciclo VIA Comunicaciones. (2da Edic.). *Narasaquije, La Paz, Bolivia*, 104 p, 2001.
- [12] R. Pinto Parada. Control de inundaciones del Río Mamoré en la ciudad de Trinidad. Trinidad, Bolivia, 8 p, 2005.

Poligeneración: Hacia una utilización sostenible de los recursos naturales

L. Serra, J. Ramos, M. Lozano, A. Ensinas
GITSE - I3A, Departamento de Ingeniería Mecánica,
Universidad de Zaragoza
c/ María de Luna, 3
50018 Zaragoza, España
serra@unizar.es

Palabras claves: Poligeneración, cogeneración, trigeneración, ahorro de energía

Resumen

En los últimos años se han registrado aumento importante del consumo de recursos naturales no renovables a causa del crecimiento demográfico y del desarrollo económico. La poligeneración busca el máximo aprovechamiento de los recursos consumidos en una planta mediante la producción eficiente de varios productos y utilizando técnicas de integración energética de procesos. En este artículo se discuten los conceptos de poligeneración e integración energética y se aplican a dos casos: i) Planta de energía en la producción industrial de azúcar y electricidad a partir de caña y ii) producción de electricidad, calor y frío para distritos urbanos a partir de gas natural.

1. Introducción

En la Asamblea General de Naciones Unidas celebrada en 2000 se aprobó la Declaración del Milenio [1], fijándose una serie de objetivos para el año 2015, entre los que se encuentra la reducción de la pobreza mundial a la mitad. Durante los últimos años, debido al crecimiento demográfico y al desarrollo económico a nivel mundial se ha registrado un aumento importante de: i) Consumo de recursos naturales no renovables; ii) demandas de minerales, agua y servicios energéticos; iii) contaminación del medio ambiente; y paradójicamente iv) la pobreza en numerosos países subdesarrollados como fruto de las crecientes desigualdades.

La energía es una solución y a la vez representa un problema para el desarrollo sostenible, ya que siendo necesaria para todo y constituyendo el último recurso capaz de sustituir a cualquier otro, su utilización actual constituye la principal fuente de contaminación del medio ambiente. Las estadísticas señalan a las industrias, medios de transporte y edificios como los grandes consumidores de recursos energéticos. Las tecnologías de poligeneración, ampliamente desarrolladas en la industria química [2] y energética [3] y que empiezan a emplearse en los edificios, aportan: i) Máximo aprovechamiento de la energía consumida, ii) reducción del coste unitario de los productos manufacturados; y iii) disminución del impacto ambiental.

En este trabajo se emplean los conceptos de poligeneración e integración energética para determinar la configuración óptima de equipos de la planta de suministro de energía para: 1) Una fábrica de azúcar; y 2) una central energética para calefacción y refrigeración de un distrito urbano.

La poligeneración se define como la producción conjunta de dos o más servicios energéticos y/o productos manufacturados realizada de forma simultánea y buscando aprovechar al máximo el potencial termodinámico de los recursos consumidos. La Fig. 1a muestra una representación genérica de los sistemas de poligeneración que se caracterizan por ser siempre multiproducto, a veces multirecurso y por evitar en lo posible la formación de residuos inútiles o inconvenientes. Algunos ejemplos son: i) Sistemas de cogeneración (Fig. 1b); ii) sistemas de trigeneración (Fig. 1c); iii) plantas de desalación (Fig. 1d); e iv) ingenios azucareros (Fig. 1e).

La integración energética de procesos es una metodología orientada al diseño y mejora de los sistemas de producción, efectuando el análisis termodinámico y económico desde procesos individuales hasta la planta completa y enfatizando el uso eficiente de los recursos consumidos. Sus fundamentos cabe buscarlos en el análisis exergético [4], el método *pinch* [5] y las técnicas de optimización para síntesis de procesos capaces de manejar variables discretas [6].

2. Poligeneración e integración energética de procesos: Ejemplos de aplicación

Las aplicaciones potenciales de la poligeneración se extienden a diferentes industrias y procesos productivos, habiendo alcanzado algunas de ellas una gran difusión y madurez tecnológica, como la cogeneración. En este trabajo presentamos dos estudios de poligeneración aplicados al sector agroindustrial y al sector residencial.

Caso 1: Producción integrada de azúcar, melaza y electricidad: En este caso se estudiaron diferentes configuraciones de equipos de una planta de cogeneración de una industria azucarera con el objetivo de evaluar la producción de excedentes de electricidad que podrían venderse en el mercado eléctrico [7, 8]. La industria azucarera de este estudio se localiza en el Estado de Sao Paulo (Brasil). El esquema de la Fig. 2a muestra las diferentes etapas del proceso de producción del azúcar. La planta azucarera en estudio opera 185 días/año, tritura caña a razón de 22 000 t/día, lo que significa que procesa 4 070 000 t/año; consumiendo vapor saturado (a 2,1 bar) a razón de 335 kg/t caña. El bagazo húmedo que se obtiene del proceso de molienda como subproducto se estima en 228 kg/t caña.

Se estudiaron varias opciones de configuración. En las tablas 1 y 2 se muestran los valores de los parámetros considerados para todas las configuraciones analizadas. En todos los casos se asumió que las máquinas de extracción de jugo se accionan con motores eléctricos en lugar de accionamiento directo con turbinas de vapor. A

continuación se describen tres de ellas, indicadas en la Fig. 2 como #1 (Fig. 2b), #2 (Fig. 2c) y #3 (Fig. 2d).

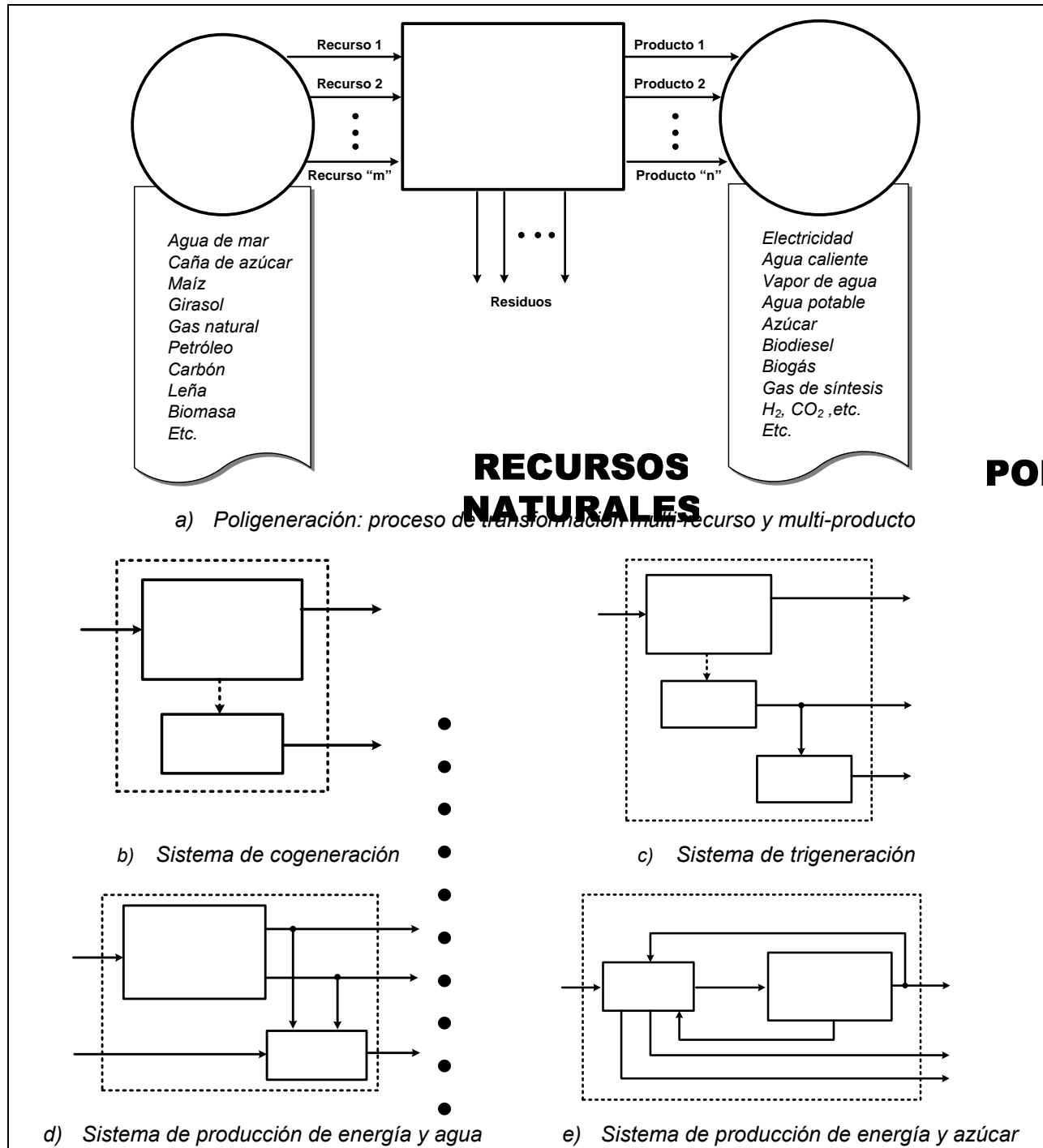


Fig. 1: Sistemas de poligeneración

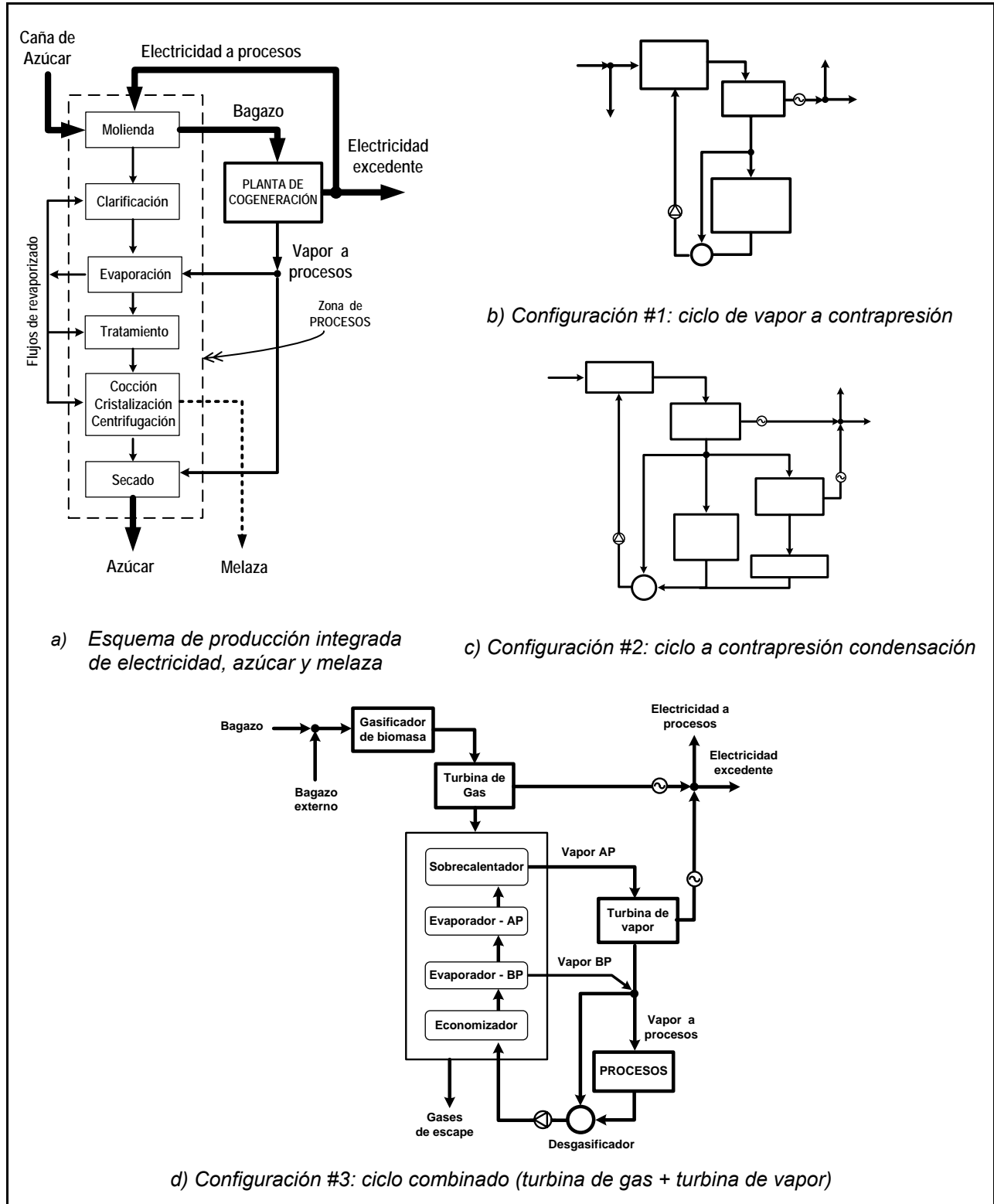


Fig. 2: Esquema de la producción de azúcar y opciones de configuración de la planta de cogeneración

Tabla 1: Parámetros de cálculo comunes

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Temperatura ambiente (°C)	25
Presión atmosférica (bar)	1,013
<u>Bagazo</u>	
Humedad (%)	50
PCI (kJ/kg)	7500
<u>Consumos</u>	
E. mecánica (kWh/t caña)	16
E. eléctrica (kWh/t caña)	12
Vapor sat. a 2,1 bar (kg/t caña)	335
<u>Rendimiento de equipos</u>	
Turbina de vapor	0,80
Bomba	0,80
Caldera de bagazo	0,85
Generador eléctrico	0,96
Motor eléctrico	0,89

Tabla 2: Parámetros de cálculo aplicados a la configuración #3

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<u>Gasificador</u>	
Gas producido (Nm ³ /kg bagazo seco)	2,6
PCI del gas (kJ/Nm ³)	4100
Consumo eléctrico (kWh/Nm ³)	0,154
<u>Turbina de gas</u>	
Relación de compresión	11
Temp. gases salida combustor (°C)	1050
Rend. isentrópico de expansión	0,85
Rend. isentrópico de compresión	0,85
<u>Caldera de recuperación de calor</u>	
ΔT pinch (°C)	10
ΔT approach (°C)	5

Configuración #1: Utiliza un ciclo Rankine simple, formado por una caldera de bagazo y una turbina de vapor que trabaja a contrapresión. El vapor que escapa de la turbina tiene la presión adecuada para proporcionar servicios energéticos que requiere el proceso de producción de azúcar. Esta es la configuración adoptada en la mayoría de los ingenios azucareros y por lo general no consume todo el bagazo disponible, ya que la demanda de vapor a procesos limita la carga de operación de la planta de cogeneración.

Configuración #2: Se añaden al ciclo Rankine simple una turbina adicional de vapor que trabaja con el vapor de escape de la turbina a contrapresión y un condensador. Esto permite aumentar la producción de vapor en la caldera y consumir la totalidad de bagazo disponible para incrementar la producción de electricidad. Se asume que el condensador trabaja a una presión de 0,085 bar.

Configuración #3: Se basa en la integración de un gasificador de biomasa, una turbina de gas, una caldera de recuperación y una turbina de vapor. El gasificador transforma la energía química del bagazo en gas combustible, que consume la turbina de gas para producir trabajo. La energía de los gases, que escapan de la turbina de gas aún calientes, se recupera en la caldera produciendo vapor a dos niveles (60 bar/510°C para alimentar la turbina de vapor y vapor de proceso a 2,1 bar / saturado). En este caso, la cantidad de bagazo procedente de la molienda resulta insuficiente para producir el vapor demandado por los procesos térmicos de la fábrica.

Para simular la operación de las distintas configuraciones se empleó la herramienta informática EES [9]. Los resultados más relevantes se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Prestaciones de la planta de cogeneración para distintas configuraciones

Configuración	Rendimiento energético total [%]	Bagazo (+) excedente (-) defecto [t/año]	Electricidad excedente [MWh/año]
#1	84,2	(+) 316400	119300
#2	65,2	0	306100
#3	56,9	(-) 301600	503100

A la hora de extraer conclusiones debe tenerse en cuenta que las tres soluciones presentadas son óptimas en el sentido de que aprovechan al máximo el combustible consumido. El rendimiento energético total disminuye desde #1 hasta #3, conforme se va consumiendo más bagazo, pero debe tenerse en cuenta que la calidad y valor económico del producto total aumenta la proporción de electricidad. La configuración más adecuada desde el punto de vista económico, dependerá de los precios de mercado del bagazo y la electricidad. La configuración #2 produce 186800 MWh/año más de electricidad que la configuración #1, consumiendo para ello 316 400 t/año de bagazo. Esto supone un rendimiento eléctrico virtual del 28%. Decidirse por la configuración #3 frente a la #1 supone producir 383 800 MWh/año de electricidad, consumir 618 000 t/año de bagazo y un rendimiento del 30%. Teniendo en cuenta que hasta ahora ha sido una práctica común la quema sin provecho del bagazo excedente u otros usos poco remunerados, parece oportuno: i) Analizar la viabilidad económica de invertir en la configuración #2 y ii) desarrollar tecnológicamente procesos satisfactorios de gasificación de bagazo para implementar la configuración #3 en el futuro. Si la electricidad excedente desplaza del mercado a electricidad producida con combustibles fósiles, tendremos como beneficio adicional el de disminuir las emisiones de CO₂.

Caso 2: Producción integrada de electricidad, calor y frío para un distrito urbano: En el presente caso se muestra la aplicación de una metodología desarrollada por los autores [10, 11] para el diseño de sistemas de trigeneración con acumulación térmica. Esta metodología se basa en el análisis energético/económico hora-por-hora de todas las posibles configuraciones de equipos contenidas en la superestructura energética mostrada en la Fig. 3a y capaces de atender la demanda energética variable (Fig. 3b) de calor para agua caliente sanitaria y calefacción y de frío para climatización. Para la toma de decisiones se desarrollaron modelos matemáticos de programación lineal-entera con la aplicación informática LINGO [12]. Estos modelos facilitan la optimización estructural y operacional de las plantas de cogeneración y trigeneración. La función objetivo a minimizar es el coste total anual que incluye los costes de amortización del capital invertido y los costes de operación (facturación energética, que incluye la opción de vender electricidad) y mantenimiento.

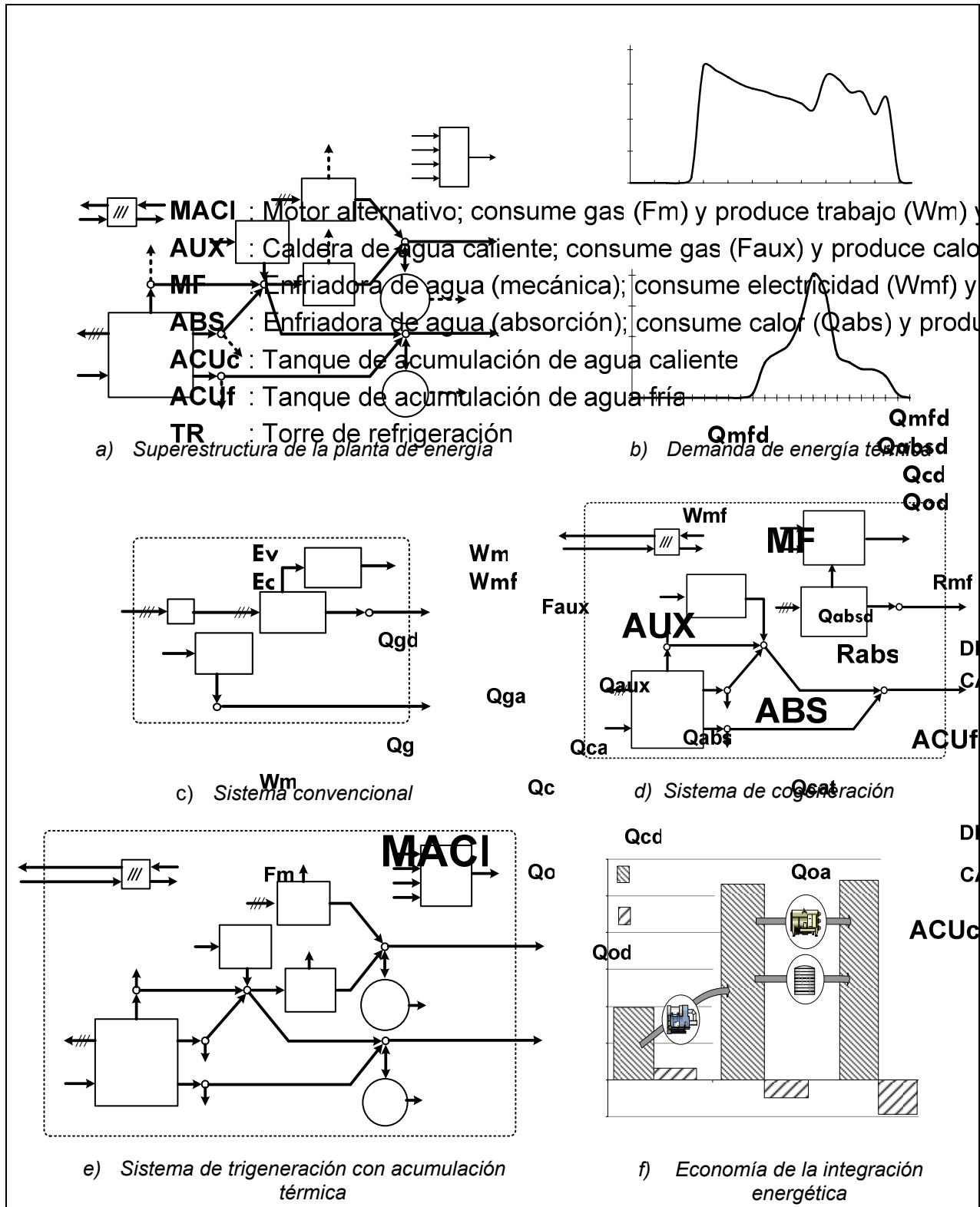


Fig. 3: Superestructura, configuraciones y economía de la planta de producción de electricidad, calor y frío para un distrito urbano

La metodología se aplicó a la elección de la configuración óptima de un sistema energético que suministra electricidad, agua caliente y agua fría para un complejo residencial ubicado en Zaragoza (España). La configuración correspondiente a distintos grados de integración energética se muestra en la Fig. 3c (sistema convencional, integración energética nula), Fig. 3d (sistema de cogeneración trabajo-calor, integración energética media) y Fig. 3e (sistema de trigeneración trabajo-calor-frío con acumulación térmica de calor y frío, integración energética máxima). Los resultados económicos (Fig. 3f) indican una inversión adicional de ca. $6,9 \cdot 10^6$ € sobre el sistema convencional que nos sirve de referencia, produce un ahorro anual en la facturación energética de $1,6 \cdot 10^6$ - $2,5 \cdot 10^6$ €, según se instalen sistemas de cogeneración o trigeneración; la inversión se recupera en menos de 5 y 3 años, respectivamente.

3. Conclusiones

La disponibilidad de equipos eficientes de producción eléctrica (MACI, turbinas de vapor y de gas) y la posibilidad de integrarlos energéticamente con otros procesos, permite diseñar sistemas eficientes (cogeneración, trigeneración,...., poligeneración).

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación por el Plan Nacional Español de I+D+i 2000-2003, proyecto DPI 2003-00603, del trabajo presentado aquí como caso 2.

Referencias

- [1] Naciones Unidas. United Nations Millenium Declaration. *Documento A/RES/55/2*, <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>, 2000.
- [2] R. Smith. Chemical process. Design and integration. *Wiley*, 2005.
- [3] N. Petchers. Combined heating, cooling & power handbook. *Fairmont*, 2003.
- [4] T. Kotas. The exergy method of thermal plant analysis. *Butterworths*, 1985.
- [5] B. Linnhoff et al. User guide on Process Integration. *IchemE*, 1982.
- [6] L. Biegler et al. Systematic methods of chemical process design. *Prentice*, 1997.
- [7] A. Ensinas, S. Nebra, M. Lozano, L. Serra. Optimization of thermal energy consumption in sugar cane factories. En: *Proceedings of ECOS*, 569-576, 2006.
- [8] A. Ensinas, S. Nebra, M. Lozano, L. Serra. Analysis of cogeneration systems in sugar cane factories. Rn: *Proceedings of ECOS*, 1177-1184, 2006.
- [9] F-Chart Software. *EES: Engineering equation solver (www.fchart.com)*.
- [10] M. Lozano. Diseño óptimo de sistemas simples de cogeneración. *Información Tecnológica*, 12(4), 53-58, 2001.
- [11] M. Lozano, J. Ramos, R. Monzón. Optimización de sistemas de cogeneración para calefacción y refrigeración de distrito. *Anales de Ingeniería Mecánica*, 15(2), 1385-1393, 2004.
- [12] LINDO Systems. LINGO: The modeling language and optimizer (www.lindo.com).

Explotación de recursos no-renovables en áreas protegidas. Valoración de las áreas naturales protegidas en Bolivia

S.M. Olivera V.

Universidad Nacional Autónoma de México - Universidad Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia
satzcha@msn.com

Palabras claves: Conservación, áreas protegidas, áreas de actividades petroleras, corredor Amboró-Madidi

Resumen

La presente investigación propone desarrollar un método general para encarar la problemática de elección entre explotación petrolera, la creación de infraestructura y conservación de áreas naturales protegidas, ubicadas en el mismo territorio. Esta disyuntiva surge cuando la generación de recursos económicos en el corto plazo, se sobrepone a conservar y proteger los recursos naturales para las futuras generaciones. El método proporcionará a los tomadores de decisión y a actores de este problema elementos de juicio que les permitan tomar una decisión con mayores antecedentes e información sobre las posibles soluciones a este conflicto. Para ello se usará las metodologías de valoración de la naturaleza y uso de los sistemas de información geográficos y el análisis espacial.

1. Introducción

El área del estudio se circunscribe al corredor biológico Amboró - Madidi ubicado en la República de Bolivia, que incluye los parques nacionales Amboró, Carrasco, Isiboro-Secure, Pílon Lajas Madidi y la Reserva de Vida Silvestre Cavernas del Repechón ubicadas en el hotspot de los Andes Orientales, considerada una de las regiones mega diversas del planeta; así como una de las zonas con mayor potencial petrolero en Bolivia.

Cuando una actividad económica extractiva, como la explotación petrolera o minería o creación de grandes obras de infraestructura, como represas y carreteras se sobrepone en uso territorial a las áreas protegidas, surge una disyuntiva entre dos necesidades prioritarias para un país en vías de desarrollo: Generar recursos económicos en el corto plazo vía inversión extranjera y gasto en infraestructura productivo o conservar y proteger sus recursos naturales para las futuras generaciones. La generación de recursos a corto plazo vía la explotación petrolera o creación de infraestructura suelen primar en este proceso de selección.

La generación de recursos en el corto plazo vía la explotación petrolera o la creación de infraestructura suelen primar en este proceso de selección [2]. La tabla 1 muestra la sobre posición existente entre áreas protegidas y concesiones petroleras en Bolivia.

Tabla 1: Superposición de áreas protegidas y áreas de exploración y explotación petrolera (Plan de Acción Ambiental para el Sector Hidrocarburos de Bolivia)

Nombre (año de creación)	Superficie SIG ha			Características generales
	Total	Superposición	%	
ANMI Otuquis	1,005,950			Ambientes singulares del pantanal y transiciones al chaco, bastante bien preservados
ANMI Palmar	59,484			Poblaciones de palmera de altura, endémica de Bolivia y formaciones de valles secos
ANMI San Matias	2,906,120			Sabana y palmares del pantanal y muestras del bosque Chiquitano bien preservado
Estación Biológica del Beni	135,170			Mosaico de bosques u humedales característicos del beni
PN Carrasco	692,326	68,670	11.03	Bosques yungueños y cabeceras de valle en subandino de alta pluviosidad
PN ANMI Amboro	637,600	220,680	34.61	Bosques yungueños y cabeceras de valle en subandino de alta pluviosidad
PN ANMI Aguarañe	108,307	108,077	99.88	Transiciones entre bosque tucumanos y chaco serrano
PN ANMI Kaa Iya	3,441,115	599,370	17.42	Variedad de ecosistemas chaqueños y alta diversidad faunística
PN ANMI Madidi	1,895,750	720,320	39.10	Amplio rango altitudinal, diversidad de pisos ecológicos. Áreas de mayor diversidad encontradas
PN TCO Isiboro Secure	1,100,000	474,907	43.17	Diversidad ecológica alta y niveles de riqueza específica elevados. Transición subandino llanura y bosque sabana
RB TCO Pilon Lajas	400,000	251,414	62.85	Alta diversidad ecológica y riqueza específica
RN Manuripi Heat	1,884,000			Ecosistemas amazónicos áreas singulares
RN Tariquia	246,870	246,870	100.	Riqueza ecológica y transiciones de bosque tucumanos a valles secos

Si no existe otra opción que la coexistencia de actividades extractivas y la conservación de áreas naturales protegidas, se debe encontrar el proceso técnico que genere el menor daño al entorno natural, además de compensar en forma económica a los agentes dañados por el proceso extractivo.

Partiendo de la siguiente premisa se plantean un conjunto de soluciones desde la perspectiva de las ciencias económicas y sociales:

- El proceso técnico se especifica a través de un sistema normativo.

- La compensación debe cubrir al menos los valores de uso y no uso del ambiente.

Para poner en práctica esta solución, los estados nacionales generaron las legislaciones ambientales que regulan el proceso técnico de explotación de recursos no renovables. Dejando a la negociación política el tratamiento de la compensación económica.

2. Metodología

La investigación propone desarrollar un método que proporcionará a tomadores de decisión y actores que intervienen en este problema elementos de juicio que les permitan tomar una decisión con mayores antecedentes e información. El método brindará un valor económico inicial del recurso área natural protegida (ANP) a partir del cual se puede negociar una compensación formal.

Para ello se utilizara un método de optimización dinámico que incorporara el valor de uso y no uso de las ANP's y las áreas circundantes a las mismas, como parte de los costos del proceso de explotación. Derivando ello en un impuesto ecológico que penalice el hecho de desarrollar este proceso en un área natural protegida y otras regiones con alto valor conservativo [3].

$$MAX \cdot J = \int_0^T \{Ingreso - [(Costos(producción)) + Costo(Parque)]\} * e^{-rt} dt \quad (1)$$

Con este objeto se proponen las siguientes metodologías:

1. Mediante el uso funciones de producción se calculara el valor del producto marginal del territorio según el tipo de cobertura vegetal, con lo que se pretende valorar el aporte de cada tipo de territorio al PIB. Lo que permitirá observar el valor de los servicios ambientales generados por tipo de cobertura [4].

$$Valor\ Producto\ Marginal\ AP's = PIB * \frac{\partial f(N, P, K, T_i, L)}{\partial T_{anp}} \quad (2)$$

2. A través del uso de precios hedónicos se verán las características más sobresalientes de los diferentes parques y como se las valorará según la óptica de los actores que pagan por su conservación, es decir, los organismos internacionales y los grupos ambientalistas mundiales [5].

Incorporando estos procesos de valoración como parte de los costos ambientales de la sociedad se pretende hallar el valor económico inicial del recurso área natural protegida (AP) a partir del cual se puede negociar una compensación formal con el Estado o la empresa extractiva que realice actividades en estas áreas.

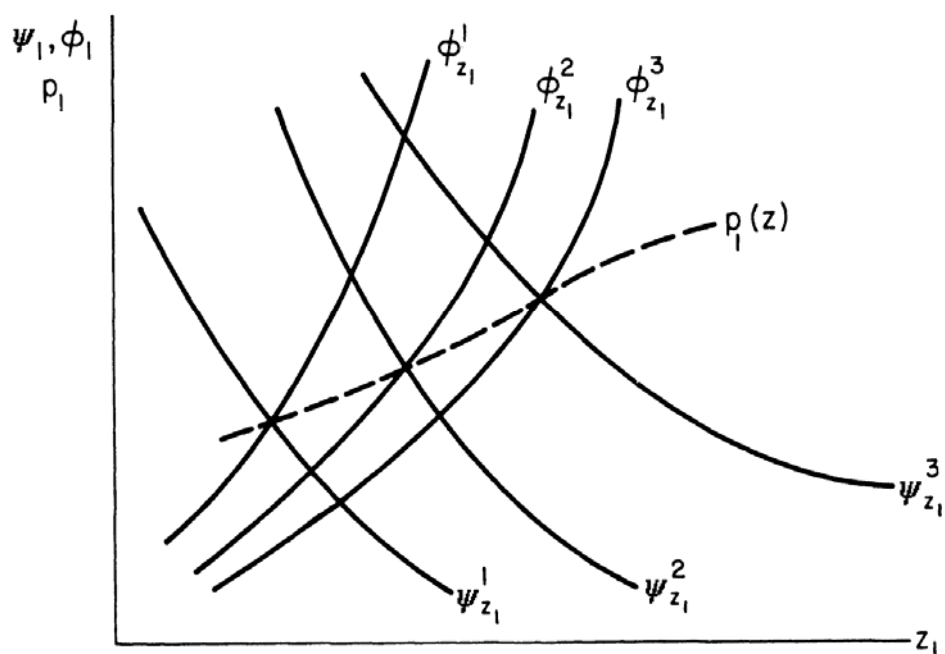


Fig. 1: Representación grafica del método de optimización dinámico

3. Resultados

3.1. Un modelo de distribución de flora de las AP's de Bolivia

Para desarrollar el modelo de precios hedónicos se requiere tener datos sobre las especies de flora de todas las AP's de Bolivia para usarlas en el proceso de simulación del modelo, pero el muestreo realizado por el sistema de áreas protegidas de Bolivia – SERNAP, sólo cubre 17 de los 21 parques existentes en Bolivia. Por lo que se utilizaron características biogeográficas para predecir el número de especies existentes en una región, en este caso se utilizaron [6]:

- La superficie en hectáreas de las AP's.
- El rango de alturas sobre el nivel del mar de las AP's.
- Representatividad de Pisos Bioclimáticos. (diversidad de hábitat).
- La media de las coordenadas geográficas (latitud sur), expresadas en kilómetros.
- La precipitación media anual de las AP's, medida en mm.

$$\ln(Sf) = \partial \ln(\text{Área}) + \beta_1(RPisosBioclimáticos) + \beta_2(\text{Coordenadas}) + \beta_3(\text{altura}) + \gamma \ln(\text{precipitación}) \quad (3)$$

El modelo supone en base a los argumentos teóricos encontrados en la literatura que: Las variables altura, latitud y representatividad de pisos Bioclimáticos, vienen a caracterizar la variable superficie geográfica [7]. Mientras que las variables superficie y precipitación media anual son variables sin las cuales la existencia de Flora en una

región sería improbable (ya que sin superficie no existe unidad de análisis y sin precipitación la posibilidad de existencia de flora se reduce prácticamente a cero) [8]. El modelo además de tener características predictivas, puede servir de base teórica para el desarrollo de políticas de conservación al representar a priori áreas muy ricas en especies de flora [9].

Tabla 2: Valor de existencia de las áreas protegidas de Bolivia por ha (expresado en Dólares Americanos; elaboración propia con base en datos del Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia)

Nombre	Valor de existencia	Área en ha	Especies fauna	Especies flora	Población
Madidi	469	1,867,810	1833	5000	13013
Amboro	376	669,419	1236	2961	18419
Tunari	374	326,367	197	288	1080000
Kaa-iyá del Gran Chaco	348	3,426,545	514	880	25070
San Matias	340	2,886,350	215	874	54592
Isiboro Secure	321	1,256,598	714	402	45563
Manuripi	288	760,501	963	5000	1664
Tariquia	273	247,435	806	808	27284
Pilon Lajas	272	398,451	1448	624	14134
Noel Kempff Mercado	252	1,602,359	1098	2614	1400
Estación Biológica del Beni	252	134,118	852	815	25051
Carrasco	247	687,186	382	614	19800
Apolobamba	230	466,525	275	807	18500
Cotapata	172	61,257	204	820	18260
Otuquis	159	1,006,620	114	104	17894
Sajama	108	112,416	108	154	7000
Eduardo Avaroa	104	687,874	96	102	2662
El Palmar	103	59,972	196	270	3053
Toro Toro	91	16,687	49	329	10700
Cordillera de Sama	82	105,021	197	67	4000
Aguarague	74	111,076	215	10	10221

3.2. Precios hedónicos, valorando las características

A partir de los datos encontrados en el proceso de simulación de distribución de flora, se desarrollo un modelo de precios hedónicos, el cual utiliza las principales características de un territorio, en este caso las AP's de Bolivia, para ver la disposición a pagar por parte de los organismos internacionales en conservar estas características [10].

Como se observa en la tabla 2, el valor de existencia por hectárea de una AP obtenido por el método de precios hedónicos, varia desde los 74 a 469 dólares de acuerdo a las características geográficas área, flora, fauna y población existente en la AP. Mientras mayor cantidad de biodiversidad, población y extensión territorial mayor valor del área. El otro método utilizado para valorar los servicios indirectos ofrecidos por las Áreas

Naturales es el de funciones de producción, el cual permite revelar en forma indirecta el monto que estaría dispuesta a pagar la sociedad por conservar las actuales coberturas del suelo en Bolivia. De estas disposiciones a pagar es prioritario darle énfasis a dos, la primera el pago a la conservación de la cobertura boscosa y la segunda a la conservación de otro tipo de coberturas, en especial sistemas de matorrales. Estos dos tipos de coberturas con sus respectivos ecosistemas son en gran medida los proveedores de una multiplicidad de servicios ambientales que aun no son reconocidos por la sociedad [11]. En la tabla 3, los cuales son calculados mediante una función de producción como se vio en la metodología.

Tabla 3: Aporte medio por tipo de cobertura vegetal para la economía Boliviana (expresado en dólares americanos; elaboración propia)

Año	Global	Arable	Pasturas permanentes	Forestal	Otro tipo de cobertura
1986	5.45	31.31	6.15	3.58	5.61
1987	5.99	34.02	6.76	3.95	6.02
1988	6.33	35.61	7.14	4.19	6.22
1989	6.50	36.20	7.28	4.31	6.44
1990	6.70	37.62	7.52	4.46	6.46
1991	7.36	40.56	8.18	4.91	7.31
1992	7.77	42.19	8.64	5.21	7.42
1993	7.90	42.03	8.69	5.32	7.68
1994	8.24	41.43	9.07	5.57	7.84
1995	9.25	43.91	10.18	6.29	8.64
1996	10.19	46.82	11.21	6.96	9.24
1997	10.92	45.58	12.01	7.50	9.91
1998	11.71	47.21	12.88	8.08	10.37
1999	11.41	45.58	12.56	7.92	9.76
2000	11.56	46.70	12.72	8.06	9.46
2001	11.05	45.09	12.16	7.74	8.69
2002	10.75	43.77	11.82	7.55	8.27

El reconocer este aporte en forma monetaria, brindará la oportunidad a la sociedad en su conjunto, a los administradores y propietarios del bosque y de los sistemas de matorrales reevaluar la conservación y manejo de este sistema.

4. Conclusiones

Como conclusiones preliminares podemos ver que los métodos recogen la importancia de las características geográficas en la distribución de flora y el tipo de cobertura vegetal en el territorio boliviano. Además de la influencia de la biodiversidad, la extensión del territorio y la existencia de población en el proceso de valoración de los organismos internacionales.

El proceso tiene como principal resultado la obtención de un valor de negociación inicial que permita a las AP's acordar procesos de compensación por la existencia de actividades petroleras, mineras y de creación de infraestructura en sus territorios. Se ve un ejemplo en la tabla 4.

Tabla 4: Aplicación de los montos de compensación por daños ambientales en áreas protegidas en Bolivia (elaboración propia con base en datos del Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia)

Nombre área natural protegida	Área en ha	Área afectada por infraestructura (ha)		Especies fauna
Carrasco	687,186	6,144	área petrolera	382
San Matias	2,886,350	210	gasoducto	215
Kaaiya del Gran Chaco	3,426,545	600	gasoducto	514
Tariquia	247,435	3,400	represa	806

Nombre área natural protegida	Valor en dólares					
	Valor de existencia por ha	Valor de uso indirecto	Valor de compensación	Valor anual de reducido por infraestructura	Valor presente neto; N° Años 100; Tasa 3%	Valor reconocido
Carrasco	273	21	294	1,807,711	-\$58,835,357	\$0
San Matias	340	21	361	75,906	-\$2,470,528	Sin datos
Kaaiya del Gran Chaco	374	18	392	235,112	-\$7,652,186	\$3,000,000
Tariquia	252	18	270	919,269	-\$29,919,351	\$500,000

La metodología aun se encuentra en su etapa inicial y se requieren realizar trabajos de valoración con otras economías para ver la replicabilidad del método.

Referencias

- [1] S.M. Olivera Villarroel. El valor económico de las áreas naturales protegidas. UNAM, México, *Economía Informa*, 333, 72-86, 2005.
- [2] PAASH - Vice Ministerio de Energía e Hidrocarburos. Plan de acción ambiental para el sector hidrocarburos de Bolivia. *PAASH, La Paz*, 2002.
- [3] R.S. Pindyck. The optimal exploration and production of nonrenewable resources, *Journal of Political Economy*, 86(5), 841-857, 1978.
- [4] D. Azqueta. Valoración económica de la calidad ambiental. *Editorial McGraw-Hill, Madrid*, 1994
- [5] R. Palmquist. Hedonic methods. In: J. Braden, C. Kolstadt (Eds.). Measuring the demand for environmental quality. *Elsevier, North Holland*, 1991.

- [6] R.P. Anderson, D. Lew, A.T. Peterson. Evaluating predictive models of species distributions. Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modeling*, 162, 211-232, 2003.
- [7] A. Bueno Hernández, J. Llorente Bousquets. La obra biogeográfica de Alfred Russel Wallace. Parte ii- el modelo extensionista y la inflexión al permanentismo. En: J.L. Bousquets (Ed). Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. *Universidad Nacional Autónoma, México DF, ISBN13: 9789703225095, 19(26)*, 2005.
- [8] L. Arellano, G. Halffter. Gamma diversity derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity and analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoológica Mexicana*, 90, 27-76, 2003.
- [9] H. Arita, P. Rodríguez. Aplicaciones de la Ecología Geográfica y la Macroecología. *Circular Guanabios* <http://www.guanabios.org/circular/1-10/1-10-36.html>, 1999.
- [10] E. Barnosky, B. Hadly, M. Maurer, A. Christie. Temperate terrestrial vertebrate faunas in North and South America. Interplay of ecology, evolution, and geography with biodiversity. *Conservation Biology*, 15, 658-674, 2001.
- [11] Servicio Nacional de Áreas Protegidas y Plural (Ed.). Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. *Servicio Nacional de Áreas Protegidas*, 2001.

Territorial transformations in the Amazon: Natural resources usage at alto Madeira region Rondônia, Brazil

M.M. Cavalcante, D.D. Nunes, L.C.H. Lobato, L.R.M. Borges, R.G.C. Silva,
M.L. Nascimento, J.F.B. Cabral
Laboratory of Geography and Environment Planning, Federal University of Rondônia,
BR-364 km 9,5, Porto Velho, Rondônia, Brazil
mada@unir.br

Keywords: Natural resources, territorial transformations

Abstract

The article brings to discussion the territorial transformations of Alto Madeira region in the municipal district area of Porto Velho, where there are communities and districts which, along its occupation history, have been noticed by transformations on natural resources usage by means of inner, and above all, external interventions. The work considers three historical periods: the first based on natural rubber exploration; the second on mineral exploration, and the third by governmental and nongovernmental intervention, such as hydropower plants construction on Madeira River. The methodology constituted in documental analyses and application of forms in order to collect geographical data in the area. The studies have indicated pressure, directly and indirectly, on natural resources, separating those great environments from local reality, submitting Rondonia's Amazon to new territorial transformations.

1. Introduction

When dealing with territorial transformations, firstly, we should report the space concept and examine how it is transformed, originated and ordered by society. Each transformation period has its territorial arrangements, combining new and old elements, in which the technical systems, included in social work, express the historical and geographical contents of this moving society and appropriation of nature [7, 8].

Starting from that point of view, we are going to discuss the territorial transformations of a certain area in the municipal district of Porto Velho, capital of Rondonia State, located inside the southern Brazilian Amazon. We call Alto Madeira, the bordering stretch along Madeira River, upstream from Porto Velho, which has two hydro power plants projects under construction. In this area, there are several small villages and districts which in their occupation history were submitted to different transformations exploring natural resources.

As a method option, we have highlighted three historical periods, aggregated according to the following parameters: technical system of exploration of available natural

resources, occupation patterns, attraction and mobility of population resulting in a singular geography. To each period, there is a process of breaking the original cultural referential and traditions of communities, providing a new way of organization and territory usage.

In the last period, the data is presented about the community of Mutum-Paraná, which is a district¹ of Porto Velho, due its fully compromised urban nucleus, in case of conclusion of Jirau's hydro power plant, planned by the federal government, which should give a new territorial dynamics to the area.

2. Alto-Madeira and territorial transformations

We are dealing with a socially constructed space, according to Lefebvre, a space territorialized by processes called appropriation and domination, that latter was named, by Milton Santos, used territory, characteristic of capitalist modern society [5, 6].

The space here forth shall be understood as an indivisible set, reciprocal and contradictory composed of objects systems and actions [7]. The space is a human creation, which happens from a society's movement into the nature. This action constitutes the geographical space or second nature, where the space is a condition for human production, and also a result of this action, at the same time [9].

Been the space a condition for human action, this results in a social modeling expressed by territorial arrangements, through interactions accomplished by certain groups in different areas, represented in a context of historical relations root and political configurations giving social movement to the territory [2, 3, 4].

In the area of Alto-Madeira (Fig. 1) the transformations started in the last quarter of XIX century, with the natural rubber exploration, the main export product at the time. The construction of Madeira Mamoré Railway (1907 to 1912) was the main technical system that made possible the circulation around the area, contributing to the creation of villages in the stretches of Madeira River. The area has received, besides the indigenous people, *seringueiros* (farm workers) *seringalistas* (farm owners) and federal government as territory organizers agents, besides hundreds of workers from several parts of the world, who came to work in the construction of the railway, contributing for its modeling.

The village of Santo Antônio was created to deal with natural resources extraction, been an important business warehouse to whomever was going to the city of Belém, Manaus or traveling upriver towards the village of Bela de Santíssima Trindade in Mato Grosso and Bolivia. With the same purpose, other villages have arisen, such as, Abunã in 1911, located at km 220 close to the mouth of Abunã River, becoming a railway

¹ The term district designates a division of a certain territory, which in this case, is specifically of political-administrative nature.

station as well as the villages of Jacy-Paraná and Mutum-Paraná, when the railway started to work, linking Porto Velho to Guajará-Mirin.

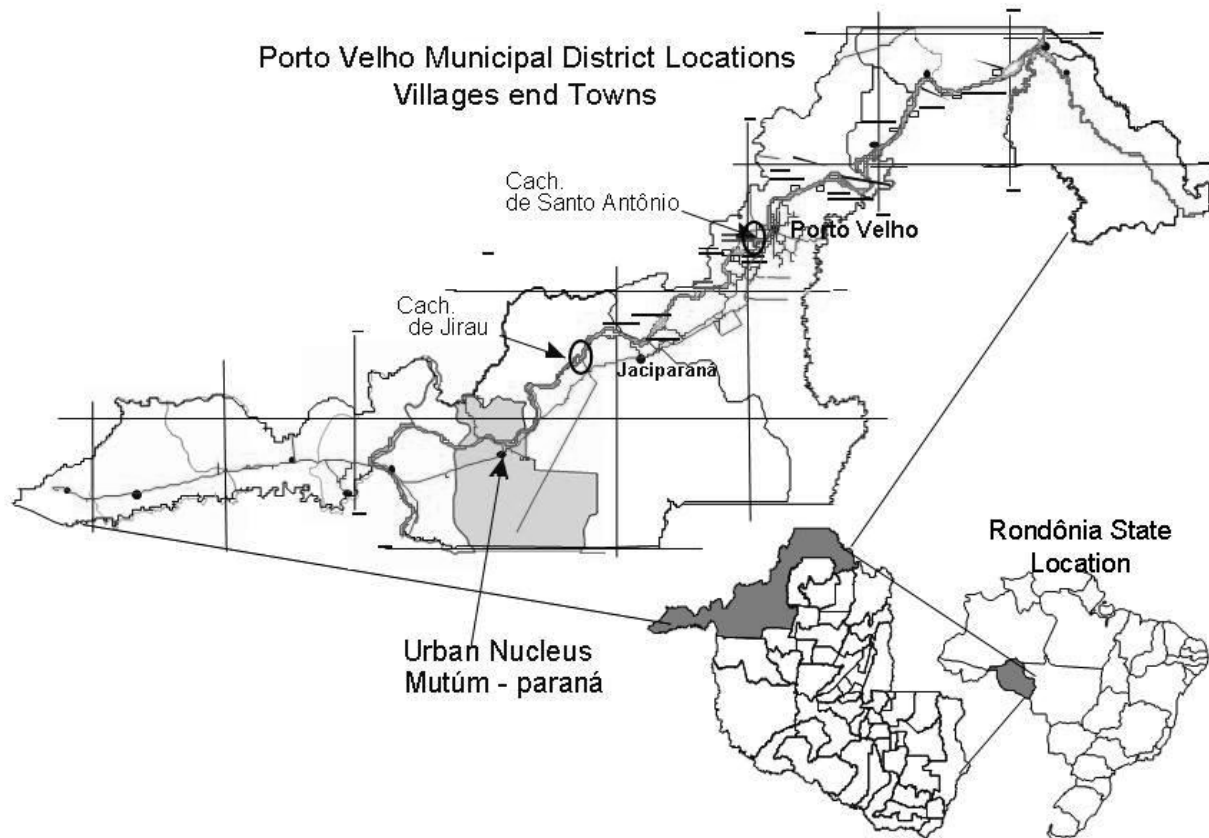


Fig. 1: Location of the study area

With the increment of natural rubber production in Asia attending world market, the handcraft production in the Amazon had been abandoned as an economic alternative, what made the railway drop off its initial economical reference.

This geographical period was characterized by enclave circulation, since the reason for the railway existence, was only the transportation of an international marketed product, which have not settled an effective territorial occupation. Latter, the railway deactivation and the lack of economical perspective would led to economic decline of the area suffered by workers, the ones who opted for stay, had in agricultural activities their mainly source of work.

The region, then, goes through a stagnation period, latter by the decades of 60' and 70' of twentieth century, the federal territory of Rondônia became to have a political occupation and agricultural expansion, creating farm and mineral pools in order to attract investors from Brazil and overseas, also persuading migration movements stimulated by land offer. This was a geographical period of agricultural colonization and gold exploration.

In the study area, by 1978, the gold rush started at Madeira River, making the miner worker the new territorial transformation agent with the implantation of new technical systems such as dredges and “fofocas”², dislocating vegetal for mineral extraction. This dynamic had generated a work perspective and the area received new population contingents creating villages such as: Araras Village, Imbaúba and Palmeiral.

In the first period, the circulation, expressed by the railway, is the crucial geographical element for territorial dynamic. In the second period, the natural resources exploration, especially mineral (gold), is what boosted local economy, leading to an intense population flow. Both periods were characterized by the transformation of raw material, generating a local economy, yet it did not grant a fully territorial occupation for the population.

Then, we came across to the area’s third transformation period, noticed by a perspective of installation of two hydro power plants on Madeira River, the first at Santo Antonio rapids and the second at Jirau (see Fig. 1). The power plants are a new technical element of potential emerging migratory movement, which tends to be more complex, judging by the region’s specific dynamics, such as conflicts among farmers, indigenous population and sawmill owners; added to it the possibility of population displacement due total flood of its urban nucleolus.

3. Materials and methods

In order to understand how the space is transformed and (re)produced, it has been gathered the historical bibliography about geographical transformations in the Alto Madeira, documents from different government agencies such as: files, reports, censuses, among others. Also performing field activities, application of forms to collect geographical data - *FCDG*-, at Mutum-Paraná, in which the construction of a data bank using Microsoft Access® about its dynamic had been made, allied to cartographical data from Brazilian Statistical and Geographic Institute IBGE and DSG/ Geographical Army Service.

4. Discussion and results

The area of Alto Madeira is under the influence of (potential construction of) hydro power plants. About this area, the occupation and organization of resident population demonstrates that its activities have always been linked to natural resources exploration, which, according to each geographical transformation period, attracted several migrants from other regions at the moment of prosperity, then, when natural resources are over, the communities become decadent, part of the population migrates,

² Place where the dredges and ferryboats dispute the best spot for gold exploration, forming agglomerate (community) in the middle or by the side of the river.

until another circle of exploration or new territorial usage settlement attracts population contingents again.

The occurred transformations have been driven by the techniques used to explore natural resources, which without the respective management do not provide an elevation of life standards for the population such as, pavement, sewage system, education and health care. The Amazon history demonstrates that the improvement and investment of productive techniques do not improve social development of communities [5].

The district of Mutúm-Paraná, in the year 2000, had about 276 people living in the urban nucleus and 337 in the rural. According to the census, accomplished by the Laboratory of Geography and Environment - *LABOGEOPA*, in 2004 the population figures have risen to 604, almost the triple over 4 years in the urban nucleus, yet, in the rural area there was a decrease to 270 people (see Figs. 2 e 3).

We can attribute to this movement, the internal migration phenomenon occurred inside the State of Rondônia, due saturation of agricultural and sawmill activities in the southern part of the State. The farmers and sawmill owners, occupied this area in the 90's, creating a new economic dynamics centered in cattle breeding and wood extraction, offering new jobs, according to Fig. 4, which happened allied to decrease of gold availability at the end of 80's, demanding greater investments from the miners who had to acquire expensive equipment, restricting mining activity.

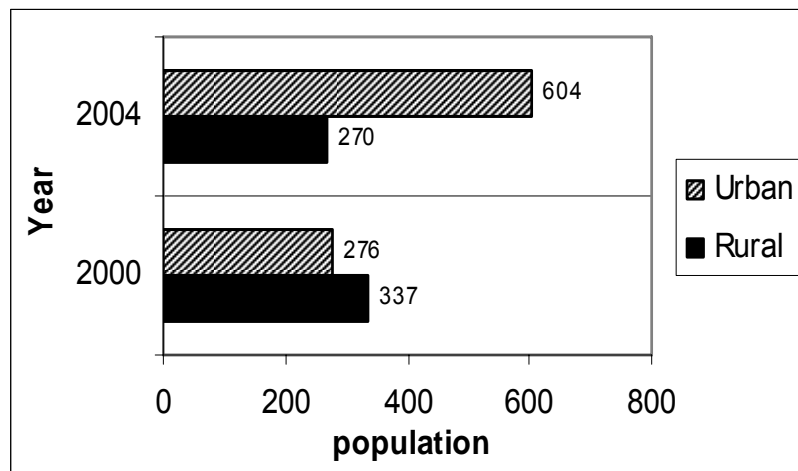


Fig. 2: Population of Mutum-Paraná district [1]

The mainly source of population's income, according to gathered information, in the urban zone is work by contract, which is offered by sawmills, the government jobs and general business. Mining activities become the third source of income for that population.

In the rural environment, the main source of income comes from farming, rural workers, and mining activities comes again in third place.

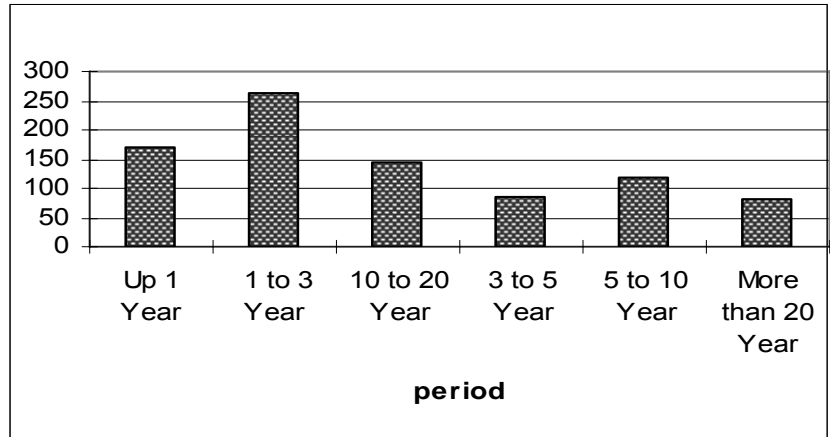


Fig. 3: Residency length of population

Among all the villages and towns in that area which should be submitted to collateral impacts of hydro power plants, the district of Mutum-Paraná, shall be fully flooded, compromising its urban nucleus. This process causes population movement, real estate speculations, land patterns changing, dispossessing and creation of new human settlements.

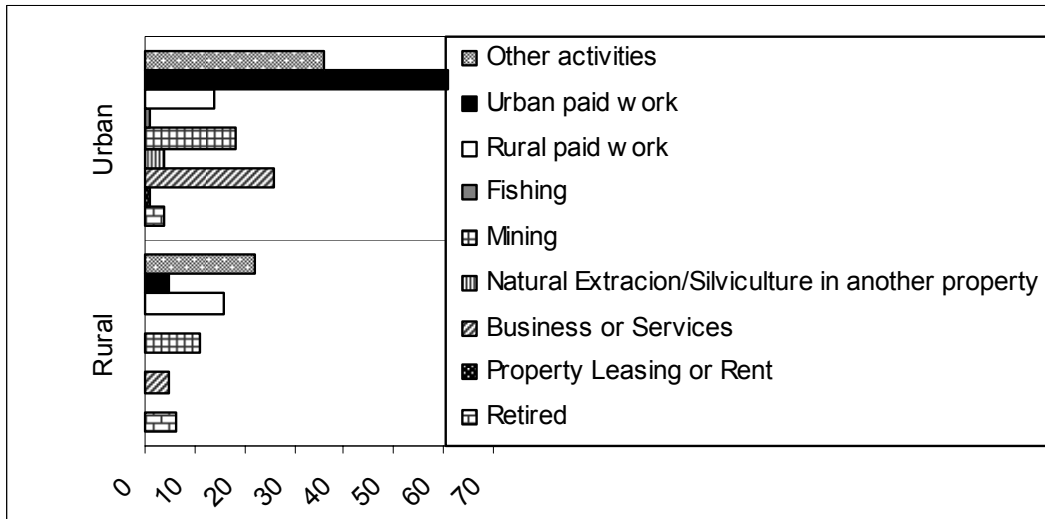


Fig. 4: Main income source of head of family

When those transformations happen, the society starts to modify the nature as well as produce space, where this space is (des)constructed and modified at the same time [2]. The essence of this new territorial dynamic lies in the different interest of agents who mold the space, such as: Federal Government and its agencies, economic agents (farmers and sawmill owners), familiar agricultural and traditional populations (natural rubber extractors, riverside people, and indigenous population).

The territorial patterns of this current period are under the production technical system, which allows additions of territory structures and the widening of disproportional actions powered by involved agents.

5. Conclusions

The territorial transformations expresses a spatial reorganization, which configures and materializes itself by the society when making their own history, using available resources for their needs and projects, in the Alto Madeira region the transformations dynamics happens according to natural resources, based on economical patterns and multiple geographical scales, which models resources utilization. These transformations are not always desired by the local population, and, often, causes social conflicts about the territory, which is the place where several projects come to reality. The Amazon History is replete with that kind of social and economic issues, been nowadays, a territory with conflicts in multiple geographical scales of social actions.

References

- [1] IBGE. Censo Demográfico. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2000.*
- [2] R. Haesbaert. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: B. Santos, B. Becker (Orgs.). Território, territórios ensaios sobre o ordenamento territorial. *PPGEO/UFF, Rio de Janeiro, 43-70, 2006.*
- [3] R. Haesbaert. Da desterritorialização à multiterritorialidade. *Anais do encontro de geógrafos da América Latina, USP, 2005.*
- [4] R. Haesbaert. Territórios alternativos. *EDUFF-Niterói, São Paulo, 2002.*
- [5] M. Santos. Território e dinheiro. In: M. Santos, B. Becker (Orgs.). Território, territórios ensaios sobre o ordenamento territorial. *PPGEO/UFF, Rio de Janeiro, 13-21, 2006.*
- [6] M. Santos, M.L. Silveira. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. *Rio de Janeiro: Record, 2001.*
- [7] M. Santos. A natureza do Espaço: Técnica e tempo razão e emoção. *Editoria Hucitec, São Paulo, 1996.*
- [8] M. Santos. Por uma geografia nova. *Hucitec, São Paulo, 1978.*
- [9] N. Smith. A produção da natureza. Tradução B.M. Pontes et al. *Geografia, Rio Claro, 9(17-18), 1984.*

Gestión concertada local para mejorar la calidad del agua en 3 distritos del cono este de Lima metropolitana, Perú

A.C. Paucar Retuerto
Servicios Educativos El Agustino-SEA, Distrito de El Agustino, Lima, Perú
ana_paucar@yahoo.es

Palabras claves: Gestión concertada, participación ciudadana, calidad del agua, comunidad organizada y derecho humano al agua

Resumen

Este trabajo promovió la gestión concertada para mejorar la calidad del agua en distritos: El Agustino, Santa Anita y Ate. Se fortaleció la capacidad de incidencia de los comités de agua locales y se promovió su articulación a nivel distrital. Se apoyó la conformación de espacios de diálogo y concertación local con autoridades, instituciones y comunidad para mejorar la calidad del agua. Se conformaron 3 espacios de diálogo y concertación en los distritos para articular esfuerzos en mejora de la calidad del agua, cada uno de los cuales elaboró una propuesta concertada que incluye plan de vigilancia del agua, hábitos de manejo y prácticas sanitarias, plan de educación ambiental para la mejora de hábitos de manejo y prácticas sanitarias y plan de gestión para el acceso, lográndose a la fecha que 7 localidades accedan o estén en proceso de acceder al agua potable este año.

1. Introducción

Un estudio sobre calidad del agua para consumo humano realizado en viviendas de localidades sin servicio de agua potable y que se abastecen a través de camiones cisterna, red pública comunal y vecinal a través de mangueras de los distritos EL Agustino, Santa Anita y Ate, dieron como resultado que en El Agustino el 87.5% de las viviendas evaluadas se abastece de agua no apta para consumo humano, en Santa Anita el 77.1% y en Ate el 74.2%, lo cual se debe principalmente a inadecuados hábitos de manejo del agua de los dueños de los camiones cisterna o de la población [1].

La gestión de la problemática sugiere la necesidad urgente de instalaciones de agua potable propia, vigilancia continua del agua y educación para mejoramiento de hábitos de manejo y prácticas sanitarias, para lo cual se requiere la intervención de todos los actores involucrados, entre los cuales la comunidad organizada tiene un papel fundamental porque es ella la que promueve la gestión y efectiviza su sostenibilidad. La comunidad del cono Este de Lima se ha organizado en comisiones de agua locales, existiendo 3 en El Agustino, 3 en Santa Anita y 9 en Ate; en 2005 lograron poner el tema de derecho humano al agua en la agenda distrital a través de acciones de sensibilización y movilización social y actualmente trabajan para lograr el acceso a

agua potable y mejorar la calidad del agua a través de la educación ambiental en su comunidad. En esta comunidad existen iniciativas de gestión para el acceso y mejora de la calidad del agua a nivel comunal, sin embargo las autoridades competentes no habían priorizado el tema, por lo cual no se habían realizando acciones efectivas, perjudicando a un total de 97 020 pobladores [2], los cuales no cuentan con agua potable propia y se encuentran en riesgo de contraer enfermedades diarreicas.

Por ello el objetivo de este trabajo es promover la gestión concertada para mejorar la calidad del agua en los distritos El Agustino, Santa Anita y Ate a través de espacios de diálogo y concertación local, en que autoridades, instituciones y la comunidad concierten propuestas y ejecuten acciones para mejorar la calidad del agua en cada uno de los distritos.

2. Metodología

El trabajo se realizó de abril a diciembre de 2006 en los distritos El Agustino, Santa Anita y Ate. Se fortaleció la capacidad de incidencia de los comités de agua locales conformados y se promovió su articulación a nivel distrital, asimismo se promovió la conformación de espacios de diálogo y concertación local. Para el fortalecimiento de la capacidad de incidencia de estos comités se utilizó la metodología del circuito ACAS, de acompañamiento en el desenvolvimiento directivo y personal, capacitación para mejorar el desempeño directivo y lograr una mayor incidencia, asesoría técnica en cada etapa del proceso y sistematización de la experiencia que permita reajustar la estrategia y mejorar la incidencia [3]. Se realizaron talleres de evaluación y planificación, de elaboración de estrategias de incidencia y encuentros distritales de intercambio de experiencias entre miembros de los comités para la construcción de una agenda común.

Para la conformación de espacios de diálogo y concertación local de acceso y calidad del agua se realizaron reuniones de presentación de la problemática de la calidad del agua en cada distrito para sensibilizar a las autoridades; y los comités de agua locales enviaron cartas de solicitud de la necesidad de conformar espacios de concertación, que abrieron el diálogo autoridades-comunidad. Una vez conformados estos espacios de diálogo y concertación local para el acceso y calidad del agua en cada uno de los 3 distritos, se realizaron reuniones de coordinación y talleres de planificación, en los cuales se elaboraron planes de trabajo y una propuesta concertada que incluye: Plan de vigilancia del agua, hábitos de manejo y prácticas sanitarias, plan de educación ambiental para la mejora de hábitos de manejo y prácticas sanitarias y plan de gestión para el acceso. Posteriormente se inició la implementación de los Planes.

3. Resultados y discusión

En abril de 2006 los comités de agua de Nocheto, San Marcos y Estrella Andina del distrito de Santa Anita conformaron la red de promotoras de vigilancia de agua de

Santa Anita-PROVIASA; y los comités de Quinta Francia, César Vallejo y CODEVIDA del distrito de El Agustino la red por el derecho humano al agua de El Agustino. Estos esfuerzos se realizaron con la finalidad de articular organizaciones comunitarias que trabajan el tema del agua a nivel local, a fin de elaborar una propuesta distrital e incidir a nivel de espacios de coordinación. Estas redes, junto al comité de vigilancia del servicio de agua de Villa La Campiña, el comité de agua de Túpac Amaru-promotores voluntarios de la vigilancia del servicio de agua (PROVOVISA), de Nueva América de Ate y la red de comités de agua de La Roncadora en Ate conformaron en diciembre de 2006 la red por el agua y la vida del Cono Este de Lima con la finalidad de articular propuestas, ya que en muchos casos la problemática de calidad del agua distrital traspasa las fronteras territoriales.

Estos comités de agua locales, algunos conformados desde el 2004, vienen trabajando en la vigilancia del agua, acceso al agua y educación ambiental para mejorar hábitos y prácticas sanitarias, logrando incluir en la agenda distrital el derecho humano al agua mediante la movilización social en marchas de sensibilización distrital realizadas en diciembre de 2005 y enero de 2006; asimismo han logrado la mejora de hábitos de manejo del agua de la población en sus respectivas localidades. El comité multisectorial por el acceso y calidad del agua del distrito de Santa Anita fue conformado el 25 de abril de 2006 y está integrado por la municipalidad distrital, microred de salud de Chancas de Andahuaylas, parroquia San Alfonso María de Ligorio, servicios educativos El Agustino, comisión de agua de Nocheto y Estrella Andina, que se comprometieron a conformarlo el 1 de octubre de 2005 en el foro “Agua segura para una vida saludable”. El comité por el acceso y la calidad del agua de El Agustino se conformó el 27 de junio de 2006 y está integrado por la municipalidad distrital, servicio de agua potable y alcantarillado (SEDAPAL), dirección de salud ambiental IV Lima Este, servicios educativos El Agustino, comité de agua de Quinta Francia y César Vallejo; y comité de desarrollo y vigilancia del agua (CODEVIDA), los cuales se comprometieron en conformarlo el 17 de septiembre de 2005 en el foro por el “Derecho humano al agua”. El comité de gestión distrital para la vigilancia de la calidad del agua en el distrito Ate (creado el 27 de septiembre de 2005) fue reactivado el 15 de agosto de 2006 y está integrado por la municipalidad distrital, dirección de salud ambiental IV Lima Este, parroquia Nuestra Señora del Monte Carmelo, servicios educativos El Agustino, comité de vigilancia del servicio de agua (COVISA) y promotores voluntarios de vigilancia del servicio de agua (PROVOVISA).

En los 3 casos anteriores se ha elaborado una propuesta concertada que incluye planes de vigilancia del agua, hábitos de manejo y prácticas sanitarias, de educación ambiental para la mejora de hábitos de manejo y prácticas sanitarias y de gestión para el acceso. En el distrito El Agustino se han realizado (julio/2006) inspecciones de campo en localidades que no cuentan con servicios, constatándose los riesgos; la dirección de salud ambiental IV Lima Este ha establecido puntos de monitoreo de agua mensuales en las localidades Quinta Francia, César Vallejo, Ovalo Vicentelo, Daniel Alcides Carrión, Manuel Seoane Corrales, Villa Solidaridad, 7 de Octubre, 9 de Octubre, Bello Horizonte y Amauta I. Asimismo se ha implementado el plan de vigilancia de la calidad del agua y el curso de vigilancia del agua dirigida a promotoras

voluntarias de la comunidad (Octubre 2006), en que se presentaron los avances en un foro distrital con los aportes de la población que ayudaron a mejorar la propuesta. Respecto a las gestiones para el acceso al agua, se ha instalado una red pública comunal en la localidad César Vallejo, que antes se abastecía de agua no apta para consumo humano a través de camión cisterna informal. Se aprobó a través del presupuesto participativo 2007 el proyecto de agua y desagüe para la localidad de Quinta Francia y Jardines de La Encalada. En Santa Anita se ha realizado una inspección de campo en localidades que carecen de agua, constatándose los riesgos y se ha realizado en octubre de 2006 un foro distrital, en que se presentaron los avances y en el que se recogieron los aportes de la población para mejorar la propuesta. Se ha elaborado una ordenanza municipal de agua que norma y controla la calidad del agua abastecida por los camiones cisternas, así como de lograr el acceso al recurso de las localidades que no cuentan, la cual aún no ha sido publicada. Se ha gestionado el agua para las localidades de Malvinas, Cristo Rey, Terrazas, Hijos de Perales y Eucaliptos, cuya obra se ejecutaría este año. En el distrito Ate en septiembre/2006 se han realizado inspecciones de campo en localidades que no cuentan con agua potable y se ha realizado asesoría legal a estas localidades para que logren su acceso.

4. Conclusiones

Es posible entablar el diálogo y la concertación entre las autoridades y la comunidad, siempre que ésta última esté organizada, adecuadamente informada y capacitada, para que las negociaciones se realicen entre partes iguales.

En el cono Este de Lima metropolitana esto ha sido posible principalmente por el trabajo constante de los miembros de los comités de agua locales, lográndose conformar espacios de diálogo y concertación que han incluido sus propuestas como parte de las de la municipalidad y la dirección de salud ambiental IV Lima Este, lo cual garantiza la sostenibilidad de la misma. Asimismo en 9 meses de iniciado el trabajo se ha logrado que 7 localidades acceden o estén en proceso de acceder al agua potable este año, permitiendo un derecho innegable como es el agua.

Agradecimientos

Este Estudio fue parte del Proyecto “Profundización de la participación y vigilancia ciudadana para avance de procesos integrales de desarrollo y descentralización en el Cono Este de Lima”, financiado por CORDAID, FASTENOFER y MISERIOR. Agradezco a las instituciones integrantes del comité técnico por el acceso y calidad del agua El Agustino, comité multisectorial por el acceso y calidad del agua de Santa Anita y al comité de gestión distrital para la vigilancia de la calidad del agua en Ate; igualmente a los comités de agua de Quinta Francia, César Vallejo y CODEVIDA de El Agustino, Nocheto, Estrella Andina, San Marcos de Santa Anita, Villa La Campiña, Túpac Amaru de Ate; a la red por el derecho humano al agua El Agustino y a la red de promotoras de vigilancia de agua de Santa Anita.

Referencias

- [1] Servicios Educativos El Agustino. Informe de resultados de la calidad del agua para consumo humano en 15 localidades de los distritos de El Agustino. *Servicios Educativos El Agustino, Santa Anita y Ate*, 2006.
- [2] INEI. Censo Nacional X de Población y V de Vivienda. *Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú*, 2005.
- [3] Servicios Educativos El Agustino. Una experiencia de educación popular. *Servicios Educativos El Agustino, Santa Anita y Ate*, 1993.

Economía, sociedad y educación ambiental: Resultados y reflexiones

F.C. Agüero Contreras
Centro de Estudios Socioculturales Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael
Rodríguez”, Cienfuegos, CP. 59430, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba
faguero@ucf.edu.cu

Palabras claves: Educación ambiental, desarrollo sostenible, currículo escolar

Resumen

El objetivo es revelar la relación economía, sociedad y educación ambiental en ecosistemas complejos para destacar el papel de las escuelas, sus exigencias curriculares y mostrar alternativas viables. Los empeños por el despliegue de la economía en condiciones adversas precisan de una labor educativa muy intensa y de carácter coherente, lo que requiere una posición teórica holística afín a la antropología, enfoques multiculturales y la socialización escolar como producción cultural, así como los análisis críticos de las prácticas humanas seguido por A. Gramsci. La metodología etnográfica aplicada a un estudio de caso con alternativas de la investigación acción participativa permitió comprobar tras una intervención sociocultural que las escuelas al articularse de modo más intenso con la realidad económica y social asumen de modo más efectivo el camino de la sustentabilidad y hacen más potente la actividad de educativa.

1. Introducción

La investigación tiene por objeto la interacción entre el currículum escolar de la escuela secundaria en zonas montañosas de la región central de Cuba y el entorno comunitario, económico, cultural - histórico como con el ecosistema en su conjunto. La base de la economía nacional sigue manteniendo un peso significativo en la actividad agraria aun cuando se observa un ascendente proceso de urbanización. La educación en áreas rurales tiene el complejo reto de aportar aprendizajes que reorienten y mejoren la calidad de vida, lo que supone una orientación precisa en conexión con los rasgos económicos y culturales de contextos rurales, al tiempo que le confieren especial significado a los contenidos propiciadores de la sostenibilidad del desarrollo. Tal proceso hizo más difícil la labor educativa al confluir los efectos de la crisis económica vivida por la sociedad cubana en los 90's; los impactos de los procesos globales con los cambios estructurales, que se realizaron en Cuba en la búsqueda de variantes óptimas para los procesos de recuperación. La investigación desarrollada desde la segunda mitad de los años noventa y sustentada en la metodología cualitativa etnográfica permitió establecer como objetivos reflexiones teóricas en torno a la educación de la escuela secundaria en la zona de la montaña acerca de la relación entre prácticas educativas, procesos económicos y requerimientos de sustentabilidad

del desarrollo, así como la propuesta de alternativas que mejoren las relaciones de instituciones escolares con sus entornos comunitarios, económicos, culturales, históricos y sociales.

Estas experiencias derivadas cuando se aplicó la denominada estrategia del periodo especial ha promovido una visión más trascendente de educación y cultura como factores para la realización de los procesos económicos. Ello coincide de manera importante con criterios de sociología y antropología clásica. En tiempos de globalización el énfasis en valores propios deviene esencial, pues el modelo de desarrollo económico neoliberal, sus prácticas y patrones de comportamiento regulatorio se imponen por la ganancia [1], trascendiendo sus consecuencias económicas, sociales, políticas, ideológicas y culturales a todos los niveles de la vida social y alcanzando particular significado a nivel local comunitario. Estudios y análisis realizados [2, 3, 4, 5, 6] revelan con los impactos de la globalización para la economía, identidad cultural de los pueblos, cultura americanizada, devenida cultura depredadora [7] y los imperativos del desarrollo económico sobre la base de la sustentabilidad.

Diversos estudios de la CEPAL [8, 9] distinguen impactos negativos de la globalización para América Latina, vistos en el incremento de pobreza, crítica situación de los jóvenes, mujer y del indio y sus influencias en el ámbito de la educación secundaria del medio rural. Tienen particular significado los análisis comparativos de la región por la UNESCO en 1998, donde Cuba ocupa el primer lugar para distinguir avances en calidad [10]. Otros estudios y reflexiones sobre educación en la región [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17] coinciden en la inserción de grandes mayorías en los procesos educativos y en las transformaciones para superar la pobreza y marginación, lo que desemboca en conflictos entre pobreza, sobrevivencia, incultura y sostenibilidad.

La educación ambiental deberá ser asumida como el proceso de comunicación aprendizaje dialogado, participativo, propulsor de saberes con eticidad, sustentado en lo mejor de las tradiciones y exponente de una racionalidad compatible con requerimientos del desarrollo, especificidades y exigencias de ecosistemas. Posee una perspectiva crítica y se ampara en lo más avanzado de la ciencia y técnica en su sentido más reciente. Esta educación articula coherentemente las exigencias del desarrollo con las necesidades de grupos humanos y patrones culturales heredados en una relación armónica con la naturaleza. Uno de los rasgos más notorios es su carácter sistémico, la racionalidad de su contenido, el carácter integrador de variables complejas (económicas, culturales, sociales y ecológicas) y la notoriedad cultural que precisa para su adecuada asimilación, lo que supone a la vez el acertado manejo didáctico y coherente en la concepción dentro de modelos pedagógicos establecidos. La educación ambiental tiene contenidos históricos, culturales, legales, económicos, sociales y lingüísticos; en procesos sociodemográficos, culturales y ecológicos.

Un fuerte debate ha surgido en las relaciones internacionales por la educación sostenible, respuesta generada por la Asamblea de las Naciones Unidas en su resolución 57/254 declarando el “Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible” (ratificado por la UNESCO e implementado desde la

Conferencia de Ministros de Medio Ambiente, Kiev, 2003). Se reconoce la importancia del desarrollo sostenible (configurado en la reunión de Brundtland, impulsado en la cumbre de Río/1992 y legitimado en Johannesburgo/2002), revelando su connotación conceptual y significado como “instrumento de planificación estratégica para la solución de problemas contemporáneos” [18] y distinguiendo la finitud de los recursos naturales. Aunque se reconoce que el concepto de desarrollo sostenible ha tenido una cierta colonización en la educación ambiental; si bien posee múltiples interpretaciones y aplicaciones ha sido objeto de manipulaciones, ha servido para lastrar contenidos revolucionarios llegando a convertirse en una máscara que diluye la nocividad de ciertas prácticas políticas en la economía. La sustentabilidad es más un proceso y una forma de vida que un fin, que precisa de la educación ambiental y sus aportaciones como de procesos democráticos; constituye por lo tanto un eje básico del desarrollo visto como mejoramiento de la calidad de vida en los ámbitos locales y regionales.

Los consensos más importantes [23] revelan la necesidad de una revisión teórico-práctica de las ventajas del desarrollo tecnológico en las distintas sociedades. De igual forma el manejo de la concepción de la sostenibilidad expresa de modo natural un interés por la participación en la toma de decisiones sobre problemas ambientales y estrategias de gestión y alfabetización político-ambientales, propuestas alternativas de organización de la vida social y diseño de acciones de futuro en contextos comunitarios. Una educación dirigida a estas metas, debiera promover el entendimiento y conciencia de estrechas relaciones entre procesos económicos sociales, tecnológicos, políticos, culturales y ambientales, desarrollando valores que permitan acciones coherentes y concientes; por tanto no debe ser una transversalidad a nivel curricular, sino un contenido esencial en todas sus expresiones y momentos.

La educación ambiental debe formar parte de los empeños por la sostenibilidad, en la medida de requerimientos prácticos como factor propiciador de los cambios más urgentes en los escenarios que lo requieran. Por tanto la educación ambiental es solo parte o un momento del trabajo por asumir e implementar la sostenibilidad. Está probado que las instituciones escolares [19, 20, 21, 22] tienen compromisos, potencialidades y responsabilidades con relación al desarrollo de la sostenibilidad.

2. Métodos

Es importante precisar la significación que desempeña la etnografía en estos procesos analizados [23]. Bogdan y Taylor [24] definen la perspectiva cualitativa como procedimientos investigativos que permiten conocer a las personas individualmente en su propio desarrollo a partir de sus definiciones del mundo. Los valores están implícitos en la investigación [25]; la característica más distintiva de la indagación cualitativa es el énfasis en la interpretación [26]; se puede desarrollar y comprobar la teoría sin tener que hacer llamamientos inútiles al empirismo, ya sea en su variedad naturalista o positivista [27]. Se entiende como el enfoque holístico que distingue a la antropología de otras ciencias sociales [28]; la antropología reúne colaboraciones de diferentes

ciencias al estudiar la cultura humana; y la cultura se diluye en los productos estudiados en cada una de las ciencias del hombre [29].

Aunque no se explica en toda su dimensión la aplicación de la perspectiva etnográfica se destaca en la aplicación de la observación participante desarrollada durante años de estudio con la interacción permanente e intensa que se siguió con productores, empresarios, maestros, profesores y estudiantes. Varios reportes dan cuenta de las particularidades de este proceso [20, 21, 22].

3. Análisis y discusión de los resultados

Los impactos de la economía como los resultados de la ciencia y técnica han sido importantes. Se ha expresado que la difusión del mercado, tecnología y comunicación parecen borrar distancias que históricamente pertenecieron al continuo sociedad-comunidad [30], con lo cual "el modo de vida campesino ha terminado por enlazarse estrechamente con el sistema global" [31]. Esto posibilita variaciones importantes en elementos que tradicionalmente han caracterizado al modo de vida rural, mientras que en el orden educacional ha dejado de existir una escuela rural [32].

Otro de los dilemas de la educación rural a nivel de la región se relaciona con la dimensión económica de la actividad educativa. Esto relaciona a las prácticas educativas con tres perspectivas en los espacios rurales: a. La lucha contra la pobreza, sus implicaciones económicas, sociales y políticas, b. la necesidad de retomar lo mejor de la cultura heredada, reenfocarlo a la luz de las circunstancias del presente, asumirlo desde una perspectiva crítica, fundamentado en la racionalidad de la ciencia y la ética de los valores más arraigados; y c. conceder la trascendencia y la ponderación requerida a la actividad agropecuaria no solo como base de la economía sino como componente interrelacionado con los problemas más acuciantes de la sociedad contemporánea. A nivel regional "la pobreza rural es más aguda que la urbana y parece más difícil de superar" [33]. Sus peores implicaciones son insuficiencias en nutrición, salud, servicios empleo agrícola, y en la organización y defensa de estos intereses; sumados a un gran atraso, división de fuerzas más activas e impactos de políticas neoliberales.

En la experiencia del desarrollo en Cuba, se han superado los problemas más graves en torno a la salud, la educación y la pobreza general en el campo. Son una muestra si se consideran en áreas estudiadas, las condiciones de la vivienda, salud, empleo, acceso a la educación como los niveles de escolarización, beneficio de la asistencia social y de la seguridad social, derecho a la jubilación, pago por accidentalidad, propiedad de la tierra, electrificación, derecho de acceso a las armas y representatividad en el sistema de organizaciones e instituciones incluido el parlamento local, provincial y nacional.

Se han conjugado dos factores en torno a la cultura del campo que han modelado buena parte de la conducta y comportamiento cultural actual en las nuevas

generaciones. Uno es de tipo histórico vinculado al grado de explotación del hombre del campo cubano durante siglos. Se confirma una de las tesis planteadas por De la Riva [34] en cuanto a la no identificación del hombre del campo cubano con la tierra y revela acierto Mitz [35] en cuanto a que Cuba es agraria, pero no una sociedad campesina. En países de economías agrarias resulta paradójica la reproducción social del menosprecio por el trabajo agrícola. Un segundo factor que ha intervenido en la socialización de la cultura rural ha estado condicionado por la ineficiencia e improductividad de grandes empresas estatales agrícolas. Aun cuando se formaran técnicos, ingenieros agrónomos, forestales y veterinarios, el atractivo de la ciudad era por razones económicas, como salarios, comodidad, reconocimiento y estimulación.

El proceso de *recampesinización* del ámbito rural cubano, a partir de la reforma económica de los años noventa abre posibilidades al desarrollo social y plantea un gran reto a instituciones educacionales, sobre todo de la escuela secundaria. Aun con los cambios en la zona montañosa perduran cualidades entre hombres y mujeres como su optimismo hacia el futuro, fidelidad, sensibilidad política y humana, solidaridad y su alta identificación con las realizaciones del proceso político cubano. El que perduren estas cualidades posibilitan el trabajo de rescate e intervención social comunitaria desde las escuelas ubicadas en los espacios rurales.

El currículum escolar constituye el eje central en la actividad del proceso de enseñanza aprendizaje de cualquier nivel o institución educativa; es el plan o planificación, por la cual se organizan los procesos escolares de enseñanza aprendizaje [36] y comprende los propósitos que guían la acción [37] y de lo que se desea suceda en la escuela [38]. Una decisión curricular representa una materialización del saber cultural en formas simbólicas, palabras y teorías, libros y documentos no menos que en acciones de procesos prácticos de socialización cultural en el interior de las aulas y escuelas [39]. Las escuelas reflejan no sólo la división social del trabajo, sino las estructuras de clase de la sociedad. El constructo teórico que ilumina la conexión estructural e ideológica entre las escuelas y el lugar de trabajo es la noción de currículum oculto. Como señala Lundgren [40] un currículum es una selección cultural en que se ofrecen argumentos de tipo educativo, social, psicológico, valorativo y político a la selección cultural hecha.

A partir de las experiencias del autor de esta investigación en el estudio y trabajo en zonas rurales, una propuesta curricular alternativa y crítica para el espacio rural, se ha de sustentar en los siguientes principios: Análisis profundo y sistematizado de la práctica de los colectivos pedagógicos, considera los postulados de la tradición pedagógica desde José Martí hasta la actualidad, valoración del papel y funciones de la escuela secundaria considerando particularidades económicas sociales y culturales del entorno, sistema de economía mixta y perspectiva socialista hacia la que se encamina el proyecto social que se desarrolla como el enfoque crítico de todos los procesos económicos sociales y culturales, como una forma de promover la participación activa, transformadora y comprometida de las grandes mayorías. Particular significado se le concederá a las metas del desarrollo sostenible y educación ambiental, articulación de la escuela con el extensionismo rural y procesos innovativos, llegando al fomento del

manejo por los habitantes de las comunidades de los recursos de la biodiversidad, cuencas hidrográficas y bosques.

4. Conclusiones

Los procesos de la vida sociocultural y económica están llamados a ocupar un lugar ascendente en el currículo de las escuelas del espacio rural; en la escuela secundaria deben asumir con mayor énfasis para reivindicar y prestigiar la gestión agrícola. Uno de los retos a nivel teórico y metodológico se deriva de la naturaleza disciplinaria y su peso a nivel de instituciones educativas (incluidas las universidades) y el imperativo de la interdisciplinariedad para el despliegue de nuevos roles de las prácticas científicas y sus exigencias de orden sociocultural para todos los niveles de la educación. Para el desarrollo de los sistemas educativos (en ecosistemas de montaña) es fundamental la relación entre *procesos económicos y prácticas educativas*. No es una relación directa, sino que está mediada por factores dirigidos a la reivindicación de la profesionalidad en actividades y prácticas culturales agrícolas para ofrecer contribuciones más específicas en el desarrollo de la economía, en la lucha contra la pobreza y los procesos movilizativos y participativos.

Una de las metas supremas será lograr el manejo de los recursos y la biodiversidad por los pobladores de la región rural. Esta realidad impone un ordenamiento mediante proyectos a nivel comunidades, regiones, grupos humanos, segmentos sociales a nivel social y trabajo curricular en los sistemas educativos como única premisa de trabajar coherentemente por la sostenibilidad del desarrollo. Resulta imprescindible comprender la dialéctica entre la educación ambiental y la educación para alcanzar la sostenibilidad.

La variabilidad sociocultural de las estructuras sociodemográficas y la social clasista permite reconocer fenómenos multiculturales. La propuesta de ordenamiento curricular no ofrece una receta sino ideas o principios a partir de los cuales se pueda ordenar el trabajo en función a particularidades de los diferentes ecosistemas. Si grande resulta la variabilidad de un ecosistema en metros o kilómetros, más aun resulta la variabilidad sociocultural de los grupos humanos residentes. Ello explica la necesidad de instituir a nivel de las escuelas e instituciones educacionales una capacidad innovativa capaz de estudiar, asumir y monitorear sus propias experiencias. No menos trascendente resulta el hecho necesario e imprescindible de sistematizar la práctica social, muy reconocido pero poco aplicado en los espacios rurales.

Referencias

- [1] F. Engels. *Antidhüring*. Ediciones Revolucionaria, Habana, Cuba, 1996.
- [2] UNESCO. *Nuestra diversidad creativa*. Informe de la Comisión Mundial de cultura y Desarrollo. *Versión restringida*, UNESCO, 1996.
- [3] UNESCO. *Informe mundial sobre cultura*. Diversidad Cultural, Conflicto y Pluralismo. *Ediciones UNESCO, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 2000*.

- [4] A. Giddens. Globalización, desigualdad y estado de inversión social. En: Informe mundial sobre la cultura. Diversidad cultural, conflicto y pluralismo. Capítulo III. *Ediciones UNESCO y Ediciones Mundi Prensa*, España, 2000.
- [5] E. Cohen. Globalización y diversidad cultural. En: Informe mundial sobre la cultura. Diversidad Cultural, Conflicto y Pluralismo. Capítulo III. *Ediciones UNESCO y Ediciones Mundi Prensa*, España, 2000.
- [6] J. Mohan Rao. Cultura y desarrollo económico. *UNAM, México*, 2000.
- [7] P. McLaren. Pedagogía crítica y cultura depredadora. Políticas de oposición en la época postmoderna. *Ediciones Paidós Ibéricas SA, Barcelona*, España, 1997.
- [8] CEPAL. Balance preliminar de las economías de América Latina y Caribe. *Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile*, Chile, 2000.
- [9] CEPAL. Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile*, Chile, 2001.
- [10] E. Hiefelbein, L. Wolf, P. Schiefelbein. La opinión de expertos como instrumento para evaluar la inversión en educación primaria. *Revista CEPAL*, 72, 147-157, 2000.
- [11] D.M.I. Ziba. ¿Un juego de espejos? La vida escolar cotidiana y las políticas educativas en América latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 15, 1996.
- [12] J.L. Corraggio. Propostas do Banco Mundial para Educação: sentido oculto ou problemas de concepção. En: de Tommasi et al. (Eds.), O Banco Mundial e as Políticas Educacionais. *Cortez Editora/ PUC-SP Ação Educativa, São Paulo, Brasil*, 1996.
- [13] J. López Frances. La Educación rural base del desarrollo latinoamericano. *Ediciones Universidad de Salamanca*, 1986.
- [14] P.A.A. Gentili, T. Taden Da Silva. Neoliberalismo qualidade total e educacao. Visoe crítica editors. *Vozes, Petrópolis, Brasil*, 203 p, 1996.
- [15] D. Filmus. La educación media frente al mercado del trabajo: cada vez más necesaria, cada vez más insuficiente. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Buenos Aires, Argentina*, 2000.
- [16] J. Weller. Economic reforms, growth and employment: Labour markets in Latin America and the Caribbean. *Economic Comission for Latin American and the Caribbean*, 2001.
- [17] J.R. Lárez. La escuela latinoamericana frente al neoliberalismo. *Cuadernos de Pedagogía*, 305, 44-47, 2001.
- [18] J. Gutiérrez, J. Benayos, S. Calvo. Educación para el desarrollo sostenible: Evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 25-69, 2006.
- [19] F.C. Agüero Contreras. Die ländliche schule und ihre verbindung mit dem Leben. *Westälische Wilhems - Universität, Deutschland, Arbeitshefte des Lateinamerika-Zentrums*, 72, 2001.
- [20] F.C. Agüero Contreras. Antropología y currículum: Una propuesta metodológica para el estudio de la escuela secundaria del medio rural. En: Diseño y Desarrollo del Currículo, 29-72, 2003. Libro. Trabajos realizados en el marco del programa de doctorado de las Universidades de Oviedo y Cienfuegos (Cuba). Universidad de Oviedo. Departamento de Ciencias de la Educación, José Luis San Fabián

- Maroto, Coordinador. *Serie: Estudios y Documentos, 17, KRK Ediciones, Oviedo, 2003.*
- [21] F.C. Agüero Contreras. Sociedad, cultura y currículo escolar. *Editorial Verlag Wissenschaft, Berlin, 313 p, 2006.*
- [22] F.C. Agüero Contreras. La educación ambiental en la zona de montaña: Sustentarse en los mejores valores. *Revista Cubana de Educación, 117, 12-18, 2006.*
- [23] G. Pérez Serrano, Gloria. Investigación cualitativa, retos e interrogantes. *Ed. La Murralla S. A, Madrid, 198 p, 1994.*
- [24] R. Bogdan, S. Taylor. Introduction to qualitative research methods. A phenomenological approach to the social science. *Wiley-Interscience, John Wiley & Sons Inc., USA, 261 p, 1975.*
- [25] M.P. Colas Bravo, L. Buendía Eisman, La metodología cuantitativa. Capítulo VIII. En: Investigación Educativa. *Alfar, Sevilla, España, 1992.*
- [26] R.E. Stake. Investigación con estudios de casos. *Ediciones Morata S.L., Madrid, España, 159 p, 1995.*
- [27] M. Hammersley, P. Atkinsin. Etnografía: método de investigación. *Edición Paidós, Barcelona, Buenos Aires, 1994.*
- [28] M.B. Whiteford, J Field. The human portrait. Introduction to cultural anthropology. *Practice Hall Englewood Cliff., 1992.*
- [29] C. Camilleri. Antropología cultural y educación. *UNESCO, 180 p, 1985.*
- [30] C. Cancín. Antropología económica. *Alianza Editorial, México, 586 p, 1991.*
- [31] S. Plattner. Antropología económica. *Alianza Editorial, México, 586 p, 1991.*
- [32] E. Corchón Álvarez. La escuela rural: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Colección Práctica en Educación Oikos-Tau. Velassar de Mar., Barcelona, España, 130 p, 2000.*
- [33] R.G. Echeverría. Opiniones para reducir la pobreza rural en América Latina y el Caribe. *Revista CEPAL, 70, 147-160, 1995.*
- [34] F. Pérez de la Riva. La habitación rural en Cuba. Contribución del Grupo Guamá, Antropología. *Editorial Lex, La Habana, Cuba, 99 p, 1952.*
- [35] S. Mitz. Foreword. In R. Guerra, Sánchez. Sugar and society in the Caribbean: An economy history of Cuba. *Yale University Press, 1964.*
- [36] J. Gimeno Sacristán, A.I. Perez Perez. Comprender y transformar la enseñanza. Cuarta Edición. *Ediciones Morata S.L., España, 1995.*
- [37] J.F. Angulo, N. Blanco. Teoría y desarrollo del currículum. *Ediciones Aljibe, Málaga, España, 1994.*
- [38] L. Stenhouse. Investigación y desarrollo del currículum. *Morata, Madrid, España, 1984.*
- [39] J. Martínez Bonafé. Los proyectos curriculares como estrategia de renovación pedagógica. En: J.F. Angulo, N. Blanco. Teoría y desarrollo del currículum. *Ediciones Aljibe, Málaga, España, 1994.*
- [40] U.P. Lundgren. Teoría del currículum y escolarización. *Morata, Madrid, España, 1992.*

Shocks externos en economías subdesarrolladas: Evidencia empírica para los pequeños países de Sudamérica

M. Meneses Covarrubias
Escuela Militar de Ingeniería (EMI), Cochabamba, Bolivia
monica_meneses@bolivia.com

Palabras claves: Shocks externos, fluctuaciones del PIB, apertura comercial, activos financieros externos, SUR

Resumen

En el presente trabajo se analiza el efecto de los shocks externos y la integración financiera y comercial sobre las fluctuaciones económicas de los países más pequeños de América del Sur. Para esto se analiza a Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, los cuales son considerados en un período de 30 años (1970 - 2000) con frecuencia anual. Mediante la aplicación de un modelo panel dinámico SUR, se obtiene que estos países son en alguna medida vulnerables a los mecanismos de transmisión de shocks externos y que se profundiza el efecto de los mismos en el crecimiento al considerar el grado de apertura comercial y financiera de un país.

1. Introducción

La volatilidad experimentada en Sudamérica entre 1970 y 1992 se refleja en que la región ha sufrido recesiones más numerosas y más profundas que la mayoría de las otras regiones del mundo. Durante este periodo los países de la región experimentaron en promedio 2,7 recesiones con una duración promedio de 1,9 años, en comparación con el promedio de 2,1 recesiones con una duración de 1,3 años en países industrializados. De esta manera, los países de Sudamérica no sólo han experimentado más recesiones que los industrializados, sino que han sido más prolongadas en promedio cerca del 50%. Este fenómeno se extiende y en 1999 la tasa de crecimiento de la región es negativa por primera vez desde 1983 [1]. Este proceso está ampliamente relacionado con la influencia del entorno internacional en las condiciones económicas de los países de Sudamérica. Los flujos de capital y los términos de intercambio han provocado o influenciado en las variaciones de la producción de estos países.

Los efectos de los shocks externos en las fluctuaciones de la producción se han relacionado frecuentemente a la volatilidad y a los efectos negativos que podrían ocasionar en el crecimiento de una economía. Hadjimichael et al. [2], Sachs y Warner [3], Ghura y Hadjimichael [4], y Rodrik [5] usan una variedad de regresiones del crecimiento para explicar las determinantes en las transformaciones económicas y concluyen que la estabilidad macroeconómica es un factor importante para el

crecimiento a largo plazo. Por otro lado, Aizenman y Marion [6] proveen un modelo teórico donde un ambiente macroeconómico volátil tiene un impacto adverso sobre el crecimiento. Mientras que Ramey y Ramey [7], usando datos de economías en desarrollo y desarrolladas, encuentran que los países con alta volatilidad macro tienen un crecimiento relativamente bajo.

Así, diversos estudios han intentado entender cuál es la influencia de estos eventos externos, también denominados shocks, sobre la economía. La mayoría de estos estudios se encuentran enfocados en países desarrollados o en vías de desarrollo. El presente estudio pretende contribuir al analizar el efecto de los shocks externos en las fluctuaciones de la tasa de crecimiento de países pequeños de Sudamérica y comprobar si los shocks de carácter financiero o aquellos de carácter comercial predominan en el impacto sobre la producción de pequeñas economías, al mismo tiempo considerar si el grado de apertura comercial profundiza o revierte el efecto de los shocks sobre el crecimiento.

2. Metodología

Para probar las relaciones teóricas planteadas, se considera como muestra a Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador. Las características básicas que explican la determinación de la muestra se refieren a la menor participación relativa de estas economías en el PIB de la región, a la concentración de sus exportaciones en un número reducido de mercancías y a la evidencia de que están entre los países de menor integración financiera de Sudamérica y a nivel mundial¹. La dimensión temporal del estudio se extiende entre 1970-1999, abarcando un período de 30 años en frecuencia anual².

Dado el objetivo de estudio, se pretende observar la trayectoria económica de los países en el tiempo, por lo que los datos se estructuran en panel. Se utiliza específicamente el modelo panel dinámico SUR (*seemingly unrelated regressions*). Esta técnica presenta muchas ventajas para el presente estudio, ya que permite derivar conclusiones generales respecto al impacto de los factores externos en fluctuaciones del crecimiento regional; y además considerar convenientemente la interdependencia entre los países del grupo. Es decir, a diferencia de otros modelos econométricos, el modelo SUR nos habilita a observar pendientes y constantes para cada individuo, permitiéndonos considerar el impacto de los shocks externos para cada país por separado, sin dejar de lado la estructura conjunta de interrelaciones que existe entre los diferentes países de la región. Adicionalmente, se puede señalar que cuando existen pocos individuos y el intervalo de tiempo es más extenso (como en el presente

¹ Esta consideración se basa en el estudio de Kose et al. [8] quienes realizan una clasificación de los países a nivel mundial en función a su integración financiera.

² La información de las variables consideradas tuvieron como fuentes principales los Anuarios Estadísticos para Sudamérica y el Caribe de la CEPAL [9], las Estadísticas Financieras Internacionales del Fondo Monetario Internacional y las Finanzas Globales de Desarrollo & Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial.

caso), es más factible estimar una pendiente para cada individuo, es decir utilizar un modelo SUR.

Por otro lado y de acuerdo a la revisión de la literatura sobre los shocks externos y la disponibilidad de datos en los países de la muestra, se diferencia a los shocks de acuerdo a sus mecanismos de propagación en shocks de carácter comercial, aquellos de carácter financiero y además se considera el efecto de la integración económica en el crecimiento. En la siguiente Ec. 1 se expresa el crecimiento de los países en función a los shocks externos:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=0}^n \beta_{1j} TOT_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{2j} OCDE_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{3j} DE_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{4j} CC_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{5j} ACM_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{6j} IED_{it} + \beta_7 C_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde ΔY_{it} es la variable dependiente, la tasa de crecimiento del PIB per-cápita del país i en el tiempo t . Las variables explicativas que representan a los shocks comerciales son: el TOT_{it} que simboliza el crecimiento de los términos de intercambio del país i en el tiempo t ; y el crecimiento de los países de la OCDE que son socios comerciales de los pequeños países de Sudamérica, $OCDE_{it}$, es decir, el crecimiento de los socios comerciales del país i en el tiempo t . Las variables de los shocks externos financieros son DE_{it} , que es la deuda externa del país i en el tiempo t y finalmente la cuenta corriente, CC_{it} , del país i en el tiempo t . Las variables representativas de la integración económica son la apertura comercial, ACM_{it} , y financiera IED_{it} de un país i en el tiempo t . Subsiguientemente, el vector C_{it} contiene las variables de control utilizadas en el modelo, que son el rezago del logaritmo del GDP per cápita, rezlnGDP_país-1 (de esta manera se soluciona el sesgo de endogeneidad fruto de la inclusión de la variable dependiente rezagada en el modelo, instrumentalizando con el período antiguo, esto es el estimador Arellano-Bond). Finalmente α_i representa la constante del país i y β_{ij} los coeficientes a estimar (del país i y vector j), ε_{it} es el término de perturbación estocástico. Por otro lado, la estimación del efecto de la apertura comercial y financiera en la profundización o amortiguación de los shocks externos, se realizó mediante interacciones entre variables de integración económica mencionadas y cada uno de los shocks. A continuación se presenta la Ec. 2 de estimación para estos objetivos que representa la interacción entre la integración de un país con el resto del mundo y los shocks comerciales:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=0}^n \beta_{1j} TRC_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{2j} IAF_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{3j} ICF_{it} * TRC_{it} + \beta_4 C_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde, $ICF_u * TRC_u$, es el término que representa la interacción entre la integración o apertura de un país, comercial o financiera (ICF_{it}) con los shocks de carácter comercial, ya sean estos los términos de intercambio o el crecimiento de los socios comerciales de los países pequeños, pertenecientes a la OCDE (TRC_{it}).

Finalmente, la Ec. 3 que considera la interacción entre la integración de un país con el resto del mundo y los shocks financieros:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=0}^n \beta_{1j} TRC_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{2j} IAF_{it} + \sum_{j=0}^n \beta_{3j} ICF_{it} * IAF_{it} + \beta_4 C_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde, $ICF_{it} * IAF_{it}$ representa la interacción entre la integración o apertura de un país, ya sea comercial o financiera (ICF_{it}) con los shocks de carácter financiero, ya sean la deuda externa de los países pequeños de Sudamérica o sus cuentas corrientes.

3. Resultados

Solo a manera de introducir la explicación de los resultados, a continuación se presenta en la Fig. 1 la evolución del PIB per cápita de los pequeños países de Sudamérica considerados en el estudio, la misma muestra la volatilidad de los mismos a lo largo del período 1970-2000 y la tendencia a la baja en la década del 80, fruto de las recesiones y colapsos que experimentaron estas sociedades. Los resultados alcanzados se refieren a la relación directa entre los shocks y el proceso de crecimiento de los países. Posteriormente, se revisará la influencia de la integración económica sobre el efecto de los shocks externos en la economía.

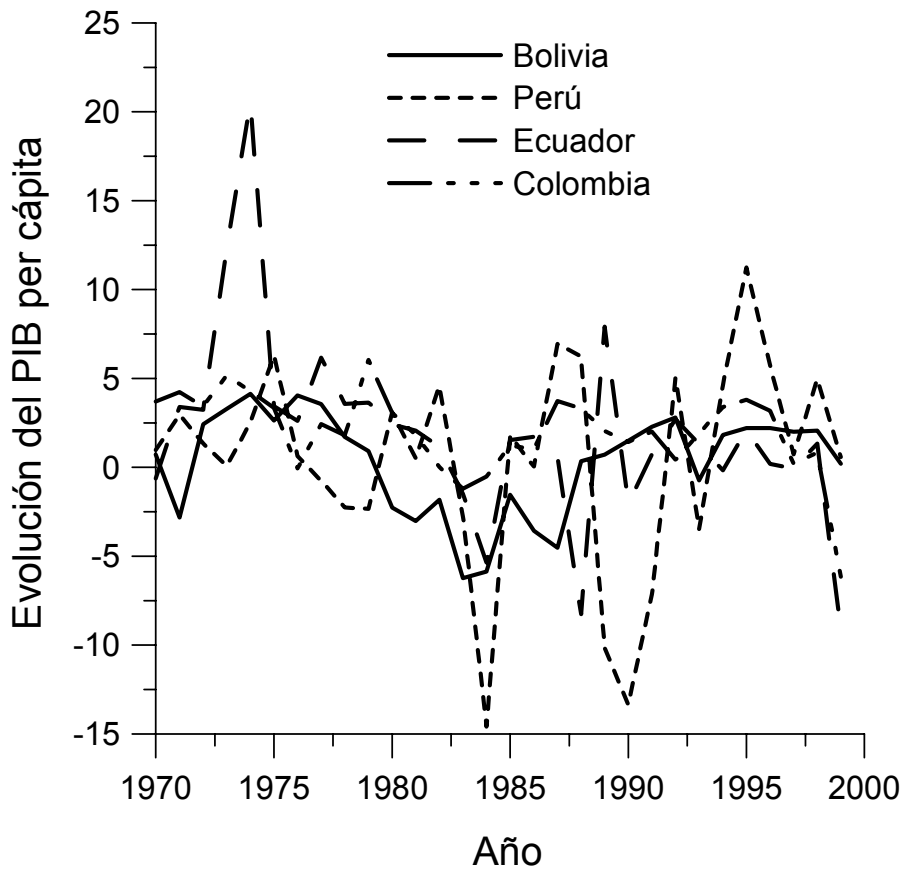


Fig. 1: Crecimiento de los pequeños países de Sudamérica

En la tabla 1 se puede evidenciar que los shocks externos cuyo mecanismo de transmisión hacia el crecimiento es originado a través de transacciones comerciales, tienen un impacto directo y significativo, cuando el shock es originado por el crecimiento o desaceleración de sus socios comerciales pertenecientes a la OCDE. En cambio, la relación de los términos de intercambio y el crecimiento, no posee evidencia contundente significativa. Este resultado es muy rebatible con la literatura que aborda esta problemática y cuyos resultados determinan que los términos de intercambio son generadores de vulnerabilidad y deterioro, incluso irreversible de los términos de intercambio en las economías subdesarrolladas.

Tabla 1: Estimación SUR de los efectos de los shocks - (): t-student

	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	Chi2	P-value		
crecpibBol	28	7	0.0152947	0.7001	72.53	0		
crecpibEcu	28	7	0.0205975	0.7687	95.56	0		
crecpibPer	28	7	0.0435891	0.5874	79.3	0		
crecpibCol	28	7	0.0088537	0.7374	103.49	0		

	Términos de intercambio	Apertura comercial	Cuenta corriente	OECD	IED/PIB	Deuda	rezlnPIB	Constante
crecpibBol	0.010 (0.49)	0.109 (3.86)	-0.070 (-1.00)	0.008 (3.76)	0.003 (2.61)	0.000 (-3.24)	-0.273 (-3.80)	1.963 (3.62)
crecpibEcu	-0.001 (-0.02)	0.240 (3.21)	-0.135 (-1.16)	-0.001 (-0.52)	-0.007 (-2.56)	0.000 (-2.26)	-0.212 (4.59)	1.641 (4.92)
crecpibPer	0.217 (2.92)	0.912 (3.82)	-1.632 (-5.49)	0.016 (2.45)	0.011 (2.33)	-0.002 (-3.27)	-0.366 (-5.14)	1.642 (2.59)
crecpibCol	0.004 (0.26)	0.006 (6.05)	-0.210 (-3.40)	0.007 (5.72)	-0.004 (-2.39)	0.000 (-1.73)	-0.055 (-3.17)	0.324 (2.20)

Por otro lado, los shocks originados por las transacciones financieras de los países, presentan fuerte evidencia negativa (inversa) en el crecimiento a través de los flujos de la deuda. Esto se vincula al efecto negativo (inverso) de la cuenta corriente de los países sobre el crecimiento. En este caso, los flujos de capital o aumento de pasivos externos no está relacionado directamente al mayor crecimiento de las economías pequeñas (a la inversión productiva en el país) y solo financian el repago de la deuda. A la vez, existe evidencia contundente del efecto de la integración comercial y financiera de los países pequeños de Sudamérica con el resto del mundo; el grado de apertura comercial se relaciona positivamente al crecimiento de los países.

La apertura comercial con sus socios comerciales en el resto del mundo (excluyendo la región de Sudamérica), es más significativa que la apertura comercial con todos sus socios comerciales de la región. En cuanto al grado de apertura financiera también existe fuerte evidencia del efecto de los flujos de inversión en la economía de los países, la relación sin embargo puede ser directa o inversa, lo que supone la necesidad de analizar los beneficios y desventajas de la inversión extranjera en este tipo de economías, tal como lo sostiene, Appleyard y Field [10].

3.1. Interacción entre integración comercial y financiera con la deuda

El la tabla 2 evidencia que la apertura comercial es un factor que influencia para que el efecto negativo de la deuda sobre el crecimiento se revierta. Esta relación nos indica que los recursos de un comercio más intensivo con el resto del mundo podrían reducir los problemas de endeudamiento de los pequeños países de Sudamérica. De igual forma, la influencia de la IED en la deuda revierte el efecto negativo de la deuda en los países de Bolivia y Perú, pero ahonda este efecto en los países de Ecuador y Colombia.

Tabla 2: Estimación SUR de los efectos de integración comercial y financiera con la deuda - (): t-student

	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	Chi2	P-value		
crecpibBol	28	7	0.0146811	0.7237	76.27	0		
crecpibEcu	28	7	0.0222461	0.7302	76.45	0		
crecpibPer	28	7	0.0424368	0.6089	75.84	0		
crecpibCol	28	7	0.0110967	0.5875	57.02	0		

	Términos de intercambio	Cuenta corriente	OECD	Deuda	rezlnPIB	Open * Deuda	IED * Deuda	Constante
crecpibBol	0.027 (1.34)	-0.065 (-0.96)	0.008 (4.02)	-0.001 (-6.65)	-0.300 (-3.80)	0.001 (3.82)	0.000 (3.02)	2.134 (3.64)
crecpibEcu	-0.026 (-0.80)	0.031 (0.26)	-0.002 (-0.75)	-0.002 (-3.97)	-0.138 (-3.49)	0.004 (2.87)	0.000 (-2.50)	1.295 (4.62)
crecpibPer	0.213 (3.36)	-1.563 (-5.54)	0.012 (2.05)	-0.004 (-5.20)	-0.281 (-4.39)	0.013 (4.16)	0.000 (2.02)	1.195 (2.12)
crecpibCol	-0.008 (-0.36)		0.007 (4.74)	-0.003 (-3.38)	-0.021 (-1.08)	0.000 (3.30)	0.000 (-2.23)	0.237 (1.22)

3.2. Interacción entre integración comercial y financiera con términos de intercambio

En la tabla 3 se evidencia cuáles grados más altos de apertura comercial vuelven significativo el efecto de los TOT sobre el crecimiento. Es decir, la apertura comercial incrementa la vulnerabilidad de estos países hacia shocks de comercio referentes a los términos de intercambio. Por otro lado, mayores grados de apertura financiera, es decir mayor influjo de inversión extranjera directa, también influencia para que el efecto de los términos de intercambio sobre la economía sea significativo, pero diferenciado entre países. En Bolivia y Perú un mayor grado de IED determina que los términos de intercambio tengan impacto directo con su crecimiento; mientras que en Ecuador y Colombia, el impacto es inverso. Lo que significa que un incremento en los TOT incrementa en exceso las importaciones, deteriorando fuertemente la balanza comercial y por medio de este mecanismo el crecimiento del mismo.

Tabla 3: Estimación SUR de los efectos de integración comercial y financiera con los términos de intercambio - (): t-student

	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	Chi2	P-value		
crecpibBol	28	7	0.0152743	0.7009	75.55	0		
crecpibEcu	28	7	0.0204368	0.7723	94.60	0		
crecpibPer	28	7	0.0431250	0.5961	69.75	0		
crecpibCol	28	7	0.0100583	0.6611	70.25	0		
	Términos de intercambio	Cuenta corriente	OECD	Deuda	rezlnPIB	Open * TOT	IED * TOT	Constante
crecpibBol	-0.02 (-0.11)	-0.088 (-1.25)	0.008 (3.79)	0.000 (-3.15)	-0.289 (-3.98)	0.025 (4.08)	0.001 (2.77)	2.131 (3.82)
crecpibEcu	-0.012 (-0.45)	-0.082 (-0.69)	-0.001 (-0.51)	0.000 (-2.04)	-0.215 (-4.57)	0.048 (3.19)	-0.001 (-2.36)	1.725 (5.14)
crecpibPer	0.123 (1.59)	-1.479 (-4.98)	0.015 (2.25)	-0.002 (-3.14)	-0.336 (-4.79)	0.190 (3.71)	0.002 (2.01)	1.860 (2.82)
crecpibCol		-0.030 (-1.51)	0.007 (5.23)	-0.001 (-3.63)	-0.026 (-1.47)	0.001 (4.30)	-0.001 (-2.20)	0.306 (1.78)

3.3. Interacción entre integración comercial y financiera con crecimiento de los socios comerciales sudamericanos

En la tabla 4 se evidencia que grados más altos de apertura comercial determinan que el efecto del crecimiento de los socios comerciales, pertenecientes a la OCDE, en el crecimiento de los países pequeños de Sudamérica, sea más fuerte que el evidenciado cuando no existe esta interacción. La apertura financiera, determina que el impacto de los socios comerciales (OECD) en el crecimiento de los pequeños países de Sudamérica, sea positivo en Perú y Bolivia, y negativo en Ecuador y Colombia. Esto se compatibiliza con la dirección del efecto de la IED y su interacción con los otros shocks, sobre el crecimiento de los países pequeños de Sudamérica.

Tabla 4: Estimación SUR de los efectos de integración comercial y financiera con crecimiento de los socios comercial (): t-student).

	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	Chi2	P-value		
crecpibBol	28	7	0.0155633	0.6895	60.28	0		
crecpibEcu	28	7	0.0204638	0.7717	94.71	0		
crecpibPer	28	7	0.0459180	0.5421	46.97	0		
crecpibCol	28	7	0.0114216	0.5630	48.13	0		
	Términos de intercambio	Cuenta corriente	OECD	Deuda	rezlnPIB	Open * OECD	IED * OECD	Constante
crecpibBol	0.030 (1.41)	0.060 (0.84)	-0.011 (-1.70)	0.000 (-4.01)	-0.162 (-2.53)	0.033 (2.99)	0.001 (1.74)	1.114 (2.34)
crecpibEcu	0.015 (0.50)	0.070 (0.57)	-0.044 (-3.44)	0.000 (-1.58)	-0.276 (-5.11)	0.115 (3.47)	-0.003 (-2.78)	2.166 (6.14)
crecpibPer	0.234 (3.38)	-1.369 (-4.26)	-0.053 (-2.46)	-0.001 (-2.71)	-0.161 (-2.29)	0.256 (2.91)	0.005 (2.21)	0.173 (0.30)
crecpibCol	-0.021 (-0.95)		-0.018 (-1.81)	-0.001 (-2.56)	-0.017 (-0.92)	0.001 (2.69)	-0.002 (-2.88)	0.265 (1.41)

4. Conclusiones

Las relaciones obtenidas en el modelo sin interacciones cambian su impacto o lo profundizan sobre el crecimiento cuando se incluyen interacciones de la integración financiera y comercial con los shocks. Este es el caso de los términos de intercambio, que parecía no tener evidencia significativa en el crecimiento de los países de Sudamérica. Pero este resultado se revierte cuando interactúa con la apertura comercial y entonces una mayor integración a nivel comercial afecta significativamente los términos de intercambio. El segundo caso es el impacto negativo que la deuda presentaba antes de las interacciones, el cual se revierte.

En cuanto a la integración financiera y su interacción con los shocks externos se puede concluir que si bien afectan significativamente los resultados del impacto de los shocks financieros sobre el crecimiento, este efecto puede ser de tendencia negativa o positiva. Sin embargo, la falta de evidencia empírica introduce al debate este comportamiento.

Referencias

- [1] UDAPE. Hacia una economía menos volátil. *UDAPE*, 2000.
- [2] Hadjimichael et al. Effects of macroeconomic stability on growth, savings and investment in Sub-Saharan Africa - An empirical investigation. *IMF Working Papers 94/98*, 1994.
- [3] Sachs, Warner. Sources of slow growth in African economies. *Journal of African Economies*, 6(3), 335-376, 1996.
- [4] D. Ghura, M.T. Hadjimichael. Growth in Sub-Saharan Africa. *IMF Staff Papers*, 43(3), 605-34, 1996.
- [5] D. Rodrik. Trade policy and economic performance in Sub-Saharan Africa. *NBER Working Papers 6562*, 1998.
- [6] Aizenman, Marion. Policy uncertainty, policy and growth. *Review of International Economics*, 1, 1993.
- [7] G. Ramey, V.A. Ramey. Cross-country evidence of the link between volatility and growth. *American Economic Review*, 85(5), 1995.
- [8] Kose M. Ayhan, Eswar S. Prasad, Marco E. Terrones. How do trade and financial integration affect the relationship between growth and volatility. *IMF Working Paper*, 2004.
- [9] CEPAL. Anuarios Estadísticos para Sudamérica y el Caribe.
- [10] D.R. Appleyard, A.J. Field. Economía internacional. *McGraw Hill*, 1997.

Does financial development lead to economic growth and decrease inequality in Latin America?

M.A. Sucre Reyes
Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
IVO -Tilburg University, Tilburg, The Netherlands
m.a.sucrereyes@uvt.nl, mariasucre@yahoo.es

Keywords: Financial development, economic growth, income inequality

Abstract

In recent years, the role of finance promoting economic growth and reducing inequality has received an increasing interest in the economic literature. Precisely, in some of the last studies in this area the need for more empirical knowledge at regional and country level is considered [1]. This paper selectively reviews recent empirical work on the relationships finance-growth and finance-inequality. Additionally, given the economic and social peculiarities of Latin America and the need of a fresh look at the evidence [2], we examine both relationships for this region. With this purpose panel data analysis is executed covering data of proxies of financial development, economic growth, inequality and other control variables for Latin American countries. The main findings suggest that financial development matters for economic growth and the reduction of inequality in the region. From this perspective, financial development would contribute to reducing poverty by accelerating growth and diminishing income inequality.

1. Introduction

The relationship between financial development and economic growth has remained as an important issue of economic debate. The pioneering contributions about this relationship are from *Schumpeter (1912)*, *Goldsmith (1969)*, *McKinnon (1973)* and *Shaw (1973)*. An important number of theorists, starting with Schumpeter, have emphasized the role of financial development in better identifying investment opportunities, reducing investment in liquid but unproductive assets, mobilizing savings, boosting technological innovation, and improving risk taking. However, not all are convinced about the importance of the financial system in the growth process. In the position of *Lucas (1988)*, economists are 'badly over-stressing' the role of financial factors in economic growth. *Robinson (1952)* synthesized the view of those who are skeptic about the role of finance as growth factor when she wrote, 'where enterprise leads, finance follows'. In this view, economic growth creates demands for particular types of financial arrangements and the financial system responds automatically to these demands [3].

Among other important and recent theoretical-empirical studies that have stressed the role of finance on growth are the ones of *Favara (2003)*, *Manning (2003)*, *Calderon and Liu (2003)*, *Fecht (2004)*, *Rioja and Valev (2004)*, *Guirmay (2004)*, *McCaign (2005)*, Levine [4] and others. Precisely, one of the latest works of Levine refers to theoretical models showing that financial intermediaries and markets may arise to mitigate the effects of information and transaction costs. So financial systems may influence saving rates, investment decisions, technological innovation and hence long run growth rates. Also, Levine [4] makes a critical review of empirical studies on finance and growth, concluding that we are still far from a definitive answer to the questions: Does finance cause growth, and if it does, how? [4]

As a weak point of the most of these empirical researches on finance and growth we can state that they rely excessively on general evidence. One important general lesson of the financial liberalization experience is the need for policy to be based on a careful consideration of country conditions and differences. A “one size fits all” approach to financial policy needs to be replaced by the design of financial sector interventions that allow for the significant differences that exist in the economic and institutional characteristics of individual developing countries [5]. This point to the need for cross country econometric analysis to be complemented by more broad based empirical evidence derived from regions (i.e. Latin America and Caribbe) and country case studies.

Another important limitation of the existing empirical research on finance and growth is the concentration on the single objective of economic growth. But what about financial development benefiting only the rich and powerful people? .In this sense, there has been little research about the relationship between financial development and inequality (poverty). Regarding a pro poor and “social fair” development it is important to take into account the distributional and poverty impact implications of financial development.

Additionally, there is evidence that deep poverty and inequality can also undercut growth. So inequality does not only prevent poor from benefiting from growth but also can lower economic prosperity for a whole country and region. Then, taking these financial frictions as given and ignoring incentive effects, some recommendations to reduce income inequality only suggest public policies redistributing income from the rich to the poor. Much less emphasis has been put on financial development policies as a way to reduce income inequality [6].

With this last respect, although theoretical models make distinct predictions about the relationship between financial sector development and income inequality, little empirical research has been conducted to compare their relative explanatory power [7].

The issue of finance in the Latin American and Caribbean region is particularly interesting and important if we regard that practically all their countries are considered as developing economies. Economic growth in Latin American countries has not met expectations, regardless of significant institutional reforms and their inherent potential to fare better. Poverty and income inequality remain high and deep-rooted at the extreme

that the region is regarded as the most unequal in the world in terms of income. While the region overall is on the way to meet the Millennium Development Goals relating to human development it lags behind on achieving the poverty goal (together with Sub-Saharan Africa) [8]. Therefore, it is crucial for the region to identify and to analyze factors that could promote economic growth and reduce income inequality and poverty.

Given this necessity the main goal of the present paper is to analyze the effect of financial development on economic growth and income inequality in the mentioned region. With that purpose, most of the existing empirical evidence published in the period 1993-2006 was reviewed on both relationships (finance-growth and finance-inequality). Additionally, regarding that very few empirical analyses use samples that pool countries of a same region and even less studies focus in the Latin American region, we attempt to approach empirically both relationships for the case of Latin America and Caribe. This last task has been highly challenging not only considering the complications of the panel data building and analysis but then also due to certain peculiarities of data in terms of availability and consistency.

The presented study is organized in four sections. In the one that follows this introduction some theoretical relations on finance-growth-inequality are briefly presented. In the section 3, the most important points in terms of methodology and data related with our research are summarized. In the next section the main results of the analysis of existing evidence and also our own results are presented. These main results are also synthesized in the last section of conclusions.

2. Theoretical considerations

Regarding the finance-growth nexus, two possible hypotheses between financial development and growth are labeled by *Patrick (1966)* as the supply-leading and demand following hypothesis. The supply-leading hypothesis states a causal relationship from financial development to economic growth. On the other hand, the demand-following hypothesis postulates a causal relationship from economic growth to financial development. So following this hypothesis financial development does not affect economic growth. At the contrary, economic growth gives place to an increasing demand for financial services that might induce an expansion in the financial sector.

Additionally to these two competing hypotheses, *Patrick (1966)* proposes the stage of development hypothesis. According to this hypothesis, supply-leading financial development can induce real capital formation in the early stages of economic growth. Innovation and development of new financial services opens up new opportunities for investors and savers and, in so doing, inaugurates self-sustained economic growth. As financial and economic development proceeds, the supply-leading characteristics of financial development diminish gradually and are eventually dominated by demand following financial development. Surprisingly, there has been little empirical analysis of *Patrick's* hypotheses, for either developed or developing countries [9].

Regarding the supply - leading hypothesis, that seems the strongest in empirical terms, most of the literature points out that financial development causes economic growth by increasing productivity and capital accumulation. Additionally, empirical development economics show that economic growth is mainly driven by productivity growth, rather than, as commonly thought, through capital accumulation. With respect to this, an important way by which financial development could influence growth is by means of facilitating technological innovations and low-costs productions methods that could increase productivity. First, adoption of technologies requires large sums of capital that could easily be mobilized in well developed financial systems. Second, well-developed financial systems encourage adoption of long-gestation productive technologies by means of reduction of investor's liquidity risks. Finally, by providing hedging and other risk sharing possibilities, financial intermediaries and markets influence assimilation of specialized and hence productive technologies. Then, countries with well developed financial system will experiment larger productivity gains and therefore higher economic growth [10].

With respect to the relationship finance and inequality, it is possible to distinguish three different hypotheses. For the "inequality widening hypothesis" financial development benefits only the rich and powerful. Because financial markets are fraught with adverse selection and moral hazard problems, borrowers need collateral. The poor, who do not have this, might, therefore, find it difficult to get loans even when financial markets are well developed. In contrast, the rich who do have property that can be used as collateral might benefit as the financial sector develops. If financial development improves access for the rich, but not the poor, it might worsen inequality.

But this might not be the case if we follow the "narrowing inequality hypothesis". As the financial sector grows, the poor, who were previously excluded from getting loans, might gain access to it. In this way, finance might be an equalizer for people with talents, ambition, and persistence. *Rajan and Zingales (2003)* argue that the revolution in financial markets is "opening the gates of the aristocratic clubs to everyone". Supporting the idea that financial development might benefit the poor, several theoretical models suggest that income inequality will be lower when financial markets are better developed (*Banerjee and Newman 1993; Galor and Zeira 1993*).

Finally, if we regard the "inverted U inequality hypothesis" the relation between inequality and financial development could be no linear, because different mechanisms dominate at different levels of financial sector development. *Greenwood and Jovanovic (1990)* show how financial and economic development might give rise to an inverted U-shaped relationship between income inequality and financial sector development. In their model, income inequality first rises as the financial sector develops but later declines as more people gain access to the system. [11].

To finish this section, we can summarize the main lines of our theoretical review in Fig. 1.

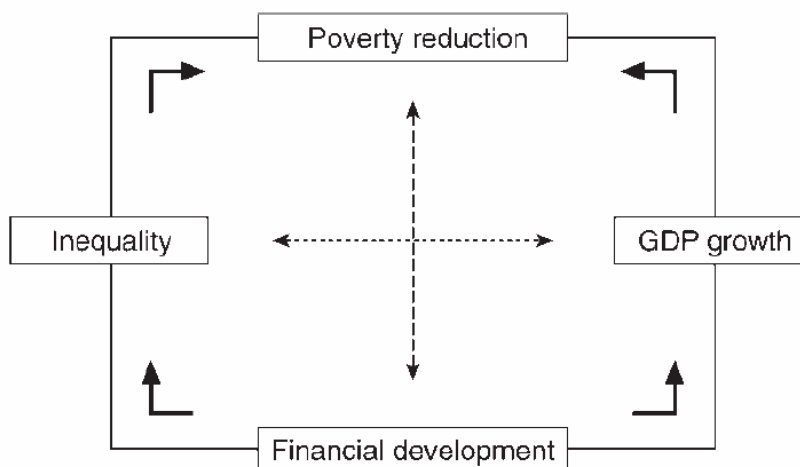


Fig. 1: Interaction between financial development, growth, inequality and poverty [12]

3. Methodology and data

As we already mentioned the present study has two main research components. Previous to making some important theoretical considerations, the first part of the study attempted to make a review of recent empirical literature on the relationships finance - growth and finance - inequality. We focus on empirical studies that use pure cross country, time series and panel data techniques. In the case of the finance and growth nexus our review was restricted to starting with empirical evidence of 1993, regarding that a new rigorous approach was initiated precisely that year by King and Levine¹. In the case of the review on finance and inequality, there is no necessity of such a restriction since the literature is relatively scarce and in general the inequality issue came back to the research agenda just in the 90's after some decades of relative silence.

The main goal of such a review has been to find some preliminary answers to our research question. However, other important purposes have been the identification of alternative proxies of finance, inequality, economic growth and other variables that have also influence on growth and inequality apart of finance (control variables). Additionally, we have put special attention to the econometric techniques applied in the recent literature. This makes it also possible to identify the advantages and disadvantages of different econometric techniques and to consider them at the moment to decide about the techniques to be used in our work.

The second component of this study is more empirical, mainly based on some econometric panel data analysis. One of the main advantages of this econometric tool is to exploit both the cross-country and time-series dimensions of the data. However, among some disadvantages the most are of practical nature, as for example the time-

¹ This rigorous approach is based on three pillars: Functional theory of financial intermediation, endogenous growth and advanced econometrics.

consuming effort of constructing the panel data sets, specifically being faced with a considerable number of cross units (in our case countries), variables and time series. With respect to it, our original data set contains information about 33 countries² of Latin America and Caribbean for around 40 indicators with annual observation for the period 1960-2005³. After the data set had to be reduced to five year average data in order to diminish the economic cycle effects.

The data on financial development proxies was collected and also own prepared on base of data from the World Bank Development Indicators (WDI) and International Financial Statistics (IFS) prepared by the IMF. Data on measures of income inequality comes from the well known Deininger & Squire data set, WIDER-UNIDO data set, WDI and Texas Inequality Project. In the case of the measures of economic growth the data has been based on the Pen World Tables (Version 6.2) and WDI. Additionally, data on other variables explaining economic growth and inequality and instrumental variables was taken from Barro & Lee's education data set, the WBI and other more specific World Bank data sets.

The two basic regression models to be estimated could be summarized in the Eqs. (1) and (2):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 FD_{it} + \beta_2 CV_{it} + e_{it} \quad (1)$$

$$II_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 FD_{it} + \alpha_2 CV_{it} + e_{it} \quad (2)$$

In the model (1), the dependent variable is an indicator of economic growth. The explanatory variables are FD that is the measure of financial development, and CV is a set of control variables. In the Eq. (2) the explained variable is the measure of income inequality and the explanatory variables are an indicator of financial development (FD) and CV representing a set of other variables that also influence inequality apart of financial development.

In both estimation equations the possibility of endogeneity and reverse causation are taken into account using the instrumental variable approach (the instrumental variables referring the origin of the country's legal system, area, ethnic fractionalization and other country characteristics).

4. Results and discussion

Numerous empirical studies on the relationship finance and growth reject the hypothesis that financial development simply follows economic growth and has very little effect on

² From the whole group of Latin American and Caribbean countries are only discarded from our sample Aruba, Bermuda, Cayman Island, Netherlands Antilles, Puerto Rico and Cuba, due to their particular political and economic characteristics.

³ Even though the time period is relatively long there are many missing values for some countries and variables.

it. Instead there is strong evidence that financial development is important for growth. Studies on this subject have shown that financial development is important and causes economic growth (at least in the long run). Higher levels of financial development are strongly associated with futures rates of capital accumulation and future improvements in the efficiency of employing capital. However, in the case of developing countries there is some evidence stating that financial development could spur economic growth mainly by capital accumulation rather than by improvements in productivity.

In the case of the relationship financial development and inequality, most of the empirical evidence with exception *Dollar and Kraay (2002)* and *Lopez (2004)* find that financial development decreases income inequality and poverty. So far there is strong evidence supporting the “narrowing inequality hypothesis”. Not much support was found for the inverted U-shaped hypothesis, except for Jalilian and Kirpatrick [12], whose results suggest that the link between financial development and inequality is quadratic.

Even though existing empirical evidence points to financial development as promoter of growth and inequality reduction, we could not expect that all regions and countries “fit in the same size”. Therefore, regarding the little empirical evidence about this issue in the case of Latin American and Caribe, the necessity of evidence is even more important.

In relation to this last respect, the results of the data panel are in its final stage of analysis. The preparation of the data set has been quite challenging in terms of time regarding the dispersion of data related with our study variables, size of the sample, number of indicators and extent of the period. However, it is important to mention that in the process also we have affronted some inconsistency problems in relation to the measures of income inequality. In this sense, our big challenge so far has been to take care of the quality and consistency of the data set⁴.

5. Conclusions

Most of the existing empirical evidence points to financial development as promoter of growth and inequality reducing. However, as a limitation the most of these empirical investigations seem to rely excessively on general evidence. One important general lesson of the financial liberalization experience is the need for policy to be based on a careful consideration of country/region conditions and differences. A “one size fits all” approach to financial policy needs to be replaced by the design of financial sector interventions that allow for the significant differences that exist in the economic and institutional characteristics of individual developing countries. Therefore the necessity and importance of complementary and specific evidence about the Latin American and Caribbean region is highlighted.

⁴ The final results of the econometric data panel analysis and the completed/revised conclusions will be included in the last and completed version.

Acknowledgements

The author would like to thank for the financial and institutional support that has been provided by the K.U.Leuven-VLIR-CEPLAG in the context of supporting PhD. programs. Also I like to acknowledge to my supervisors Dr. Henk van Gemert, Dr. Lex Meidan and Dr. Wim Peluppesy from Tilburg University for their guidance and constructive comments related with my research.

References⁵

- [1] R. Levine. More on finance and growth: more finance, more growth? *The Federal Reserve Bank, St. Louis*, 31-52, 2003.
- [2] A. de la Torre et al. Financial development in Latin America: big emerging issues, limited policy answers. *Policy Research Working Paper N° 3963, World Bank*, 2006.
- [3] P. Bhattacharya, M. Sivasubramanian. Financial development and economic growth in India: 1970-1971 to 1998-1999. *Applied Financial Economics*, 13, 925-929, 2003.
- [4] R. Levine. Finance and growth: theory and evidence. *Handbook of Economic Growth, Elsevier*, 865-934, 2005."
- [5] C. Kirkpatrick. Finance and development: overview and introduction. *The Journal of Development Studies*, 41(4), 631-635, May 2005.
- [6] B. Thorsten, A. Demirguc-Kunt, R. Levine. Finance, inequality and poverty: cross country evidence. *Policy Research Working Paper No 3338, World Bank*, 2004.
- [7] G. Clarke, L. Xu, H. Zou. Finance and income inequality: test of alternative theories. *Policy Research Working Paper N° 2984, World Bank*, 2003.
- [8] J. Saavedra, O. Arias. Stuck in a ru. *Finance & Development*, 42(4), 18-23, 2005.
- [9] C. Calderon, L. Liu. The direction of causality between financial development and economic growth. *Journal of Development Economics*, 72, 321-334, 2003.
- [10] S. Tadesse. Financial development and technology. *Working Paper No 749, The Willian Davidson Institute*, 2005.
- [11] G. Clarke, L. Xu, H. Zou. Finance and income inequality: what do the data tell us? *Southern Economic Journal*, 72(3), 578-596, 2006.
- [12] H. Jalilian, C. Kirkpatrick. Does financial development contribute to poverty reduction? *The Journal of Development Studies*, 41(4), 636-656, 2005.

⁵References cited in text and not included in the list of references are typed in italic

A new test for outlier detection

C. Dehon, M. Gassner, V. Verardi
ECARES, Université Libre de Bruxelles
50, av, F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles
cdehon@ulb.ac.be, mgassner@ulb.ac.be, vverardi@ulb.ac.be

Keywords: Robust statistics, regressions, outliers, robust distances, test

Abstract

In the presence of outliers in a dataset, a least squares estimation may not be the most adequate choice to get representative results. Indeed estimations could have been excessively influenced even by a very limited number of atypical observations. In this article, a new Hausman-type test is proposed to check for this. The test is based on the trade-off between robustness and efficiency and allows understanding if a linear least squares estimation is appropriate or if a robust method should be preferred.

1. Introduction

In applied economics and econometrics, it has always been highlighted that even if a small amount of data behaves differently from the vast majority of the observations, classical estimations may be affected, leading to results that are not representative of the population. In other words, the presence of outliers might bias the results. The aim of this paper is to create a test that will help applied econometricians to detect if least squares estimations have been excessively influenced by outlying observations. The general idea is simple: if the influence of the outliers is limited, the estimated regression parameters obtained by ordinary least squares (LS) and by a robust method should be similar (but LS will be preferred as it is more efficient). On the contrary, if some outlying observations distort the LS estimations, the estimated regression parameters obtained by the two methods will be very different and LS results should be rejected (and a robust method should be preferred, even if less efficient). The paper consists of a brief introduction, followed by the sections 2 (describing the proposed test), 3 (presenting simulation results) and 4 (summarizing the findings).

2. A Hausman-type test

Assume we want to estimate a regression model of the type

$$y_i = \theta_0 + x_{i1}\theta_1 + \dots + x_{ip-1}\theta_{p-1} + \varepsilon_i \quad \text{for } i=1, \dots, n$$

where n is the sample size, x_{i1}, \dots, x_{ip-1} are the explanatory variables, y_i is the dependent variable and ε_i is the error term. Assume that the errors ε_i are independent of the explanatory variables and i.i.d. according to the normal distribution $N(0, \sigma)$, where σ is the residual scale parameter. The vector of regression parameters is $[\theta_0, \dots, \theta_{p-1}]'$. To estimate it, the classical ordinary least squares methodology is the most commonly used; it minimizes the sum of the squared residuals. More precisely:

$$\hat{\theta}_{LS} = \underset{\hat{\theta}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n r_i^2 \quad \text{where } r_i = y_i - \hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_1 x_{i1} - \dots - \hat{\theta}_{p-1} x_{ip-1}$$

LS estimators are notorious for their sensitivity to outliers. Results can be strongly influenced by the presence of just one "bad" outlier. Several estimation techniques have been developed to reduce the effects of "abnormal" points: Least Median of Squares (LMS), Least Trimmed of Squares (LTS), S-estimators (S), MM-estimators (MM), etc. (see [4] for a thorough review of the robust techniques literature). All these estimation techniques have very high breakdown points (roughly speaking, the breakdown point represents the smallest fraction of contaminated data that causes the estimator to take on values arbitrarily far from the "true" unknown parameter) but are less efficient than LS.¹ The class of MM-estimators [6] is very interesting since these estimators combine high breakdown points and high efficiency. However, an estimator with high efficiency will be less robust, more sensitive to outliers than an estimator with lower efficiency, even if its breakdown point is 50%.

This is the reason why we concentrate on the very robust S-estimator introduced by Rousseeuw and Yohai [5]. S-estimators form a class of high-breakdown affine equivariant estimators. They are defined as minimizing a scale M-estimator of the residuals. Let r_1, \dots, r_n be a sample of residuals. The M-scale estimate $s(r_1, \dots, r_n)$ is defined as the solution of:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{r_i}{s}\right) = b$$

where b is a constant, chosen as $E_{\Phi}[\rho]$ (Φ is the standard Normal cumulative function) to ensure consistent estimation of σ (if the distribution is normal). Function ρ is assumed to be even and continuously differentiable, with $\rho(0)=0$ and such that there exists some strictly positive value c for which ρ is strictly increasing on $[0, c]$ and constant on $[c, \infty)$.

The regression S-estimator is then defined as:

$$\hat{\theta}_S = \underset{\hat{\theta}}{\operatorname{argmin}} s(r_1(\hat{\theta}), \dots, r_n(\hat{\theta}))$$

and the final scale estimator is:

¹ For example, LMS has the disadvantage of converging at a rate of $n^{-\frac{1}{3}}$ or the 50% breakdown LTS estimator has a Gaussian efficiency of only 7.1%

$$\hat{\sigma}_S = s(r_1(\hat{\theta}_S), \dots, r_n(\hat{\theta}_S))$$

Taking ρ as Tukey's Biweight function it can be shown that at a breakdown point of 50% ($c=1.547$), the Gaussian efficiency of S is 28.7%. Rousseeuw and Yohai [5] also proved the consistency and the asymptotic normality of the S-estimator, using the fact that it satisfies the first-order necessary conditions of M-estimators [3].

We have just put forward the key issue underlying the question the authors want to address in this paper: LS is efficient but not robust while S is robust but inefficient. What is shown is that a Hausman-type test may be used to determine if the gain in consistency coming from the use of a robust estimator overrules the corresponding loss of efficiency (obviously, only if the model is well specified). The original Hausman test [2] is based on comparing an estimator which is efficient under H_0 of no endogeneity with an estimator that is consistent under the alternative that endogeneity is present. Here, we are interested in comparing the classical efficient LS estimator $\hat{\theta}_{LS}$ under H_0 of no inconsistency due to outliers to the robust S-estimator $\hat{\theta}_S$ that is always consistent. For simplicity we assume, for now, that the model is well-specified and that all the Gauss-Markov hypotheses are respected.

From the results of Rousseeuw and Yohai [5], we know that $\hat{\theta}_{LS}$ and $\hat{\theta}_S$ are both asymptotically normal under H_0 . Let q denote the difference between the two estimators i.e. $\hat{q} = \hat{\theta}_S - \hat{\theta}_{LS}$. The probability limit of the difference between the two estimators is zero if and only if no influential outlier is present. Hausman [2] proved that, when two estimators (one which is always consistent but inefficient, the other efficient but not necessarily consistent) are correlated, the asymptotic variance of their difference is given by the difference of their respective variances.

Knowing that the distribution of the classical least squares estimator is $\hat{\theta}_{LS} \sim N(\theta, \sigma^2 (X'X)^{-1})$ and that the distribution of the robust S estimator is $\hat{\theta}_S \sim N(\theta, \frac{\sigma^2 (X'X)^{-1}}{e})$, the estimated variance of the difference between the estimators

will be $V(\hat{q}) = V(\hat{\theta}_S) - V(\hat{\theta}_{LS}) = \frac{\sigma^2 (X'X)^{-1}}{e} - \sigma^2 (X'X)^{-1}$ where e is the efficiency of the S-estimator² and where the nuisance parameter σ must be estimated³. It is obvious that the estimator of the standard error should be robust otherwise the test might lead to incorrect results under the alternative hypothesis. A first natural choice is the scale estimator obtained by the optimization problem of the S-estimator i.e. σ_S . Its efficiency at Gaussian distributions is equal to 50.59%. We also tried other candidates such as the

² Using Tukey's Biweight Function with a 50% breakdown point, the efficiency is $e=28.7\%$

³ The estimated variance will be denoted by $\hat{V}(\hat{q})$

Median Absolute Deviation estimator (MAD), but it has low efficiency for normal distributions (36.75%), thereby leading to rather unsatisfactory results. Rousseeuw and Croux [8] introduced an alternative statistic which is more efficient than the MAD. They propose to use $\sigma_{RC} = 1.1926 \text{ med}(\text{med}|x_i - x_j|)$ where the outer median (taken over i) is the median of the n medians of $|x_i - x_j|$, $j=1,2,\dots,n$. The efficiency of σ_{RC} at Gaussian distributions is 58% which is better than the natural scale estimator obtained when using the S-procedure. Both were tried as to identify which is the best in the variance formula.

The Hausman test statistic is defined as $H = \hat{q}'[\hat{V}(\hat{q})]^{-1}\hat{q}$ where $\hat{V}(\hat{q})$ is a consistent estimator of $V(\hat{q})$. Hausman [2] shows that under the null, H is distributed asymptotically as a central χ_p^2 where p is the number of unknown parameters. If the latter statistic is higher than the tabulated value of a χ_p^2 at a given level of confidence, than the hypothesis that the difference between the estimators is not systematic is rejected, thus rejecting the LS estimator. Otherwise, it is concluded that the efficiency loss resulting from the use of the S-estimator is more costly than the bias produced by the use of LS.

3. Simulations

Two aspects in simulation section are considered. First, we look at the finite-sample behavior of the simulated statistics under the null, to check if the approximation of the χ^2 distribution for a small sample is good enough. Second, the power of the test is studied when different types of outliers are introduced.

The experimental design for the first part of this section is the following: a total of $m = 2000$ samples for each of the sizes $n = 100, 200, 500$ and 700 were generated using the following linear regression

$$y_i = \theta_0 + x_{i1} + \dots + x_{ip-1} + \varepsilon_i, \quad i \in (1, \dots, 2000)$$

where each explanatory variable is standard normal, $\varepsilon \sim N(0,1)$ and $\theta_0 = 1$. For each sample, the test statistic is calculated using the two candidates for the estimation of σ introduced in Section 2. Then, the empirical quantiles of a $\chi_{p,0.95}^2$ are computed. The results of the simulations are given in Table 1.

Especially for small sample sizes ($n=100, 200$), it appears that the approximations using the $\hat{\sigma}_{RC}$ scale estimator are better than those using $\hat{\sigma}_S$ provided by the S-estimator. These results also show that the test is more appropriate if the sample size n is large enough relatively to p the number of parameters. For example, with $p = 5$ and $n = 100$ the difference between the theoretical and the simulated quantiles is quite substantial.

To compare the empirical and theoretical distributions more thoroughly, a classical graphical tool, the Quantile Quantile Plot (QQ-Plot), is used. It allows comparing simulated quantiles with the quantiles of the χ^2 distribution with p degrees of freedom. The order of the quantiles chosen are $0.05 \times i$ where $i \in \{1, \dots, 19\}$. For the graphs in Fig. 1, the number of regression parameters is 3 ($p=3$) and $\hat{\sigma}_{RC}$ was used as the scale estimator. As can be seen in Fig. 1, the empirical quantiles are larger than the theoretical ones for $n = 100$. Therefore, with small sample sizes, the use of theoretical quantiles leads to rejecting the null more often than the chosen level α . For $n = 200$, the situation is better and from $n = 500$ on, the match between the two sets of quantiles is rather good.

Table 1: Comparisons between empirical and theoretical quantiles at level $\alpha = 5\%$ using σ_S and σ_{RC} as scale estimators

		n=100	n=200	n=500	n=700	$\chi^2_{p,0.95}$
p=2	σ_S	6.48	6.58	6.07	5.79	5.99
	σ_{RC}	6.25	6.39	5.95	5.73	
p=3	σ_S	9.88	9.1	8.29	7.75	7.81
	σ_{RC}	9.3	8.69	8.05	7.65	
p=4	σ_S	13.57	11.72	10.49	9.85	9.49
	σ_{RC}	12.62	10.6	9.92	10.18	
p=5	σ_S	16.77	13.46	12.04	11.51	11.07
	σ_{RC}	14.79	12.5	11.63	11.25	

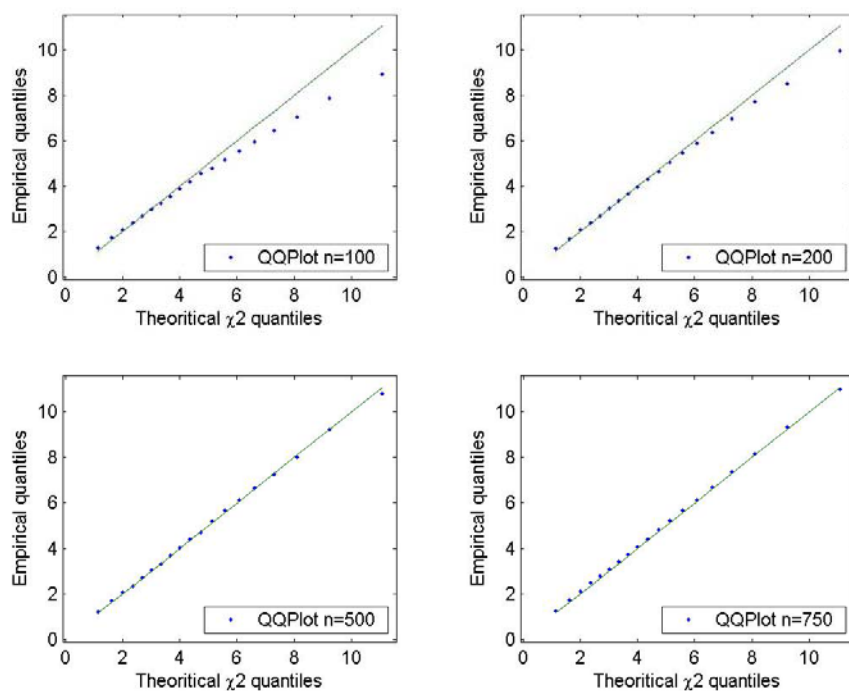


Fig. 1: Comparison between the empirical and theoretical quantiles for the conditions as specified in Table 1

The second part of the simulations is devoted to the study of the behavior of the test under contamination (H_1). In linear regressions, outliers are classified into three categories: bad leverage points, good leverage points and vertical outliers (see Fig. 2 (a)). The power of the test for those three types of contamination is analyzed. Due to the limitation of the length of the manuscript, only the results obtained with $\hat{\sigma}_{RC}$ are presented herein.

For the simulations, observations were generated according to the model:

$$y_i = \theta_0 + x_i + \varepsilon_i$$

where $x \sim N(0,1)$, $\varepsilon \sim N(0,1)$ and $\theta_0 = 1$. The sample sizes are again 100, 200, 500 and 700. For all simulations under the alternative, a very small percentage of contamination, 1%, was introduced. Clearly, if the percentage increases, the test will become more powerful.

In a first experiment 1% of the x-values were replaced by a constant value C in every data set, hereby creating leverage points. Constant C is assigned each integer value between 0 (corresponding to the null hypothesis) and 9. To calculate the empirical size and power of the test, 400 samples were generated according to the model and the percentage of times that the critical value was exceeded was computed. Table 2 depicts the frequency of rejection of the null hypothesis for the simulated data sets and for each value of C. In parentheses the absolute value of the bias of the LS estimator for parameter θ_1 is given.

Table 2: Power of the test under 1% bad leverage point contamination

n\C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	3.75 (0.01)	4.75 (0.02)	7.25 (0.06)	13.25 (0.13)	23.00 (0.19)	40.00 (0.27)	51.50 (0.35)	69.25 (0.42)	82.50 (0.49)	90.00 (0.55)
200	7.75 (0.00)	5.25 (0.01)	8.00 (0.06)	16.75 (0.11)	30.75 (0.17)	54.75 (0.24)	73.00 (0.30)	92.50 (0.37)	97.50 (0.44)	99.25 (0.49)
500	4.50 (0.00)	9.00 (0.02)	16.25 (0.06)	34.25 (0.12)	71.75 (0.19)	92.00 (0.26)	98.00 (0.33)	99.75 (0.40)	100.00 (0.46)	100.00 (0.52)
700	3.25 (0.00)	8.00 (0.00)	8.00 (0.04)	29.75 (0.09)	63.50 (0.14)	90.50 (0.21)	99.50 (0.27)	99.75 (0.34)	100.00 (0.40)	100.00 (0.45)

Since the independent variable is computed as $x \sim N(0,1)$, the C values 0 and 1 are not considered as outliers and, consequently, the percentage of rejection is close to 5% (the confidence level of the test). From values 2 to 9, the percentage of rejection progressively increases (as does the bias of the LS-estimator) to reach 100% rejection. Quite naturally, the power of test also increases with the sample size due to the variance precision. Figure 2 (b) shows how rapidly the percentage of rejection increases as the bad leverage points get further away from the majority of the observations.

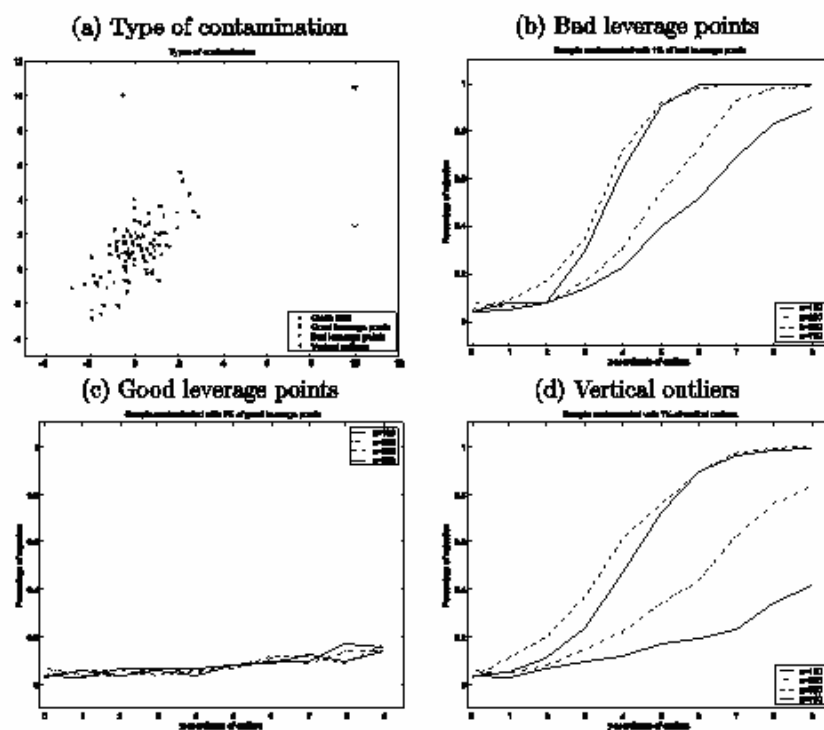


Figure 2: Power of the test under three types of contamination with $p=2$.

The second type of contamination involves replacing 1% of the x-values in the same way as for the first contamination (C values between 0 and 9). But in order to create good leverage points, y values were simulated using the contaminated x values. Just as in the case of bad leverage points, the empirical size and power of the test with 400 samples according to the model was computed. Table 3 depicts the frequency of rejection of the null hypothesis for the simulated data sets and for each C value. In parentheses, the absolute value of the bias of the LS estimator for parameter θ_1 is given.

Table 3: Power of the test under 1% good leverage points contamination

n\C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	4.25 (0.01)	3.50 (0.00)	6.75 (0.00)	7.25 (0.01)	7.00 (0.00)	8.50 (0.00)	10.00 (0.01)	10.00 (0.00)	17.25 (0.00)	16.50 (0.00)
200	7.00 (0.00)	4.50 (0.00)	4.00 (0.01)	7.50 (0.01)	5.25 (0.00)	8.00 (0.00)	11.50 (0.00)	8.75 (0.00)	14.25 (0.00)	14.00 (0.00)
500	4.50 (0.00)	6.50 (0.00)	6.25 (0.00)	4.50 (0.00)	6.25 (0.00)	7.00 (0.00)	12.25 (0.00)	12.50 (0.00)	9.00 (0.00)	17.00 (0.00)
700	3.25 (0.00)	6.00 (0.00)	4.50 (0.00)	6.25 (0.00)	4.25 (0.00)	8.25 (0.00)	8.75 (0.00)	13.50 (0.00)	10.25 (0.00)	13.75 (0.00)

As predicted, the percentage of rejection for good leverage points is small compared to that of bad leverage points (Figs. 2 (b) and 2 (c)). The former type of points, generally increase the stability of regression lines implying that the variances of the regression

estimators decrease. But as mentioned in Croux et al. [1] good leverage points can still influence the classical estimator and attract the regression line towards them even if they are not so distant from the "true" regression line. It is therefore not surprising to see that the null hypothesis is sometimes rejected (percentage of rejection close to 15% when $C = 9$).

The last configuration for outliers looked into is the case of vertical outliers (Fig. 2 (d)). In fact, this kind of contamination is not as "dangerous" as that of bad leverage points. It is well-known for example, that the Least Absolute estimator (L1) is robust with respect to vertical points, but not robust with respect to bad leverage outliers. Nevertheless, if LS is used and a vertical outlier is far enough, the estimator might be attracted by it implying erroneous results. In this situation, the bias is often more important for the intercept. For the simulations, 1% of the y data were contaminated by replacing them with constant value $D = 3C$ for each integer value of C between 0 and 9. The results are listed in Table 4 (in parentheses, the absolute value of the bias of the LS estimator for parameter θ_1 , even if the large bias is generally on the intercept in these situations).

Table 4: Power of the test under 1% vertical outliers contamination

$n \setminus 3C$	0	3*1	3*2	3*3	3*4	3*5	3*6	3*7	3*8	3*9
100	4.50	3.50	7.25	9.25	12.00	17.25	18.75	23.50	34.00	41.75
	(0.01)	(0.02)	(0.04)	(0.06)	(0.07)	(0.10)	(0.12)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
200	6.00	5.50	8.50	15.50	22.25	33.75	44.50	62.25	76.75	83.75
	(0.00)	(0.03)	(0.06)	(0.09)	(0.11)	(0.14)	(0.17)	(0.20)	(0.22)	(0.25)
500	3.25	10.75	19.75	37.00	61.50	76.25	89.25	97.25	99.75	100.00
	(0.02)	(0.05)	(0.08)	(0.11)	(0.14)	(0.17)	(0.20)	(0.22)	(0.25)	(0.29)
700	4.25	5.50	11.25	24.25	47.25	72.25	89.00	96.00	98.75	99.75
	(0.02)	(0.00)	(0.02)	(0.04)	(0.06)	(0.07)	(0.09)	(0.11)	(0.14)	(0.16)

When comparing the results in the Tables 2 and 4, it is observed that the percentage of rejection of the null is smaller in the case of vertical outliers than in that of bad leverage points. More precisely, the results for $C = 9$ in Table 2 show 100% of rejects (bad leverage points) while those obtained for $D = 9$ or 3 in Table 4 (vertical outliers), correspond to a percentage of rejection between 10% and 37%. This is logical since the LS estimator is less sensitive to this type of contamination. The bias increases as the vertical outliers move further away but becomes strong only for rather big distances.

4. Conclusion

The authors proposed using a Hausman-type test to determine whether an ordinary least squares estimation is appropriate, in a multiple linear regression framework, in the presence of outliers. The test considers the trade-off between robustness and efficiency. It has been shown, using a simple economic example, that without the test, it is not trivial to decide whether a least squares estimation is the most appropriate. The proposed Hausman-type test can be considered as a powerful complementary tool to existing methods allowing to judge if a model is well specified. An interesting extension

to this paper might be the use of this robust-to-outliers test to detect other problems that the standard Hausman test already tackles.

References

- [1] C. Croux, S. Van Aelst, C. Dehon. Bounded Influence Regression using High Breakdown Scatter Matrices. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 55, 265-285, 2003.
- [2] J.A. Hausman. Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271, 1978.
- [3] P.J. Huber. Robust Statistics. *Wiley, New York*, 1981.
- [4] P.J. Rousseeuw, A.M. Leroy. Robust Regression and Outlier Detection, *John Wiley and Sons, New York*, 1987.
- [5] P.J. Rousseeuw, V.J. Yohai. Robust regression by means of S-estimators. In: J. Franke, W. Härdle, R.D. Martin (Eds.), Robust and Nonlinear Time Series Analysis. Lecture Notes in Statistics 26, *Springer Verlag, New York*, 1984.
- [6] V.J. Yohai. High breakdown-point and high efficiency robust estimates. *The Annals of Statistics*, 15, 642-656, 1987.

Fuzzy data in an uncertain environment

C. Dehon, M. Gassner, V. Verardi
ECARES, Université Libre de Bruxelles
50, av, F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles
cdehon@ulb.ac.be, mgassner@ulb.ac.be, vverardi@ulb.ac.be

Keywords: Robust statistics, regressions, outliers, robust distances

Abstract

The main goal of this paper is to warn practitioners of the danger of neglecting outliers in regression analysis; in particular good leverage points. A step-by-step procedure is proposed to identify and deal with outliers. An economic example involving the data and results of Persson and Tabellini [8] is presented to illustrate the approach.

1. Introduction

In applied economics, the importance of outlying observations has quite frequently been highlighted. In the frame of cross-section regression analysis, three categories of influential outliers are usually distinguished: vertical outliers that influence the intercept of the regression line (or hyperplane) significantly, but affect its slope only mildly; bad leverage points which affect both the intercept and the slope significantly and finally good leverage points that affect the intercept and the slope weakly.

The effect of the two first types of outliers has been investigated theoretically as well as empirically by many authors [13, 15], while the effect of the latter type has been almost totally ignored. However, Croux et al. [2] emphasized the fact that their influence is not negligible and more recently, Croux [3] showed that they lead to a severe downward bias of standard errors. The main goal of this paper is to warn practitioners of the danger of neglecting such points and suggests how they should be treated. An economic example, involving government-level data and results of Persson and Tabellini [9], is given to illustrate the methodology. The structure of the paper is the following: after a short introduction, in Section 2 the authors describe the methodology and the data used. In Section 3 results and an economic application are discussed. Finally, Section 4 summarizes the conclusions.

2. Methodology and data

Before starting any analysis, it is essential to clearly define the different types of outliers that may appear. In cross-section regressions, there may exist three types of outlying observations: bad leverage points, good leverage points and vertical outliers. To

illustrate this terminology, consider the case of a simple linear regression (the generalization to higher dimensions is trivial). The term leverage point is used to characterize points outlying in the x-dimensions (design space). "Good" leverage points are located in a narrow interval around the regression line, while "bad" leverage points are far from the regression line. On the other hand, vertical outliers are lying in the design space but outlying in the vertical dimension. The latter concepts are illustrated in Fig. 1. Bad leverage and vertical points are known to influence the intercept and the coefficients of the regression hyperplane (but the former are known to be much more influential) which explains why several methods to overcome such problems have been proposed. For a thorough overview of these methods see Rousseeuw and Leroy [12], Jureckova and Picek [6], and Maronna, Martin and Yohai [7]. On the contrary, good leverage points are generally not treated separately from the bulk of the data since they do not (excessively) influence the estimated coefficients.¹

However, Croux [3] put forward that good leverage points may in fact also be "dangerous", since they affect inference heavily and could lead to an extreme underestimation of standard errors.

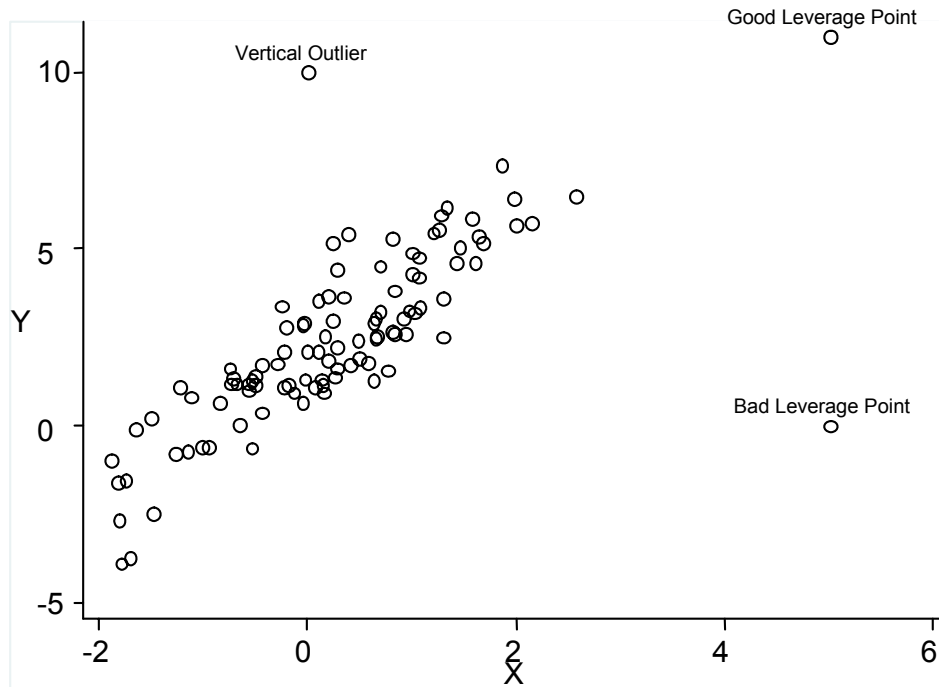


Fig. 1: Type of outliers in a simple linear regression

When estimating regression coefficients (using least-squares), the first step should consist in testing if any outliers may have distorted the results; this can be easily done by using the Hausman-type test proposed by Dehon et al. [4]. If the test does not confirm the existence of influential outliers, the use of OLS is appropriate and no further analysis is needed (in terms of outliers). Otherwise, it is essential to understand

¹ The term good was used since they are well known to stabilize the regression line

precisely which type(s) of outlier(s) is (are) faced. This can be achieved using the graphical tool proposed by Rousseeuw and van Zomeren [13].

First, the degree d of outlyingness in the design space is measured, in order to detect leverage points. Several methods exist and belong mainly to two classes: robust distances and projections. The approach of robust distances was not used (even if they lead to very similar results). The research focused on the Donoho-Stahel method [5, 18] as the authors find it intuitively appealing. The idea of how the estimator works is to use one dimensional projections to obtain a univariate measure of outlyingness, i.e. by projecting each point in all possible directions, and taking the largest distance from a robust center.

Then, the vertical dimension must be considered: to this end, standardized residuals r must be computed with respect to a robust regression line which fits the bulk of data (using the S-estimator). Now, a scatter diagram in which the horizontal axis is the degree of outlyingness in the design space and the vertical axis measures the standardized residuals, allows visualizing the spread of the data. The problem which remains is to clearly define the limits outside which a point can be considered as an outlier, as well as the outlier category to which it belongs. Brys et al. [1] have shown that the squared Donoho-Stahel outlyingness is approximately distributed² as a χ_p^2 where p is the number of covariates. The cutoff generally used is then quantile 0.95 of the χ_p^2 (i.e. when the measure of outlyingness is above $\sqrt{\chi_{p,0.95}^2}$, an observation is considered as a leverage point). As far as robust standard residuals (r) are concerned, it is proposed to consider that points with standardized residuals lying within the $[-3,3]$ interval are neither vertical outliers nor bad leverage points (using a Normal approximation for the error term).

If (d,r) is such that

$d \leq \sqrt{\chi_{p,0.95}^2}$ and $|r| \leq 3$, the observation corresponds to a standard point;

$d > \sqrt{\chi_{p,0.95}^2}$ and $|r| \leq 3$, the observation corresponds to a good leverage point;

$d \leq \sqrt{\chi_{p,0.95}^2}$ and $|r| > 3$, the observation corresponds to a vertical outlier;

$d > \sqrt{\chi_{p,0.95}^2}$ and $|r| > 3$, the observation corresponds to a bad leverage point.

This is illustrated in Fig. 2, in which the same data were used as in Fig. 1.

Remembering that the main goal of estimations is to ensure consistency with the highest efficiency possible, we suggest using different estimation methods depending on the type of outliers that appear. Table 1 summarizes the methodologies which are appropriate for each outlying data scenario.

² At Gaussian data

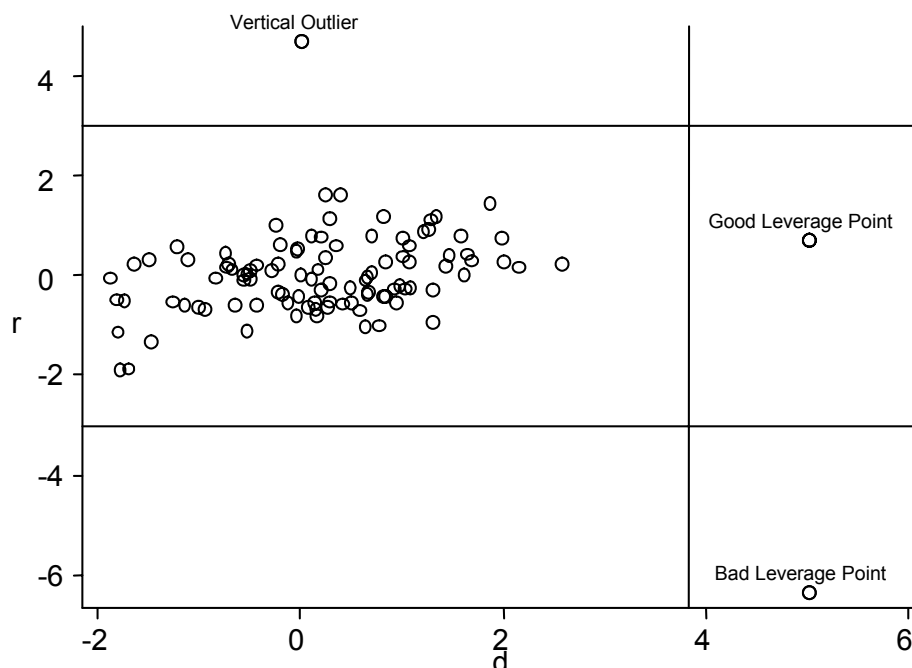


Fig. 2: Robust distance versus robust standardized residuals

Table 1: Type of Outliers and Most Appropriate Methods

Type of Data	Appropriate Method					
	LS	RWxLS	M	GM	MM	GMM
Standard	X	X	X	X	X	X
Vertical Outliers			X	X	X	X
Good Leverage Points		X		X		X
Bad Leverage Points				small p_2	X	X

If here are only good leverage points, the most adequate method is probably Reweighted x Least-Squares³, with weights attributed according to a decreasing function of the degree of outlyingness in the design space (i.e. $\min(1, \frac{\sqrt{\chi_{p,0.95}^2}}{d})$). In all cases in which at least one other type of outlier appears, more sophisticated estimation methods must be used. Briefly stated, if there are only vertical outliers, M-estimators are appropriate. If both good leverage points and vertical outliers appear at the same time, one appropriate method is Generalized-M (GM). In all cases where bad leverage points are detected, a very robust MM-estimator should be used⁴ but, if the number of exogenous continuous variables is limited, GM could be used as well. If good and bad

³ Note that the x stands for a reweighting associated to a degree of outlyingness in the design space rather than on standardized residuals

⁴ An S-estimator is also adequate in such a case, although much less efficient

leverage points appear in the same dataset, the authors suggest the use of Generalized-MM (GMM).

3. Economic application

Recently, economists have shown an increasing interest in the effects of Constitutions on the economy. Persson and Tabellini [9, 10, 11] are among the most cited authors on the subject. In this section, the authors revisit the topic, using their dataset and completing their specification, focusing only on the size aspect. Our estimation differs from theirs by the following features: first, Persson and Tabellini use a dummy to discriminate between majoritarian and proportional electoral systems, while we use a continuous measure of the proportionality of systems, i.e. the mean district magnitude.⁵ The higher the mean district magnitude, the more proportional is the system. This is available in their dataset, but to avoid missing data, we completed the dataset using the Parline database on electoral systems. Second, we put together the two variables which characterize electoral systems (mean district magnitude and regime type (presidential versus parliamentary)) in a single estimation.

The predictions of Persson and Tabellini are, on the one hand, that presidential regimes are associated with less public expenditures than parliamentary ones and, on the other hand, that majoritarian systems are associated with more public expenditures than proportional representation systems. Those predictions are tested using the methodology proposed in Section 2.

The estimation relation is of the form:

$$\text{Exp}_i = c + \beta_1 M_i + \beta_2 \log I_i + \beta_3 \log O_i + \beta_4 P65_i + \beta_5 \text{Pres}_i + \sum_{j=6}^9 \beta_j D_{ji} + \varepsilon_i$$

where Exp represents centralized public expenditure in percentage of GDP, M is the mean district magnitude, I is income, O is the degree of openness, P65 is the percentage of the population over 65 years-old, Pres is a dummy variable identifying if the political regime of the country is presidential, D_j are continental dummies and E is the degree of ethno-linguistic fractionalization.

The first step in the analysis is to understand if OLS results have been distorted by the presence of outliers. To check for this, we run the test proposed by Dehon et al. [4]. The estimated test statistic is 21.31 which is higher than the tabulated value of the $\sqrt{\chi_{10,0.95}^2}$ (i.e. 19.67)⁶. We thus conclude that OLS estimations have been distorted by the presence of outliers and that some robust method is needed. To understand the type of outliers that exist in the database, we call on the graphical tool described in the methodological section (Fig. 3). From Fig. 3 we see that there are several good

⁵ Persson and Tabellini use a continuous measure of the degree of proportionality, based on the mean district magnitude, to test for the influence of electoral systems on the composition of public expenditures. Nevertheless, they don't use it for explaining the size of government

⁶ The p-value is 0.03

leverage points in our dataset (the most extreme ones are Israel and the Netherlands), one mild bad leverage point (Brazil) and a limited number of vertical outliers (e.g. Cyprus). Even if the two extreme good leverage points do not affect the estimation of the slope, they will affect the inference. In the light of the results, it seems that a GM is well-suited to deal with these outlying observations.⁷ Nevertheless, since the breakdown point of GM decreases when the number of continuous variables increases and there is one bad leverage point, it is interesting to compare the results with Generalized-MM that has a breakdown point of 50%. Since the number of continuous variables is small, we do not expect any major differences between the two methods. Finally, we also compare the result of these two methods (our benchmark) with a Reweighted Least Squares (RWLS) where the weights are equal to $\min(1, \frac{3}{|r|})$ and the standardized residuals (r) come from a very robust estimator.

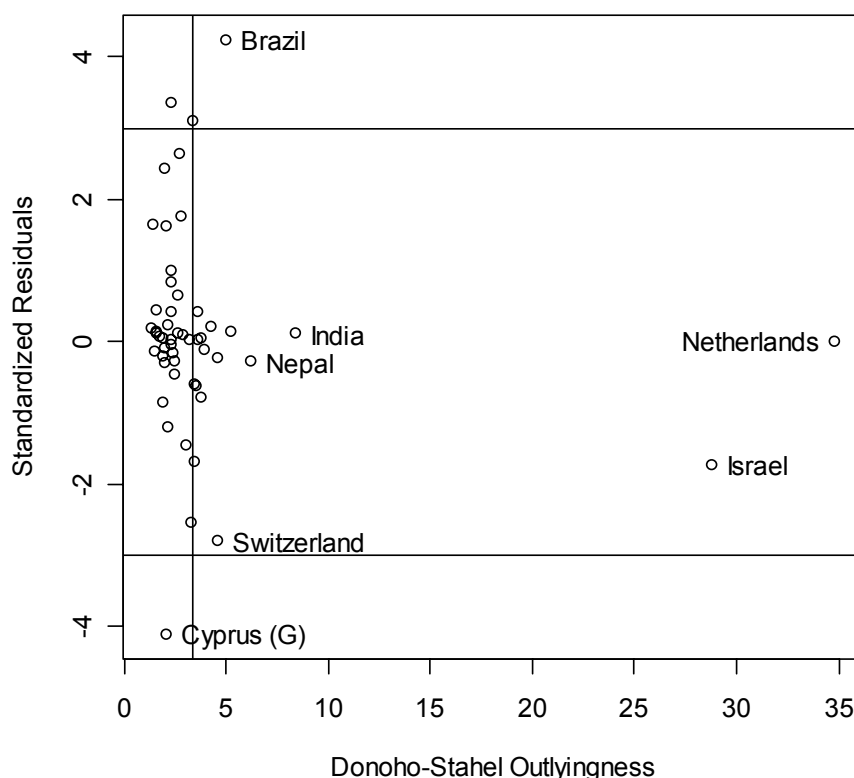


Fig. 3: Outliers in the General Specification

The results are striking. OLS and RWLS lead to very similar results. The other two methods are similar and rather different from OLS and RWLS. The results are presented in Table 2.

⁷ Since there are exogenous dummy variables, it will in fact be a M-GM estimation

The results in Table 2 reveal that the coefficients have not been excessively distorted by the outliers. On the contrary, the influence of good leverage points is extreme. Indeed an important variable such as the mean district magnitude appears to be significant in the OLS and RWLS regressions, while it is not in the regressions that resist to good leverage points. The results of OLS or RWLS thus lead to the erroneous conclusion that the predictions of Persson and Tabellini are incorrect i.e. that increasing the degree of proportionality of a system leads to more public expenditures! Using robust methods, we show that no such conclusion can be drawn since no clear pattern emerges for the variable.

Table 2: General Specification

Dependent: Centralized Expenditures in % of GDP				
	OLS	RWLS	GM	GMM
Constant	20.50 (1.03)	17.48 (0.90)	17.10 (0.73)	22.62 (0.97)
Mean District Magnitude	0.10 (2.34)	0.09 (2.34)	0.07 (0.63)	0.06 (0.63)
Log(Income)	-1.47 (0.62)	-1.42 (0.61)	-1.93 (0.72)	-1.97 (0.75)
Log(Openness)	5.12 (2.63)	5.75 (2.98)	6.41 (2.82)	5.69 (2.63)
Population 65	78.33 (1.56)	81.69 (1.68)	78.76 (1.42)	65.11 (1.41)
Presidential	-9.16 (2.95)	-9.01 (3.00)	-9.66 (2.69)	-10.41 (2.90)
Latin America	-2.38 (0.60)	-2.92 (0.76)	-1.18 (0.25)	-1.83 (0.34)
Africa	0.42 (0.07)	-0.56 (0.09)	-0.14 (0.02)	-0.14 (0.02)
Asia	-2.96 (0.54)	-3.67 (0.69)	-2.42 (0.39)	-2.98 (0.42)
Oecd	1.45 (0.32)	0.84 (0.18)	3.76 (0.70)	4.50 (0.63)
Ethno-linguistic fractionalization	-0.09 (1.92)	-0.08 (1.80)	-0.06 (1.31)	-0.08 (1.82)
Observations	52	52	52	52
R ²	0.75	0.76	0.65	0.65

Absolute t-stats in parentheses

Since almost all results are consistent between OLS and the robust methods, except for the mean district magnitude variable, we conjecture that the outlyingness in x is principally created by that variable. Indeed, the two extreme good leverage points are the Netherlands and Israel which have a mean district magnitude respectively of 150 and 120.

4. Conclusion

The main goal of this paper is to warn practitioners of the danger of neglecting outliers in regression analysis, in particular good leverage points. A step-by-step procedure was proposed to identify if outliers exist in the database and, if so, to recognize their type. Once the type of each outlier is detected, a methodology is presented to identify the type of outlyingness and to deal in a robust and efficient way with outliers. The methodology was illustrated using an economic example, based on the relation between the electoral systems and the size of government, as suggested by Persson and Tabellini [9]. The paper does show that the results of classical methods can lead to incorrect conclusions.

References

- [1] G. Brys, M. Hubert, P.J. Rousseeuw. A Robustification of Independent Component Analysis. *Journal of Chemometrics*, 19(5-7), 364-375, 2005.
- [2] C. Croux, S. Van Aelst, C. Dehon, C. Bounded Influence Regression using High Breakdown Scatter Matrices. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 55, 265-285, 2003.
- [3] C. Croux. Are Good Leverage Points Good or Bad? Paper presented at the *International Conference on Robust Statistics, Lisbon*, Portugal, 2006.
- [4] C. Dehon, M. Gassner, V. Verardi. Robustness or Efficiency: A Test to Solve the Dilemma. *EconWPA, Econometrics 0508011*, 2005.
- [5] D. Donoho. Breakdown Properties of Multivariate Location Estimators. Qualifying paper, *Harvard University*, Boston, 1982.
- [6] J. Jureckova, J. Picek. Robust Statistical Methods with R. *Chapman & Hall/CRC*, Boca Raton, FL., 2005.
- [7] R. Maronna, D. Martin, V. Yohai. Robust Statistics. *Wiley*, New York, NY, 2006.
- [8] Parline. <http://www.ipu.org>, 2006.
- [9] T. Persson, G. Tabellini. The Size and Scope of Government: Comparative Politics with Rational Politicians. *Europ. Econ. Review*, 43(4-6), 699-735, 1999.
- [10] P. Persson, G. Tabellini. Political Economics: Explaining Economic Policy. *MIT Press*, Cambridge, MA, 2000.
- [11] T. Persson, G. Tabellini. Do constitutions Cause Large Governments? Quasi-experimental evidence. *Europ. Econ. Review*, 46(4-5), 908-918, 2002.
- [12] P.J. Rousseeuw, A. Leroy. Robust Regression and Outlier Detection, *Wiley*, New York, NY, 1987.
- [13] P.J. Rousseeuw, B. van Zomeren. Unmasking Multivariate Outliers and Leverage Points, *Journal of the American Statistical Association*, 85, 633-639, 1990.
- [14] W. Stahel. Robuste Schätzungen: Infinitesimale Optimalität und Schätzungen von Kovarianzmatrizen, PhD thesis, *ETH Zürich*, 1981.
- [15] J. Temple. Robustness Tests of the Augmented Solow Model. *Journal of Applied Econometrics*, 13(4), 361-375, 1998.

Education: Working poor or not?

C. Dehon, A. Michels, L. Montaña Guzman, V. Verardi
ECARES, Université Libre de Bruxelles, 50, av, F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles
cdehon@ulb.ac.be, anmichel@ulb.ac.be, l.montanoguzman@fidexis.be
vverardi@ulb.ac.be

Keywords: Returns to education, earning inequalities, quantile regression, selection bias

Abstract

This paper investigates the relationship between labor income and education in Bolivia. Quantile regression estimations are run to capture the return of education for all levels of earnings. While empirical evidence shows that education is (in average) a good investment it can nevertheless be seen as a risky asset. Large differences in labor income are indeed observed between individuals with the same human capital.

1. Introduction

The influence of education on labor income has been studied extensively in the economic literature [5]. A large consensus accepts the major role education plays in the fight against poverty through the positive effects it has on private incomes. In this context, most of the existing research has focused on the average return of education, which is obviously not very informative for countries (such as Bolivia) where the dispersion of incomes is important. For such countries it is of the utmost importance to analyze the return to education for all levels of incomes and to assess the effect education has on inequalities. We will use the quantile regression estimation method to address these issues since it will provide information on the private return of education at all levels of incomes. Moreover, this estimation method is able to handle the problem of outlying observations (in incomes) which are very common in developing countries.

The paper is structured as follows: Section 2 discusses the quantile regression methodology, Section 3 describes the data used, Section 4 presents the results and Section 5 concludes.

2. Methodology

Mincer [4], suggested quantifying the return to education by regressing the log of earnings, on the years of education (or the maximal diploma attained), experience and a set of control variables (here we control for gender, ethnical origin, year effects, regional effects, the type of area (urban vs. rural) and the type of work as presented in the Codigo Ocupacional Boliviano). The coefficient associated to the education variable,

measures the percentage increase in earnings induced by each additional year of schooling.

This relation could be estimated by Ordinary least squares which (as well as most of classical estimation methods) focuses on the mean of the conditional distribution of the dependent variable (in our case labor income). However, when analyzing incomes in Bolivia, mean effects are not particularly interesting since the country is subject to huge income inequalities. In this context, a more informative estimation method is the quantile regression technique (introduced by Koenker and Basset [3]) which allows to study the effects of education on labor income at different points of the earning distribution.

The general specification of the Mincer model could be written as:

$$y_i = X_{1i}'\beta + \varepsilon_i \quad i=1,\dots,n$$

where n is the sample size, X_{1i} is a $n \times p$ matrix of exogenous variables described above, β is the vector of regression parameters and ε is the error term. The OLS estimation assumes that the average error is equal to zero providing information of the average effect of education on incomes.

To have a broader picture of the link between education and incomes, we estimate the following equation:

$$y_i = X_{1i}'\beta_\theta + u_{\theta i} \quad (1)$$

where we set $Quant_\theta(u_{\theta i} | X_{1i}) = 0$ to estimate the effect of education on conditional quantiles: $Quant_\theta(y_i | X_{1i}) = X_{1i}'\beta_\theta$. Following Koenker and Basset [3] the regression parameter β_θ is defined as a solution to the problem:

$$\min_{\beta_\theta} \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i: y_i \geq x_{1i}'\beta_\theta} \theta |y_i - x_{1i}'\beta_\theta| + \sum_{i: y_i < x_{1i}'\beta_\theta} (1-\theta) |y_i - x_{1i}'\beta_\theta| \right\} \quad (2)$$

which is just an extension of Least Absolute Deviation estimation on other quantiles than the median. Unfortunately the problem has no explicit form but estimation can be performed using linear programming methods and standard errors can be obtained by bootstrap.

However, since not all people that studied decided to work, our sample will suffer from severe self-selection. The solution to this problem is well known in the linear case while it is less common in quantile regressions. To deal with this, we use the methodology proposed by Buchinsky [1].

The method works as follow: the first step consists in estimating the probability to enter the labor market using a simple probit model. Let z_i be a binary variable which indicates if a person is working or not.

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{if } w_i > 0 \\ 0 & \text{if } w_i \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

where w_i , the utility of working can be represented by the following latent model:

$$w_i = X_{2i}'\gamma + v_i \quad (4)$$

where X_{2i} is matrix of variables influencing the person's decision to work. It is worth noting that X_{1i} is a sub-sample of X_{2i} . One can reasonably assume that the variables influencing the earnings of an individual should also affect his decision to work. However, an additional variable, the position in the household (e.g. Head of household, spouse of household, son of head of household, domestic employee,...), is included in X_{2i} as this variable should have an important effect on labor market participation but not on earnings. For example, we can suppose that the head of the household for example will choose to work with a higher probability than the distant uncle living with the family. However, if both enter the labor market, their earnings should not depend on their position in the household. We can estimate γ with the standard probit technique.

The results of the probit estimation in the first step are then used to build a sample selection correction term that will be included into our earning function. Following Buchinsky [1] we choose a polynomial in λ to correct for sample selection, where λ represents the inverse Mill's ratio. The choice of λ can be explained by the fact that λ has by definition a low value for those who have a low probability of not working and increases monotonically when the probability of not working increases.

Equation (1) thus becomes:

$$y_i = X_{1i}'\beta_\theta + \sum_{j=1}^S \lambda^{j-1} \delta_{\theta_j} + \varepsilon_{\theta_i} \quad (5)$$

After testing the significance of all the parameters associated to the polynomial terms, we chose $S = 5$.

3. Data

In this paper we use data from the 1999, 2000, 2001, 2002 MECOVI (Mejoramiento de las Encuestas y la Medición de las Condiciones de Vida en América Latina y Caribe Program for the Improvement of Surveys and the Measurement of Living Conditions in

Latin America and the Caribbean) project in Bolivia. MECOVI was created by the Interamerican Development Bank, in association with the CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), the World Bank and the governments of several Latin American countries to improve the availability of data in a set of countries (Argentina, El Salvador, Paraguay, Peru, Nicaragua and Bolivia) with the purpose to help investigating how to reduce poverty and income inequalities. In particular, the MECOVI project aimed at reducing five major problems frequently found in other surveys: insufficient covering, narrow orientation, poor quality of data, insufficient integration with the sources of information and limited thematic content. On the whole, the quality of the data of the MECOVI project is good and surveying techniques are comparable to those used in developed countries. The MECOVI project survey covers almost 84 000 individuals. Since we are interested in labor market issues, we restricted the sample to the working age population, which following the Bolivian definition includes all individuals older than seven. Our final sample is thus composed of 65 623 individuals (among which 26 839 are working). In Table 1 below, we summarize some interesting descriptive statistics for the entire population.

Table 1: Descriptive statistics of the entire population

Parameter	Mean	Median	IQR10-90*
Earnings of workers	892	521.3	1796.5
Experience of workers (years)	23	25.6	45
Age (years)	39	37	39
Education (years)	6.4	5	13
Education of workers	7.4	6	15
Women's Education	6	5	12
Men's Education	7	6	11
Education if age < 40 years	7	6	10
Education if age > 40 years	5	3	14

* IQR10-90 = Interquantile Range (9th decile - 1st decile)

Monthly earnings represent all labor income according to the MECOVI definition. Note here that the Bolivian society is very unequal: the monthly earnings of the richest 10% are approximately 1796.5 bolivianos higher than the earnings of the poorest 10%. These income inequalities have a large effect on the mean earnings, showing that a mean based estimation is not suitable to the case of Bolivia. Average school attendance is 6.4 years. Schooling levels of women are lower than those of men, and younger cohorts stayed on average longer at school. The majority of the individuals graduated from primary school (56%), 21% graduated from secondary school, 1% is in possession of an outside University higher education degree, while 9% hold a university diploma. Moreover, workers are on average more educated than the rest of the population.

4. Results

This section presents the results of the estimation of the earning function. Estimated coefficients (with absolute values of t-stats presented in parentheses under the

coefficient) are available in Table 2 below. The coefficients associated to the control variables are not presented in the table, to remain brief.

Table 2: OLS and Quantile regression results

Parameter	OLS	Quantiles				
		10th	25th	50th	75th	90 th
Female	-0.256 (14.47)	-0.309 (8.68)	-0.338 (15.12)	-0.302 (15.25)	-0.276 (11.86)	-0.216 (7.05)
Experience	0.003 (1.84)	-0.010 (1.96)	0.003 (0.91)	0.009 (3.55)	0.017 (5.32)	0.022 (8.15)
Experience squared	0.000 (3.86)	0.000 (0.43)	0.000 (2.86)	0.000 (4.85)	0.000 (5.8)	0.000 (7.1)
Years of schooling	0.045 (20.83)	0.038 (6.7)	0.036 (13.47)	0.037 (16.26)	0.046 (16.84)	0.058 (17.59)

For the median worker each additional year of schooling implies an increase of almost 4% in earnings, making education a good investment. However, the difference in returns is very important. The 10% of the population with the highest income have returns to education that are more than 40% higher than for the 10% with the lowest incomes. This important variance in returns to education indicates that education can be seen as a risky asset. This will play an important role in the household's investment decision. More precisely, the investment in education is similar to any other financial investment where costs and benefits are compared. The costs of education are mainly composed of schooling costs (fees,...), and opportunity costs (lost experience, lost income while studying,...); while benefits are broadly speaking the present values of future incomes. Since the return to education is volatile one can assume that a risk adverse individual may prefer not to invest in education and start working immediately.

To get a more precise picture of the effects of education on earnings we estimate different quantiles of return of education for different levels of schooling. Results are presented in Fig. 1 (the dashed lines represent non significant results). Primary education has only a significant effect at the ninth decile. This can be explained by the fact that primary education is compulsory in Bolivia and that consequently a large part of the population has a primary school degree. An observation which is much more alarming is that there are no significant returns to secondary school or higher education for the 30 percent of the population with the lowest earnings, meaning that for them, education is not sufficient to get out of the poverty trap. University studies have a significant positive effect on earnings for the whole distribution.

For the median worker, returns to education are important for all levels of education except primary schooling, while the highest returns can be achieved through a university degree which raises earnings by more than 40%. One can thus conclude that investing in higher education can be seen as a powerful tool for fighting poverty in Bolivia, bearing in mind however that for part of the population, primary and secondary education is not enough.

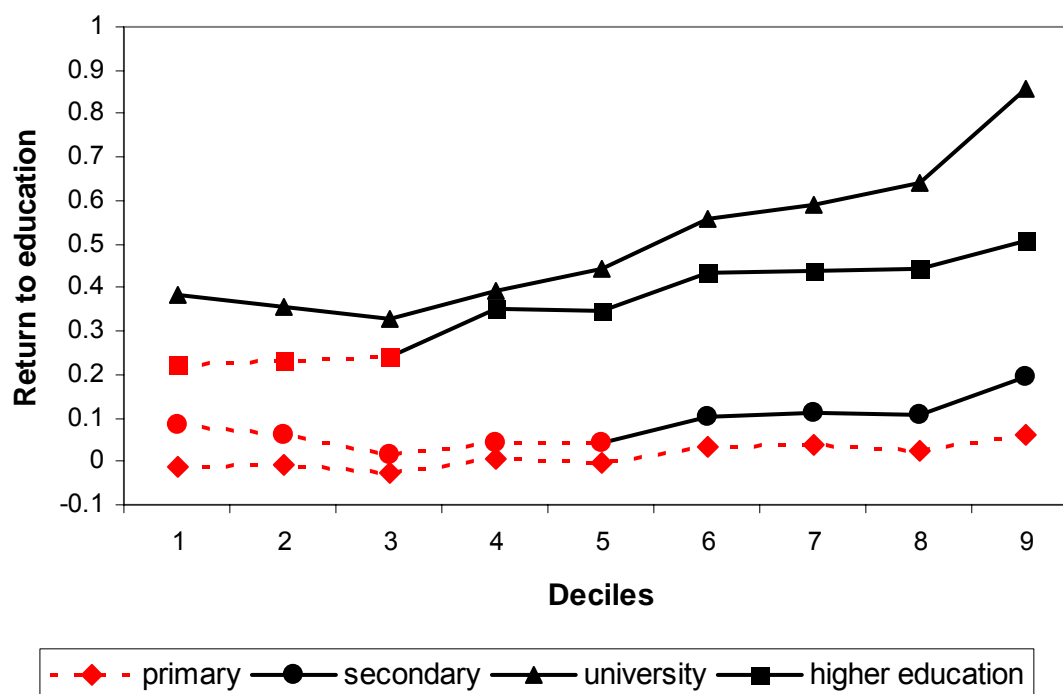


Fig. 1: Returns to education

Another important issue already mentioned above is the interquartile differences in returns to education. For all levels of education we observe that returns are much higher for the upper quantiles. While a university degree for example has a return of 38% for the poorest 10%, it increases earnings of the richest 10% by 86%. Similarly, return to higher education more than doubles between the third and the ninth decile. Moreover, the variance of returns to education increases with the level of schooling meaning that earning differences for individuals with the same diploma become more accentuated with the level of studies. While the variance of returns to secondary schooling is 0.3%, the variance of returns to university studies is ten times higher (i.e. 3%).

There exist thus some unobservable individual characteristics, which determine whether education is a good investment, or not. One of those characteristics could be the ability of the person. If we assume that ability is one of the main determining factors of earnings and if we assume that the importance of ability increases with schooling, it could explain the huge dispersion of earnings for individuals with similar levels of education. Another possible explanation for this huge intra-educational differences in return to education could be differences in school qualities, which become more important when the level of studies increases. A final explanation could be over-education. We observe highly schooled individuals in every quantile of the earning distribution meaning that some highly schooled individuals probably accepted work with low skill requirements and consequently low pay. For them return to education is rather low and decreases in years of schooling. The fact that Bolivia is a developing country and the resulting scarcity of work for highly qualified individuals could explain this phenomenon of over-education. We can thus conclude that the return to education

depends on some factors that the individual does not necessarily know before studying, such as his ability or the situation of the labor market. Consequently, there exists huge uncertainty concerning future returns to education and this will have a negative impact on the private investment decision of the household. Some risk adverse households may find the investment in education to risky and will refrain from spending a substantial part of their income on education. This is even more the case for higher education where the returns are more dispersed.

The existence of huge intra-educational differences in returns to education has also important implications for policies designed at decreasing income inequalities. In fact, these differences indicate that policies aimed at increasing educational levels within the population will not only increase inequalities between skilled and unskilled workers but also raise inequalities between workers with the same level of human capital. While we can reasonably assume that earning differences for workers with low levels of education are rather small we observe that these differences increase with the level of education and become very important at high levels of education.

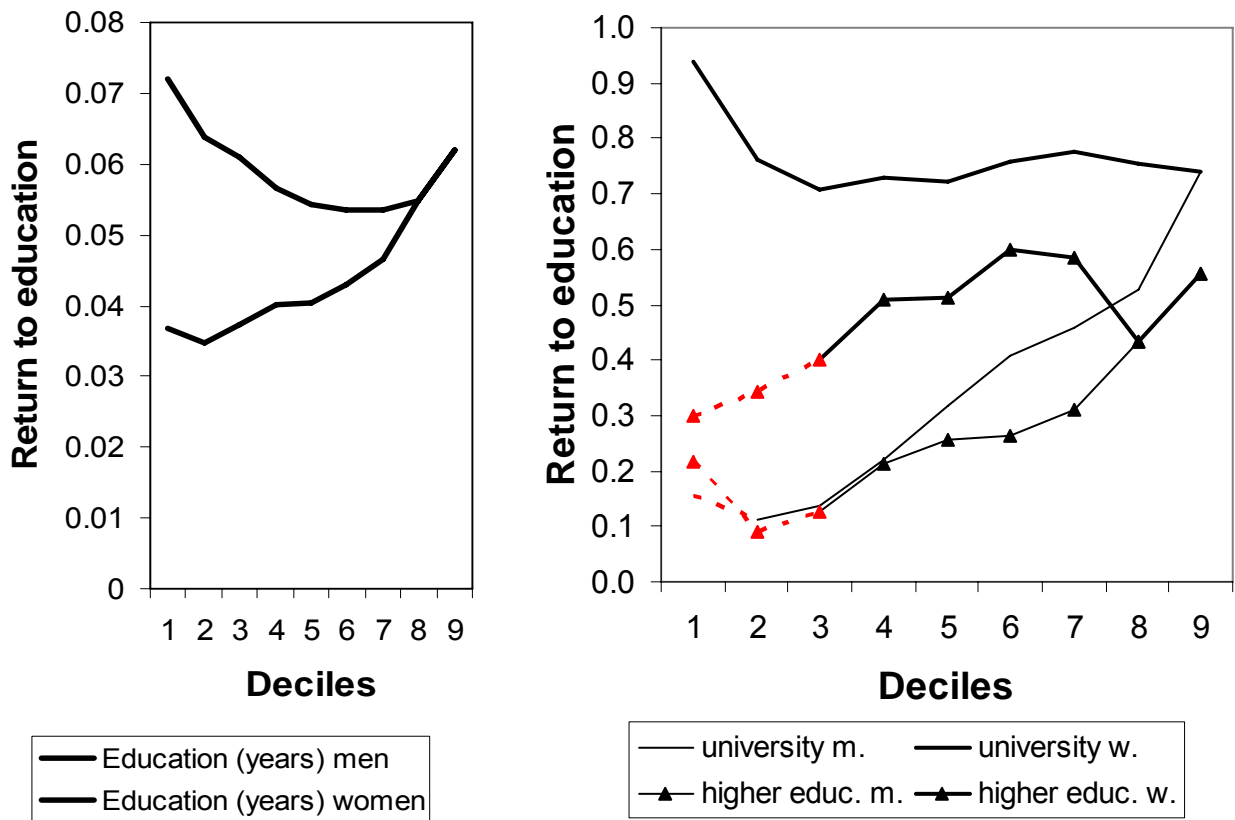


Fig. 2: Returns to education by gender

Finally, an analysis of the returns to education for women is crucial if one wants to assess the impact of education on poverty reduction. Bolivia is in fact prone to huge gender differences in earnings meaning that among the poor there exists a subcategory

of even poorer namely women. Figure 2 presents the return to education by gender. One can immediately observe that the returns of an additional year of schooling are significantly higher for women compared to men until the 8th decile where they become equal. Secondary school has no significant effect on earnings for men while it has a positive impact on earnings for women after the fifth decile. This difference in returns to education becomes even larger at university and higher education level. Gender differentials in returns to education could be due to differences in skill requirements for men and women. If men perform mostly in activities for which physical strength is important, then return to education will be lower for men. This could also explain the decrease of the gender gap when earnings increase as one could assume that physical strength becomes less important for the well paid jobs. Another possible explanation could be that only very able women choose, or are allowed, to study meaning that returns to education are much higher for these women. The low levels of schooling for women compared to men could indicate that this is the case.

Moreover, returns to education are less variable for women; university studies for example have almost the same effect on earnings for the whole earning distribution. Investing in education is thus less risky for women.

5. Conclusion

This paper uses the quantile regression method to analyse the effect of education on earnings. We find that education has a significant positive effect on labor income for the whole earning distribution. Returns to University education are particularly high. However this return varies significantly between individuals and education can consequently not be considered as a zero risk investment. These differences also show that policies aimed at reducing poverty through investment in education might increase income inequalities by raising intra-educational disparities. A final interesting result is the high very stable returns to education for women

References

- [1] M. Buchinsky. The dynamics of changes in the female wage distribution in the USA: A quantile regression approach. *Journal of Applied Econometrics*, 13, 1-30, 1998.
- [2] J. Heckman. Sample selection bias as a specification error, *Econometrica*, 47, 153-162, 1979.
- [3] R. Koenker, G. Basset. Regression quantiles. *Econometrica*, 46, 33-50, 1978.
- [4] J. Mincer. Schooling, experience and earnings. *NBER, New York*, 1974.
- [5] G. Psacharopoulos, H.A. Patrinos. Returns to investment in education: a further update. *Policy Research Working Paper Series 2881, The World Bank*, 2002.

Indicadores de sustentabilidad y género para el desarrollo local y municipal

M.J.G. Amelunge Rojas
Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB)
Santa Cruz, Bolivia
moniame@hotmail.com

Palabras claves: Indicadores, sustentabilidad, género, desarrollo local

Resumen

Los indicadores de sustentabilidad y género pretenden ser un sistema de herramientas para evaluar las políticas públicas, la participación ciudadana y las desigualdades de género, en pos de lograr un desarrollo local. El trabajo se desarrolla para el municipio Cercado del Departamento de Cochabamba, donde se investiga la interrelación de ambas temáticas en el ámbito local, definiendo las áreas críticas y los principales problemas que aquejan a la población. Se transversaliza de manera real, concisa y objetiva el tema género en el desarrollo de los indicadores, debido a que el mismo ya no puede seguir invisibilizado si se pretende tender hacia un desarrollo más sostenido, que involucre mayor equidad social a nivel general [1]. Estos indicadores son elementos de monitoreo de las necesidades reales de la población, especialmente de la femenina. Pueden ser utilizados independientemente, según las necesidades, preocupaciones o cambios de situaciones que se pretenden evaluar.

1. Introducción

La tendencia globalizadora que caracteriza actualmente al desarrollo de los países obliga a sus líderes buscar soluciones integrales que deben constituirse en medidas permanentes. Por ello, los gobiernos están en la obligación de asumir en cada política pública los lineamientos y estrategias que apunten hacia un desarrollo sustentable. Bolivia como parte activa de esta búsqueda trata de asumir los conceptos del desarrollo sustentable como fundamento del diseño y formulación de las políticas públicas, que se evidencian en los llamados procesos de modernización de la sociedad boliviana y las propuestas de transformación del Estado.

Actualmente, muchos países cuentan con elementos que para evaluar su desarrollo mediante indicadores de sustentabilidad y género que les permitan vincular dimensiones económica, social, ambiental y política. Preocupados por el creciente deterioro ambiental, crecimiento descontrolado y patrones de consumo insostenibles de la sociedad buscan identificar sus debilidades y potencialidades para direccionar el diseño y manejo de las políticas públicas que los rigen. El Estado boliviano ha avanzado en la estructuración de un marco legal y normativo adecuado en la temática, asumiendo compromisos para el impulso en el desarrollo sostenible, ratificando varios

acuerdos y convenios internacionales. Con la colaboración de organizaciones extranjeras y cumpliendo compromisos internacionales se han construido en el país índices de sustentabilidad propios que involucran el tema género y revelan la situación de desarrollo actual y la inequidad. Esta visión es importante porque permite comprender y buscar cambios en los roles que estén perjudicando a las mujeres.

El desarrollo sustentable involucra cuatro aspectos básicos: Económico, social, ambiental y político institucional, privilegiando la atención a los sectores más vulnerables de la sociedad [3]. Como lo es el de las mujeres; las desigualdades de género se encuentran en todos los ámbitos del desarrollo [4]. En Bolivia y a nivel mundial, las mujeres han comenzado a luchar. Sin embargo, a pesar de los avances en la legislación e intentos por adecuar el aparato institucional del Estado a la nueva realidad democrática, todavía no se ha logrado eliminar las barreras que dificultan el acceso y la participación efectiva de la población femenina en el desarrollo [2]. Tomando como punto de partida la necesidad de un desarrollo sustentable y las desigualdades de género se ha decidido investigar la interrelación de ambas temáticas en el ámbito local, para lo cual se propone un sistema de herramientas concretas para evaluar las políticas públicas, la participación ciudadana y las desigualdades de género, a través de la construcción de indicadores de sustentabilidad que involucren transversalmente el tema género.

Por ello el objetivo es la formulación de indicadores de sustentabilidad y género, que coadyuven a evaluar la gestión municipal y orienten la toma de decisiones de gobierno del municipio de Cercado en pos del desarrollo local, a través del análisis de la realidad del municipio desde una perspectiva de género, principales problemas que impiden un desarrollo municipal sustentable y marco legal e institucional que ha tenido modificaciones al introducir en sus lineamientos y estrategias el tema género.

2. Método

El estudio recurrió a fuentes secundarias de información, a través de una extensa recopilación bibliográfica de temas referidos a sustentabilidad, género y su traducción en forma de indicadores. Esta búsqueda fue realizada a nivel de la literatura especializada y en páginas de Internet referidas al tema. La información fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE) y publicaciones de la municipalidad de la Provincia Cercado del Departamento de Cochabamba, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Organización de las Naciones Unidas (ONU), Instituto de Formación Femenina Integral (IFFI), Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la ONU (CEPAL), Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Agencia Internacional de Desarrollo Internacional (ACDI). Posteriormente se validaron los aspectos identificados como problemáticos para el desarrollo local, desde una perspectiva de género con la participación activa del gobierno municipal, el Instituto de Formación Femenina Integral (IFFI) y otras instituciones de apoyo, que con sus críticas y sugerencias aportaron para enriquecer la investigación.

La metodología que se aplicó para realizar el trabajo lógica - deductiva; lógica debido a que se hizo un trabajo que se basa en la utilización del pensamiento en sus funciones de deducción, análisis y síntesis que verificó la aplicación del marco teórico a la realidad objetiva de la investigación; y deductiva porque a partir de principios conocidos de una realidad concreta se obtuvieron nuevos principios que fueron la base y la guía del trabajo. Por otro lado, el tipo de investigación utilizado fue exploratorio - descriptivo; exploratorio porque se examinó un tema relativamente nuevo dentro de las políticas de desarrollo de un municipio – coadyuvando a lograr un mayor entendimiento y difusión de la problemática de género latente en el medio; y fue descriptivo porque se analizó una serie de experiencias parecidas tanto a nivel nacional como a nivel mundial.

3. Resultados y discusión

El marco ordenador es una explicación de la manera en que están ordenados los indicadores, donde cada uno de ellos tiene un objetivo (Tabla 1). Estos tres tipos de indicadores, muestran la situación del municipio, el grado de desarrollo que presenta y cómo se puede mejorar a través de acciones precisas que se ejecuten de acuerdo a las necesidades reales de la población y/o el fin que se desea evaluar.

Tabla 1: Marco ordenador de indicadores

Indicadores de entrada	Evalúan el avance hacia el desarrollo sustentable y la participación de las mujeres
Indicadores de proceso	Guían el accionar del gobierno municipal para mejorar situaciones que obstaculicen el desarrollo local
Indicadores de salida	Evalúan las intervenciones del gobierno municipal o la ausencia de estas

La preocupación por tender hacia el desarrollo sustentable implica considerar todas las necesidades de la población que habita una región sin diferencia de sexo, además de tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la actividad humana desarrollada en un determinado territorio [5]. En tal sentido, se establecen a los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales, como las cuatro áreas temáticas más importantes sobre las cuales se fundamenta la búsqueda del desarrollo sustentable (Tabla 2).

Es importante considerar que para un adecuado manejo e interpretación de la situación que se desea evaluar, se debe contar con un número limitado de indicadores (Tabla 3), que permitan obtener información relevante y verdaderamente útil, como es el guiar en la toma de decisiones, evaluar políticas públicas desde un enfoque de género y guiar al municipio hacia un desarrollo sustentable. Se hizo latente el requerimiento de evaluar la propuesta y para ello se convocó a personas conocedoras del tema y de la realidad del municipio de Cercado y se desarrollaron talleres donde se presentaron los resultados de la investigación y se trabajó en la validación de los indicadores. A través del aval y las sugerencias recibidas, se continuó trabajando en la selección final de la serie de 26

indicadores que se expusieron para las cuatro áreas temáticas definidas anteriormente. Todos ellos, pueden constituirse en herramientas útiles de evaluación del desarrollo local si se los utiliza de manera correcta y permitirían obtener información periódica relevante.

Tabla 2: Áreas del desarrollo sustentable

Área económica	Se enfoca básicamente en el desarrollo de la actividad generadora de ingresos, a través de la producción, distribución, intercambio y utilización de la riqueza, el cual está orientado al aprovechamiento sostenido de los recursos existentes, para generar ingresos para la población y contribuir a mejorar su calidad de vida.
Área social	Toma en cuenta los aspectos relevantes que involucran al ser humano, concebido como el pilar fundamental del desarrollo y sus actividades. Agrupa aspectos como la calidad de vida de la población, su grado de educación y la pobreza como la manifestación del desempleo.
Área ambiental	Se refiere al entorno natural que rodea la población del municipio. Está compuesta por los recursos naturales como el aire, agua, tierra y vegetación, los cuales van deteriorándose en razón al creciente desarrollo descontrolado que provoca el accionar del ser humano.
Área política institucional	Se encuentra profundamente vinculada al proceso democrático y de la construcción de la ciudadanía, incorporando la participación de las personas en la toma de decisiones y en los procesos de planificación y control social de la gestión municipal a través de organizaciones territoriales, gremiales y corporativas e institucionales.

4. Conclusiones

En el afán de complementar el trabajo desarrollado en el país, el resultado de la presente investigación ha sido la propuesta de indicadores validados de sustentabilidad y género, creados para ser aplicados a la realidad del municipio de la Provincia Cercado del Departamento de Cochabamba. Los indicadores definidos para el área económica están guiados a evaluar la creciente integración de las mujeres al sector económico, sus oportunidades ocupacionales y condiciones laborales. Los indicadores del área social, procuran poner en evidencia la desventaja de las mujeres respecto a los hombres en la sociedad. Los indicadores ambientales, pretenden evaluar la existencia o utilidad de políticas ambientales de desarrollo, que en muchos casos han llevado a un deterioro ambiental del territorio y los recursos naturales; esto con el fin de modificar la situación, medir los procesos y evaluar los resultados. Por último, los indicadores para el área político-institucional, buscan lograr cambios y promover la igualdad de oportunidades en los niveles de representación tanto a hombres como a mujeres.

El trabajo intenta transversalizar de manera real, concisa y objetiva el tema género en el desarrollo de estos indicadores, en cada una de las áreas para las que son propuestos. Estos indicadores, construidos a partir de la identificación de la problemática cochabambina, son mecanismos de aplicación a las necesidades reales de la población. Uno de los principales inconvenientes para la utilización de algunos de

Tabla 3: Tabla de indicadores

Indicadores del área económica			Indicadores del área social		
Nro.	Nombre	Objetivo	Nro.	Nombre	Objetivo
1	Desarrollo de iniciativas micropresarias	Promover el desarrollo de iniciativas microempresarias femeninas	1	Acceso y permanencia en centros educativos	Impulsar el acceso y la permanencia de la población femenina en centros educativos
2	Posicionamiento de los productos elaborados por mujeres en el mercado regional	Apoyar la búsqueda y consolidación de acceso al mercado interno de productos regionales elaborados por el sector femenino	2	Embarazos no deseados	Disminución del número de embarazos no deseados en adolescentes entre los 14 y 19 años de edad
3	Acceso al crédito	Mayor acceso al crédito del sector femenino	3	Violencia	Disminución de los casos de violencia e inseguridad en el municipio
4	Infraestructura pública como fuente de trabajo	Incrementar el número de fuentes de trabajo para el sector femenino de la población	4	Población de la tercera edad en situación de indigencia	Mejorar la situación de la población femenina indigente de la tercera edad
5	Tiempo liberado por el uso de guarderías y comedores municipales	Incrementar el uso de infraestructura municipal como guarderías y comedores para liberar tiempo a la mujeres	5	Migración	Disminución de la migración e inmigración femenina
Indicadores del área ambiental			Indicadores del área político-institucional		
Nro.	Nombre	Objetivo	Nro.	Nombre	Objetivo
1	Contaminación ambiental	Disminución de la contaminación ambiental	1	Mujeres con poder de decisión en el gobierno municipal	Promover la participación de las mujeres en el gobierno municipal
2	Contaminación de aguas superficiales	Disminución de la contaminación de aguas superficiales y cursos de ríos	2	Mujeres y hombres en el concejo municipal	Promover la participación de las mujeres en el concejo municipal
3	Contaminación por desechos sólidos	Disminución de la contaminación ocasionada por desechos sólidos	3	Participación de hombres y mujeres en la planificación municipal	Introducción del enfoque de género en las políticas, directrices y objetivos de los PDMs
4	Conservación de áreas verdes	Conservación y restauración de áreas verdes	4	Participación de hombres y mujeres en Otis y comités de vigilancia	Promover la participación femenina en comités de vigilancia, para fortalecer las organizaciones de base
5	Red de agua potable	Incrementar la cobertura de la red de agua potable	5	Enfoque de género en Planes Municipales	Incorporar el enfoque de género en la planificación y seguimiento a programas y proyectos demandados por mujeres en los POAs para su inclusión en los PDMs

estos indicadores, es la carencia de información estadística que permita realizar una medición inmediata. La propuesta que se realiza está dirigida principalmente al gobierno municipal; porque es la principal instancia en el Municipio de Cercado que tiene como función fundamental la dirección y promoción del desarrollo local. El municipio es capaz de generar cambios sustanciales en las políticas de desarrollo, para que tiendan a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, mediante proyectos y programas municipales.

Finalmente el sistema de indicadores propuesto puede ser utilizado tanto por el gobierno municipal, como por la población en general o personas preocupadas por el tema de la equidad de género, todo con la finalidad de conocer, exigir y hacer cumplir los derechos de las mujeres como ciudadanas, además de identificar las debilidades y potencialidades del municipio.

Referencias

- [1] J. Anderson. Desarrollo local. Agendas de mujeres y agendas de equidad. *Conferencia Dictada en la ciudad de El Alto, Bolivia, 1998.*
- [2] M.I. Caero. Espacios de Género en el Municipio de Cochabamba: Desencantos y Esperanzas. Artículo del libro: Teorías y prácticas de género. *Una conversación dialéctica, Embajada Real de los Países Bajos, La Paz, 1997.*
- [3] R. Guimaraes. Aterrizando una cometa. Indicadores territoriales de sustentabilidad. *CEPAL, Santiago de Chile, 1998.*
- [4] S. Montaña. Actuar por otras: La representación política de las mujeres. En: Partidos políticos y representación en América Latina. *Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1998.*
- [5] R. Quiroga. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas. *CEPAL, Santiago de Chile, 2001.*

Hacia la construcción de estrategias de articulación y planificación del campo y la ciudad en el contexto actual de desarrollo

L. Noriero Escalante

Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias del Departamento de Sociología Rural,
Universidad Autónoma Chapingo (UPOM-UACH)
lnoriero@mexico.com

Palabras claves: Desarrollo territorial rural, globalización, ruralidad, sustentabilidad ambiental, producción agrícola, ruralización

Resumen

Se presenta una revisión bibliográfica sobre la relación campo-ciudad en la globalización y la nueva ruralidad, como marco de reflexión y referencia, ante la agudización de disparidades económicas, políticas, sociales y territoriales en el medio rural. Para mejorar las condiciones de calidad de vida y desarrollo en las comunidades rurales, creemos conveniente considerar el enfoque del desarrollo territorial rural (DTR), que plantea estrategias y desafíos para enfrentar -pero que son necesarios-, para alcanzar el desarrollo agrícola y lo que su tejido productivo implica. Otros elementos importantes en el enfoque del DTR son: Sustentabilidad ambiental, tipología de productos, acceso a la tecnología, así como la recuperación de los saberes tradicionales. Finalmente, hacemos mención en que todos estos elementos constituyen premisas fundamentales, para resignificar y revalorar la importancia del sector agrícola y rural, pero sobre todo, de los productores que se encuentran en las comunidades consideradas aún rurales.

1. Breve contexto de la globalización

Según Hans [5] la definición de la globalización para la OCDE es *el proceso por el que los mercados y la producción de diversos países se hallan cada vez más interrelacionados debido al dinamismo del comercio de bienes y servicios y al movimiento de capitales y tecnologías*. La globalización está originando una serie de transformaciones económicas, sociales, tecnológicas, políticas y culturales en los grandes centros urbanos a sus principales protagonistas. El avance de la globalización impone a los centros metropolitanos nuevas formas de organizaciones físico-territoriales capaces de controlar y articular procesos productivos de amplios territorios circundantes. Dichas transformaciones generan importantes cambios socioculturales, principalmente en lo referido a las formas de compartir y concebir la ciudad y el campo, las cuales abren nuevas perspectivas y nuevos desafíos a los habitantes. Entre las transformaciones que están contribuyendo a acelerar la globalización, destacamos: La revolución digital con nuevas formas de comunicación; robótica: aparición de nuevos materiales para el diseño de nueva maquinaria e insumos; e ingeniería genética

(biotecnología). En muchos sectores del planeta, el desarrollo de computadoras ha transformado radicalmente la forma cómo la gente trabaja, estudia, compra y hasta se divierte. En países industrializados la computadora es un artefacto doméstico, de uso múltiple y diario. Los niños la usan desde la primaria y el proceso de aprendizaje escolar la tiene como herramienta central. Esta realidad coexiste con otra no menos apabullante: En muchas escuelas todavía faltan libros, lápiz y papel, instrumentos básicos de la educación del siglo pasado. Este tipo de transformaciones son cada vez más cercanas y por tanto, el abordaje de la relación campo-ciudad resulta fundamental para cimentar un enfoque de desarrollo territorial rural que sea relevante a los requerimientos del futuro.

2. El campo y la ciudad

En las últimas décadas del siglo XX, la relación entre campo y ciudad se ha transformado profundamente, de tal forma que tendría que repensarse la visión predominante de la separación tajante entre ambos espacios y modos de vida. Esto no significa que las viejas contradicciones (el dominio de la ciudad sobre el campo) que genera dicha relación se hayan resuelto y que incluso algunas de sus consecuencias más lacerantes no se hayan agudizado (la polarización tecnológica y social que coloca a la ciudad como portadora de modernización y al campo como sede del atraso y marginación). No obstante, los cambios más recientes en espacios rurales han sido de diversas maneras: Demográficos, sociales, culturales, económicos, físicos, institucionales, de accesibilidad e incluso de imagen; han sobrevenido de forma interrelacionada, siendo a menudo causa y efecto entre ellos con un origen común en el mundo urbano. Los pueblos se ruralizan perdiendo lo específico campesino; adaptan su marcha a la ciudad pero resistiendo o replegándose a veces ferozmente en sí mismos [8]. Sin embargo, cabría preguntarse si al calor de los procesos de la globalización y de políticas neoliberales no están surgiendo nuevas formas de articulación y complementariedad entre espacios urbanos y rurales, particularmente en la periferie de las grandes urbes o megalópolis. Llambí [10] define a lo rural “*donde prevalece una baja densidad demográfica y un patrón de población disperso; (ii) el predominio de la agricultura y otras actividades primarias o extractivas en la estructura productiva de una localidad o región; y (iii) unos patrones culturales o estilos de vida diferentes a los de los grandes centros urbanos*”.

En efecto, la globalización ha modificado la relación campo-ciudad/agricultura-industria o los vínculos entre vida urbana y cotidianidad rural. Desde que este binomio adquiere un carácter contradictorio en términos de que es la ciudad la que marca las pautas de dicha relación. Sin embargo, esta interacción conflictiva adquiere nuevas connotaciones ante la globalización que implica grandes transformaciones en esferas productivas y relaciones sociales más dinámicas, complejas e interrelacionadas. En síntesis el vínculo campo-ciudad se ha tornado más estrecho, más complejo, más dinámico, más contradictorio y conflictivo; pero también está surgiendo una relación de complementariedad entre el campo, vida rural y la ciudad en todos sus ámbitos. Así, vemos elementos de la vida rural en la ciudad y viceversa.

Ante esta situación es importante la nueva ruralidad, porque representa una etapa que incluye ciertas formas de ruralización, lo cual no tiene nada que ver con la falta de urbanización. "Lo anterior se tiene que vislumbrar como una revisión global del desarrollo agrícola en función de la cobertura social y ecológica que deben poseer las nuevas tecnologías; y la medida en que éstas tienen la flexibilidad para adaptarse a las más diversas condiciones ambientales y ecológicas que no signifique una acumulación desmedida de materiales duros" [17]. La nueva ruralidad tiene que ver con una nueva interdependencia con la ciudad. Lo nuevo consiste en recuperar prácticas y técnicas agrícolas milenarias que posibiliten un crecimiento orgánico para la producción, al igual que rescatar costumbres y tradiciones de productores sin el menoscabo de las innovaciones tecnológicas, ya que sólo así podremos lograr un desarrollo rural que sea compatible con el hombre y la naturaleza. Como señala [17], *una nueva ruralidad implica construir en la práctica el nuevo paradigma basado con el nuevo trato entre el campo y la ciudad*. Debe traducirse en el fin de la discriminación y darle cauce a la interculturalidad, del dialogo campo-ciudad, superando la relación de sometimiento. Esto equivale para el ciudadano aceptar lo rural como parte de lo urbano.

Por tanto, la ruralización de las ciudades se lleva a cabo mediante un reordenamiento de recursos humanos y territorial, la calidad del suelo y su uso, abastecimiento de agua potable, limpieza y recolección de basura, reforestación urbana, parcelas productivas en las ciudades, agricultura de terraza, granjas de pequeños productores intensivos, servicios productivos y sociales a la población, obras de infraestructura y comunicación, entre otros. Lo anterior implica urbanizar ecológicamente el campo, ya que será este último quien defina el paisaje y el paisaje a su vez la viabilidad económica [17]. Esta nueva concepción de lo rural se vincula con: a) Aumento de la producción, productividad y seguridad alimentaria; b) combate a la pobreza para buscar equidad; c) preservación del territorio y rescate de valores culturales para fortalecer la identidad nacional; d) desarrollo de una nueva cultura agrícola y rural que permita la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales; e) aumento de niveles de participación para fortalecer el desarrollo democrático y la ciudadanía rural; y f) desarrollo de acciones afirmativas para apoyar la participación de mujeres, habitantes de pueblos (indígenas) y jóvenes, en el desarrollo nacional desde lo rural [6].

3. Tipología de las unidades de producción agrícola

No puede haber acciones eficaces en la agricultura si no existe un previo conocimiento científico de las realidades sobre las cuales se pretende trabajar. Y es la falta de estudios científicos que incorporen conocimientos tradicionales de los productores en el medio rural lo que ha ocasionado que fracasen muchos proyectos impulsados tanto por gobiernos federales y estatales. Específicamente lo vemos en proyectos de extensión los cuales son creados a partir de una cantidad limitada de temas técnicos estandarizados (semillas mejoradas, densidades de siembra, dosis de fertilizantes), las cuales no se adaptan a las necesidades de los productores. En múltiples ocasiones los proyectos no corresponden con las necesidades de los productores, mucho menos con

las condiciones geográficas donde se los pretende impulsar. El análisis científico de los sistemas agrarios debe estar presente en las fases de identificación y preparación de proyectos de investigación y desarrollo; ello permitiría la elaboración de propuestas adecuadas a necesidades sobre las cuales se desea trabajar en determinada localidad, región o país.

Es importante considerar criterios económicos de cada categoría de los agricultores, bajo los siguientes postulados: 1. Los agricultores tienen más intereses en especializar sus actividades hacia la producción de mercancías destinadas a la venta, cuando las relaciones de intercambio son justas y estables. Ellos pueden interesarse en producir una gran parte de bienes orientados al autoconsumo familiar, cuando las relaciones de mercado son muy injustas; 2. no se muestran deseosos de maximizar la esperanza matemática de sus producciones o ingresos, sino minimizar los riesgos ante resultados negativos, cuando trabajan en condiciones de vulnerabilidad; y 3. valorizan de la mejor manera aquellos recursos (tierra, fuerza de trabajo, capital circulante) de los cuales disponen en cantidades muy limitadas [2].

El capital social es la capacidad de las personas de trabajar en grupo; Fukuyama [3] emplea este concepto cuando las personas cooperan para lograr determinados objetivos comunes sobre la base de un conjunto de normas y valores informales compartidos. Es importante fomentar una red de valores sustentados en el capital social de los productores, como motor de impulso para el desarrollo comunitario de nuestros pueblos y comunidades. Para ello es necesario que los proyectos de desarrollo incorporen estrategias pedagógicas que contemplen una formación y manutención de criterios de cooperación, participación y reciprocidad entre habitantes, sobre todo a grupos indígenas, mujeres, jóvenes y ancianos que demanden y soliciten de la asistencia técnica, capacitación, innovación tecnológica y asesoramiento. Por lo que es indispensable considerar aspectos relacionados en los niveles de producción, de tenencia de tierra, características técnicas y operativas, entre otras [11].

4. Consideraciones frente a la incorporación de nuevas tecnologías

La adopción del usuario final es el indicador más relevante en la adopción o inadecuación de la oferta tecnológica. La motivación que puede tener un productor agropecuario para adoptar la tecnología que se le ofrece depende del potencial para aumentar la productividad de sus recursos; así adoptarán aquellas tecnologías que permitan ahorrar recursos o hacer un uso más eficiente. Por ejemplo en Estados Unidos, la agricultura comenzó bajo condiciones de abundancia por la tierra, pero con escasa disponibilidad de mano de obra barata; el desarrollo tecnológico se orientó a la mecanización con altas inversiones. En contraste Japón con condiciones inversas orientó el desarrollo con innovaciones ahorradoras de tierra y se tradujo en una agricultura con amplio uso de fertilizantes y mejoramiento genético de plantas orientado a producir variedades capaces de aprovechar eficientemente cantidades cada vez mayores de fertilizantes.

En torno a la tecnología y opciones alternativas a las hegemónicas, se dirimen asuntos centrales de futuro para países de América Latina, México no escapa a ello. Aunque se cuestiona el carácter neutral, universal y lineal del desarrollo tecnológico, organismos como la CEPAL [1], promueven su implementación, ya que considera que el progreso técnico es la variable fundamental del desarrollo. Es fácil darse cuenta para el caso de México, que muchos de los problemas por los que atraviesa (disparidades regionales, profunda inequidad, deuda externa, deterioro ambiental, crisis del sector agropecuario, la salud, la vivienda, el transporte), no obedecen a la ausencia de tecnologías o de tecnologías poco avanzadas, sino por la adopción de modelos tecnológicos inapropiados. Nuestra época se caracteriza por una profunda transformación en los procesos tecnológicos que irrumpen en diversos ámbitos con consecuencias de toda índole. Nos enfrentamos a un despliegue de innovaciones radicales inscritas dentro de la llamada tercera revolución científico-tecnológica, que la podemos agrupar principalmente en microelectrónica, robótica, nuevos materiales y biotecnología. Precisamente esta última atañe directamente al sector primario, puesto que se generan reacciones sociales; las grandes empresas orientan la investigación científica y el desarrollo tecnológico sin considerar los efectos sociales, ambientales, étnicos y políticos de sus innovaciones, principalmente de productos de la biotecnología vegetal, tales como los cultivos transgénicos u organismos genéticamente modificados (ogm).

Se pensaba que las nuevas tecnologías de ingeniería genética llegarían al pequeño y gran productor, pero la realidad es otra porque pocas firmas dominan el mercado de alimentos y medicinas: Monsalvo, Novartis, AgreEvo, DuPont, Zeneca y Dow [15]. A estas empresas [16] se las denomina como "*grandes corporaciones agroindustriales*", que inciden sobre la producción mundial de productos agropecuarios mediante la provisión de insumos y procesamiento industrial de la producción agropecuaria. A escala mundial fue consolidándose un sistema agroalimentario dominado en gran medida por estas grandes corporaciones transnacionales agroindustriales (CTA); dominan el mercado mundial con insumos (semillas, fertilizantes y pesticidas) que venden a los productores agropecuarios. Recientemente han patentado nuevos cultivos o variedades de cultivos, estando involucradas en la investigación en ingeniería genética y crianza de nuevas plantas y animales. Como consecuencia, dominan gran parte de la producción y comercio de determinados insumos agropecuarios. Además tienen incidencia sobre la producción de alimentos procesados, consolidación y difusión de marcas alimentarias mundiales y de nuevos productos procesados. No obstante, no podemos negar que se ha incrementado los rendimientos de producción y acceso a los productos terminados, pero a nivel de organización social de la producción agrícola, el productor se ha sometido a una subordinación de la producción que lo excluye de su capacidad productiva frente a la industria agroalimentaria que se encuentra en manos de grandes inversionistas.

Para el caso de los consumidores de productos de origen biotecnológico, aún no se disponen de datos que los beneficien por el consumo de productos transgénicos. No obstante son numerosas las protestas sociales y de grupos ambientalistas agrupados en ONG's (organizaciones no gubernamentales), por dar marcha atrás a la producción

de cultivos y organismos genéticamente modificados. De lo anterior resulta importante la siguiente pregunta.

5. ¿Es posible convertir al campesino en empresario?

Como esfuerzo a favor del desarrollo rural, la preocupación debe centrarse en aumentar el nivel de vida de la población objetivo de nuestro trabajo y el éxito de esos esfuerzos debe medirse en ese nivel de vida. El campesino puede llegar a ser empresario, pero no como fruto de un esfuerzo orientado explícitamente a lograr tal fin, sino más bien en forma gradual y como resultado indirecto del proceso. A medida que mejore su nivel de vida, el campesino puede liberar gradualmente a su familia, especialmente a sus hijos y permitiéndoles permanecer más años en la escuela para avanzar en su educación; igualmente para introducir gradualmente fuerza mecánica para reemplazar mano de obra a medida que las condiciones de trabajo lo permitan.

En México, el desarrollo económico se ha caracterizado por marcadas desigualdades en el crecimiento económico regional y por la marginación de una gran proporción de la población. Es decir, existen grandes diferencias entre los Estados del norte, centro y sur de la república las cuales se caracterizan por la transición demográfica distinta entre regiones y clases sociales, la urbanización y la marginación de los estados, pobreza y desigualdad, la migración interna y externa, la presencia de minorías étnicas y grupos vulnerables, lo cual se debe a una ausencia de una política de desarrollo regional que corrija las consecuencias espaciales y de distribución del ingreso ocasionadas por el mercado. El entorno regional muestra disparidades de rezagos sociales entre los estados del país, cuyo déficit además de ubicarse por arriba de éstos son notoriamente más elevados que la media nacional. El 48.8% de la población en México vive en un grado muy alto de marginación, mientras que el 15% de la población concentrada en tres estados vive en un muy bajo grado.

6. Sustentabilidad ambiental

El ser humano vive en el medio ambiente y lo transforma; las dinámicas sociales y sus complejos procesos económicos y tecnológicos inciden en la conservación o deterioro del medio ambiente, determinando las condiciones de desarrollo y bienestar de la población. En las dos últimas décadas del siglo XX, los países latinoamericanos y específicamente México, se han enfrentado a una serie de cambios vertiginosos y vorágines que inciden en todos los ámbitos del tejido productivo. Por tanto y partiendo que la agricultura se enfrenta a un proceso de globalización y apertura comercial que amenaza a formas de producción, riesgo de desaparecer la biodiversidad y pérdida de conocimientos tradicionales.

Hay que retomar criterios de sustentabilidad por la complejidad ambiental [9]. Se requiere que a nivel individual y colectivo revaloremos lo que implica la sobrevivencia de la especie animal y humana en el planeta, generando mecanismos de conservación,

protección y cuidado de plantas y animales. Situación difícil sobre todo si reconocemos que “*el hombre todavía es incapaz de controlar su propia naturaleza, cuya locura lo lleva a dominar la naturaleza perdiendo el dominio de sí mismo*” Morin [13]. Cada día nos dirigimos hacia nuestra extinción como especie humana, ya que a la par del desarrollo científico y tecnológico también han surgido una serie de enfermedades, mutagénicas, teratogénicas y carcinogénicas en los seres humanos [12]. Al transformar el medio natural que lo rodea el hombre es el responsable de la pérdida de la biodiversidad y la disminución drástica del equilibrio energético; ello nos conduce irremediabilmente en un verdadero problema de sobrevivencia.

7. El desarrollo territorial

El enfoque territorial es una visión integradora de espacios, agentes, mercados y políticas públicas de intervención. Busca la integración de territorios rurales y con el resto de la economía nacional, revitalización y reestructuración progresiva, así como adopción de nuevas funciones y demandas. Schejtman y Berdegué [14] definen el desarrollo territorial rural (DTR), como *un proceso de transformación productiva e institucional de un espacio rural determinado, cuyo fin es reducir la pobreza rural*. El DTR descansa sobre dos pilares estrechamente relacionados: 1. Transformación productiva con el propósito de articular competitiva y sustentablemente a la economía del territorio con mercados dinámicos con cambios en patrones de empleo y producción de un espacio rural determinado; y 2. desarrollo institucional que estimula la concertación de actores locales entre sí y agentes externos relevantes, así como modifica reglas formales e informales que reproducen la exclusión de los pobres en procesos y beneficios de la transformación productiva.

Este enfoque visualiza los territorios como unidades articuladas a una trama social y cultural más amplia, sobre una base de recursos naturales y que se traduce en formas de producción, consumo e intercambio a su vez armonizadas por instituciones y formas de organización. Se derivan cuatro ventajas [7]: i) Explica mejor las relaciones intersectoriales y potencia el trabajo multidisciplinario; ii) permite integrar ejes fundamentales del desarrollo sostenible (aspectos de organización económica, relación con el medio natural, organización social y política y articulación de los elementos culturales del territorio); iii) permite entender y gestionar el desarrollo más eficientemente en colaboración con actores locales; y iv) potencia la integración del conocimiento acumulado por nuestras sociedades para alcanzar un desarrollo armónico y democrático. El enfoque territorial según el IICA [7] señala 11 puntos referidos a las políticas de ordenamiento territorial, autonomía, autogestión, corresponsabilidad, participación, apropiación, gobernabilidad, entre otros.

8. Conclusiones

La lógica de la economía global es profundamente contradictoria; se fundamenta sobre la velocidad, riesgo, creatividad, pero también sobre la impunidad internacional, ya que

no existen mecanismos de regulación de los intereses colectivos de la humanidad. Sobretudo, esta lógica está sentada sobre la inseguridad de las personas, particularmente de países y sectores pobres. Se transfiere la producción de los países de salarios altos a aquellos con salarios bajos, se especula en el mercado financiero sin considerar las consecuencias, excepto para del propio capital. Se trastocan patrones culturales y de consumo y se hace daño irreversible a base ecológica del planeta, sin preocupación por las generaciones futuras. La globalización ha contribuido a generar, constante y crecientemente, exclusión y polarización social, minando con ello las bases de una convivencia armónica y pacífica.

Los desafíos a los que nos enfrentamos son enormes y nos encontramos ante una crisis de la civilización y del medio ambiente, producto de la individualización que nos conduce el modelo actual de desarrollo.. Por lo tanto es imprescindible avanzar en el cuestionamiento del actual modelo de economía globalizada y encarar el reto de proponer alternativas para un desarrollo centrado en la gente y respetuoso de los recursos. Constituye la base de la sociedad y la cultura rural; lo rural tiene un sentido polisémico, pero sin la revaloración de la agricultura no se revalora lo rural [17].

De ahí que crea oportuno señalar la importancia de actuar con ética, valor y respeto hacia la naturaleza. El mundo ha presenciado adelantos notables en educación, salud, progreso tecnológico y crecimiento urbano, pero en forma muy desigual. Tenemos que crear las bases de la igualdad de oportunidades para todos. Para ello será imprescindible lograr nuevos pactos sociales al interior de cada comunidad, localidad, estado o país y nuevos pactos internacionales que propulsen un nuevo orden de relaciones y reorienten la cooperación para el funcionamiento y operación de un nuevo modelo alternativo de desarrollo territorial sustentable con un principal objetivo: Reversión del deterioro, degradación y agotamiento de los recursos naturales y del género humano.

Finalmente cabe señalar que las investigaciones sobre los sistemas agrícolas obedecen a sus orientaciones, ya sean cognoscitivas, de desarrollo para algunos o bien de promoción técnica para otros. Es prioritario poner como punto de partida al productor, quien finalmente es el que siembra, cosecha y queda excluido del proceso productivo, al no obtener beneficios óptimos por los productos que oferta al mercado. Por supuesto, las universidades en ese sentido juegan un papel importante al realizar planes, programas o proyectos de desarrollo rural encaminados hacia un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y sobre todo procuren una mejor calidad de vida para los productores del medio rural.

Referencias

- [1] CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Transformación productiva con equidad: la tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa). *Santiago de Chile*, 1990.

- [2] M. Dufumier (s/f). La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis diagnóstico de realidades agrarias. *INA-PG, Francia*.
- [3] F. Fukuyama. Capital social y desarrollo: la agenda venidera. En: Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma. *Naciones Unidas, CEPAL, Universidad del Estado de Michigan. Santiago de Chile, 2003*.
- [4] S. Freud. Malestar en la cultura (3e Ed.). *Editorial Alianza, México, 1975*.
- [5] K. Hans. Una ética mundial para la economía política (1a Ed.). *Fondo de Cultura Económica, México, 219-249, 1997*.
- [6] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. El desarrollo rural sostenible en el marco de una nueva lectura de la ruralidad. Nueva Ruralidad, Desarrollo Rural Sostenible, *CIDER, Serie: Documentos Conceptuales, IICA, Panamá, 2000*.
- [7] S. Sepúlveda, A. Rodríguez, R. Echeverri, M. Portilla. El enfoque territorial de desarrollo rural. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica, 180 p, 2003*.
- [8] H. Lefebvre. El derecho a la ciudad. *Historia/Ciencia/Sociedad, 44 (4a Ed.), Ediciones Península, Barcelona, España, 169 p, 1978*.
- [9] E. Leff. La complejidad ambiental. *Siglo XXI Editores, México, 314 p, 2000*.
- [10] L. Llamb. Globalización y nueva ruralidad en América Latina: una agenda teórica y de investigación. *Revista ALASRU, 2, Santiago de Chile, Chile, 1994*.
- [11] J. Kostrowicki. Agricultural typology concept and method. En: A.J. Trujillo. Ecología aplicada a la agricultura. Temas selectos de México (1a Ed.). Texto de V.M. Parra: Innovación tecnológica o transformación rural por un enfoque integral de la investigación agronómica. *Universidad Autónoma Metropolitana, México, 1997*.
- [12] T.G. Miller. Ecología y medio ambiente. *Grupo Editorial Iberoamérica SA, 1994*.
- [13] E. Morin. Tierra patria. *Editorial Nueva Visión, Argentina, 1993*.
- [14] A. Schejtman, J.A. Berdegué. Desarrollo territorial rural. *Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Debates y Temas Rurales, 1, Santiago de Chile, 53 p, 2004*.
- [15] S. Shimoda. Agricultural biotechnology: master of the universe? En: *AgBioForum 1(2). <http://www.agbioforum.Missouri.edu>, 1998*.
- [16] M. Teubal. Globalización y nueva ruralidad en América Latina. En: ¿Una nueva ruralidad en América Latina? Norma Giarracca (Compiladora) (1a Ed.). *Colección Grupos de Trabajo de CLACSO Grupo de Trabajo Desarrollo Rural, Buenos Aires, Argentina, 2001*.
- [17] C.G. Torres. Las alternativas del minifundio Mexicano (1a Ed.). *Universidad Autónoma Chapingo, México, 210 p, 1996*.

Plan de desarrollo sostenible para el sector rural: Estudio de caso Comunidad Buenavista, Municipio de Cajeme, Sonora, México

F.E. Montaña Salas¹, M.G. Ortiz², M.A. Armenta Martínez², J.R. Torres Velásquez¹

¹ Instituto Tecnológico de Sonora

² Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Sonora (CEC y TES),
Plantel Esperanza, Sonora

fmontano@itson.mx, marcelago67@prodigy.net.mx, angeliarmenta@hotmail.com,
jony97@yahoo.com.mx

Palabras claves: Plan de desarrollo, desarrollo sostenible, sector rural, diagnóstico integral

Resumen

El estudio se realizó de noviembre de 2003 a abril de 2005 en Buenavista, municipio de Cajeme, Sonora, México. La emigración, baja escolaridad, desorganización, deterioro de sus recursos naturales y la ausencia de un plan de desarrollo son factores que impiden a sus pobladores mejores condiciones de vida. Se utilizaron tres metodologías, una participativa, el análisis estratégico para el desarrollo local con carácter participativo [1] y la guía integral para el desarrollo local [2]. Se evaluaron variables relacionadas con desarrollo social, económico, ambiental e institucional. Los resultados indicaron niveles mínimos de desarrollo en lo social, económico, ambiental, y niveles inaceptables, los recursos institucionales, jurídicos y normativos. Se elaboró un plan de acciones estratégicas para el desarrollo sostenible de Buenavista. Se concluye que Buenavista cuenta con recursos potenciales, pero estos no son suficientes para alcanzar el desarrollo si no se tiene una adecuada participación de los pobladores.

1. Introducción

Buenavista se encuentra ubicada al noreste de la cabecera municipal a un costado de la Presa Gral. Álvaro Obregón, sobre los paralelos latitud 27°48'05", longitud 109°54'09' a una altura de 60 m [3]; delimitada geográficamente por Cumuripa al Norte, el ejido Hornos al Sur, al oriente con rancherías de propiedad privada y al poniente con territorio yaqui. Tiene un área calculada de 30 000 hectáreas. De acuerdo con el acta constitutiva, el pueblo fue fundado en 1951 y la tenencia de la tierra es de carácter comunal.

De acuerdo con datos de INEGI [3], para el año 2000 Buenavista contaba con una población económicamente activa de 135 personas, que representan el 36% de la población total. De los 371 habitantes, se estima que el 53% son hombres y el 47% lo representan las mujeres. La migración es un proceso generalizado en la comunidad, siendo los jóvenes (hombres y mujeres), seguidos de familias completas, que tienden a

dejar el campo. Si se tienen en cuenta las tasas de crecimiento poblacional como indicador de sostenibilidad, es claro que en la región hay un fenómeno de insostenibilidad que expulsa a los campesinos del campo. Se cree que la principal razón de la emigración lo constituye la búsqueda de trabajo y mejores oportunidades de desarrollo.

Según la división en regiones hidrológicas, elaborada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Buenavista pertenece a la región hidrológica Sonora Sur (RH-9), de la cuenca del Río Yaqui. La región comprende parte de la provincia llanura costera del Pacífico con potencial para el desarrollo de la agricultura y ganadería intensivas; es una región apta para el desarrollo de praderas cultivadas y para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal; sin embargo, es aquí donde se manifiestan los climas más secos de la entidad, por ello los terrenos que se destinen a las actividades agropecuarias deben ser irrigados durante todo el año, empleando principalmente el agua subterránea [3]. La pesca es una actividad importante para los pobladores de la región; ésta la realizan en la presa Álvaro Obregón, donde obtienen tilapia, lobina y bagre. Por otra parte y como consecuencia del problema asociado con el fenómeno de la sequía, aunado a programas de apoyo para el campo poco eficientes y mal administrados, la agricultura en la última década dejó de ser rentable para los habitantes de esta comunidad. La extensión territorial comprende áreas dominadas por vegetación de tipo selva baja caducifolia, matorral xerófilo, como el mauto (*Lysiloma divaricata*) y el torote (*Bursera microphylla*), palo fierro, mezquite (*Prosopis juliflora*), álamos, eucalipto, guamúchil, palo verde (*Cercidium microphyllum*), sangregado (*Jatropha cinerea*), entre otros. En relación con la fauna, además de las especies introducidas como animales domésticos y algunas especies de peces, por su carácter de bioma semidesértico con clima seco cálido, la región alberga a especies animales de importancia ecológica, cultural y económica, entre ellos se puede mencionar ganado vacuno, borregos, caballos, asnos, venado cola blanca, tortugas, pericos, patos, cochi jabalí, liebres y ranas, entre otros.

Buenavista carece de un sistema de aprovechamiento de los recursos forestales valiosos para el mercado, pero su contribución en la demanda local es satisfecha en el ámbito de productos como leña, carbón de mezquite, postes para cercas y algunas necesidades para vivienda. Con respecto a los servicios de apoyo ha sido notoria la ausencia de crédito para pequeños productores y campesinos sin tierra (avecindados). Quizá lo más preocupante sea el alto grado de descoordinación a todos los niveles de representación del estado en la localidad. La mayoría de las veces, las decisiones de las instituciones del orden federal, estatal y/o municipal guardan muy poca o ninguna relación con las necesidades e intereses de los pobladores a nivel local. La interrelación desequilibrada, especialmente con el subsistema de recursos naturales, genera depredación y subdesarrollo, afecta la calidad de vida de los seres humanos y pone en peligro los ecosistemas naturales [2].

Por lo tanto el objetivo que pretende este estudio consiste en la elaboración de un plan de acciones estratégicas para promover el desarrollo sustentable en la comunidad de Buenavista.

2. Método

En un primer momento se utilizó la metodología de participación comunitaria propuesta por Mosquera [4], que incluye diferentes etapas. En un segundo momento, se utilizaron las metodologías denominada, “Análisis estratégico participativo de desarrollo Local-Regional [1], pero adaptada a los requerimientos de la comunidad y la “Guía Integral para el desarrollo local [2].

Se llevó a cabo el siguiente proceso:

Etapa I: Diagnóstico comunitario

Fase I: Descriptiva

Actores sociales

Problemática

Variables a evaluar

Fase II: Analítica

Diagnóstico integral

FODA

Etapa II: Formulación del plan de acciones estratégicas para el Desarrollo Local.

3. Resultados y discusión

La población de Buenavista está integrada por comuneros y vecindados, representantes de los comités de salud, asociaciones de padres de familia de los diferentes niveles de escolaridad (preescolar, primaria y telesecundaria), AVES (asociación de vecinos), DIF (desarrollo integral de la familia), mesa directiva de bienes comunales, delegado de policía, jueces de campo y líderes del pueblo; actores sociales que no son ajenos a cualquier comunidad en estudio [1, 5, 6]. En la realización de este estudio participaron 25 personas entre ellos hombres, mujeres, jóvenes y adultos, quienes mediante talleres identificaron y priorizaron la problemática de la comunidad, destacando como problema principal la desorganización, seguido del divisionismo de la gente, falta de empleo, abandono escolar y poca participación de las personas en actividades para beneficio de la comunidad.

3.1. Diagnóstico integral

La comunidad de Buenavista se analizó bajo el enfoque sistémico utilizando diferentes variables (Tabla 1) y categorías relacionadas con los subsistemas ambientales, sociales, económicos e institucionales. Se observó que los niveles de sostenibilidad de sus subsistemas se encuentran entre los niveles mínimos a inaceptables, como se muestra en la tabla 1.

Los resultados indican una condición de insostenibilidad de la comunidad de Buenavista ¿qué nos permite asegurar esto? Por un lado, Dejo [2], señala que la calidad de vida de una población está en función del adecuado equilibrio de los

diferentes subsistemas y variables que componen un determinado espacio territorial y, por otro, ¿acaso los niveles mínimos de desarrollo encontrados en las variables ambientales, sociales, productivas e institucionales analizadas no es un indicador directo de la ausencia de sostenibilidad? Pareciera que la situación no es apremiante, y que cada subsistema se moviera en una dimensión diferente y excluyente; pero no es así. En teoría [2], se parte del supuesto de que los problemas de tipo socio-económico, no son ajenos a ciertas realidades de tipo geográfico, técnico o ambiental; de hecho, existe una relación directa e intrínseca entre cada uno de los subsistemas, de tal manera que la situación, positiva o negativa, en uno afecta invariablemente la situación presente en los otros.

3.2. Análisis FODA

La comunidad de Buenavista como todo sistema, posee fortalezas y debilidades, y para lograr desarrollo mas equilibrado debe considerar sus amenazas y aprovechar las oportunidades. Los resultados del FODA se observan en la tabla 2. Se destaca la fortaleza en el subsistema natural por su biodiversidad y espacio físico.

3.3. Formulación de los objetivos del plan, la misión y la visión (Tablas 3, 4 y 5)¹

Objetivo del plan

Consiste en mejorar la seguridad de los medios de vida de los pobladores de Buenavista, al mismo tiempo que se asegura la sostenibilidad de los recursos naturales. En cuanto al objetivo el proyecto se propone facilitar la creación y funcionamiento de un plan estratégico permanente de innovación, protagonizado por los habitantes y sus organizaciones, que promuevan el uso sostenible de la tierra, agua, flora y fauna en el territorio denominado Buenavista.

La misión

Lograr el desarrollo de una nueva sociedad rural, basada en el crecimiento sustentable de los sectores agrícola, ganadero, pesquero, turístico y de servicios, con una continua capacitación y superación de sus pobladores, que le permitan mantener actividades productivas, rentables y competitivas, tanto pesqueras y agroalimentarias como de otra naturaleza.

La visión

Ver a la Comunidad Buenavista como una población organizada, productiva y competitiva, que participe en la promoción y consolidación de un modelo de desarrollo endógeno, basado en la superación integral del factor humano; visión que contempla de una manera integral las dimensiones económicas, tecnológicas, sociales, políticas y ecosistémicas que determinan las relaciones entre los seres humanos y el resto de la naturaleza. Ser una comunidad modelo a nivel regional, nacional e internacional, en la

¹ Plan de Acciones Estratégicas para el Desarrollo Sostenible de la comunidad de Buenavista

elaboración, implementación, evaluación, difusión y fomento de programas estratégicos de desarrollo rural sustentable.

La visión y misión se sustentan en valores que identifican a la comunidad: Honestidad, transparencia, competitividad, lealtad responsabilidad, y confiabilidad. Para lograr el desarrollo económico sostenible esperado por los pobladores debe sustentarse en tres pilares que son: Desarrollo económico, balance ecológico y desarrollo social.

La planeación reduce la incertidumbre al obligar a los participantes a ver hacia el futuro anticipar los cambios, considerar el impacto del cambio y desarrollar las respuestas adecuadas. La elaboración de un plan de trabajo constituye una herramienta muy útil para planificar durante un periodo de tiempo específico; así mismo, indica que la construcción del plan de trabajo debe satisfacer las necesidades de los implementadores, grupos de destino (beneficiarios), planificadores, comités y juntas. En él se señalan los problemas a solucionar y las formas de resolverlos [7, 8]. El plan es la guía para la organización, y cuando los actores locales participan en su elaboración, es más probable que sientan que «es suyo» y lo utilicen en la implementación.

4. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados del diagnóstico estratégico, las cuatro dimensiones – ambiental, social, económica e institucional- que fueron objeto de análisis presentaron un alto porcentaje de indicadores con valores mínimos de desarrollo, lo cual, indica que la comunidad de Buenavista presenta un alto nivel de insostenibilidad.
- Dentro de las fortalezas percibidas durante el análisis, queda claro que la comunidad cuenta con recursos potenciales para un mejor desarrollo, pero las posibilidades del desarrollo de Buenavista dependen más de actitudes colectivas y de conducción social que de los recursos.
- Una de las debilidades que arrojó el diagnóstico de la comunidad de Buenavista es su falta de organización; de acuerdo con el análisis la desorganización, la división de la gente y la poca participación influyeron en aproximadamente el 50% de las causas que provocaron los principales problemas en la comunidad.

Referencias

- [1] P. Wong. Propuesta metodológica para el análisis estratégico. Participativo de Desarrollo Local-Regional, *Coordinación de Desarrollo Regional CIAD, A.C.*, Hermosillo, Sonora México, 2005.
- [2] F. Dejo. Manual de Gestión Integral para el desarrollo local, Lima, Perú, pp. 8, 9, 10, 29, 30, 31, 35, 39, 41, 42, 44, 50, 2003.
- [3] INEGI. XII censo de población y vivienda. Mapa de fisiografía. Mapa de climas. Regiones y cuencas hidrológicas. Mapa de uso potencial de la tierra. (Ver <http://www.inegi.gob.mx> en abril de 2004), 2000.

- [4] C. Mosquera (s/f). Planificación por acciones estratégicas, guía metodológica para facilitadores del desarrollo local. (Ver <http://amauta.org/pelf/Mosquera.html>; en agosto de 2003).
- [5] J. Carabias. Conservación de ecosistemas y desarrollo rural sustentable en América latina: condiciones, limitantes y retos. (Ver en octubre de 2004) http://www.rolac.unep.mx/johannesburgo/cdrom_alc/riomas10/conser.pdf, 2002.
- [6] F. Geilfus. 80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo, Evaluación, Sagar, Sinder, Peat, IICA, *Reproducido por SAGAR-IICA/México*, pp. 1, 4, 13, 2000.
- [7] P. Bartle. Potenciación comunitaria, traducción de M^a Lourdes Sada, Uganda, (Ver <http://www.scn.org/ip/cds/ctas> en marzo de 2004), 1998.
- [8] T. García, M. Cano (s/f). El FODA: Una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación en las organizaciones. *Revista Ciencias Administrativas*. (Ver <http://www.uv.mx/iiesca/revista4/foda.htm> en marzo de 2005).

Tabla 1: Diagnóstico Integral de la Comunidad de Buenavista, a través del análisis de las variables para cada subsistema

Subsistema R.N.		Subsistema R. Poblacionales		Subsistema Técnico Productivo		Subsistema Jurídico Normativo	
Variables	Calificación	Variables	Calificación	Variables	Calificación	Variables	Calificación
Medio ambiente y recursos naturales (educación ambiental, aprovechamiento y gestión R.N. , áreas naturales protegidas, contaminación ,disponibilidad de agua, áreas verdes)	Nivel mínimo-aceptable	Calidad de vida y recursos humanos (transporte urbano, Seguridad pública, condición de bienestar, combate a la pobreza y marginación, calidad y oferta educativa, recursos humanos calificados, infraestructura para personas con discapacidad, ambiente cultural y recreativo)	Nivel mínimo	Estructura económica, agentes e innovación (economía local, diversificación productiva, presencia activa (PyMES), cultura empresarial, nuevas tecnologías, aprovechamiento de los recursos locales, empleos, financiamiento, exportación, Visión económica)	Nivel mínimo	Eficiencia Operativa Local (autonomía programática y financiera, descentralización, provisión de servicios públicos, transparencia y democracia, seguimiento y evaluación de proyectos, transparencia en la administración de recursos, profesionalización de servidores públicos, simplificación administrativa)	Nivel mínimo
Organizaciones, normatividad y programas (en pro del medio ambiente, investigación sobre desarrollo sustentable, infraestructura ambiental (plantas de tratamiento de agua; disposición de desechos, etc.), normatividad ambiental, programas de ordenamiento ecológico-territorial)	Nivel inaceptable-mínimo	Cohesión social, organización e identidad territorial (Actitud pro-activa, cultura e identidad local, participación social, consenso, cooperación, inclusión social -etnias, género, etc.-, organización, vinculación centros de investigación, universidades, sector productivo y agencias gubernamentales)	Nivel mínimo	Infraestructura, servicios y accesibilidad (contexto regional, comunicaciones y transporte, industrial, agropecuaria, espacio físico para actividades económicas, centros de información, capacitación , inversiones, turismo, Imagen desde el exterior)	Nivel mínimo-aceptable	Institucionalización y Planeación Estratégica (inclusión y participación social, fondos regionales de inversión, existencia de un plan estratégico municipal-local con carácter participativo, existencia de un Grupo de Gestión de Desarrollo Local, existencia de una Agencia para el Desarrollo Local)	Nivel inaceptable

Tabla 2: Análisis FODA de la comunidad de Buenavista

SUBSISTEMAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Subsistema Recursos Naturales	Suficientes áreas verdes; recursos naturales: terreno agrícola, agua, vegetación, flora y fauna, que son apropiados para el turismo	Apoyo profesional de entidades educativas, turistas se interesan por la localidad, proyectos ecoturísticos, interesante flora y fauna nativas	No hay un programa en pro del medio ambiente	Uso ineficiente de los recursos; depredación; deterioro
	Hay agua ,ya sea para la pesca, turismo o para la agricultura	Programas del gobierno que ofrecen capacitación y financiamiento para proyectos agrosilvopastoriles y ecoturísticos	Ausencia de proyectos para aprovechar el recurso agua	No hay garantía de contar siempre con el recurso (períodos prolongados de sequía)
	Aire con baja contaminación	Normatividad internacional que protege el medio ambiente		
	Terrenos disponibles para construir una empresa o microempresa	Pobladores con actitud proactiva; jóvenes con estudio	Miedo al fracaso, falta de recursos económicos	La apatía de algunos pobladores y la desorganización lleven los proyectos al fracaso
Subsistema Recursos Poblacionales	Servicios públicos	Programas de recreación para adultos y niños	Infraestructura mínima; Vías de acceso inadecuadas	Delincuencia
	Personas capacitadas para elaborar alguna manualidad u oficio	Fuentes de financiamiento para microempresas; generación de empleo directo	Falta de información	El desánimo y la necesidad de ingresos provoque la migración
	Nivel educativo básico	Jóvenes con capacidad de utilizar herramientas como el Internet y manejar un segundo idioma	Problemas para continuar con el nivel medio superior y superior	Emigración; abandono escolar
	Nivel de salud bueno	Oferta de actividades culturales	Infraestructura mínima	Por su ubicación geográfica, decremento en la prestación del servicio
Subsistema Recursos Técnico Productivos	Espacio físico para actividades económicas	Empresas tecnológicas dispuestas a invertir; Actividades culturales y recreativas buscan zonas tranquilas	Falta de organización para elaborar proyectos, falta de recursos económicos, miedo a invertir y fracasar, fuentes de trabajo eventual	Las empresas dirijan sus inversiones hacia otro polo de desarrollo
	Imagen desde el exterior	Empresas financieras dispuestas a invertir; Entidades crediticias ofrecen apoyo a localidades con planes de desarrollo	No hay unión en el pueblo, falta de visión	
	Comunicaciones y transporte	Empresas de servicios dispuestas a invertir		
Subsistema Recursos Jurídicos Normativos	Transparencia en la administración de recursos	Existe legislación externa que favorece ampliación de servicios comunales	Vecinos se interesan poco en conocer la normatividad municipal	Leyes que pueden recortar derechos locales
	Transparencia y democracia en la toma de decisiones	Capacidad para el consenso	Desinterés por implementación de programas y proyectos	Recursos subutilizados
	Grado de profesionalización de servidores públicos	Entidades inversoras prefieren tratar con autoridades que tienen aprobación de la población	Falta de información	

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto

Tabla 3: Subsistema recursos poblacionales

Programas	Proyectos	Objetivo	Estrategias	Acciones
Programa de capacitación y desarrollo humano	Capacitación laboral	Atender las necesidades de la población local y apoyar la creación de capacidad en las organizaciones para que éstas puedan asumir su propio desarrollo social y económico, incluido el manejo sostenible de los recursos naturales y la mejora en los niveles de bienestar de la población	<p>Acudir a las instancias que corresponda, sean públicas o privadas para solicitar capacitación centrada en aspectos empresariales, manejo de proyectos, desarrollo comunitario y liderazgo.</p> <p>Gestionar los recursos que sean necesarios ante la instancia correspondiente</p>	<p>Fomentar actividades de educación, capacitación tecnológica y socio empresarial.</p> <p>Capacitar a los líderes de la región en temas de tierras y manejo de conflictos sociales y ambientales.</p> <p>Dar capacitación a las comunidades para la autogestión de sus recursos y la apropiación del manejo de áreas de conservación ambiental</p> <p>Procesos sostenidos de capacitación, educación y apoyo al desarrollo organizacional, de tal manera que se incrementen los niveles de formación, comunicación y articulación de la población</p>
	Desarrollo humano	Desarrollar las capacidades de las personas para ampliar sus opciones y oportunidades, de tal manera que éstas les permitan alcanzar una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos, aprender destrezas y contar con los recursos necesarios para disfrutar una alta calidad de vida.	Investigar qué institución ofrece este servicio, así como la gestión de los recursos necesarios.	Implementar talleres de sensibilización, motivación, autoestima y autodesarrollo, donde queden comprendidos los elementos fundamentales del desarrollo humano: la equidad, la potenciación, la productividad, la sostenibilidad, la seguridad y la cooperación y concientización sobre los nuevos esquemas de trabajo participativo y el desarrollo comunitario

Tabla 4: Subsistema recursos técnico productivos

Programas	Proyectos	Objetivo	Estrategias	Acciones
	Programa de capacitación empresarial		Vinculación con instituciones de educación superior, gubernamentales y empresariales Establecer contacto con Incubadoras de empresas comerciales que brinden orientación, asesoría técnica y financiera para iniciar un negocio	Cursos básicos sobre: Administración básica y toma de decisiones, Compras o manejo de inventarios, Mercadotecnia, Contabilidad
Programa de desarrollo empresarial	Investigación y transferencia de tecnología agropecuaria	Propiciar el estudio sobre la oferta natural, conocimiento y aprovechamiento de la flora nativa para uso medicinal e industrial y el desarrollo de tecnologías apropiadas a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de los agricultores de Buenavista, con la participación activa de la comunidad.	Vinculación con instituciones de educación superior Vinculación con instituciones gubernamentales que brinden asesoría	Desarrollo de estudios básicos de tipo biotecnológico, silviculturales, agrícolas y pecuarios orientados a profundizar en el conocimiento de las especies con mayor grado de adaptación a las condiciones de la región y de nuevas especies que puedan ser introducidas en la zona. Desarrollo de investigación aplicada orientada a la consolidación de un conjunto de tecnologías apropiadas para la región: selección genética, manejo de especies, procedimientos de agrosilvicultura, desarrollo de métodos de cosecha sostenibles y técnicas pre y post cosecha eficientes. Realizar una evaluación del impacto de la actividad agrícola sobre el terreno Realizar la cartografía detallada de las áreas aptas para la agricultura Implementar proyectos productivos para seguridad alimentaria.
Programa de equipamiento e Infraestructura	Rehabilitación de Caminos Rurales	Proponer una estrategia de rehabilitación de los caminos de acceso a la comunidad de tal manera que se facilite la movilidad tanto de carga como de pasajeros	Elaborar un proyecto sobre las condiciones de infraestructura y su problemática, para gestionar recursos ante las instancias del gobierno	Elaborar un inventario de las vías rurales precisando su estado de conservación y mantenimiento. Diseñar la estructura más conveniente para las vías de acceso a la comunidad, calculando cantidades de obra y costos de los mismos, teniendo en cuenta el estudio de impacto ambiental, con el fin de mitigar las posibles afectaciones ambientales de la zona.
	Mejoramiento de la Imagen de la comunidad	Darle una nueva imagen a la comunidad, en cuanto a espacios físicos y embellecimiento	Establecer convenios de cooperación instituciones de educación e investigación Gestionar ante instituciones públicas o privadas los apoyos necesarios Participación activa de integrantes de la comunidad	Gestionar la elaboración de una propuesta que permita transformar la imagen de Buenavista

Tabla 5: Subsistema recursos institucionales (jurídicos normativos)

Programas	Proyectos	Objetivo	Estrategias	Acciones
	Establecimiento de una Unidad de Gestión del Programa de Desarrollo Sostenible de Buenavista	Realizar la coordinación y gestión del Programa de Desarrollo Sostenible a nivel local a través del equipo para la gestión del cambio.	<p>Reunir a los integrantes de la mesa directiva del comité de bienes comunales, así como a los representantes de cada uno de los comités, para que formen parte del equipo para la gestión del cambio</p> <p>Éstos a su vez que sean multiplicadores de la información para los integrantes de los comités que representan,</p> <p>Nombrar representantes para cada una de las áreas que conforman el plan</p> <p>En una asamblea general, mostrar los avances e invitar a la población a que participe, de acuerdo con el área de interés.</p> <p>Conformación de los Núcleos de Desarrollo Local para la gestión del PDSB</p>	<p>Conformación de un equipo para la gestión y administración del cambio.</p> <p>Coordinar el establecimiento y funcionamiento del PDSB, en cada una de las áreas de atención</p> <p>Desarrollar y supervisar las actividades relacionadas con la gestión de proyectos.</p> <p>Promover el desarrollo local.</p> <p>Coordinar las relaciones entre lo local, lo regional, lo nacional y lo internacional.</p> <p>Coordinar las actividades de los diferentes actores locales con incidencia en el PDSB</p> <p>Supervisar el cumplimiento de las metas del PDSB y brindar apoyo técnico para su realización</p> <p>Coordinar el establecimiento y funcionamiento de los núcleos locales, en cada una de las áreas de atención.</p>
	Seguimiento y evaluación participativo	Implementar un sistema de seguimiento y evaluación participativo para verificar la utilización y la eficacia de los recursos del PDSB.	<p>Buscar asesoría con Instituciones de educación superior a cerca del diseño y aplicación de indicadores de evaluación</p> <p>Participación activa de integrantes de la comunidad en la elaboración de los indicadores para el seguimiento y evaluación</p>	<p>Diseñar e implementar el sistema de seguimiento y evaluación del Plan de desarrollo local para Buenavista</p> <p>Desarrollar procesos de acompañamiento para las organizaciones comunitarias formadas durante la segunda fase (5 años)</p>
Programa para el fortalecimiento institucional	Comunicación	Fomentar la comunicación participativa promoviendo el intercambio de saberes con la comunidad.	<p>Establecer contacto con los medios de comunicación de la región, prensa, radio y televisión, para la prestación del servicio</p> <p>Gestionar recursos para aplicarlos en esta actividad</p> <p>Participación activa de integrantes de la comunidad</p>	<p>Diseñar e implementar una campaña divulgativa de cobertura masiva sobre el desarrollo sostenible con perspectiva ambiental.</p> <p>Diseñar y contratar la impresión de posters y murales para distribución en la localidad, en la región y en el municipio, relacionados con la promoción del PDSB, así como mensajes por radio para crear conciencia crítica, identidad, pertenencia, confianza de la población y las instituciones como proceso de doble vía para la concertación y la construcción del desarrollo sostenible en la región.</p> <p>Diseñar y contratar la divulgación de mensajes por televisión abierta, con cobertura local, regional y estatal.</p> <p>Establecimiento de un centro de comunicación en la comunidad, dotado de radio, Internet y centro de video para la edición de materiales y coordinación de acciones orientadas a la gestión ambiental.</p> <p>Capacitación de líderes comunitarios en el manejo de medios orales y telemáticos.</p>
	Apoyo al micro crédito rural de Buenavista	Implementar esquemas de micro crédito rural que permitan el acceso de recursos financieros a la población	Establecer contacto con instituciones públicas y privadas que ofrezcan programas de crédito a la pequeña y mediana empresa.	<p>Contratar un consultor en crédito y finanzas, durante los tres primeros años de operación.</p> <p>Realizar un estudio de mercado para los servicios financieros en Buenavista.</p> <p>Gestionar recursos de subsidio y/o crédito con entidades internacionales.</p>

Modelos de riesgo y vulnerabilidad a incendios forestales, a partir de condiciones naturales y antrópicas: Parque Nacional Tunari

A.M. Rodríguez Montellano
Escuela de Ciencias Forestales, Proyecto FOMABO/ESFOR
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
forestry_bol@yahoo.es

Palabras clave: Peligro de incendios, combustibles forestales, evaluación multicriterio, Parque Nacional Tunari

Resumen

El propósito es crear un modelo para evaluar el riesgo y vulnerabilidad a incendios forestales en área representativa del Parque Nacional Tunari, involucrando a instituciones (usuarios) en el departamento de Cochabamba, para determinar variables preponderantes que influyen en estos siniestros. Se empleará el método de análisis espacial multicriterio para integrar y evaluar en SIG las variables con influencia alta en el peligro de incendios forestales. La estructura del índice de peligro incluye tres componentes: Combustibles forestales, generado a partir de la evaluación de la carga de combustibles forestales muertos y vivos; meteorológico con la integración de la temperatura media máxima mensual y precipitación total mensual y otros; y causa mediante la evaluación de elementos socioculturales representados por rasgos geográficos. Los tres componentes serán integrados en una regla de decisión y se generarán mapas periódicos con la localización de áreas vulnerables y riesgosas a incendios forestales.

1. Introducción

Los incendios forestales son actualmente un gran problema que se repite año tras año en todos los rincones del planeta en épocas en que las temperaturas registran sus valores más altos y las precipitaciones son escasas. Como consecuencia de los mismos [7], las pérdidas en este tipo de perturbaciones son perjudiciales para la conservación de los ecosistemas [6].

En Bolivia el Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF) que opera desde el 2001 cuenta con una antena que capta las imágenes NOAA con reportes semanales y diarios sobre focos de calor. Si bien este tipo de información que proporciona el SATIF es usual para una planificación de control de incendios, no es suficiente porque se comienza a actuar cuando ya se inició la combustión o cuando ya, el incendio ha alcanzado grandes proporciones. [5]. Dentro de este marco, es evidente la necesidad de investigación en este campo y especialmente en cómo se pueden modelar estos fenómenos. Es decir, que para lograr una eficiente prevención de riesgos

de incidentes y evitar pérdidas originadas por los incendios forestales, es necesario todavía un esfuerzo de investigación que reúna las disciplinas involucradas y el estudio de las características naturales y antrópicas del fenómeno.

2. Metodología

El Parque Nacional Tunari (PNT) se localiza en el departamento de Cochabamba entre 17°00'-17°30' latitud sur y 66°00' - 66°42' longitud hacia el oeste. Su límite con el valle central se define en la cota 2 750 m como línea divisoria en la ciudad, pero especialmente cerca de Cochabamba pueden encontrarse las urbanizaciones sobre la cota permitida (Fig. 1). La primera ha sido realizada solo en puntos representativos en el PNT, mientras que la verificación se ha desarrollado en toda el área protegida, en una serie de zonas de la península: Tirani, Leuquepampa y pajcha. En el marco de riesgo de incendio (FIRERISK) se muestrearon además de especies herbáceas, especies arbóreas (pinos, eucaliptos, kewiñas); en ambas se calculó el contenido de humedad que después fue relacionado con propiedades combustibles.

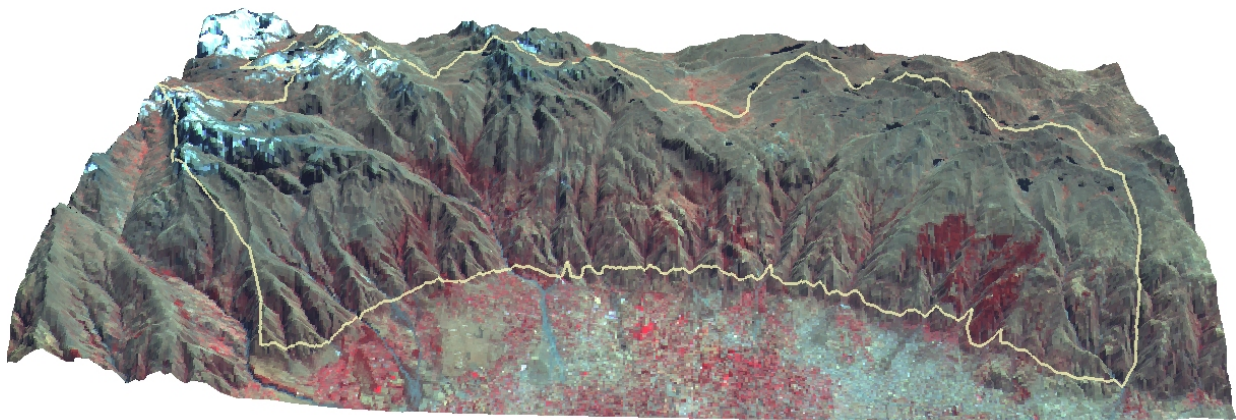
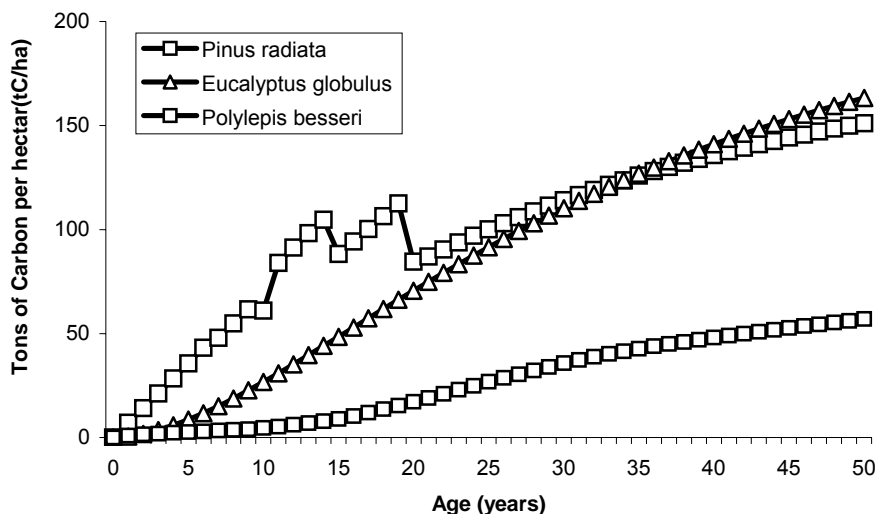


Fig. 1: Imagen Landsat TM aplicación de modelos de elevación digital del Parque Nacional Tunari

En las diferentes muestras de vegetación (pasto y material vegetal verde) se llevó a cabo de manera aleatoria siguiendo un protocolo específico. Se tomaron 100-200 g de muestra/m², siendo pesadas en el momento de su recolección mediante una balanza portátil. Como se muestra en la Fig. 2 se ponderó la biomasa para las tres especies forestales más importantes del área. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio para ser secadas en una estufa durante 72 horas a una temperatura de 100°C. Tras esta operación las muestras fueron nuevamente pesadas para calcular el contenido de humedad. Dicho contenido, en este estudio sobre peligro de incendio, se expresó como el porcentaje de peso en agua en relación con el peso en seco (FMC, fuel moisture content en inglés) según la Ec. 1:

$$FMC = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde, FMC es el contenido de humedad del combustible, Ph es el peso en húmedo y Ps el peso en seco de la misma muestra.



Leyenda: Factor Expansion Biomasa = 1.3; *Eucalyptus globulus* Factor Expansion Biomasa = 1.5; *Polylepis besseri* Factor Expansion Biomasa = 1.5 (IPCC Guidelines - Tropical broadleaf)

Fig. 2: Biomasa para *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Polylepis besseri*

Cuantificación de combustibles forestales

Las partículas leñosas pequeñas pierden rápidamente parte de su humedad como consecuencia de su dimensión. Esta condición favorece en gran medida a la combustión e inicio de los incendios, por lo que constituyen una variable de gran influencia en incendios. Para estimar la cantidad o carga de combustibles, se realizó un inventario con un diseño de muestreo estratificado al azar, donde los tipos de vegetación constituyeron los estratos. La obtención de los datos se hizo con la técnica de intersecciones, utilizada en diversos tipos de bosques con el fin de caracterizar el complejo de combustibles forestales ([2], [16]). Cada sitio de muestreo consistió en la ubicación de una línea de 20 m de longitud cuya dirección fue definida aleatoriamente. Para el caso de la cama de combustibles forestales, se registró la profundidad a los 5, 10, 15 y 20 m de longitud de la línea. Además, se colectó la hojarasca contenida en 1 m², compuesto por cuatro cuadrantes de 0.25 m² distribuidos a lo largo de la línea. Cada cuadrante fue pesado *in situ* y se tomó una muestra de 300 g para su posterior secado en laboratorio. El peso seco de estas muestras fue relacionado con el peso del material colectado *in situ* y de esta forma se obtuvo la cantidad de este tipo de combustible por unidad de superficie [16], según la Ec. 2:

$$W_1 = \left(G \frac{0.1234}{L} \right) \sum d^2 * c \quad (2)$$

Donde, $W1$ es el peso del material combustible por unidad de superficie, d es el diámetro de la partícula en la intersección, L es la longitud de la línea de muestreo, G

es la gravedad específica de la madera, 0.1234 es la constante de transformación de volumen a kg/m² y c un factor de corrección por pendiente, según Ec. 3:

$$C = \sqrt{1 + \left(\frac{\% \text{ pendiente}}{100} \right)^2} \quad (3)$$

Después de los cálculos de contenido de humedad de los agentes combustibles extraídos en campo y analizados en laboratorio e introducidos en NEXUS se generaron resultados de comportamiento de propagación por componente combustible expresado en km/hora.

Integración de los criterios

La integración de las variables para calcular el índice de peligro y vulnerabilidad a incendios forestales (IPIF) se realizó un análisis multicriterio (AMC), que es la valoración o ponderación en ambiente SIG sobre todas las variables definidas, de acuerdo a su peligrosidad para provocar un incendio forestal en el área. A través de la selección y análisis de los criterios, se obtuvo una regla de decisión que muestra alternativas de solución al objetivo [10]. En este caso, la localización de áreas susceptibles a incendios forestales de acuerdo a tablas antes mencionadas se crearon mapas intermedios con características de cada variable en rangos definidos, que después fueron cruzados en un análisis multicriterio con el software ILWIS (ver Fig. 3).

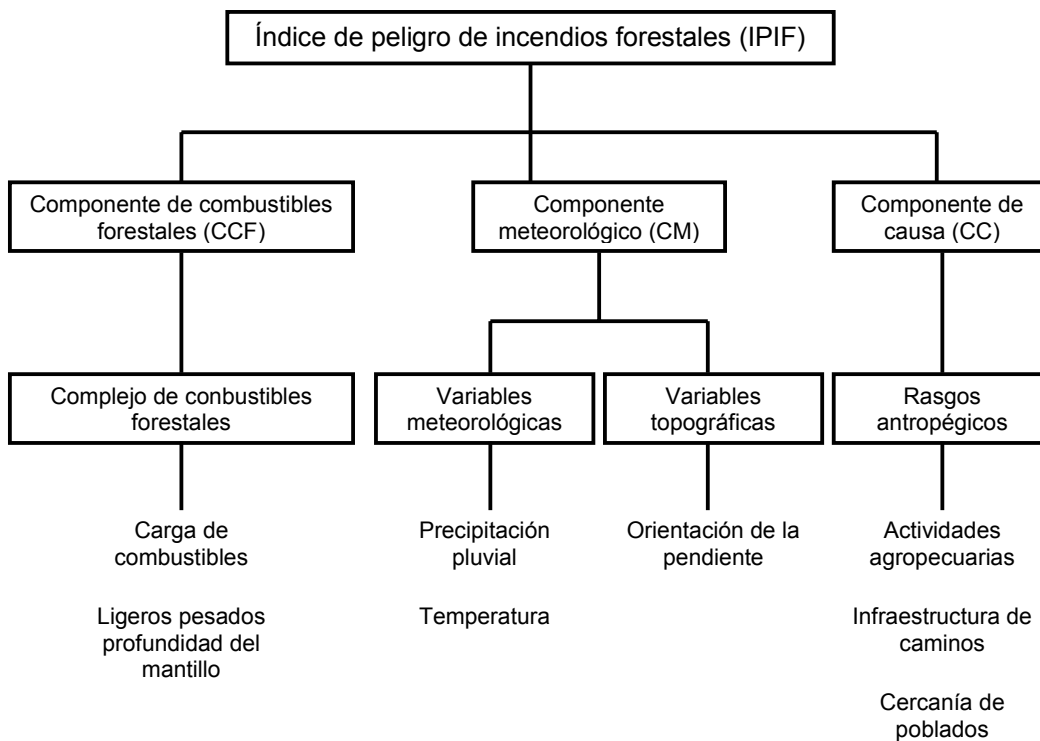


Fig. 3: Flujograma metodológico para la selección de variables y criterios en la modelación de riesgos y vulnerabilidades a incendios forestales

3. Resultados y discusión

El análisis de variables climáticas y ambientales descritas en esta metodología está delimitado en el área de estudio con una superficie de 8 241.83 ha, que es una porción del Parque; se seleccionó esta zona por tener un mayor número de diferencias en cuanto a cobertura, altitud, exposición de luz, presencias antrópicas por turismo y agricultura. El combustible es uno de los factores más importantes y muchas veces es decisivo para el comportamiento del incendio; basta recordar que es uno de los componentes del conocido triángulo del fuego. Las propiedades extrínsecas más importantes (aquellas que cambian de acuerdo con la cantidad que se considere) y que afectan a la intensidad y velocidad de propagación, son:

Carga de combustible: La carga de combustible se define como la cantidad de combustible (en base seca) por unidad de superficie; se puede encontrar expresada en diferentes unidades como toneladas por hectárea (t/ha), toneladas por acre (t/a), libras por pie cuadrado (lb/ft²) o kilogramo por metro cuadrado (kg/m²).

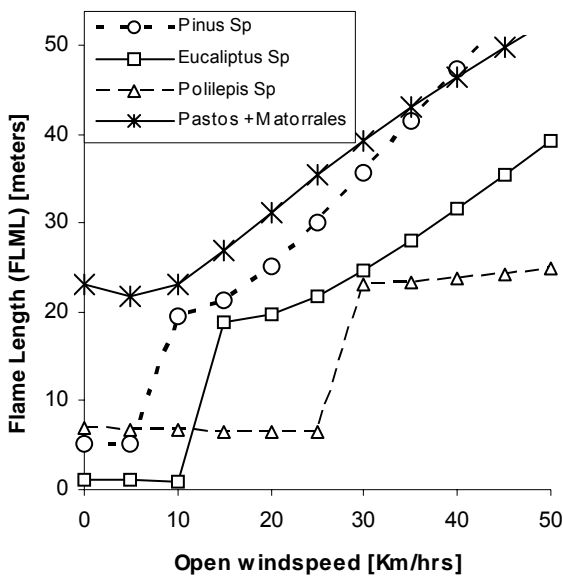


Fig. 4: Velocidad de propagación de fuego por especie

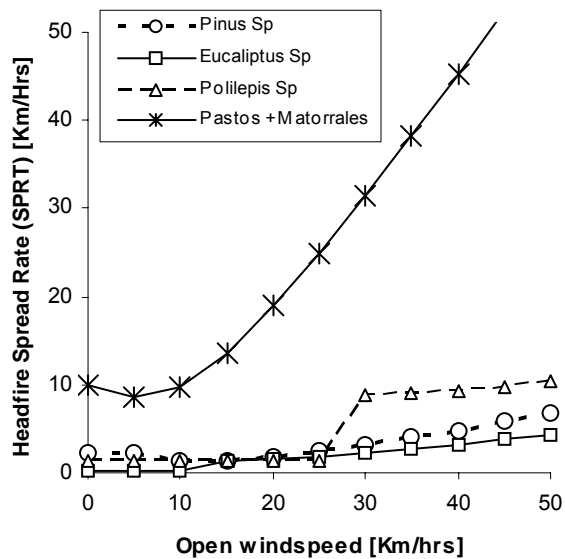


Fig. 5: Tasa de propagación de fuego por especie en línea de fuego

Forma y tamaño del combustible: Se puede afirmar que la forma y tamaño son las características geométricas más importantes del combustible. La forma se refiere al aspecto (cilíndrica, esférica, irregular y otras), tamaño, grueso, ancho y largo. Estos parámetros suelen presentarse mediante la relación superficie/volumen (expresada normalmente con la letra σ y las unidades de m²/m³). De manera general, se observa que el tiempo de ignición decrece conforme decrece el tamaño del combustible (conforme σ aumenta) y que la velocidad de propagación de un incendio varía directamente con el valor de σ [12].

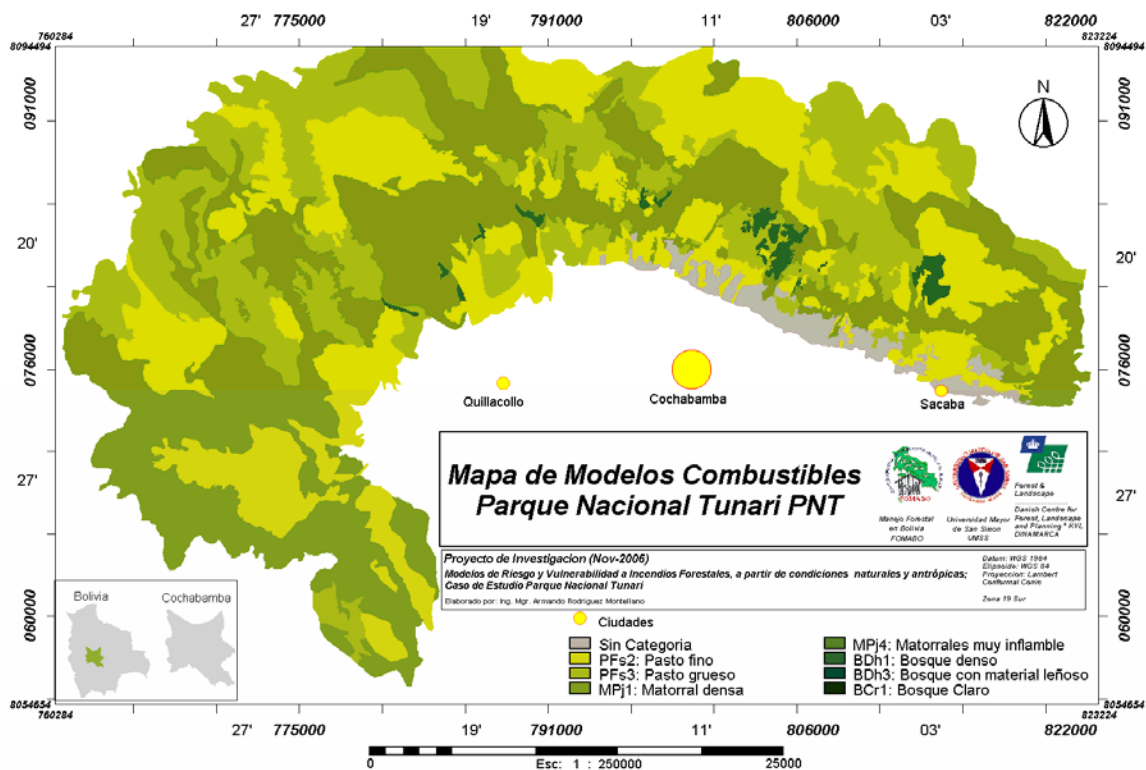


Fig. 6: Modelos combustibles seleccionados para el estudio

Tabla 1: Modelos seleccionados para el área de estudios (7 modelos combustibles) modificado de Rothermel [11]

Modelo	Código	Descripción
1	PFs2	Pasto fino, seco y bajo, que recubre completamente el suelo. El matorral o arbolado ocupa de uno a dos tercios de la superficie. Carga de combustible (materia seca): 5-10 t/ha
2	PFs3	Pasto grueso, denso, seco y alto (más de 1 metro). Puede haber algunas plantas leñosas dispersas. Los campos de cereales son representativos de este modelo. Carga de combustible (materia seca): 5-10 t/ha
3	MPj1	Matorral o plantación joven densa, con alturas próximas a 2 m. Carga de combustible (materia seca): 23-35 t/ha
4	MPj4	Matorrales de especies muy inflamables con alturas de menos de 2 m o pinares de sotobosque. Carga de combustible (materia seca): 10-15 t/ha
5	BDh1	Bosque denso o frondosas con hojarasca compacta y poco matorral. Carga de combustible (materia seca): 10-12 t/ha
6	BCr1	Bosque claro o fuertemente aclarado. Restos de poda o zonas claras con plantas herbáceas rebrotando. Carga de combustible (materia seca): 30-35 t/ha
7	BDh3	Bosques con material leñoso caído como consecuencia de cortas, vientos, plagas, etc. Carga de combustible (materia seca): 30-35 t/ha

Disposición del combustible: La disposición del combustible se refiere a la distribución de la vegetación sobre el terreno, tanto desde el punto de vista de un plano horizontal como de un plano vertical [12]. Existe una extraordinaria variabilidad en la disposición

del combustible, tipo, forma, tamaño, compactación, por lo que es necesaria una clasificación. La forma más común de realizar esta clasificación es mediante una descripción generalizada del combustible en los denominados modelos de combustibles [11].

Las características intrínsecas de los combustibles tales como poder calorífico, composición química, densidad, conductividad térmica, entre otros son igualmente importantes para un estudio completo del fenómeno de combustión [8].

4. Conclusiones

La descripción de los diversos aspectos que intervienen en los incendios forestales pone de manifiesto su extraordinaria complejidad. La gama de posibilidades que afectan a este tipo de incendios es amplia: Tipo de combustible (árboles, matorral, otros), condiciones del terreno (pendiente, vaguadas, entre otros) y condiciones meteorológicas (humedad, velocidad del viento) hacen difícil la modelización de este fenómeno.

La presente investigación realizada en el PNT y sobre una amplia muestra de datos meteorológicos e historial de incendios forestales en una porción del Parque, clasificada a efectos de predicción del índice de riesgo de incendios forestales y áreas vulnerables en el modelo planteado en este estudio, indican un buen ajuste en general entre valores de probabilidad de ignición y la ocurrencia de incendios y, sobre todo, la extensión de los mismos. En el caso de los valores finales del índice de riesgo y vulnerabilidad obtenidos a partir de valores de la probabilidad de ignición, viento y combustibles, los resultados indican que se mantiene un buen nivel de correlación entre dicho índice y los incendios que se producen en junio a principios de septiembre por el aumento de vientos y por la época seca que aprovechan los comunarios para realizar barbechos.

Agradecimientos

Este proyecto fue desarrollado con el apoyo institucional y financiero del Proyecto Manejo de Bosques FOMABO de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) - Escuelas de Ciencias Forestales (ESFOR).

Referencias

- [1] P.L. Andrews, C.H. Chase. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system-BURN subsystem, Part 2. *United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report INT-260, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah, 93 p, 1989.*

- [2] J.K. Brown, R.D. Oberheu, C.M. Johnston. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the interior west. *USDA Forest Service, General Technical Report INT-129*, 1982.
- [3] T. Catchpole, N. de Mestre. Physical models for a spreading line fire. *Australian Forestry*, 49(2), 102-111, 1986.
- [4] E. Chuvieco, F. Salas, C. Vega. Remote sensing and GIS for long-term fire risk mapping. Megafires Project. In: E. Chuvieco (Ed.). A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires. *Universidad de Alcalá*, 91-107, 2000.
- [5] Food and Agricultural Organization. Forest Fire. The Situation. FAO, Rome, Italy, <http://www.fao.org/montes/fon/fonp/fire/firesit.stm>, 2000.
- [6] B. Mostacedo, T.S. Fredericksen, K. Gould, M. Toledo. Comparación de la respuesta de las comunidades vegetales a los incendios forestales en los bosques tropicales secos y húmedos de Bolivia. *Documento Técnico*, 83, 1999.
- [7] K. Moya. Comparación de comunidades de micromamíferos en dos bosques de kewiña. *Tesis de licenciatura, UMSS, Cochabamba, Bolivia*, 2003
- [8] J.L. Musse. Bolivia Arde: Grave temporada de incendios en América del Sur. http://members.xoom.com/_XMCM/jmusse/incendiobolivia.html, 1999.
- [9] S.J. Pyne. World fire: The culture of fire on Earth. *University of Washington Press, Seattle, WA*, 384 p, 1997.
- [10] N. Rodríguez, A. Moretti. Índice de peligro de propagación de incendios forestales. VI Congreso Forestal Argentino, Tomo III, Santiago del Estero, 5 p, 1988.
- [11] R.C. Rothermel. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. *USDA Forest Service Research, Paper INT-115*, 1972.
- [12] R.C. Rothermel. Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains. *USDA Forest Service Research, Paper INT-438*, 1991.
- [13] F. Salas. Detección de áreas de riesgo de incendio forestal a partir de los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección. *Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, España*, 1995.
- [14] J. Sánchez. Los incendios forestales y las prioridades de investigación en México. *Congreso Forestal Mexicano, Tomo II, México*, 719-723, 1989.
- [15] J.H. Scott. Nexus: A system for assessing crown fire hazard. *Fire Management Notes*, 59(2), 20-24, 1999.
- [16] C.E. Van Wagner. Fire behavior mechanisms in a red pine plantation: field and laboratory evidence. *Canadian Department of Forest and Rural Development, Forest Branch*, 1129, Ottawa, 1968.

The rurality and development model in Center-West region of Brazil: One brief diagnosis

J.P. Pietrafesa, A. Pereira da Silva Filho
Master Program in Ecology and sustainable production
Catholic University of Goiás (UCG)
Master Program in Society, Technology and Environment
University Center of Anápolis (UniEVANGÉLICA), Brazil
josepaulo.fit@ucg.br

Keywords: Regional economic profile, agriculture, sustainable development, Cerrado

Abstract

This study presents a brief diagnostic of the social and economic development of the Center-West region, Brazil in the period of 1940 to 2004. The changes in this period were dominated by two migratory processes. The first was related to the agricultural expansion coordinated by the Federal Government and called “Marching to the West”; and the second lead to the introduction of the chemical-mechanic-genetic model (CMG). Both resulted in the transformation of the region into the most productive Brazilian area for cereal production, accompanied at one hand by strong economic growth and at the other hand with dramatic environmental degradation of the Cerrado.

1. Introduction

This study presents a brief profile of the Centre-West region of Brazil, prioritizing the economic aspect. The proposal of this work has a temporal mark, which begins at the decade of 1940. This decade is an important reference for the Center-West region at least by two aspects: the first one is related to the enlargement of population, which has started with the “Marching to the West”. This “marching” has been planned during the dictatorial New State of Getulio Vargas presidency after 1938. This government used the empty spaces of Center-West as the solution to some problems of social nature. On one hand, the small farmers of South Brazil, who claimed a land reform and more spaces to work the land. On the other hand, the migrants of Northeast, who escaped from the drought. The second aspect is related to the opening of new agricultural frontiers, which incorporates millions of kilometers of land into the system of farming production.

However, the opening of agricultural frontiers, in different historical moments, is the main factor for the occupation and development of the region, which counts with strong State’s action to propel this movement. The first of this movement can be identified with the “Marching to the West”, which reached the Center-West region by the first years of twenty century [7].

With the “Marching to the West”, Goiás become part of the policy for replacement of importation, which aims industrializing the Brazilian’s South and Southeast regions, while the periphery is in charge of the production of foodstuffs and raw material to increase the supply of these regions [16]. This movement functioned as ideological instrument for regional occupation process, while bringing a bigger justification to this process: the notion of project of nation to the whole country.

In a second moment of this “Marching”, the governmental investments favored transport nets, storage, agriculture and cattle-raise research and the concession of subsidized agricultural credit. All were decisive for the implementation of settlements and expansion of intensive agriculture in the region in the 1960’s [8], and can be identified as the second migratory cycle for Center-West region. The occupation project of the Center-West did not limit itself to the geographic occupation of the agricultural frontier, but to integrate these areas, therefore busy, to the Brazilian productive system.

The map in Fig. 1 displays the Center-West region that coincides with the distribution of the Cerrado Biome¹.

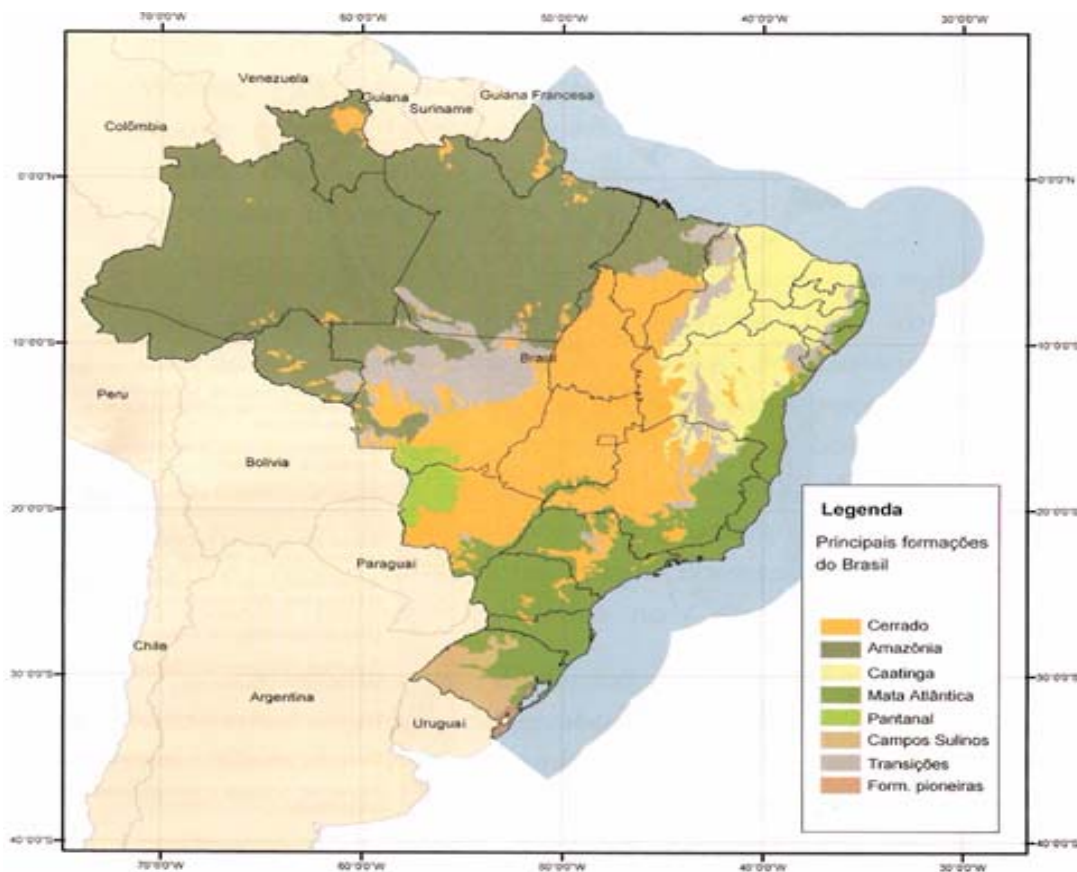


Fig. 1: Space distribution of the Cerrado

¹ This region represents 1,8 millions Km² (80%) of the Cerrado Biome, which reaches 2.036.448 Km² in Brazil.

2. Materials and methods

On the elaboration of this work it has been used the descriptive method [15], that is, it is made the description of the object to be analyzed, then it was related to several facts followed by critics to this object. It allows a qualitative research approach. Trivinos [15] indicates that this kind of research is appropriate to make the historical survey of the object of study. In this paper, a bibliographical research was performed aiming studies related to the relationship between economics and the system of agricultural production, as well as, those that reflect the environmental questions considering the sustainable development concept.

3. Results and discussion

One of the facts that drive the fast enlargement of the agricultural frontier in the Center-West region was the possibility of increasing the land use area, especially stimulated by the opening of cultures (rice) and ranching (cattle-rise), because of a relatively plain topography. As the land's prices before the decades of 1960 and 1970 were extremely low, this stimulated the migration of southern populations' to the Center-West region. Even the most remote areas of the States of this region attracted investments related to the capitalist expansion [3].

As the agricultural frontiers expanded, or the frontiers of expansion extended, service and commerce followed the same logic. The Center-West region saw, at these historical moments, the consolidation of hundreds of cities spread out the interior of these States. The immense majority of the existing cities was created after 1930 and confirms the process of deforestation and farming followed by the advances of urbanization and creation of average and small cities. That is, the agricultural economy gave and gives sustentation to the urbanization.

The Center-South region of Brazil had an important participation in the decision of the Federal Government in occupying the Cerrado lands through the Commission of Development of the Center-West. Later, this Commission was transformed into the Bureau of Development of the Center-West (SUDECO).

From the creation of the SUDECO (final of the decade of 1960), some "runners" of development in the region of the Brazilian Center-West had been observed, factor also strengthened for the creation of the Supervision of Development of Amazonian (SUDAM). These corridors were characterizing from the production of grains (soy, rice), but also incorporated the extension of the farming of sugar cane and opening of the Sugar Mill and alcohol and sugar Distilleries.

The decade of 1960 marks a big fluctuation in the population growth of the region Center-West of Brazil (Table 1). Inaugurated a second migratory cycle, which we can call "2^a Marching to West" (Table 2).

Table 2 indicates that almost 40% of the regional population is migrants and that the migration process was raised during the implantation of programs of agricultural expansion executed by the Federal Government from the decades of 1970 and 1980 (Table 1).

Table 1: Growth of resident population - 1960 the 2000 in the Center West. MS = Mato Grosso do Sul; MT = Mato Grosso; GO = Goiás; DF = Distrito Federal

States	1960	1970	1980	1991	1993*	2000
MS		-	1.369.567	1.778.741	1.849.896	2.078.070
MT	889.539	1.597.090	1.138.691	2.022.524	2.389.014	2.505.245
GO	1.913.289	2.938.677	3.859.602	4.012.562	4.188.030	5.004.197
DF	140.164	537.492	1.176.935	1.598.415		2.051.146
Total	2.942.992	5.073.259	7.544.795	9.412.242	9.921.263	11.638.658

Source: Statistical yearbook IBGE (1992) and * PNAD (1993); IBGE (2000)

Table 2: Birth place origin of Center-West population between 1960 and 1993

Origin	Population (1993)	%
Natural of the State	6.334.585	63,8
Of others States	3.585.698	36,2
Total of the Region	9.921.263	100,0

Inside of the various projects of economic growth managed by the governments, the north of Goiás (uninhabited region until the decade of 1970) was also contemplated in the Program of Redistribution of Lands and Stimulation to the Agro industry North and Northeast (PROTERRA). This program benefited areas of the Center-West, supplying resources to colonization projects.

Beyond the Federal programs cited to stimulate the development of the Center-West region of Brazil, is valid to identify the creation of the Program of Development of Cerrados (POLOCENTRO). Its objective was the modernization of the farming activities in the Center-West, structuralizing itself in some basic activities, specifically in the endowment of infrastructure, farming research and concession of lines of agricultural financing. The effort of the Program was concentrated in the improvement of the technology of cultivation: an arsenal of assistance technique was spread out by the region of the Cerrado with technicians of superior level specialized to planning growth and expansion of the agricultural activities. These results in a significant strengthen of the process of field capitalization [3]. According to the author, the participation of the credit in the agriculture production exhibited strong ascending curve: in 1969 was 23.4%, and in 1976 already reached 94.7%.

The state of Mato Grosso, with an incipient agricultural production during 1968/1970 (at this moment the production was concentrated in the Mato Grosso do Sul State), received fort impulse in the following years. That is, between 1995/1997 and 1979/1981, Mato Grosso do Sul and Goiás doubled in physical terms they agricultural and cattle-raising production, the Mato Grosso State had its system of production practically

multiplied for more than five times, jumping of 1,3 to 7,6 million of tons, increasing its participation in the national production from 3% to 10% in the three-year period of 1979/1981 and from 20% to 40% of the production in the period of 1995/1997 of the Center-West region. This can be attributed to the production of soy, maize and cotton. Between 1995/1997, the participation of the Mato Grosso in the Brazilian production of soy went up more than 1% to 20%, also possessing the biggest productivity for area, which surpasses the 2,500 kg/ha [8] as observed in Table 3.

Table 3: Production of the mains agricultural products of Mato Grosso - 1989 to 2003

Harvest	Production (t)							
	Herbaceous cotton	Rice (in rind)	Coffee (in coconut)	Beans	Maize	Soy	Sorgo	Wheat
1989/90	57.634	420.722	78.837	30.890	618.973	3.064.715	10.211	11
1994/95	87.458	762.327	18.059	23.220	1.226.157	5.491.426	33.040	0
1995/96	73.553	721.793	9.383	20.472	1.514.658	5.032.921	78.487	0
1996/97	78.376	694.904	16.170	19.988	1.520.695	6.060.882	109.818	0
1997/98	271.038	776.502	27.474	16.343	948.659	7.228.052	63.427	1.500
1998/99	630.406	1.727.339	22.781	26.132	1.118.851	7.473.028	69.239	762
1999/00	1.002.836	1.851.517	22.824	24.663	1.429.672	8.774.470	157.620	1.800
2000/01	1.525.376	1.151.816	53.582	30.424	1.743.043	9.533.286	195.374	750
2001/02	1.141.211	1.192.447	59.509	39.578	2.313.708	11.702.165	139.217	2.640(1)
2002/03	1.104.249	1.255.634	36.653	52.556	2.866.475	12.719.203	297.514	...

Source: IBGE

Elaboration: SEPLAN-MT/Supervision of information - 2003.

Ps: Unit of measure of the production of coffee used from harvest 2000/2001 is the benefited grain

(1) Source: CONAB

Thus, the region possess an enormous potential of agricultural growth, since the Center-West was very aimed by governmental Programs as being a new economic source for the country with the modernization of agriculture and comes growing more and more.

The set of advances related to cultures of maize and soy extended the migration and the implantation of agro-industrial complexes from the South and Southeastern region to Center-West region like Swift, Anderson Clayton, Samrig, Bayer, BASF, Monsanto, Bunge, Cargill, Unilever, among others.

These companies explore the market of chemical products processing (or also we can call chemical standard), storage and commercialization of grains. In the course of the decades of 1980 and 1990 the same cultures (maize and soy) had facilitated the migration of other types of industrial complexes to the region, such as these related to animal-rising for human consumption (e. g., Sadia, Perdigão, Seara, among others).

This sector was benefited with strong state apparatus like subsidies funds through the Programs of Constitutional Fund of Center-West (FCO), as well as financings of the Brazilian Economic and Social Development Bank (BNDES). Beyond these federal

programs the companies had counted on aid of the states governments through politics of fiscal exemption (Value Added Tax-VAT, for example).

The use of Cerrado lands by agriculture was facilitated, also, by the topography, the easiness to correct soil pH and mechanization. This, together the migration of industries, the Center-West received another novelty, the national net of the Brazilian Company of Farming Development (EMBRAPA). It installed some units in the region to make research of genetic improvement in the areas of rice /beans; culture of the maize and the soy and even in the areas of cattle-raising. Thus the Center-West closed the cycle of incorporation of the rural spaces and open the capitalist production way. So, the chemistry-genetic-mechanic (CGM) pattern was consolidated. The land passed to be seen only as raw material inside the production system. The bases of the productivity relationships were productivity and quality with low cost and reduction of labor [9].

Table 4 confirms the data presented about the growth in the animal production in the Center-West region. However, is important to detail the expansion of the cattle-rising, which traditionally initiates the transformations of the “empty spaces”. The frontier is opened by deforestation, followed by forest fires and afterwards it is replaced by soy and maize cultures. The data below indicate that the Mato Grosso was the state that had the biggest density in the growth of bovine and birds.

Table 4: Main flocks of the region Center West between 1985 and 1996

States	1985			1996		
	Bovine	Hogs	Birds	Bovine	Hogs	Birds
Mato Grosso do Sul	15.017.906	400.656	2.801.000	19.754.356	508.813	10.971.000
Mato Grosso	6.545.956	671.150	3.673.000	14.438.135	671.789	13.066.000
Goiás	14.476.565	1.442.031	11.448.000	16.488.390	1.004.074	13.281.000
Brasília	75.866	34.981	2.446.000	85.615	69.321	5.778.000
TOTAL	36.116.293	2.548.818	20.368.000	50.766.496	2.253.997	43.096.000

Source: IBGE - Production of the Cattle Municipal theatre (1985) and Farming Census 1995-1996

Table 5: Main animal production of Goiás State, Center-West region and Brazil between 1998 and 2004

State/Region/ Country	1998			2004		
	Bovine	Hogs	Birds	Bovine	Hogs	Birds
Goiás	18.118.412	1.034.767	19.162.752	20.419.803	1.493.837	38.681.006
Center-West	56.401.545	2.511.157	57.163.074	71.168.853	3.767.256	92.180.149
Brazil	163.154.357	30.006.946	769.929.170	204.512.737	33.085.299	950.541.550

Source: IBGE – Production of the Cattle municipal theatre (1998) e SEPLAN (2006)

The Center-West region concentrates approximately 35% of the national bovine production in 2004 (Table 5). However, this growth is related to the deforestation of the Brazilian’s Cerrado. In 20 years and without the appropriate handling, more than 80% of this biome was incorporated to the production of bovine meat.

As mentioned previously, the Center-West region was target of an intensive occupation based on the agricultural and cattle-raising use. The Tables 6 and 7 indicate the variations in the use of lands and demonstrate the degree of space changes in the region. Programs developed since 1970, such as Brazilian-Nipo Program of Development of Cerrados (PRODECER) and the Program of Development of Cerrado (POLOCENTRO) had an important role in the installation of an infrastructure for the opening of the agricultural frontier. With the economic crisis installed in 1980 and the implantation of some economic plans, these programs had suffered a considerable budgetary reduction, and some was extinguished.

Table 6: Land use in the Center-West, 1985

States	Permanent farmings	Temporary farmings. (ha)	Lands of temporary farmings for rest	Natural pastures (ha)	Planted pastures (ha)	Natural forest (ha)	Planted forest (ha)	Lands not used (ha)
Mato Grosso do Sul	28.501	1.847.459	195.762	9.658.224	12.144.529	4.170.597	454.251	583.530
Mato Grosso	136.605	1.992.838	426.100	9.685.306	6.719.064	14.126.813	26.171	2.176.434
Goiás	62.974	2.865.225	3 96.747	9.569.989	11.324.595	2.828.529	83.630	1.227.461
Brasília	8.556	76.938	7.096	78.850	63.555	21.426	23.540	14.282

Source: IBGE - Farming census, 1985

Table 7: Land use in the Center-West, 1996

States	Permanent farmings	Temporary farmings. (ha)	Lands of temporary farmings for rest	Natural pastures (ha)	Planted pastures (ha)	Natural forest (ha)	Planted forest (ha)	Lands not used (ha)
Mato Grosso do Sul	16.215	1.367.496	118.185	6.082.778	15.727.930	5.696.659	181.080	403.943
Mato Grosso	169.734	2.782.011	494.418	6.189.573	15.262.488	21.475.795	67.829	1.446.048
Goiás	55.787	2.119.066	257.641	5.137.285	14.267.41	3.774.654	72.652	545.549
Brasília	5.101	61.243	4.799	34.005	62.443	27.470	19.980	11.645

Source: IBGE - Farming census, 1995-1996

At the same time, there was a reduction of the role of the Federal Government in the regional planning. The Bureau of Center-West (SUDECO) was extinct by Collor's Government [11], thus the regional development program status was changed, that is, initially it was coordinate by the Ministry but then it was responsibility of a Secretary. During the last five years (2000-2006), the regional development program assumes again a more vigorous politic connotation with the creation of the Ministry of the National Integration, which aims to decentralize the programs of development in Brazil.

Since the beginning of years 1990, the government move toward planning diverse projects and programs that search to endow the region with an infrastructure capable to induce the economic development. However, these were controversial, mainly the waterways, because of they will be able to provoke environmental and social impacts. These projects and programs had extended the energy production, transports and agriculture sectors. Most of these projects belongs to the program “Brazil Advances” and was launched officially in the first semester of 2000.

Currently the occupation and the farming production of the Center-West region have caused great environmental problems reducing the percentage of remained Cerrado (Fig. 2). Thus, it can hypothetically be affirmed that if we continue in the same productive rhythm, without the proper understanding of the sustainability necessity, it will not be development. We all will lose.

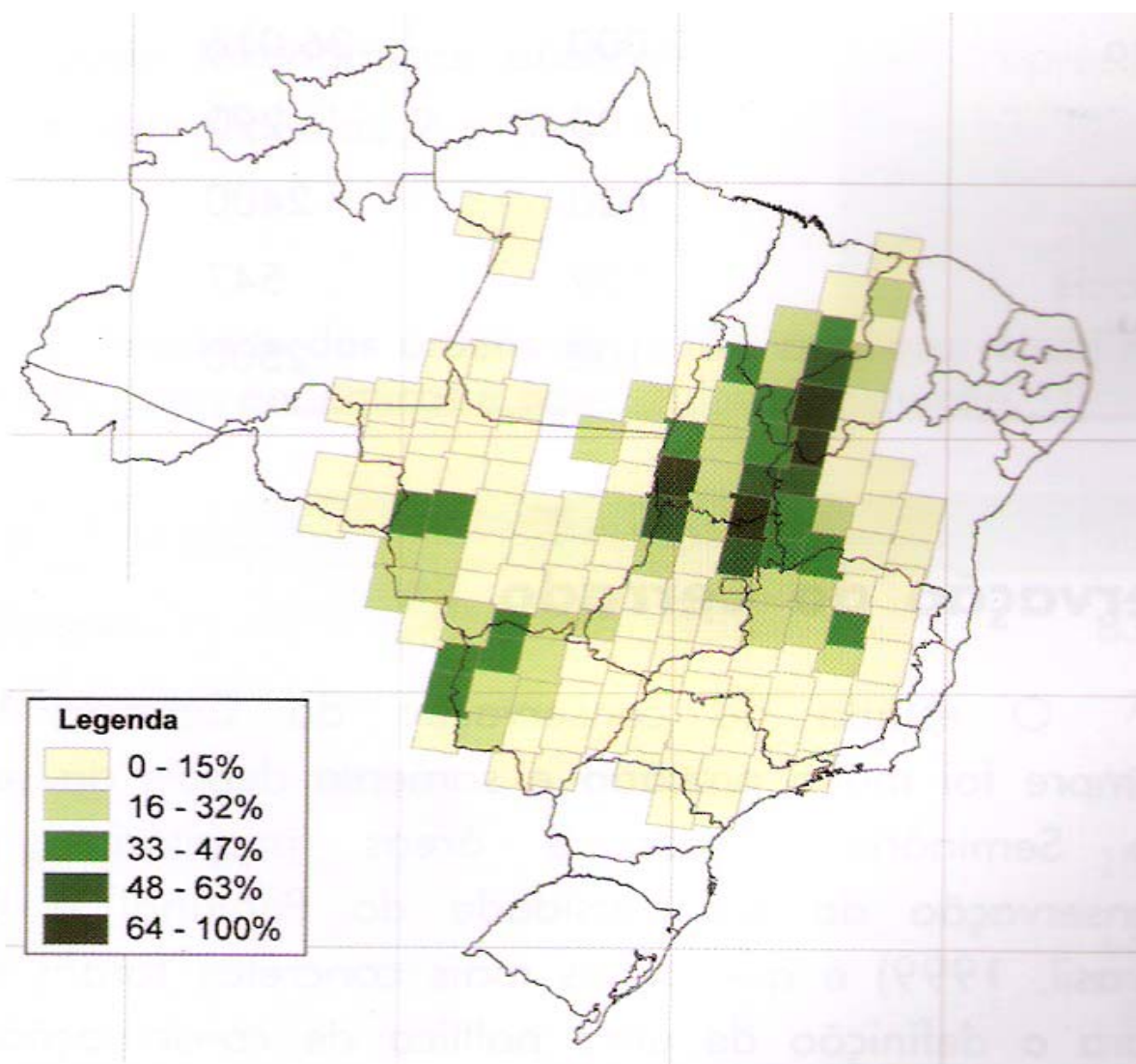


Fig. 2: Estimate of the integrity of the native vegetal covering of biome Cerrado

4. Conclusions

Considering these brief reflections and information, some important elements of the environmental and social aspects must be taken in consideration. This study understands that the proposal of sustainability could represent one of the ways for the construction of paradigms that facilitate the consolidation of the human being dignity. No economic or technological model has sense by itself. Any model must be implanted to serve and to extend our human being condition.

The definition of sustainable development - elaborated by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN), World-wide for Nature Fund (WWF) and Program of United Nations for the Environment (PUNE) in 1986 - mentions that this aims to improve the conditions of life of the human beings communities. At the same time, it respects the limits of the load capacity of ecosystems, searching to answer the follow questions:

1. Integration of conservation and development;
2. Satisfaction of the human beings basic necessities;
3. Reach of the equality and social justice;
4. Provision of the social self-determination and the cultural diversity; and;
5. Maintenance of the ecological integrity [10].

De Pires [10] and Sachs [12] suggest five sustainable dimensions necessary to planning development:

1. Social sustainability - based on the consolidation of another type of development and guided by another vision of what it is the good society. Its objective is the construction of a civilization centered on human-being, where exists bigger equality in the distribution of having.
2. Economic sustainability - made possible by a more efficient management of the resources and by a regular flow of the public and private investment. The economic efficiency must be evaluated by macroeconomic judgments and not only in terms of micro-business profitability.
3. Ecological sustainability - it can be developed by the use of some levers: intensification of the potential resources use with a minimum of damage to life support systems; limitation of the consumption of fossil fuels or other easily exhaustible products and environment harmful; reduction of the load pollution; auto restriction of the material consumption for the developed countries; intensification of the clean technologies research; definition of rules for an adjusted environmental protection.
4. Space sustainability - directed to an urban-agricultural balance, with better territorial distribution of human nesting and economic activities.
5. Cultural sustainability - expressed by the search of the ecological development in a plurality of particular solutions that respect the specificity of each ecosystem, culture and place.

Therefore, it is not possible to have projects, big or small, without the proper relationship between social, economic, environmental and cultural development.

References

- [1] Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro). *Agenda 21, Senado Federal, Brasília DF, 1996.*
- [2] Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso Futuro Comum. *Fundação Getúlio Vargas, 46 p, 1988.*
- [3] L. Estevam. O tempo da transformação: Estrutura e dinâmica da formação de Goiás. *Editores do Autor, Goiânia, 1998.*
- [4] S.M. Helfand, E. Rezende, G.C. Mudanças. Na distribuição espacial da produção de grãos, aves e suínos no Brasil. *O papel do Centro-Oeste, IPEA 611, Rio de Janeiro, 1998.*
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2000. Primeiros resultados da amostra. *IBGE. ISSN 1676-4935, 1 CD, 2002.*
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 1995-1996. N. 25 Goiás. *IBGE. ISSN 1415-1480, 1 CD, 1997.*
- [7] A. Lenharo. A sacralização da política (2 Ed.). *Ed. Papirus, Campinas-SP, 1986.*
- [8] J.P. Pietrafesa, A grande travessia: Agricultura familiar e qualidade de vida. *Tese Doutorado, Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília, Brasília DF, 2002.*
- [9] _____. A utilização de tecnologia na agropecuária: Nova divisão do trabalho no meio rural. In: F.L. Tejerina Garro, J.P. Pietrafesa, C. Rocha. Os desafios da sustentabilidade no estado de Goiás. *Editores De UCG, Goiânia, 2006.*
- [10] M. De Pires. A trajetória do conceito de desenvolvimento sustentável na transição paradigmática. In: M.L. Braga De Santana; L.M. Duarte Goulart. Tristes cerrados, sociedade e biodiversidade. Brasília DF, Paralelo 15, 1998.
- [11] _____. Região Centro Oeste: Consolidando a fronteira. Aspectos da região relevantes para atuação conjunta das organizações não governamentais. *Brasília, Out, Mimeo, 2000.*
- [12] I. Sachs. Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente. *Studio Nobel/Fundação do Desenvolvimento Administrativo, São Paulo, 25-27, 1993.*
- [13] Secretaria do planejamento e desenvolvimento do estado de Goiás (SEPLAN). *Economia e Desenvolvimento, VIII(24), 2006.*
- [14] S.D. Silva. O sentido da Brasilidade e a questão regional. Dissertação de Mestrado, Departamento de história, Universidade Federal De Goiás, 2004.
- [15] A.N.S. Trivinos. Introdução à pesquisa em ciências sociais. *A pesquisa qualitativa em educação São Paulo, Atlas, 1995.*
- [16] E. Vaz. A modernização da agricultura e as relações de trabalho no sudoeste Goiano. A situação do trabalhador no corte da cana: 1964-1989. *Dissertação de Mestrado, Departamento de História, Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 1992.*

Del concepto de biodiversidad a la práctica campesina: El bosque nativo de Cajas-Pullchinta, Cochabamba, Bolivia

M. Jobbé Duval¹, C. Morantin¹, J. Laura², B. Torrez³

¹ Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras, Cochabamba, Bolivia

² Central Regional Calientes, Cochabamba, Bolivia

³ Honorable Alcaldía Municipal de Morochata, Cochabamba, Bolivia
m2jobbeduval@yahoo.fr

Palabras claves: Práctica campesina, biodiversidad, bosque nativo, políticas públicas

Resumen

En el marco de su gestión territorial, las comunidades campesinas a través de normas comunales y prácticas campesinas realizan un manejo de sus recursos naturales. Pero esas prácticas, así como las percepciones que ellas tienen de la biodiversidad, suelen ser muy diferentes a las formulaciones académicas de esos conceptos. Las políticas referidas al medio ambiente y conservación de recursos de la biodiversidad se amparan en esos acercamientos oficiales, sin tomar en cuenta las prácticas campesinas y las normas consuetudinarias. A través de un estudio sobre el bosque nativo de neblina de las comunidades de Cajas y Pullchinta (provincia Ayopaya, Cochabamba), presentaremos una experiencia piloto de acercamiento entre las comunidades campesinas (representadas por la Central sindical campesina) y el municipio, para el manejo de un bosque nativo, dentro de un contexto de un parque nacional (Parque nacional Tunari).

1. Introducción

La Cordillera de Norte Ayopaya, situada al norte del valle de Cochabamba, es un alto macizo montañoso que se extiende hacia el piedemonte amazónico a través de valles encajonados. En esos valles se encuentran reliquias, así como vastas extensiones de bosque nativo, por partes aún primario. En su parte alta (2 700-3 500 m), donde predominan el pino de monte (*Podocarpus glomeratus*) y el aliso (*Alnus glutinosa*), Este bosque es caracterizado como bosque de neblina y juega un papel importante en la recarga de los acuíferos superficiales, por la condensación de las masas húmedas de aire, traídas por los vientos alisios. Los habitantes de la Cordillera, campesinos indígenas de habla Quechua y Aymara viven esencialmente en las zonas altas, por arriba de los 3 500 m y practican sistemas de producción basados en el cultivo de papa y en la crianza de ovinos y camélidos. Sin embargo, el bosque es para ellos un recurso fundamental, por la leña y la madera que provee, pero también porque constituye un espacio de pastoreo del ganado, así como una reserva de tierras de cultivo. El acceso a los recursos del bosque es regido por normas comunales, elaboradas en el tiempo largo y marcadas por el episodio de la hacienda republicana.

Desde 1991, una porción de la Cordillera de Norte Ayopaya forma parte del Parque Nacional Tunari y entra por lo tanto en el marco de su legislación. Hasta el año 2006, la percepción de la protección de la biodiversidad se inscribía dentro de la línea diseñada por los organismos de protección de la naturaleza de carácter conservacionista. Con la nacionalización de las áreas protegidas lanzada por el actual gobierno boliviano, el enfoque de la conservación de los recursos naturales contempla ahora la presencia y sobre todo la acción, de las poblaciones humanas que viven en esas zonas.

En este marco y dentro de su reflexión sobre la gestión territorial, la ONG francesa AVSF (Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras), en coordinación con ciertas comunidades de la Cordillera, pertenecientes a la Central sindical regional Calientes, tratan de elaborar propuestas alternativas para el manejo de los recursos del bosque y que éstas fuesen avaladas por el municipio local de Morochata (provincia Ayopaya). El propósito del presente estudio es de acompañar este trabajo piloto e innovador entre una ONG, comunidades campesinas y un municipio rural, acerca de la gestión de los recursos naturales y del territorio en un contexto de parque nacional, por lo tanto aparentemente contradictorio con las prácticas campesinas de manejo del espacio. A través de la sistematización de esta experiencia, pretendemos ampliar la reflexión sobre los conceptos de gestión territorial y gestión de los recursos naturales, y ver cuáles pueden ser los acercamientos entre prácticas campesinas y conceptualizaciones teóricas, con el fin de proporcionar herramientas concretas para apoyar mejor las comunidades campesinas en esos temas, en un contexto inseguro de planificación.

2. Metodología

El trabajo que presentamos consta de tres pasos. En un primer momento, se trató de entender cómo las comunidades campesinas manejan el acceso a los recursos naturales de su territorio; en otros términos, cómo realizan su gestión territorial. Este trabajo, emprendido a inicios de 2005 a través de talleres, recorridos por el bosque y documentado por una pasantía realizada entre marzo y septiembre de 2006, se prolongó durante el año 2007. Paralelamente, otra pasantía realizada en las mismas fechas buscó entender el marco actual, esencialmente el marco legal, del Parque, en base a entrevistas con actores claves. A raíz de eso, se inició un trabajo de acompañamiento a las comunidades campesinas para la elaboración de propuestas alternativas de gestión territorial y para el relacionamiento con el municipio. Esta fase del trabajo se basa en una metodología innovadora, el FIL (Fondo de Inversión Local), que consiste en entregar a las comunidades fondos autogestionados en base a propuestas elaboradas por los campesinos. Gracias a ellos, la institución de apoyo al desarrollo puede enfocar su trabajo sobre las verdaderas necesidades de las comunidades y apoyarlas en temas que ellas mismas solicitan, sin imponerles proyectos de desarrollo que no corresponden exactamente a sus demandas. Esa metodología será luego apropiada por el municipio, como herramienta de trabajo con las comunidades.

3. Resultados y discusión

3.1. Organización campesina y derechos de acceso en el bosque de Cajas-Pullchinta

Estudiaremos aquí el caso del bosque de neblina ubicado en el territorio de la Central regional sindical de Calientes, en el municipio de Morochata. Dentro de esta central, dos sindicatos de la subcentral Calientes, Cajas y Pullchinta, comparten el acceso a un espacio de bosque, según normas de gestión que detallaremos a continuación.

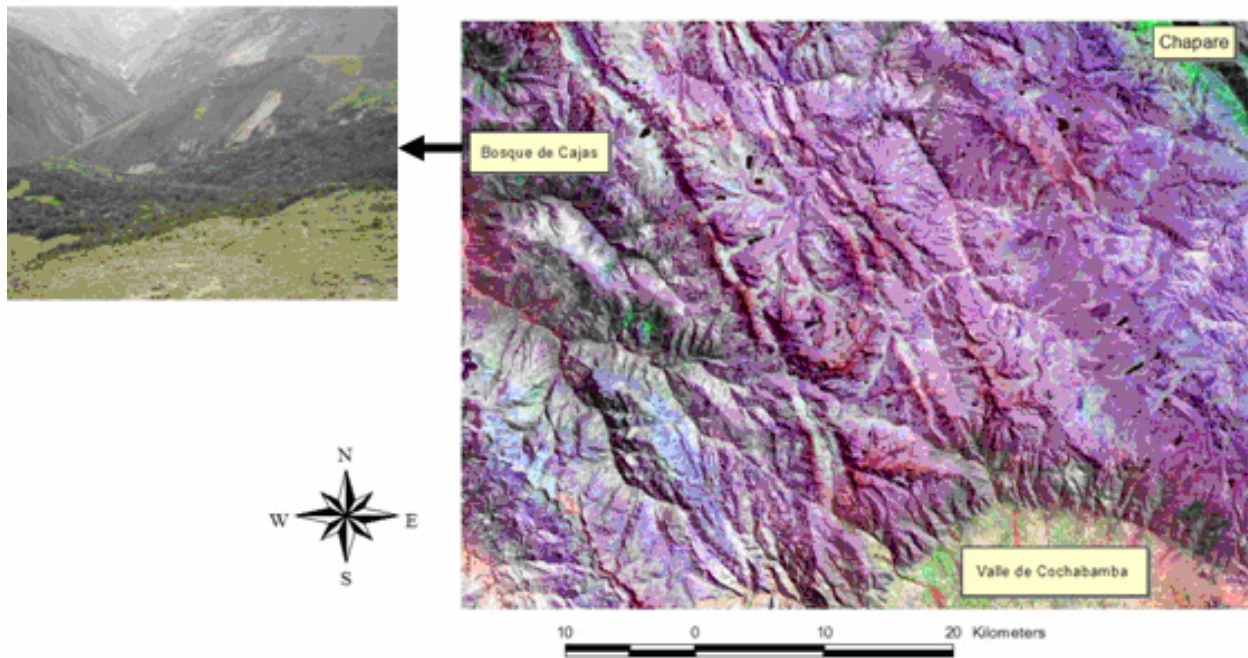


Fig. 1: Ubicación de la zona de estudio

Toda la región de Norte Ayopaya fue ocupada a partir del final del siglo XIX, por haciendas republicanas, que dejaron fuertes huellas en las actuales formas de gestión del territorio y de los recursos naturales [1]. La hacienda de Jatun Pucarani abarcaba el territorio hoy ocupado por los sindicatos de Cajas y Pullchinta, así como por los sindicatos de Pucarani y Monte Canto, pertenecientes hoy a la subcentral Pucarani. En la época de la hacienda, el acceso al bosque de Cajas-Pullchinta y la posibilidad de extraer de él productos como madera y leña, era un privilegio otorgado a los trabajadores de la hacienda. Ésos se repartían en dos categorías. Por una parte los colonos vivían en zonas de valle (alrededor de 3 500 m) y participaban esencialmente en las labores agrícolas; ellos conforman ahora los sindicatos de Pucarani y Monte Canto. Por otra parte los *ahijaderos*, quienes ocupaban las zonas más altas (por encima de 3 800 m) vivían esencialmente de actividades ganaderas (con rebaños ovinos y camélidos) y conforman hoy los sindicatos de Cajas y de Pullchinta. Al llegar la Reforma Agraria en 1953, los terrenos agrícolas y de pastoreo de altura fueron repartidos entre las comunidades nuevamente creadas. Pucarani y Monte Canto heredaron gran parte de los terrenos agrícolas de valle, así como pequeñas extensiones de pastoreos de

altura, mientras que Cajas-Pullchinta, en ese entonces una sola comunidad, recibió lo esencial de los terrenos de pastoreo, así como extensas superficies de cultivo en las alturas.

El bosque fue conservado como un recurso común para las comunidades de la ex-hacienda y por lo tanto no se establecieron límites internos, como tampoco externos. La comunidad de Cajas-Pullchinta se dividió en el año 1989, pero en este momento tampoco se replantearon los límites, tanto internos como externos, del bosque. El carácter común de este bosque no significa que no existan reglas de acceso y de uso del mismo. Más bien, normas no escritas pero acatadas por todos, rigen los derechos de cada uno frente a ese recurso [2]. Según los actores involucrados y los recursos específicos del bosque que están en juego, no se trata de los mismos tipos de derechos. Podemos hablar por lo tanto de un manojito de derechos particulares, los cuales pueden ser presentados en una matriz, según la teoría de los dominios territoriales [3].

Para entender los diferentes derechos de acceso y de uso del bosque, es preciso entender que no constituye un conjunto homogéneo y uniforme, tanto del punto de vista del ecosistema, como del punto de vista de los usos que se hace de él. Los campesinos identifican tres zonas:

- Qallpa Pampa al Oeste, esencialmente constituido de bosque secundario, de zonas de *chhumi* (regeneración del bosque después de un período de cultivo) y de pastizales.
- Makina al centro, donde se encuentra la mayor extensión de monte alto.
- Playa al Este, donde abundan las zonas de bosque secundario y las parcelas de cultivo.

Los campesinos de Cajas y de Pullchinta acceden al bosque por dos caminos diferentes. El de Cajas desemboca en la zona de Playa (la llamaremos zona 3), mientras que el de Pullchinta desemboca en Makina (zona 1). Las comunidades de Pucarani y Monte Canto acceden por su parte al bosque a través de un sendero que desemboca en Makina (zona 2). Eso explica ciertas diferencias en el acceso a los recursos del monte (Tabla 1). El ramoneo consiste en cortar ramas verdes de los árboles para alimentar el ganado.

3.2. Conservación de biodiversidad y marco institucional: el Parque Tunari

El bosque de Cajas-Pullchinta conforma al Parque Nacional Tunari desde 1991, cuya superficie fue ampliada en esta fecha, para abarcar no sólo la vertiente Sur de la Cordillera del Tunari, sino también gran parte de la extensa Cordillera de Norte Ayopaya.

La Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, así como la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro de 1992 asentaron las bases de las hasta hoy vigentes concepciones sobre la conservación de la biodiversidad. Si bien se reconoce el papel del hombre en la gestión del medio ambiente y la necesidad de

incluirlo dentro de una perspectiva de desarrollo, el enfoque es esencialmente conservacionista. Por lo tanto, se piensa en la conservación de la biodiversidad desde una perspectiva excluyente, es decir a través de áreas protegidas donde las actividades humanas fuesen reducidas al mínimo o hasta suprimidas [4, 5]. En este marco, Bolivia promulgó en 1992 su primera Ley Ambiental y ratificó su membresía en 1994 en el Convenio sobre Diversidad Biológica [6, 7].

Tabla 1: Matriz de los dominios territoriales en el Bosque de Cajas-Pullchinta

Actores	Tipo de dominio	Dominio indiferenciado	Dominio prioritario	Dominio especializado	Dominio exclusivo
		Acceso	Extracción	Gestión	Exclusión
ex-Colonos	Pucarani		Madera 2	Pastoreo 2	
	Monte Canto		Leña 2	Pastoreo 2	
Sindicato	Cajas		Leña - Madera - Ramoneo 2-3	Pastoreo 2-3	
	Pullchinta		Leña - Madera - Ramoneo 2-3	Pastoreo 1-2	
Familias	Cajas	Agua de riego			Parcela de Chaquo 2-3
	Pullchinta	Agua de riego			Parcela de Chaquo 1-2

El Parque Nacional Tunari pertenece a la categoría de manejo orientada a la protección estricta y a la preservación de las riquezas naturales, por lo tanto bastante estricta [8, 9]. Eso se debe al carácter estratégico que juega este Parque en la recarga de los acuíferos para abastecer al valle central de Cochabamba y participar de esta forma en el mantenimiento de actividades agrícolas y urbanas en el área. Sin embargo, las normativas muy restrictivas del Parque no se cumplen, ya que los habitantes de la Cordillera mantienen sus actividades agrícolas o de crianza de ganado. Y es que el Parque Tunari carece de un plan de manejo y hasta de un Comité de Gestión operativo (órgano representativo de la población local que participa en la planificación y coadyuva la fiscalización del área protegida), además que no depende del SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas) para su manejo, sino de la prefectura de Cochabamba. A pesar de la posibilidad de apertura hacia una participación en la administración de las áreas protegidas por los gobiernos y las representaciones locales, gracias a los nuevos enfoques adoptados por el SERNAP [9], no se implementó nada al respecto en el Parque Tunari.

La situación bloqueada hasta ahora, fuera de un intento de propuesta alternativa elaborada en 2002 y que quedó letra muerta, podría desbloquearse en los próximos años. El Plan de Desarrollo Nacional de julio de 2006 propone a través de una Estrategia de desarrollo económico sostenible con participación social en la gestión de las áreas protegidas, dar a las organizaciones campesinas y a los pueblos originarios un rol de primera importancia en el manejo de los recursos naturales. La nacionalización de las áreas protegidas es un elemento de esta estrategia, por la cual se reconoce que han sido los pueblos indígenas y originarios los que han conservado y manejado históricamente los recursos naturales y la biodiversidad de los diferentes

ecosistemas que alberga el territorio boliviano [9]. ¿Qué implicancias tienen esos cambios en la política de conservación de la biodiversidad? Lo más importante, probablemente, es que se dará más legitimidad y validez oficial a las normas comunales como formas eficientes de manejo de los recursos naturales y de los territorios.

3.3. De la elaboración de normas comunales a su reconocimiento por el municipio

Las normas comunales de gestión de un recurso natural son instrumentos implementados por las instancias locales (aquí, los sindicatos o los diferentes niveles de organización de las comunidades campesinas) para regular el uso y la administración de este recurso, considerado como un bien común por el grupo social. El objetivo es lograr acuerdos entre los actores de un territorio, reconociendo derechos y obligaciones individuales y colectivos, para poder aprovechar de manera eficiente y sostenible un recurso [10, 11].

Un verdadero auge de la producción de papa sostiene gran parte de la economía de las familias campesinas de la Cordillera desde los años ochenta e influye fuertemente en el manejo de los recursos naturales de la zona. Ya que la mayoría de las tierras de altura fueron habilitadas para la producción agrícola, los campesinos miran ahora las zonas bajas, por ejemplo el bosque, como potenciales tierras para cultivos de papa. Es así que varias familias se adueñaron de parcelas en el bosque, realizando en ellas un *chaqueo*, sobre el cual siembran papa utilizando el agua de los ríos para riego (ver cuadro 1). Este tipo de utilización del bosque no contradice a las normas tradicionales de acceso, según las cuales el agua de riego constituye un recurso cuyo dominio es indiferenciado, es decir, al cual pueden acceder todas las familias de *ex-ahijaderos*; y según las cuales también las familias campesinas adquieren derechos exclusivos sobre las tierras que *chaquean* y cultivan. Sin embargo, el contexto del auge de la papa pone en peligro la sobrevivencia del bosque, si se mantienen las actuales normas de acceso y de uso.

A través de la metodología del fondo de inversión local (FIL), AVSF apoya a la comunidad campesina de Cajas en la realización de propuestas técnicas que permiten hacer un uso más eficiente de los recursos (sistema de microriego) o realizar actividades productivas en zonas ya degradadas del bosque (plantaciones de frutales en los *chhumi*). La realización de esas obras viene acompañada de un proceso de reflexión sobre cuáles normas se deben implementar a nivel de la comunidad y de las organizaciones superiores (subcentral campesina y central campesina), para no acarrear un uso indiscriminado y no sostenible de los recursos. En el caso del riego, la idea es de establecer a través de los proyectos FIL, reglas restrictivas de acceso al agua y mecanismos de canje ambiental, para garantizar que las familias de la comunidad no habiliten demasiadas parcelas de cultivo, poniendo en peligro a corto plazo el porvenir del bosque. La implementación de sistemas de riego está por lo tanto sometida a la realización de obras de protección de ojos de agua, de riberas o de agroforestería.

Paralelamente, la AVSF favorece un acercamiento entre la alcaldía municipal de Morochata y las organizaciones campesinas de la Cordillera. Este proceso ha sido facilitado por los últimos cambios en el gobierno municipal, gracias a los cuales el conjunto de los concejales, así como el alcalde, son oriundos de las mismas comunidades campesinas. Desde la Ley de Municipalidades (1996), los municipios sobre todo rurales fueron dotados de recursos financieros importantes, además de ser investidos de responsabilidades y misiones en el tema de la gestión del territorio que les compete. Esas responsabilidades y misiones se reflejan en el espacio que el SERNAP empezó a abrirles, a inicios de la década del 2000, en la gestión y administración de las áreas protegidas [9]. De esta forma, el aval municipal de las normas de uso y acceso del bosque implementadas por la comunidad de Cajas puede consistir en un paso hacia el reconocimiento legal del manejo campesino de los recursos naturales, aun dentro de un contexto de área protegida. Para el municipio de Morochata se trata de un espacio por conquistar para asentar su legitimidad, como representante del Estado central y de las poblaciones de base. A mediano plazo, el reconocimiento de esas normas, primero por el gobierno municipal y luego por el Estado central, debería impulsar un proceso de reflexión, seguido de una propuesta alternativa de legislación del Parque Tunari, llevado por las comunidades campesinas que viven en esta zona, en colaboración con los gobiernos municipales, a quienes incumbe la gestión del territorio.

4. Conclusiones

Hemos descrito una experiencia piloto para lograr un manejo más eficiente y más sostenible de un bosque de altura, recurso natural frágil, además ubicado dentro de un área protegida bastante restrictiva. Cada una de las tres instituciones involucradas (sindicato y organizaciones campesinas de base, gobierno municipal, organización no gubernamental de apoyo al desarrollo) contribuyeron sus respectivas competencias:

- Para la primera se trata de una legitimidad en el uso de los recursos, adquirida en la historia, así como un conocimiento muy preciso de los diferentes recursos del territorio que ocupa;
- Para la segunda se trata de una legalidad, reforzada por una legitimidad conquistada por el acceso de los propios campesinos a puestos claves, en el diseño de pautas para la gestión del territorio;
- Para la tercera involucra competencias técnicas y herramientas de análisis adquiridas por una presencia de varias décadas en la zona andina, trabajando en proyectos de gestión de los recursos y de los territorios.

A través de este ejemplo, vemos que la conservación de los recursos y de la biodiversidad no se vincula necesariamente con medidas prohibitorias, como lo son la mayoría de las áreas protegidas existentes en la actualidad. Las reglas que se implementan para el manejo de los recursos tienen validez solamente si son reconocidas y aceptadas por todos los usuarios, directos e indirectos, de tales recursos. Por lo tanto, deben resultar de procesos de concertación donde estén incluidos todos los actores involucrados.

Referencias

- [1] M. Jobbé D. Las haciendas de Norte Ayopaya en el período republicano: Una forma de control social del territorio. *Búsqueda 25, Cochabamba*, Bolivia, 177-191, 2005.
- [2] F. Buteau. Diagnóstico forestal en la comunidad de Cajas y propuestas para un manejo más sustentable. *Informe AVSF, Cochabamba*, Bolivia, 2006.
- [3] E. Le Roy. La théorie des maîtrises foncières. En E. Le Roy, A. Karsenty, A. Bertrand. *La sécurisation foncière en Afrique. Pour une gestion viable des ressources renouvelables. Karthala, Paris*, 59-76, 1996.
- [4] M. Colchester. Parcs naturels ou peuples indigènes? *Silence 258, Lyon*, 4-15, 2000.
- [5] G. Rist. L'environnement ou la nouvelle nature du "développement". In: G. Rist. *Le Développement. Histoire d'une croyance européenne. Presses de Sciences Po, Paris*, 278-320, 2001.
- [6] G. Buteau. Manejo de los recursos naturales en el Parque Tunari; contexto actual y perspectivas. *Informe AVSF, Cochabamba*, Bolivia, 2006.
- [7] SERNAP. Areas protegidas: Conservando la biodiversidad; Memoria 1989-2002. Bolivia, 2002.
- [8] SERNAP. Guía para la elaboración de planes de manejo para áreas protegidas en Bolivia. Bolivia, 2002.
- [9] SERNAP. Políticas para el SERNAP. Bolivia, 2002.
- [10] J. Gascón. La polémica sobre la tragedia de los comunes: un caso andino. *Debate Agrario 25, Lima*, Perú, 21-35, 1996.
- [11] D. Sexton. Gestión social de los recursos naturales y territorios. *Ruralter, Consorcio Camaren, La Paz*, Bolivia, 267 p, 2002.

Hacia la construcción de un nuevo enfoque de cadena: “Cadena campesina de la cañahua”

F. Delgado, C. Montaña, N. Tapia, D. Torrico
Centro Universitario AGRUCO, Instituto de Estudios Sociales y Económicos IESE
Proyecto de Investigación Científica, Convenio ASDI-SAREC-UMSS
Cochabamba, Bolivia
cmontano@iese.umss.edu.bo

Palabras claves: Enfoque cadenas, cañahua, cadena campesina

Resumen

Este artículo analiza la cadena de cañahua (producto ancestral y cuasi olvidado), desde una visión crítica, cuestionando enfoques convencionales de cadenas y construye un nuevo enfoque de cadena campesina agroalimentaria, rescatando el enfoque de sistemas y la perspectiva integral y transdisciplinaria. Para nuestra realidad otros enfoques de cadenas se ponen en tela de juicio por la emergencia de un nuevo plan de desarrollo. Dicha construcción parte de la concepción de ser incipiente en términos comerciales, donde las relaciones sociales, culturales, espirituales; y su organización, son elementos distintivos. Sugiere una cadena inversa, centrada en el productor campesino. Se aplicó el método histórico cultural lógico, permitiendo la revalorización y vigencia de conocimiento y sabiduría de pueblos originarios andinos. El enfoque propuesto, basado en lecciones aprendidas y experiencias, se resume en el presente y se proponen líneas de discusión futura.

1. Introducción

Nos encontramos, con diversos términos para la designación de los enfoques de cadenas -cadena de valor, cadena productiva, cadena agroalimentaria, cadena global de mercancías- existiendo un profundo debate, en los últimos tiempos, entre las diferencias y alcances de dichos enfoques, no existiendo barreras claras entre ellos. El presente mostrará los elementos centrales de los enfoques de cadenas con miras a presentar sus bondades y limitaciones, para posteriormente iniciar un debate y discusión sobre su pertinencia en economías campesinas como la boliviana, aplicándose al caso de la cañahua, cuya cadena se caracteriza por estar marcada no sólo por aspectos de índole eminentemente económico sino por aspectos de índole social y cultural, donde la forma de vida de los pobladores Alto Andinos, revelan un comportamiento peculiar.

Se exploran la evidencia y el análisis disponible en la literatura en general sobre los enfoques de cadenas y su efectividad para la erradicación o al menos la reducción de pobreza por el objetivo de repensar y redefinir el actual modelo de desarrollo hacia uno

con características endógenas. Aunque el desarrollo busca beneficiar a todos los miembros de la población, los pobres demandan nuestra especial atención, motivo por el cual se ha seleccionado el Ayllu Majasaya Mujlli, como zona de estudio; donde AGRUCO desarrollo desde 1988 varias acciones de investigación - desarrollo; el mismo que esta conformado por 16 comunidades en el cantón Challa de la provincia Tapacarí del departamento de Cochabamba. Esta compuesto por una población de 492 familias, que abarca alrededor de 2.833 habitantes Aymaras (Ubicado en la carretera Cochabamba-Oruro-La Paz), cuenta con una superficie aproximada de 18.425 ha y está situado a una altitud de 3800 a 4500 m.s.n.m. (ecosistema de puna). Su economía está basada en actividades agropecuarias de pequeña escala, agricultura de tubérculos (papas Lucky, Ajahuri, Imillas y Huaycos), granos andinos (Quinua y Cañahua), forrajes (avena y cebada).

La cañahua fue elegida por ser una de las especies agroalimentarias menos estudiadas y que muchas veces ha sido confundida con la quinua¹ [1]. *Chervin (1908;* citado por Tapia [11]), fue uno de los pioneros en indicar que la cañahua es una especie diferente a la quinua, pero no fue hasta 1929 que el botánico Suizo *Paúl Aellen* la denominó *Chenopodium pallidicuale*. Según *Vallenas y Carpio (1974)* la cañahua tiene origen en la meseta del Collao a orillas del lago Titicaca al sur de Perú y norte de Bolivia donde cumplió un rol muy importante en el florecimiento de la cultura pre-incaica del Tiahuanacu [2].

La cañahua al igual que la quinua formó parte esencial de la dieta del hombre durante miles de años. A la llegada de los españoles, estos granos andinos, fueron desplazados, perdiendo mucha importancia dado que los conquistadores los asociaban con costumbres paganas, incluso se trató de erradicar el cultivo de algunas especies. Aparentemente por el carácter sagrado de estas plantas para los incas, se continuó su cultivo confinado a algunas zonas de difícil acceso constituyéndose de esta manera en alimento básico para los pobladores alto andinos del país² [3].

La cañahua es un grano andino cultivado por campesinos pobres³ [4, 5] a una altitud

¹ Quinua grano Andino (*Chenopodium quinoa wild*), considerado como el grano de oro de los Andes es un pseudo-cereal herbáceo anual cuyo origen se encuentra en la zona Andina del norte de Perú y Ecuador (*Wilson, 1990*) y fue domesticado entre 3000 y 5000 A. C. (*Mujica, 2001*), citado por Laguna.

² El conquistador español Diego Cabeza mencionó el uso de este grano, en su libro escrito en 1586: "Existe evidencia que este cultivo contribuyó a la sobrevivencia de los pobladores alto - Andinos durante cientos de años...".

³ Bolivia tiene uno de los niveles de pobreza más altos en América Latina. De acuerdo al Informe de "Desarrollo Humano" mas reciente, Bolivia ocupa la posición 116 de un total de 174 países. Con un índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.588 en 2004, el país es catalogado como de desarrollo humano medio bajo. Sin embargo, esta cifra global oculta las grandes diferencias existentes en cuanto a nivel de desarrollo, lo cual puede detectarse efectuando un análisis más desagregado entre provincias y municipalidades [4]. En 1992, los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda mostraron que el 70% de la población tenía necesidades básicas insatisfechas, a fines de los '90, el 63% de la población se encontraba por debajo de la línea de la pobreza [5].

comprendida entre los 3500 y 4200 metros sobre el nivel del mar⁴ [6]. Este grano es muy resistente a condiciones climáticas adversas, soporta bien climas rigurosos con heladas, sequías y bajas temperaturas. El valor nutricional de la cañahua es elevado y superior a otros cereales [7] ya que además de ser fuente de energía también constituye una valiosa fuente de proteínas para el consumo humano. El contenido de proteína varía entre 14 y 19% [8] de acuerdo a varios autores. La cañahua se considera uno de los pocos alimentos de origen vegetal nutricionalmente completo, es decir que presenta un alto contenido de proteínas y un adecuado balance de aminoácidos esenciales para la vida humana. Adicionalmente la cañahua se constituye en parte de un sistema productivo amplio relacionado a la gestión del territorio (Aynokas, aytas).

2. Metodología

Dada la complejidad de la temática que nos ocupa se consideró pertinente combinar métodos cuantitativos y cualitativos a través de un enfoque multimétodo. Partiéndose del Enfoque Histórico Lógico Cultural - que permite comprender, analizar y estudiar la realidad de una cultura, en tiempo y espacio, fundamentada en la interrelación de la vida material, social y espiritual desde la perspectiva de los actores locales- que con una visión agroecológica holística y transdisciplinar, puede expresarse a través de la tríada, cuya contradicción fundamental entre la generación de conocimientos y la acción, se mediatiza a través de la Investigación Participativa Revalorizadora (IPR), ésta última se ha aplicado con miras a identificar y analizar los diferentes eslabones de la cadena de la cañahua (producción, transformación, comercialización y consumo) así como los actores más representativos (productor, acopiador, empresa y consumidor final) relacionados con el sistema productivo.

El Enfoque Histórico Cultural Lógico (HCL) permite comprender mejor la realidad local, y este es utilizado por AGRUCO. Éste consiste en estudiar, analizar y comprender la realidad de una cultura en el tiempo (pasado - presente - futuro), y también en el espacio (continuo y discontinuo), fundamentándose en la interrelación de la vida espiritual, social y material, y siempre desde la perspectiva de los actores sociales (AGRUCO, 1998). Según *San Martín (1997)*, este enfoque considera la interrelación de los tres ámbitos de vida, que dan lugar a un cuarto elemento denominado vida cotidiana. Es aquí donde tienen lugar las prácticas compartidas sociedad - naturaleza, a través de tecnologías tradicionales e innovaciones aplicadas para la continuidad de la vida [9]. El enfoque Histórico Cultural Lógico prioriza la revalorización del Saber Local [10].

La aplicación del multimétodo desde una aproximación cuantitativa se basó en rigurosos diseños muestrales (muestreo probabilístico y no probabilístico), acompañados de adecuados métodos de selección; permiten sustentar la

⁴ La zona Andina comprende el 25% del territorio nacional con una extensión aproximada de 274.645 km². Las temperaturas registradas en la zona Andina son las más bajas del país, pudiendo caer hasta 20 grados bajo cero y la temperatura en promedio es de 10 grados centígrados [6].

representatividad de la información obtenida. En primera instancia la técnica utilizada fue la encuesta, y como instrumento de relevamiento de datos el formulario.

Por otro lado los métodos cualitativos, se apoyaron en la observación participante y los estudios de casos. Las técnicas utilizadas fueron: historias orales, entrevistas estructuradas, semi - estructuradas y en profundidad, complementándose con grupos de discusión a través de la organización de talleres comunales. Las comunidades elegidas en el Ayllu Majasaya Mujlli (AMM) fueron Japo K'asa y Lacoconi.

3. Resultados y discusión

En Bolivia los volúmenes de producción de cañahua son bajos 653 toneladas, con una productividad de 0.41 tn/ha (INE, 2004). La cañahua debe ser revalorizada para evitar su desaparición por los bajos niveles de producción.

El proceso productivo de la cañahua en el AMM es altamente tradicional y rudimentario (39% de pérdida desde la cosecha hasta la transformación en pito de cañahua). El valor añadido a la cañahua es mínimo. Los acopiadores se constituyen en el principal oferente de cañahua para las empresas transformadoras (sólo existen 34 empresas en este rubro en Bolivia), empero tienen limitada capacidad de oferta dado que el volumen no depende de ellos sino de los productores, quienes basan sus decisiones de venta en la satisfacción de necesidades inmediatas, y no así en contratos formales. Los sistemas de comercialización están íntimamente vinculados a las relaciones de reciprocidad (trueque principalmente).

De la producción de cañahua se calcula que una proporción (43%) se destina al autoconsumo rural y el resto mediante trueque o venta se destina a ferias rurales o locales, y en menor medida a mercados regionales, especialmente bajo la forma de harina llamado "pito" de cañahua. Actualmente su consumo es localizado en las zonas de producción como producto de autoconsumo y muy poco en los mercados urbanos (sólo el 19% de la población urbana cochabambina consume cañahua) siendo demandado básicamente por migrantes de las zonas de cultivo.

El principal espacio donde se efectúa la comercialización de cañahua en el AMM son las ferias rurales, donde se realizan las actividades de compra, venta y relaciones de reciprocidad con productos nativos y otros de diferentes lugares. Entre las relaciones de reciprocidad de la cañahua destaca el trueque con un 28.6%⁵. Las ferias donde principalmente realizan actividades de comercialización de cañahua los productores y los acopiadores son: Caracollo (60%), Lekepalca (17%), Confital (14%) y Japo K'asa (9%), en dichas ferias se realiza un intercambio monetario o un trueque y a la vez proveen de componentes básicos de la canasta familiar.

⁵ Equivalencia pito de cañahua en el trueque: 1 plato de pito de cañahua = 1 plato de cerámica, 1 vaso pito de cañahua = ½ vaso de azúcar, 1 plato pito de cañahua = 1 olla pequeña de cerámica, ½ jarra de pito de cañahua = 6 panes.

En el AMM el cultivo de cañahua es una decisión tradicional y familiar (33%), determinada por la herencia ancestral que existe en la zona, el manejo de cultivo tiene que ver con la familia y el rol de cada uno de sus miembros que interactúan durante el proceso de producción, toda la familia participa en el proceso productivo (siembra - cosecha). Los productores también cultivan cañahua por ser nutritivo (48%), por ser excelente como refresco (9%), ser de cultivo fácil (5%) y por el precio (5%).

Los ciclos agrícolas en la zona andina son diferentes unos de otros. Sin embargo, los factores bioclimáticos y agentes meteorológicos como las heladas, granizadas no dejan de constituirse en agentes perjudiciales para la producción agrícola. Es por ello que los productores de cañahua disminuyen sus niveles de producción por heladas (68%), granizadas (5%), exceso de lluvia (16%), entre otros. El proceso productivo está marcado por su calendario ritual-festivo (también fechas cristianas) y ajustados a la predicción del clima.

Después del proceso de Reforma Agraria, las comunidades rurales de la provincia de Tapacarí se tipifican por el carácter propietario privado familiar de las parcelas, combinado con la propiedad comunitaria territorial. La tenencia de la tierra sobre el territorio para cada familia es muy variable y dispersa, teniéndose concentraciones llevadas en determinadas zonas y escasas en otras -para el caso de las comunidades de Japo K'asa y Lacoconi una media de 1110 m², mediana de 900 m² y moda de 2500 m²-. Un factor que determina una variación de la producción total al cambio de la superficies cultivada (cada año la ayta se mueve y la tenencia varia) [11]. El 48% de la producción de cañahua se produce bajo el sistema de aynokas.

La descripción anterior de la cadena de cañahua y su contrastación con la revisión de los enfoques de cadenas (Tabla 1), denotan la alta orientación a aspectos eminentemente económicos resaltando conceptos tales como eficiencia, productividad y utilidades con un claro sesgo a concentrar los beneficios muy cerca al final de la cadena (especialmente en las empresas). El rol del productor y su importancia en la apropiación de beneficios a lo largo de la cadena es notablemente marginal en la literatura. Esos aspectos muestran que dichos enfoques son insuficientes para economías campesinas como la boliviana, que requieren en forma imperiosa considerar el aspecto social, sin afectar los aspectos culturales de la población, dado que a la fecha se acrecienta el descontento popular derivado de las enormes brechas existentes entre pobres y ricos.

Los enfoques convencionales de cadenas (CV, CP, CAA, CGM) se han aplicado predominantemente en sistemas agrícolas modernos. En tanto, que su aplicación a sistemas agrícolas estrictamente tradicionales -caso de la cañahua- son insuficientes porque no consideran las condiciones de vida de los productores (adversas) ni integran aspectos culturales.

Dada la diversidad de definiciones sobre cultura, se ha adoptado la presentada por *Delgado (2002: 85)* quien manifiesta que cultura es: "... conjunto de características y rasgos compartidos y transmitidos por un determinado grupo que sirven para organizar su forma y estilo de vida, darle identidad y diferenciarlo de otros grupos humanos..." [13].

Tabla 1: Comparación de un negocio tradicional con los diferentes enfoques de cadena

Elementos de comparación	Negocio tradicional	Cadena de valor (CV)	Cadena productiva (CP)	Cadena agroalimentaria (CAA)	Cadena global de mercancías (CGM)
Información compartida	Escasa o Ninguna	De calidad	Amplia	Amplia	Amplia
Objetivo primario	Costo/precio	Valor/calidad	Eficiencia productiva calidad/equidad	Seguridad alimentaria	Equidad en distribución de ingresos
Orientación	Commodity	Producto diferenciado	Producto diferenciado	Commodity	Productos diferenciados/ commodity
Relación de poder	Desde la Oferta	Desde la oferta	Desde la demanda	Desde la oferta	Oferta/Demanda
Estructura de la organización	Independiente	Inter-dependiente	Interdependiente	Interdependiente	Interdependiente
Filosofía	Auto optimización	Optimización de la cadena	Participación en conjunto de los agentes	Desarrollo productivo y comercial	Competitividad De la cadena

Fuente: Elaboración propia en base a fuentes diversas, y a Hobbs et al. [12]

Otro punto esclarecedor alrededor de la importancia de incluir lo cultural al estudio de cadenas es el trabajo de Van der Heyden y Camacho [14], quienes sostienen que las relaciones entre los actores de la cadena no se explican solo por su carácter económico o comercial también tienen connotaciones sociales que permiten entender su lógica y que originan inequidades/equidades en la cadena.

A pesar de que es necesario, todavía buscar indicadores o parámetros que visualicen los aspectos antes mencionados en lo que hemos convenido denominarlo “Cadena campesina de la cañahua”, se pretende que el enfoque permita visualizar de una forma completa la gestión económica y social de procesos productivos, de comercialización y consumo de bienes. En esa línea de construcción es importante destacar el aporte de Pelupessy y Romero [15] que vincula la CGM a lo social y cultural, mencionando que una CGM cruza las fronteras de los Estados, las comunidades, las culturas, las clases sociales, etc.

Los estudios que durante años han realizado grandes proyectos sociales y académicos en Bolivia teniendo como foco, las poblaciones rurales, se han encontrado frente a una inminente heterogeneidad, que no es posible aprehender sólo a través de conceptos generales como el de campesinado, que muchas de las veces atribuye un carácter inmutable a las comunidades campesinas. En este contexto, nuevas perspectivas analíticas ganan terreno y permiten enfocarnos en las diferentes formas de estar presentes en la vida cotidiana de estas comunidades [16], haciendo posible internarnos en las nuevas configuraciones políticas y socioeconómicas de las poblaciones rurales, posibilitando la aprehensión de la heterogeneidad de los diversos actores y de la forma

en que son aprehendidos los cambios que están ocurriendo en los diferentes espacios productivos.

4. Conclusiones

Se ha evidenciado la irrefutable necesidad de vincular aspectos de tipo cultural y social, con miras a reivindicar el papel estratégico de los pequeños productores en la generación de valor a lo largo de la cadena de cañahua -jalar los beneficios hacia los pequeños productores en una suerte de cadena inversa-, que en última instancia se traduzcan en impactos sobre las comunidades para el aumento relativo de su nivel de vida.

Fruto de lo antes descrito, la agricultura campesina andina se apoya en principios ecológicos y socioculturales que determinan su comportamiento en tiempo-espacio; estos principios referidos principalmente al manejo de una serie de estrategias productivas en función de los ciclos agrícolas constituyen la esencia misma de cómo la agricultura andina se ha ido desarrollando. En la lógica campesina andina a veces la producción obtenida de un determinado cultivo no define todo, sino que todo va asociado con otros subsistemas y componentes (multidimensional, sistema productivo complejo, tres ámbitos de vida). En la “cultura andina”, cada cosa, cada planta, cada animal tiene su sitio, su lugar dentro de la integridad, de manera que la base de la economía campesina no siempre es el componente material sino también, lo social y lo espiritual (la reciprocidad, lo subjetivo), que a veces rige los principios de la agricultura andina [11].

Por analogía la “cadena campesina” debe entenderse bajo los mismos principios buscando la revalorización de la cañahua, promoviendo la integridad entre actores con el objetivo de que todos puedan beneficiarse, que finalmente permita mejorar las condiciones de vida de los pobladores alto andinos, sin afectar los aspectos culturales, preservando el rol que cumple en el consumo rural y destacando sus propiedades nutritivas.

Referencias

- [1] P. Laguna. La cadena global de la quinua. *Un reto para la Asociación Nacional de Productores de Quinua, Cochabamba*, 89-195, 2002.
- [2] IPGRI-PROINPA-IFAD. Descriptores para Cañahua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen), *IPGRI-PROINPA-IFAD, La Paz*, 45 p, 2005.
- [3] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La Biotecnología agrícola: Una respuesta a las necesidades de los pobres? *Colección FAO, Roma, Italia, Agricultura, 35*, 227 p, 2004.
- [4] PNUD. Informe de desarrollo humano en Bolivia. *PNUD, La Paz*, 2004.

⁶ Las referencias citadas en el texto y no incluidas en la lista de referencias deben estar escritas en itálicas / References cited in text and not included in the list of references are typed in italic

- [5] O. Nina, M. Rubio. Bolivia: Desempeño macroeconómico y pobreza. *Inter-American Development Bank, Social Development Department, Washington DC*, 2001.
- [6] Ministerio de Desarrollo Económico. Diagnóstico industrial ambiental de la ciudad de El Alto. *Ministerio de Desarrollo Económico, La Paz*, 2004.
- [7] G. Morón, N. Ayaviri. Cultivo y transformación de la kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *FAO/OMS/ONU, Perú*, 2004.
- [8] ASAPRO-SPN. Biodiversidad agrícola. Estudio de base sobre la viabilidad y factibilidad técnica y socio-económica de los cultivos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow), kiwicha (*Amaranthus caudatus* Linnaeus) y kiñawa (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) y determinación de su potencial para el desarrollo sostenible de las comunidades rurales de los valles andinos del Departamento de Molinos, Salta, Argentina. *Asociación de Artesanos y Productores de "San Pedro Nolasco de Los Molinos", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, s/f.*
- [9] J. Delgadillo, F. Delgado. Evaluación de la implementación de prácticas de conservación de suelos: el caso de la comunidad Chullpa K'asa, Bolivia. *Leisa Revista de Agroecología, Cochabamba, Bolivia*, 2004.
- [10] SGC-COSUDE-AGRUCO. Informe intermedio de avances. Proyecto: Gestión de riesgos en los municipios de Cercado y Sipe Sipe "Afectados por el Parque Nacional Tunari. Metodología. En: <http://www.sgc-grcosude.com/users/agruco/>, 130 p, 2005.
- [11] N. Tapia. Agroecología y agricultura campesina sostenible en los Andes Bolivianos: El caso del ayllu Majasaya Mujlli, Departamento Cochabamba, Bolivia. *AGRUCO- PLURAL, Cochabamba, Bolivia*, 206-210, 2002.
- [12] J. Hobbs, A. Cooney, M. Folton. Value chains in the agri-food sector: What are they? How do they Work? Are they for me? *Department of Agricultural Economics, University of Saskatchewan, Canada*, 2000.
- [13] X. Albo. Iguales aunque diferentes: hacia unas políticas intercomunales y lingüísticas para Bolivia. *Cuadernos de Investigación, 52, CIPCA-UNICEF, La Paz*, 74 p, 1999.
- [14] D. Van der Heyden, P. Camacho. Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas. *CICDA, Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola, Nogent sur Marne, France*, http://www.sdc-ruraldevelopment.ch/resources/resource_en_39.pdf, 90 p, 2004.
- [15] W. Pelupessy, C. Romero P. Lo social y ambiental en las cadenas globales: El caso del café en América Latina. En: Teoría y práctica del enfoque cadenas globales de mercancías en América Latina, *PROMECA, UMSS*, 485-7, 2004.
- [16] F. Delgado. El diálogo intercultural e inter-científico: un nuevo marco teórico para el desarrollo endógeno sostenible y la reforma universitaria. *Revista de Agricultura, 58(38)*, 3-10, 2006.

Silvinita: ¿Una nueva matriz económica para el Amazonas brasileño?

E.A. Ríos Villamizar, A.C. Nogueira, L. Sousa
Programa de Maestría en Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia,
PPG-CASA, Universidad Federal del Amazonas, Manaus, Brasil
eduardorios17@hotmail.com, a_manauas@yahoo.com.br

Palabras claves: Economía ambiental, recursos minerales, desarrollo económico

Resumen

En el estado del Amazonas brasileño se ha discutido mucho sobre la viabilidad de la extracción de potasio del subsuelo en forma de silvinita. Este mineral se encuentra en 6 municipios, entre ellos Nova Olinda do Norte y se considera el mayor yacimiento de América Latina con una capacidad de extracción de 1 billón de toneladas. Considerando que esta actividad causa impactos ambientales, en especial sobre fuentes hídricas superficiales y suelos, se realizó una revisión bibliográfica y una visita al lugar donde probablemente se iniciará la extracción. Se conocen las condiciones socio-ambientales de las comunidades aledañas y los posibles impactos de la actividad sobre los suelos y fuentes hídricas locales; así como algunos métodos de reutilización de residuos de mineralización. La extracción mineral genera empleos directos e indirectos, pero la degradación resultante puede atraer otras modalidades económicas como la pecuaria y producción de carbón vegetal.

1. Introducción

Considerando la importancia de la actividad minera para la economía y los impactos ambientales derivados de esta actividad, este trabajo propone una reflexión sobre las estrategias para la utilización de la silvinita, como recurso mineral en el Amazonas brasileño.

El impacto ambiental está definido como una poderosa influencia que desequilibra el ecosistema, donde la capacidad de soporte llega al nivel máximo. Partiendo de este supuesto, se hace necesaria una propuesta económicamente viable, ecológicamente correcta y socialmente justa, pues en cualquier proceso de extracción mineral, los daños ambientales son hasta el momento inevitables. Mucho se ha realizado a lo largo de los últimos años para minimizar los impactos ambientales de esta actividad, principalmente a través de los avances tecnológicos en los procesos de extracción, pero no se han podido eliminar por completo las externalidades propias de cada proceso.

Tratándose de una actividad mineral en la Amazonía, la cuestión todavía es polémica. Los ejemplos negativos de extracción hacen parte de una historia que no se puede olvidar. Sin embargo, las investigaciones científicas que indagan sobre su potencial mineral son cada vez mayores y ya se habla no solamente de la riqueza en biodiversidad de la Amazonía brasilera, sino de su geo - diversidad. En esta región del país en que el desarrollo económico ocurre de forma fragmentada, ¿qué hacer con todo el potencial mineral del cual se tiene conocimiento?, ¿mantenerlo preservado y excluirlo del mercado?, ¿cuáles son los instrumentos capaces de orientar al aprovechamiento de estos recursos?, ¿cómo alcanzar el crecimiento económico y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de las poblaciones amazónicas, respetando el ecosistema local?

Es posible encontrar en el Amazonas brasileño diversos tipos de suelo, que según la clasificación y caracterización de sus rocas y recursos minerales son terrenos de rocas duras y antiguas, de rocas sedimentarias y terrenos nuevos aluviales. El potencial mineral del Estado del Amazonas brasileño ha sido discutido por todos los segmentos de la sociedad y se ha hablado mucho sobre la viabilidad de extracción del potasio a partir de las rocas de silvinita. Este mineral es encontrado en 6 municipios de este Estado brasileño (Nova Olinda do Norte, Itacoatiara, Itapiranga, Borba, Silvis e São Sebastião do Uatumã) y sus depósitos tienen una vida útil de 150 años, siendo considerado el mayor yacimiento de América Latina, con una capacidad de exploración de aproximadamente un billón de toneladas.

La extracción mineral, según datos del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000) genera indirectamente el 8,7% de los empleos en la industria de transformación de minerales no metálicos y en la metalúrgica [1]. Una de las áreas en este Estado donde ya se ha realizado el mapeo del potencial mineral es el municipio de Nova Olinda do Norte que se encuentra sobre un terreno de rocas sedimentarias. Durante la década de 1980, la antigua Petromissa (Petrobras), encontró en la localidad llamada Fazendinha una reserva de 520 millones de toneladas de mineral con 28,8% de cloruro de potasio. La extracción mineral puede ser una importante fuente de recursos económicos y facilitar el desarrollo del Estado del Amazonas y en especial del municipio citado.

En la actualidad la discusión sobre exploración mineral lleva a la confluencia de diversos intereses, ya sean de tipo político, económico, social o ambiental. Por lo tanto, es de gran relevancia el análisis de impactos ambientales con el uso de los conceptos de la economía ambiental, a fin de encontrar un punto de equilibrio entre la actividad extractiva mineral y la sociedad; lo que llevará a la disminución de las divergencias entre el costo privado y el costo social en este tipo de actividad. Los impactos de la explotación minera poseen características especiales: La degradación causada en una determinada área puede ser irreversible o no, dependiendo del tipo de mineral, de las características del terreno y de cómo se da el proceso de extracción; la degradación resultante del proceso de extracción mineral está siempre geográficamente restringida al área donde ocurre la actividad y su entorno. Globalmente, por ejemplo, su contribución para la contaminación del aire y del agua es menor que las actividades energéticas o de los sistemas de transporte [2].

Los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera, así como cualquier otra actividad, deben ser analizados a partir de su densidad y extensión. Desafortunadamente, en el Brasil, la mayor parte de las actividades mineras son de carácter irreversible en relación al área afectada, tal como lo que acontece con la extracción de calcáreos, granito y zinc.

2. Metodología

El nombre de Nova Olinda do Norte se originó de Olinda, denominación de la propiedad de Fulgêncio Rodrigues Magno, comerciante en el Paraná do Urariá y de la expresión *do Norte*, colocada por el gobernador del Amazonas, Plínio Ramos Coelho, al crear el municipio el 19 de diciembre de 1955, por la Ley Estadual N. 96. La historia de Nova Olinda do Norte está estrechamente ligada a la extracción del petróleo en el Amazonas. Limita con los municipios de Maués, Borba, Autazes e Itacoatiara; se encuentra en la octava sub-región, de la región del bajo Amazonas; con altitud de 30 m, en un área territorial de 5.887 km²; a temperatura promedio de 27,3 °C y acceso por vía fluvial.

La metodología de trabajo se dividió en tres partes fundamentales:

- (1) Levantamiento bibliográfico y de datos secundarios: Esta fase del trabajo correspondió a la búsqueda de libros relacionados con extracción mineral. Indicadores de sustentabilidad en la industria mineral y métodos de exploración usados por las principales empresas dedicadas a la exploración mineral en el mundo. Se encontraron datos secundarios sobre la silvinita en el mundo y en el Amazonas brasileño. El equipo de trabajo asistió al seminario “Geo-diversidad en el Amazonas, paradigma al desarrollo sustentable regional”, donde fue presentado el nuevo mapa geológico para el Amazonas brasileño. Además se consultó la página electrónica del IBGE para revisar condiciones sociales, económicas, educacionales, desempleo y otros aspectos característicos del municipio de Nova Olinda do Norte.
- (2) Organización y análisis de datos: Lectura detallada de los trabajos encontrados para ser clasificados según su orden de relevancia para el trabajo en cuestión. Cada uno de los tres miembros del equipo escogió aquellos trabajos propios de su interés profesional para hacer análisis y generar textos que posteriormente serían discutidos en forma grupal.
- (3) Visita de campo al lugar donde probablemente se realizará la extracción de silvinita.

3. Resultados y discusión

El Brasil, en las últimas décadas, ha realizado muchos estudios sobre el potencial de la extracción mineral, como es el caso del oro, niobio, grafito e caolín, entre otros. Estudios recientes demuestran que la producción insuficiente o ausencia de recursos minerales con potencial económico, implican una gran dependencia externa de algunos bienes como son: carbón metalúrgico, cobre, azufre, gas natural, fosfato, titanio, plomo y potasio [3].

La industrialización y la autosuficiencia mineral constituyen el gran desafío del Brasil, no sólo pensando en el mercado nacional, sino en el internacional. Las inversiones en este sector dependen de las relaciones entre innovaciones tecnológicas, oportunidades y competitividad en el país. Un ejemplo de la dependencia externa que tiene el Brasil, es el uso de la materia prima para fertilizantes como son sulfatos, fosfatos y potasio, los cuales constituyen casi el 90% de la demanda del país, en comparación a otros productos minerales, y explica el hecho de que las inversiones destinadas a la importación de productos minerales, como es el caso del potasio, sólo sean superadas por aquellas destinadas a la importación de petróleo. El potasio, como mineral industrial, por sus propiedades físicas y químicas puede ser usado en procesos industriales de modo general con múltiples funciones, con mayor o menor valor agregado o como aditivo, directamente como labrado o después de su mejoramiento y procesamiento [4]. La búsqueda de potasio en las formaciones salinas de cualquier zona es un problema que se impone en el Brasil, como medida para alcanzar lo antes posible una fuente de ese producto que es tan esencial para la agricultura [5].

El éxito de los negocios con recursos minerales va a depender de las relaciones de los productores con el mercado, de los movimientos en la cadena productiva y de las aplicaciones finales. Es interesante que las compañías dedicadas a estas actividades busquen la competitividad, la gestión de procesos, el mejoramiento de las operaciones y el control ambiental, ya que uno de los principales problemas es que las empresas nacionales no están preparadas para juntar el avance tecnológico con el mercado [4].

Los residuos de la extracción mineral a nivel industrial crecerán en importancia económica en estos próximos 15 años para sostener las operaciones industriales. De esta forma, el reciclaje debe estar enfocado hacia la localización de depósitos y operaciones extractivas próximos a los grandes polos industriales con el objetivo de que las otras empresas localizadas en esos polos puedan reutilizar y recuperar material de alto valor, utilizando tecnologías más eficientes. Tratándose de extracción mineral en áreas de bosque, estudios afirman que la degradación es relativamente pequeña; sin embargo, esta actividad puede atraer otras modalidades económicas como son la pecuaria y la exploración de carbón vegetal, las cuales ocasionan serios problemas de degradación [2].

Por lo tanto, algunos problemas ligados a la extracción mineral deben ser cuidadosamente observados, principalmente aquellos relacionados con la extracción en el subsuelo y los residuos de extracción. Se debe optar por procesos de extracción que minimicen lo máximo posible, los impactos directos sobre el agua y el suelo. Ejemplos negativos relacionados a la extracción pueden ser encontrados en Brasil, como es el caso de Vazante (Minas Gerais) donde los impactos ambientales, causados por la contaminación de zinc en el agua y la acumulación de residuos en el fondo de lagunas no tienen precedentes.

Se debe tener en cuenta que los residuos generados por la minería a cielo abierto son generalmente mayores que aquellos generados por la subterránea [6]. En el Brasil las restricciones ambientales todavía no son tan severas, los costos de mantenimiento de residuos en superficie no son muy elevados; de modo que las técnicas de relleno

(devolución de residuos a los pozos de extracción) son menos populares. Estas técnicas son más utilizadas en países con mayores restricciones ambientales que el Brasil. En el Canadá, donde la explotación minera subterránea es más desarrollada que en el Brasil, se encuentra muy difundido el uso de sistemas de relleno, principalmente del tipo *backfilling* o residuo pastoso. En Escandinavia, estos sistemas son también muy comunes en minas de sulfatos y, de forma ejemplar en Australia, donde de modo general, las restricciones ambientales son un tanto menos severas que en el Brasil, hay intenso uso de estos métodos de relleno cuando así se requiere [6]. Esta técnica de relleno es muy importante, ya que permite la disminución de los impactos ambientales generados en la superficie y la recuperación de áreas afectadas por la actividad minera.

Una de las fallas de mercado presentes en la extracción mineral es el monopolio. Este fenómeno ocasiona competencia imperfecta, o sea la ausencia de negociaciones y, por tanto, una despreocupación por la reducción de los niveles de polución a través de técnicas de control ambiental [7]. En Nova Olinda do Norte, el monopolio será el mayor problema de falla de mercado, haciéndose necesario encontrar instrumentos capaces de regular, de manera eficiente, la actividad exploratoria.

En el caso de la extracción de silvinita en el municipio de Nova Olinda do Norte es necesario que el estudio que compruebe la potencialidad del potasio, sea uno de los instrumentos claves para que las contradicciones entre la limitación de los recursos naturales, en contraposición a una sociedad de consumo cada vez más creciente, no genere una información imperfecta, colocando en riesgo las actividades de la empresa por una mala utilización del recurso. Se hacía muy necesario el estudio del potencial mineral en el municipio de Nova Olinda do Norte que fue concluido hace poco, pues la única mina de silvinita del Brasil, localizada en el Estado de Sergipe, tiene como previsión agotarse en 2020. Económicamente, este emprendimiento, podrá generar empleos directos e indirectos en el municipio de Nova Olinda do Norte, trayendo incentivos por valor aproximado de 300 000 reales por mes, referentes al 3% de las utilidades netas de la empresa, que serán divididos entre la nación, el estado y el municipio.

Para el caso de Nova Olinda do Norte, se espera que la extracción de silvinita sea realizada mediante abatimento LongWall, disolución o mediante cámaras y pilares este último método es utilizado en Sergipe (Brasil) para la extracción del potasio, donde se cuenta con un proceso minero continuo y refrigeración en la ventilación. Mediante el método de disolución, la salmuera es extraída del pozo para ser evaporada en la superficie, quedando luego un material con cerca de 70% de NaCl y 30% de KCl; después este material pasa por la etapa de flotación obteniendo como resultado un producto de 95% de KCl. El método de abatimento LongWall también es usado en Rio Grande do Sul (Brasil) para extraer carbón y potasio. Otra alternativa para la exploración de silvinita de forma subterránea es aquella que viene siendo desarrollada en Escandinavia y en Alemania, el *hydraulic hoisting*, que es un método mediante el cual se fragmenta el material a ser extraído hasta una granulometría adecuada y se realiza la extracción con el uso de bombas a alta presión, optimizando energía a través del uso de válvulas. La viabilidad técnica de este último método está comprobada y se

constituye en una solución atrayente para la extracción a grandes profundidades, como se espera que sea realizada en Nova Olinda do Norte.

4. Conclusiones

Con base en los datos obtenidos en relación a los aspectos ambientales de la extracción mineral y a la luz de la economía ambiental, es posible trabajar con hipótesis que permitan pensar en prospecciones acerca del tema abordado. Los minerales que contienen potasio, como la silvinita, son sometidos a procesos físicos como: solubilización, precipitación diferencial, cristalización y flotación. De tal forma que las impurezas son eliminadas. Lo importante es cómo estos residuos van a ser eliminados, pues la mayor parte corresponde a cloruro de sodio, el cual podría ser devuelto al pozo de extracción (relleno) o usado para comercialización (obtención de otros productos). Lo menos recomendable sería disponer estos residuos en la superficie, pues esto causaría aumento acelerado de la salinización y por lo tanto impactos en las plantas, el suelo y las reservas hídricas.

Otra de las alternativas para la utilización del cloruro de sodio es la de producir: 1- nitrato de sodio (fertilizante); 2- soda cáustica; y 3- hipoclorito de sodio en la industria cloroquímica, con la finalidad de proveer a las poblaciones asentadas en las riberas de los ríos de un desinfectante para el tratamiento de agua antes de ser usada para consumo. La implantación de industrias de transformación en el Estado del Amazonas es fundamental para que estas alternativas no acaben siendo implementadas en otras regiones y encargándose el Estado sólo de la provisión de materia prima; disminuyendo con ello las posibilidades de generación de empleo local. La creación de industrias de transformación mineral en el Estado del Amazonas tendría como uno de sus incentivos la certificación de sello verde, que trae como valor agregado la garantía de que el producto final a ser vendido sea de calidad y que haya sido extraído de acuerdo a procesos ambientalmente correctos.

En relación a la comercialización del cloruro de sodio, es necesario que exista un pacto entre el gobierno y la empresa exploradora del recurso para que no ocurra un desequilibrio en el mercado, ya que la demanda por cloruro de sodio, para consumo humano, ya está satisfecha con la oferta actual. Al analizar la actividad económica asociada a la extracción de silvinita, se llega a uno de los mayores problemas asociados a fallas de mercado: El monopolio. Por esta razón se sugieren las siguientes herramientas de política económica y ambiental: Tratándose de monopolio, los instrumentos económicos o la libre negociación de Coase [8] son más difíciles de aplicar; por lo tanto, una de las formas de llegar al nivel óptimo de polución, es por medio de instrumentos de comando y control que establezcan una tasa anual de extracción. Este control de la actividad permitirá que los órganos reguladores ejerzan acciones que procuren la fiscalización tanto de la extracción como de la tasa de efluentes generados por la extracción.

Otra alternativa es la creación de un fondo de desarrollo, que propicie recursos a ser invertidos en el municipio a largo plazo. Este fondo funcionaría como una especie de reserva para el Estado y las poblaciones afectadas por la extracción mineral, siendo una forma de posibilitar una fuente de recursos activa a lo largo de los años de la exploración y una reserva financiera para el municipio. Este fondo provendría de los *royalties* pagados obligatoriamente al municipio por parte de la empresa exploradora y también de una especie de participación de los lucros mensuales, lo cual sería establecido a partir de negociaciones con la participación del gobierno y la sociedad civil.

Referencias

- [1] Relatório da Comissão Especial de Estudo sobre a Política Mineral do Estado do Amazonas. 2004.
- [2] S.M. Tauk, N. Gobbi, H.G. Fowler. Análise ambiental: Uma visão multidisciplinar. *Editora da Universidade Estadual Paulista, 2da. Edição, São Paulo, Brasil, 1995.*
- [3] W. Texeira, M.C. Toledo, T.R. Fairchild, F. Tioli. Decifrando a terra. *Oficina de Textos, São Paulo, Brasil, 2000.*
- [4] L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R.M. Vidotti, J.H. Gonçalves. Geologia, Tectônica e recursos minerais do Brasil. *CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Texto, Mapas e SIG, Brasil, 2003.*
- [5] S.F. Abreu. Recursos minerais no Brasil. *Ed Universidade de São Paulo, 2da. Edição, Rio de Janeiro, Brasil, 1973.*
- [6] D.J. Germani. A mineração no Brasil. *Relatório final, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.*
- [7] D. Kupfer, L. Hosenclever. Economia industrial: Fundamentos teóricos e práticas no Brasil. *Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.*
- [8] R.H. Coase. El problema del costo social. En la firma el mercado y la ley. *Alianza Editorial, 1960.*
- [9] A.J.T. Guerra, S.B. Cunha. Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. *Bertrand Brasil, 3ra. Edição, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.*
- [10] N.G. Mankiw. Princípios da microeconomia. Tradução Allan Vidigal Hastings. *Pioneira Thomson Laearning, São Paulo, Brasil, 2005.*
- [11] P. Muller, A.N. Ab'saber. Previsão de impactos no leste, oeste e sul. *Editora da Universidade de São Paulo, 2da. Edição, São Paulo, Brasil, 1998.*
- [12] P.F. Vieira, J. Weber. Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: Novos desafios para a pesquisa ambiental. *Cortez. 3ra Edição, São Paulo, Brasil, 2002.*
- [13] R.C. Villas-Bôas, D. Shields, S. Solar, P. Anciaux, G. Onal. A review on indicators of sustainability for the minerals extractions industries. *CYTED-XIII, Rio de Janeiro, Brasil, 19-59, 2005.*

¿Ayuda la soya argentina a atenuar la desnutrición mundial?

C. Ramírez, F. Milano
Area de Recursos Naturales y Sustentabilidad (F.C. Veterinarias)
Instituto Multidisciplinario de Ecosistemas y Desarrollo Sustentable,
Universidad Nacional del Centro, Tandil, Buenos Aires, Argentina
cramirez@vet.unicen.edu.ar, fmilano@vet.unicen.edu.ar

Palabras claves: Soya, Argentina, desnutrición, exportaciones, pérdida de biodiversidad

Resumen

Analizamos el vínculo soya argentina-desnutrición mundial. Argentina sembró 14,4 Mill ha (2004/05) avanzando sobre áreas de alta biodiversidad. El 11.65% de la proteína cosechada se exportó a China y 37.8% a Europa Occidental. Entre 1995-2004, China aumentó 177% el consumo de soya, incrementó en 8.1 millones el número de subnutridos y 28% el consumo de proteínas; ingirió más proteínas animales y menos soya. La producción de carne aviar, porcina y bovina se incrementó en 66, 44 y 88% respectivamente. Entre 1992-2002 el sobrepeso aumentó de 16.4-22.8% y la obesidad de 3.6-7.1%. Los países europeos compradores no tuvieron cambios en los niveles de subnutrición antes ni después de la entrada de soya argentina, pero vienen registrando un aumento de sobrepeso que podría deberse al aumento de consumo de energía ya que no varió el de proteína. Concluimos que un porcentaje importante de la soya argentina no atenuaría la desnutrición mundial.

1. Introducción

Argentina ha sembrado soya de manera creciente en los últimos años, en muchos casos con planteamientos tecnológicos inapropiados (falta de rotaciones) y/o en zonas de alto valor biológico y baja estabilidad. Para entender la problemática presentamos una serie de consideraciones que vinculan algunos aspectos comerciales, poblacionales y ambientales de la producción de soya en Argentina. En los últimos cuarenta años del siglo XX y promovido por el alto valor proteico de esta oleaginosa, el comercio internacional aumentó un 1 492%, presentando el mayor incremento en los últimos diez años (1996/2006); se estima que la producción de soya mundial seguirá creciendo, llegando a las 300 t en 2020; y se ha calculado que esta tendencia provocará la conversión de 16 Mill ha de sabanas y 6 Mill ha de bosques tropicales de Sudamérica [1]. El cono sur de América: Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia constituyen en conjunto la principal región de producción de soya del mundo, superando en 2005 las 86 t que se sembraron en 39 millones de hectáreas [2]. En los últimos diez años, China y la Unión Europea han importado casi dos tercios de toda la soya comercializada en el mercado mundial [3].

A partir de 1996, la producción y consumo interno de soja en China se desfasaron. La producción se estancó cerca de las 17 t, pero el consumo siguió creciendo, induciendo la necesidad de importar a un ritmo acelerado, llegando en el 2004 a las 30 t. Las razones socioeconómicas que sustentan este incremento son el aumento de la población, aumento del ingreso per cápita y cambios en los hábitos de vida de la población que va urbanizándose rápidamente [2] (Fig. 1).



Fig. 1: China - Producción y consumo de soja desde 1964 a 2004 [11]

En la misma década la aparición de la encefalitis esponjiforme bovina (síndrome de la vaca loca) en Europa llevó a prohibiciones en el uso de harinas de origen animal para formulación de raciones para producción animal [4]. Esto generó un aumento en la demanda de harinas vegetales proteicas para reemplazarlas, llegando en 2004 a importar el 52% de la torta de soja producida a nivel mundial [2, 5] (Fig. 2).

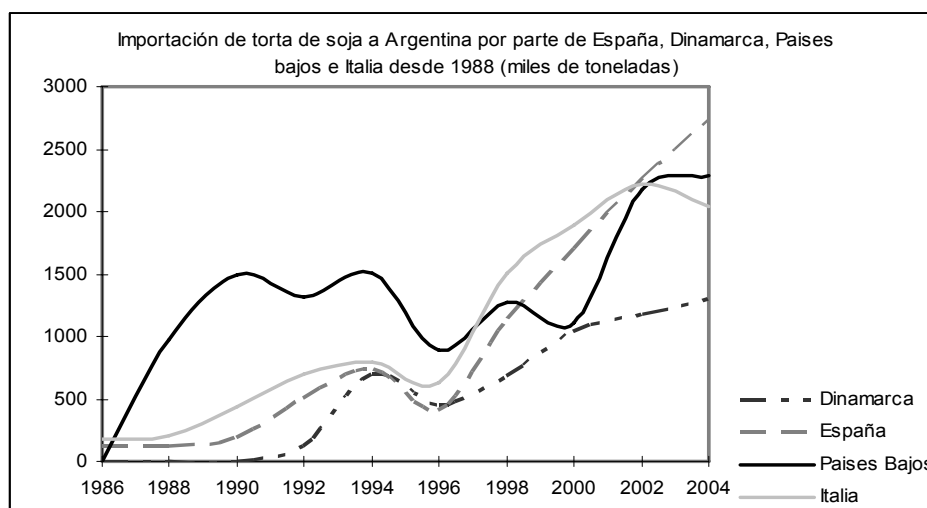


Fig. 2: Importación torta de soja argentina por los cuatro principales compradores desde 1986

También en 1996/97 se liberaron al medio para su siembra los primeros materiales de soja transgénica tolerantes a glifosato, situación que facilitó en combinación con la difusión de la siembra directa, la notable expansión del área bajo cultivo, posicionando a Argentina como tercer productor mundial de grano y primero de aceite [3]. En Argentina 2005/2006, el cultivo de soja ocupó el 50% de la superficie total sembrada y de la producción total de granos: 15.4 millones de hectáreas con soja y 40.5 t [3, 6] (Fig. 3). La proyección prevé para la próxima década entre 5 y 12 Mill ha adicionales [1], alcanzando unas 100 t totales [3].

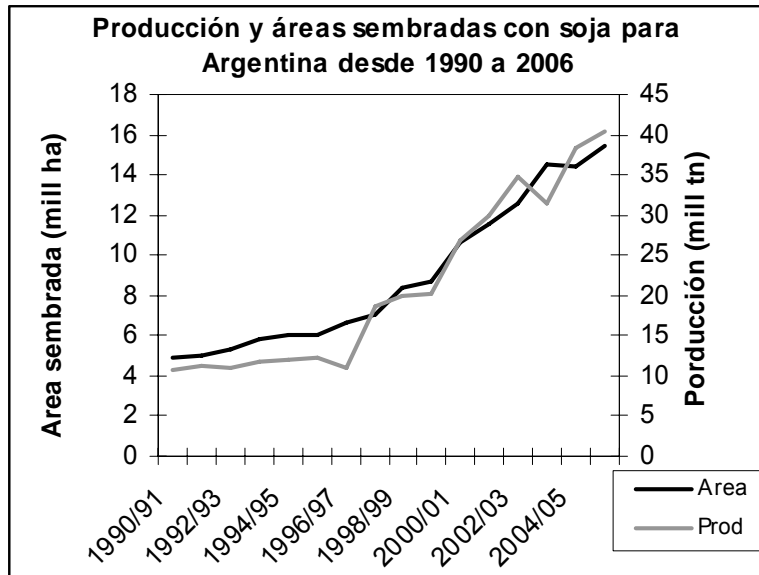


Fig. 3: Argentina, producción y superficie sembrada con soja desde 1990 a 2006

Hasta 1997 la producción de soja en Argentina se remitió a las principales áreas agrícolas, correspondiendo a las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y la Pampa, de forma tal que en la campaña 1995/96 el 90.9% de la superficie sembrada con soja fue sobre esas provincias. A partir de 1997 la producción comenzó a crecer, sustituyendo ganadería u otros cultivos en las provincias citadas y avanzando sobre nuevos territorios más frágiles, menos aptos y más biodiversos: Noroeste (NOA) y Noreste (NEA) argentino [3]. El 23.2% de superficie total sembrada con soja en 2005/2006 se hizo en estas zonas (alrededor de tres millones de ha). El cultivo de soja genera impactos negativos sobre los ecosistemas, a pesar de la práctica de siembra directa, que ha permitido una evidente mejora de las condiciones edáficas en algunas regiones, el panorama a nivel nacional es deficitario en cuanto a degradación y erosión del suelo. La producción de soja se podría tornar vulnerable ante la aparición de problemas climáticos o de enfermedades debido a la concentración de la producción agrícola en un monocultivo, en que casi la totalidad corresponde a una única variedad transgénica [1, 3]. Los altos costos de los arrendamientos y la ausencia de contratos a largo plazo, atentan contra la planificación a mediano plazo (rotaciones) [3]. Con las pérdidas y/o degradación de los ecosistemas desaparecen las funciones ecológicas que esos ambientes naturales proveen, incluso, para la producción agrícola, tales como:

Regulación del clima e inundaciones, protección y regeneración del suelo, circulación de nutrientes, transformación y reciclado de desechos, calidad del agua y estabilidad de los agroecosistemas ante eventos extremos. Por otra parte, estos ambientes naturales constituyen el hábitat de una riquísima biodiversidad con un potencial económico muy poco conocido y no aprovechado [1]. La situación actual en muchas provincias argentinas es preocupante por el efecto sobre la degradación y erosión del suelo, en Entre Ríos el 60% del monocultivo, en el NOA y del NEA la totalidad de la degradación se debe a la expansión de soya. En las zonas centro y sur de Santa Fe el proceso se observa en 85 y 90% de la superficie cultivada con soya. En la zona central, la soya ha desplazado al tambo y en el norte al algodón, con el consiguiente efecto sobre la mano de obra ocupada [3].

Argumentos de distintos sectores de la población, comúnmente utilizados por empresarios del agro y medios de comunicación masivos en Argentina, sostienen que la producción de soya ayudaría a combatir la desnutrición mundial. De ser así y considerando el grave daño ambiental que se genera, la producción tendría posiblemente un fundamento éticamente válido. El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la proteína de la soya argentina, exportada en granos y torta de soya sobre el estado nutricional de los principales países compradores antes y después de la explosión exportadora en Argentina.

2. Metodología

Se analizaron datos de parámetros nutricionales, alimentarios, productivos y comerciales para los países receptores de proteína de soya argentina, antes y después de la explosión exportadora: Consumo total de soya, subnutrición, consumo energético por habitante, consumo de proteínas, proporción de proteínas en el total de la dieta, consumo de soya y subproductos por habitante, consumo de diferentes carnes, proporción de los principales productos proteicos en el total de proteínas, producción, importación y consumo de carne. Los análisis se basan principalmente en datos oficiales de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) [7, 10].

Dado que el poroto de soya tiene un alto porcentaje de proteínas y que la torta de soya tiene un porcentaje aún mayor, cuando los resultados se expresan en proteína de soya se asume un 35% de proteína para el poroto y un 45% para la torta. Calculamos un valor energético promedio mundial de 1 874 Kcal/pers/día, promediando los requerimientos ponderados por la FAO, a lo que le adicionamos 10% para evitar riesgos, obteniendo un requerimiento de 2 061 Kcal/per/día. Corresponde al requerimiento energético que permitiría a una persona llevar una vida sana realizando una actividad física liviana. Por debajo del valor estimado por país es definida la prevalencia de subnutrición [7].

Asumimos que las necesidades nutritivas de una persona pueden satisfacerse suministrando entre el 10 y 15% (media 12.5%) de la energía total en forma de

proteínas, el 55-75% en forma de carbohidratos y el 15% de lípidos. Tanto un gramo de proteína como de carbohidratos corresponden a 4 Kcal y un gramo de lípidos corresponden a 9 Kcal [7]. De acuerdo al requerimiento energético por persona y a la proporción de nutrientes necesarias para alcanzar este valor, si todas las personas del planeta pudieran consumir 64.4 g de proteínas 34.4 g de lípidos y 360.7 g de carbohidratos, no existiría subnutrición ni hambre.

3. Resultados y discusión

En 2004/2005 se sembraron en Argentina 14.4 m/ha de soya con una producción total de 38.3 t o 13.3 t de proteína. De esta última, 10.9 t se exportaron: 11.65% de la proteína cosechada a China y 37.8% a la Unión Europea, cuyos principales destinatarios son España, Holanda, Italia y Dinamarca [7]. Entre 1995-2004, China aumentó un 177% el consumo de soya, incrementó en 8.1 millones el número de subnutridos, aunque no se modificó porcentualmente la subnutrición (Tabla 2). Si bien no existe un cambio notable en el consumo de calorías, aumentó un 28% el consumo de proteínas, excediendo aproximadamente un 42% el requerimiento proteico. Existe un cambio en el origen de las mismas, reflejándose una mayor ingesta de proteínas de origen animal, principalmente cerdo y aves de corral, mientras que ha descendido el consumo per cápita de soya y subproductos. En esos 10 años, la producción de carne aviar, porcina y bovina se incrementó en 66, 44 y 88%, respectivamente. Además en los últimos años hubo una fuerte tendencia al sobrepeso y obesidad: 1989-1997 la obesidad de niños con 2-6 años creció 52% (4.2 a 6.4%) [8] y en mayores de 18 años el sobrepeso pasó de 1992-2002 de 16.4 a 22.8% y la obesidad de 3.6-7.1% [9].

Los países europeos occidentales no presentan índices significativos de subnutrición desde 1970. Por lo tanto el incremento de la exportación de soya a esos países, a partir de 1990, no puede apreciarse en un mejoramiento de esta variable. El consumo per cápita de energía aumentó levemente y fue importante el aumento de proteínas. Esto podría verse reflejado en el aumento del número de personas con sobrepeso, como lo indican el cambio de Italia de 38.5% (1994) a 45% (2005) o de España de 40.9% (1999) a 52% (2005). El consumo de proteínas de origen animal se mantuvo estable, aumentando el consumo promedio en los cuatro países de carne de cerdo, vaca y disminuyendo la de pollo. El consumo directo de soya y cualquiera de sus productos es prácticamente inexistente para su dieta (Tablas 3 y 4). Los amplios volúmenes importados responden a su producción animal y posterior exportación (principalmente dentro de Europa), los destinos de los cuatro países analizados son: Grecia, Alemania, Inglaterra, Italia e Japón, ninguno con índices significativos de desnutrición.

El análisis de los datos ratifican lo expuesto en la bibliografía acerca del uso principal de la proteína de la soya: Producción animal [5]. China y Europa se diferencian en una situación: China incorporó una enorme producción de soya y generó una explosión en la producción animal, por su parte algunos países europeos aumentaron la producción de algunos tipos de carne. Sin embargo, la fuerte incorporación de soya se debió al reemplazo de esta proteína vegetal por animal que se usaba antes de los casos de

encefalitis esponjiforme. La falta de impacto evidente en los niveles de subnutrición de China, mostrarían que este importante alimento no llega a personas afectadas directa o indirectamente, pudiendo quedar la proteína animal en las clases de mayor poder adquisitivo, como se refleja en el importante aumento del consumo proteico. El uso de alimentos de consumo humano para raciones animales constituye una de las bases de la irracional distribución de los alimentos sobre el planeta. Esto se basa en la pérdida de nutrientes que se produce por el pasaje de los granos a través de otro nivel en la cadena trófica, como ejemplo vale citar que los granos necesarios para aumentar un kg vivo de bovino (del cual se obtienen unos 350 g de carne) oscila entre 5 y 7 kg, con lo que se podrían alimentar directamente a muchas personas.

Tabla 1: Parámetros poblacionales y consumo de China (1990-2004). s/d: sin dato.
El requerimiento energético promedio mínimo estimado para una persona en China es de 1935 Kcal/pers/día (FAO)

	90/92	95/97	01/03	02/04
Consumo total de soya (mill ton)**	9.6	14.6	33.5	37.1
Subnutrición total (millones de personas)	193.6	145.6	150.0	153.7
Subnutrición (%)	16	12	11	12
Consumo energía en la dieta (Kcal/pers/día)	2 710	2 910	2 940	2 930
Consumo de proteínas en la dieta (g/pers/día)	66	77	82	91
Porcentaje de proteínas en el total de energía de la dieta	10	11	11	12
Consumo poroto soya y subproductos (g/pers/día)	10	14	11	s/d
Consumo carne cerdo y subproductos (g/pers/día)	59	76	94	s/d
Consumo carne ave corral y subproductos (g/pers/día)	11	21	29	s/d
Consumo carne vaca y subproductos (g/pers/día)	3	9	13	s/d
Proporción de los principales productos en el total de proteínas consumidas (%)				
- Arroz y subproductos	25	21	18	s/d
- Trigo y subproductos	26	22	18	s/d
- Carne cerdo y subproductos	10	11	12	s/d
- Carne y productos aves corral	2	3	4	s/d
- Carne vaca y subproductos	1	2	2	s/d
- Poroto de soya y subproductos	5	6	4	s/d
- Pescado y subproductos	2	3	4	s/d
- Maíz y subproductos	6	4	3	s/d
- Huevos y subproductos	3	6	6	s/d

Tabla 2: Consumo-producción-importación carne en China (1995-2004) en miles de t

	1995			2004		
	Consumo	Producción	Importación	Consumo	Producción	Importación
Carne pollo	6 300	6 000	913	10 300	9 945	763
Carne porcina	32 922	33 400	180	47 664	48 117	903
Carne bovina	3 595	3 597	159	7 730	6 778	1 175

La producción mundial alcanza para cubrir las necesidades de la población actual y aún del número probable de estabilización de la población mundial (9 500 mill personas)

[10, 11]. Así lo evidencia una aproximación grosera de lo que aportan las cosechas de los cuatro granos más importantes, haciendo la salvedad que la calidad proteica de los mismos no alcanza a las proteínas animales del huevo y de la leche (Tablas 5 y 6).

Tabla 3: Parámetros poblaciones, consumo y nutrición de Dinamarca, España, Holanda e Italia 1979/2004

	Países bajos				Italia			
	79/81	90/92	95/97	02/04	79/81	90/92	95/97	02/04
Subnutrición total (mill personas)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% subnutrición	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% de proteínas en la energía total de la dieta	11	12	13	13	12	12	12	13
Consumo de proteínas en la dieta (gr/pers/día)	93	99	105	113	106	111	108	125
Consumo energía en la dieta (Kcal/pers/día)	3 050	3 340	3 220	3 490	3 560	3 590	3 520	3 730
Consumo poroto soja y subproductos (gr/pers/día)	0	0	1	0	0	0	0	0
Consumo carne cerdo y subproductos (gr/pers/día)	109	122	135	118	66	89	94	118
Consumo carne ave corral y subproductos (gr/pers/día)	23	50	54	32	49	54	50	48
Consumo carne vaca y subproductos (gr/pers/día)	57	55	54	56	70	74	68	66
%en el total de proteína de cereales y subproductos	20	18	16	20	38	32	32	32
% en el total de proteína de carne y subproductos	26	30	30	26	25	28	28	28
% en el total de proteína de peces y subproductos	3	3	5	7	4	6	6	6
% en el total de proteína de huevos y subproductos	4	4	5	5	4	3	4	3
% en la dieta de proteína de origen animal	66	66	69	65	50	54	54	55
	Dinamarca				España			
	79/81	90/92	95/97	02/04	79/81	90/92	95/97	02/04
Subnutrición total (mill personas)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% subnutrición	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% de proteínas en la energía total de la dieta	11	12	12	13	13	13	13	14
Consumo de proteínas en la dieta (gr/pers/día)	87	100	104	110	96	105	106	123
Consumo energía en la dieta (Kcal/pers/día)	3 100	3 230	3 350	3 480	3 050	3 300	3 270	3 450
Consumo poroto soja y subproductos (gr/pers/día)	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo carne cerdo y subproductos (gr/pers/día)	141	178	172	179	82	135	150	180
Consumo carne ave corral y subproductos (gr/pers/día)	23	37	47	54	59	65	66	76
Consumo carne vaca y subproductos (gr/pers/día)	39	55	52	73	32	36	37	42
%en el total de proteína de cereales y subproductos	22	22	24	23	25	22	22	20
% en el total de proteína de carne y subproductos	25	30	29	32	25	30	31	34
% en el total de proteína de peces y subproductos	10	9	7	6	9	10	11	11
% en el total de proteína de huevos y subproductos	5	5	5	5	5	5	4	4
% en la dieta de proteína de origen animal	64	65	64	64	56	59	61	64

4. Conclusiones

Enormes extensiones de ecosistemas naturales son transformados para cultivar soja, mientras se la promociona como una solución para paliar el hambre mundial. Sin embargo, los principales países receptores importan granos para producir proteína animal, que no solo no se estaría impactando favorablemente en la subnutrición, sino que estaría contribuyendo al aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, considerados como una enfermedad. Alrededor de la mitad de la proteína de soja producida en Argentina no tendría ningún destino en países que lo necesiten directa o indirectamente, evidentemente no necesitamos producir más, sino mejorar la distribución. También podríamos no mejorarla, pero sinceramente hacernos cargo de eso y admitir que el fundamento pasa principalmente por los negocios de los productores a corto plazo y el paladar de los consumidores.

Tabla 4: Comparación consumo, importación y exportación de carne (miles de t) para los cuatro principales importadores de torta de soja (1995/2004)

Miles de toneladas	1995				2004			
	Consumo	Producción	Importación	Exportación	Consumo	Producción	Importación	Exportación
Dinamarca								
Carne pollo	65.3	158.1	15.7	108.0	108.4	187.0	40.8	146.9
Carne porcina	337.3	1 494.0	20.1	1 114.3	210.9	1 809.0	68.5	1 311.6
Carne bovina	95.1	181.7	54.7	130.2	95.9	150.0	67.4	60.9
España								
Carne pollo	937.5	905	52.9	20.5	1 332.6	1 288.0	185.3	60.6
Carne porcina	2 092.9	2 174.8	71.6	153.5	1 352.5	3 175.6	262.4	524.8
Carne bovina	532.7	508.5	81.8	77.6	465.0	702.3	200.5	131.0
Holanda								
Carne pollo	276.5	601.0	110.9	436.4	243.4	992.0	411.2	694.7
Carne porcina	770.6	1 622.1	84.9	936.4	481.2	1 299.0	327.0	892.7
Carne bovina	310.1	580.0	136.8	383.0	305.0	388.0	250.9	333.9
Italia								
Carne pollo	782.4	801.0	22.0	40.6	662.7	703.0	45.9	87.1
Carne porcina	1 873.3	1 345.6	610.2	82.5	1 432.5	1 588.6	814.8	182.7
Carne bovina	1 451.3	1 180.9	355.6	85.2	1 397.6	1 151.4	443.0	177.7

Tabla 5: Producción mundial (2004) de los principales cuatro granos y ración diaria por habitante con el escenario poblacional actual y con una población estabilizada

Alimento	Producción mundial 2004 (Mtn)	Gr/personas/día (6 582 millones de personas; año 2007)	Gr/personas/día (9 500 millones de personas*)
Soya	206 408	86	60
Maíz	724 515	302	209
Arroz	608 368	253	175
Trigo	629 873	262	182

Tabla 6: Calorías, proteínas y requerimientos cubiertos (%) por una ración resultante de distribución equitativa de cosechas mundiales en dos escenarios, población actual y probable estabilización

Alimento	Población (millones personas)			
	6 582 calorías (Kcal)	6 582 proteínas (g)	9 500 calorías (Kcal)	9 500 proteínas (g)
Maíz	0.9	26.8	0.7	18.6
Arroz	0.6	18.5	0.4	12.8
Trigo	0.8	33.4	0.6	23.1
Soya	0.3	26.8	0.2	18.5
Totales	2.6	105.5	1.8	73.1
Requerimiento cubierto (%)	128.2	163.7	88.8	113.4

Referencias

- [1] J. Corchera, U. Martínez Ortiz. La expansión agrícola y el ambiente en el contexto global. En: Situación ambiental argentina 2005. *Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina, 2006.*
- [2] M. Bocchetto. Características, transformaciones y sustentabilidad de la expansión de la soya en el MERCOSUR. *FAO, www.rlc.fao.org/prior/segalim/pdf/soya.pdf, 11 p, 2005.*
- [3] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Informe general soya Campaña 2005/2006. Argentina.
- [4] D.C. Nepstad, C.M. Stickler, O.T. Almeida. Globalization of the Amazon soy and geef industries: opportunities for conservation. *Conservation Biology, 20, 1595-1603, 2006.*
- [5] Ch. Delgado, M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui, C. Courbois. Livestock to 2020: the Next Food Revolution. *IFPRI, FAO y ILRI. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper, 28, 72 p, 1999.*
- [6] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Rep. Argentina. Base de datos, <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>, 2006.
- [7] FAOSTAT. FAO statistical databases. Dirección de Estadística, <http://faostat.fao.org>, 2005.

- [8] J. Luo, F.B. Hu. Time trends of obesity in pre-school children in China from 1989 to 1997. *Int J Obes Relat Metab Disord.*, 26(4), 553-8, 2002.
- [9] Y. Wang, J. Mi, X-y. Shan, Q.J. Wang, K-y. Ge. Is China facing an obesity epidemic and the consequences? The trends in obesity and chronic disease in China. *International Journal of Obesity*, 31, 177-188, 2007.
- [10] FAO. Anuario estadístico de la FAO, 2005-2006. *Roma, Italia*, 82 p, 2006.
- [11] USDA. Production, supply, and distribution, electronic database. www.fas.usda.gov/psd, 2004.

Resumen del enfoque de planificación participativa para construir la sostenibilidad mediante el diseño y ejecución de la Agenda 21 Municipal

C. Balderrama Villazón
Directora Gestión Ambiental Alcaldía de Cochabamba, Cochabamba, Bolivia
cbalderrama@cochabamba.gov.bo

Palabras claves: Gestión ambiental participativa, Agenda 21, poder local

Resumen

La elaboración de la Agenda 21 Municipal, es considerado por el Gobierno Municipal de Cochabamba como un instrumento crucial de planificación, no sólo como una política incluyente de los actores sociales en la gestión ambiental, sino como una nueva forma de proponer políticas públicas consensuadas desde la perspectiva social con fundamentos técnicos válidos, que buscan potenciar la búsqueda del desarrollo sostenible.

Por ello, la Dirección de Gestión Ambiental de la Honorable Alcaldía Municipal de Cochabamba, con la elaboración e implementación de la Agenda 21 tiene como fin promover un cambio en las perspectivas *Medio Ambientales*, bajo el concepto de desarrollo sostenible desde el enfoque de democratización de los espacios públicos de decisión y de co - responsabilidad, involucrando a diferentes actores sociales en el mejoramiento de su calidad de vida, a fin de efectivizar y generar decisiones eficientes y efectivas y cimentar una educación y cultura ambiental con viabilidad ecológica, posibilidad económica e igualdad social; en el marco de una gestión público administrativa transformadora.

1. Introducción

En los últimos años en Bolivia la problemática ambiental se agrava periódicamente, debido a la depredación de nuestros recursos naturales y la contaminación ambiental. Asimismo, la falta de políticas públicas coherentes y eficaces y la falta de recursos tanto económicos como humanos para hacer frente a la crisis ambiental -que en países subdesarrollados es un problema que atenta la salud pública- profundizan la problemática. Por ello, se requiere urgentemente un enfoque transversal e integrador en los instrumentos de planificación y gestión pública, para avanzar hacia la sostenibilidad.

Debido a que la crisis ambiental plantea nuevos mecanismos de planificación y gestión que logren definir instrumentos eficaces dentro de un ambiente incierto y variable. Esto se podrá lograr en la medida que las decisiones políticas públicas, dejen de ser políticas circunstanciales y a corto plazo y se respalden no sólo en datos técnicos-cuantitativos, sino también en enfoques cualitativos eminentemente incluyentes de amplios sectores

sociales, donde la responsabilidad y las soluciones compartidas es el punto de inicio de la gestión ambiental.

Asimismo, el desarrollo sostenible plantea la exigencia de reconciliar el desarrollo económico y social del presente y el futuro, con capacidad de sustento de nuestros ecosistemas y protección de recursos naturales, este legado debe ser un compromiso ético de solidaridad que tenemos con las generaciones futuras y lo que a éstas debemos es la capacidad y los recursos necesarios para que lleven adelante su propio progreso económico y social. Por lo tanto, el desarrollo sostenible exige una perspectiva a largo plazo y una amplia participación en la formulación de políticas, la adopción de decisiones y la ejecución de actividades en diferentes niveles con un criterio de corresponsabilidad para asumir y hacer prevalecer nuestro derecho ambiental de vivir en un ambiente saludable con la ineludible obligación de conservarlo y protegerlo.

Y es a través del poder local municipal que se puede lograr la sinergia en definir políticas ambientales prioritarias y la ejecución de proyectos compartidos desde y con la población. Es así que el actual Gobierno Municipal de Cochabamba - Bolivia asume como estrategia de sostenibilidad la elaboración de la Agenda 21, basado en un Diagnóstico Ambiental [1] (elaborado el año 2006) bajo metodologías técnicas-cuantitativas, que logran definir la problemática ambiental actual del Municipio de Cochabamba. Siendo la Agenda 21 [2] (basada en la Declaración de Río de Janeiro, en la “Cumbre de la Tierra”, del año 1992) [3] un compromiso ciudadano a la sostenibilidad que define a la participación social como un pilar fundamental e imprescindible en la definición, realización y control de las políticas que deben orientar la agenda pública.

Los lineamientos de la Agenda 21 determinan que son “las autoridades locales en su carácter de autoridad más cercana al pueblo, desempeñan una función importantísima en la educación y movilización del público en pro del desarrollo sostenible” (Capítulo 28 titulado Iniciativas de las Autoridades Locales en apoyo a la Agenda 21). Debiendo para ello logran consolidar de manera concertada una Agenda de planificación y acción en busca de la sostenibilidad ambiental.

2. Objetivos

- Generar instrumentos innovadores en el proceso de planificación ambiental que coadyuven a establecer políticas ambientales públicas participativas [4, 5].
- Incorporar enfoques de avances de gestión ambiental participativa, como ser la Agenda 21 Local como instrumento promotor del desarrollo local.
- Determinación de métodos cualitativos que definan la planificación local estimulando el desarrollo comunal, mediante el análisis e intercambio de experiencias de gestión ambiental evaluando nuestras limitaciones y potencialidades para encarar los desafíos del desarrollo sostenible, considerando nuestras características diferenciadas y evaluando escenarios de cooperación y de corresponsabilidad [5].
- Rescatar el conocimiento comunal y tradicional en la planificación ambiental.

3. Metodología

La metodología puede desglosarse en dos fases la primera la Validación del Diagnóstico Ambiental, publicado por primera vez de manera oficial por el Municipio del Cercado, el cual se elaboro en un año y medio. El diagnóstico contemplo las siguientes características en su investigación:

- Elaborar procesos de evaluación de la contaminación hídrica, atmosférica, estado de suelos, fauna, flora, paisaje y los ecosistemas generales, en el marco de la legislación ambiental vigente en Bolivia.
- Clasificar y ponderar los impactos ambientales. Determinándose un sistema de monitoreo y control de los recursos hídricos, atmosférico, de suelos, flora y fauna para el Municipio de Cochabamba.

Finalmente, en la tabla 1 se determinan los problemas ambientales detectados.

Tabla 1: Problemas ambientales en le municipio de Cochabamba

PROBLEMA	Porcentaje	Categoría
Basura	67%	
Transporte	60%	
Contaminación del Aire	60%	MUY URGENTE
Contaminación del Agua	59%	
Áreas verdes y de recreación	58%	
Riesgos y Seguridad	52%	
Ruido	47%	
Infraestructura	42%	URGENTE
Valores Culturales	41%	
Contaminación del Suelo	38%	
Uso de Suelos	33%	
Olores	22%	
Fauna - Animales domésticos e introducidos	21%	MENOS URGENTE
Paisaje y Estética	21%	
Otros *	20%	

*Producción Agrícola, Alcohol y Drogas, Falta de Postas Sanitarias, Residuos Líquidos

La segunda fase consiste en la elaboración de la Agenda 21 en base a datos técnicos suministrados por el Diagnóstico Ambiental y datos cualitativos extraídos de la percepción social. Por ende la metodología de aplicación fue cualitativa - participativa. Utilizando como herramientas de investigación la aplicación de encuestas, entrevistas y realización de talleres, donde asistieron una heterogeneidad de grupos sociales que debatieron y consensuaron el contenido de la agenda ambiental (ejemplo representantes de OTB's, grupos religiosos, unidades educativas, universidades, Cámara de Comercio, Cámara de Industria, transportistas, comerciantes, fundaciones, Escuela de Comando del Estado Mayor (ECEM), funcionarios públicos y policía). Se determino la muestra representativa para poder legitimizar los datos.

4. Resultados

Entre los resultados más significativos, esta la elaboración de la Agenda 21, con una amplia participación social [6] y la conformación de un Comité Impulsor de la Agenda 21 Municipal, para ejecutar de manera planificada el Plan de Acción Ambiental Municipal. Finalmente, a continuación se exponen los resultados alcanzados en los ejes temáticos de análisis, así como sus debilidades y necesidades a ser atendidas.

Basura

Objetivos de sostenibilidad respecto a la basura.

Abordar la problemática de residuos sólidos implicando a todos los actores sociales, entre los criterios de intervención desde la administración se debería:

- a. Informar a la población respecto al manejo adecuado de los residuos líquidos y sólidos.
- b. Concurso de ideas ambientales.
- c. Realizar campañas de limpieza.
- d. Fortalecer el nivel de educación ambiental en las unidades educativas, ampliando gradualmente la cobertura a unidades educativas.
- e. Fortalecer la educación en hogares respecto a la selección, re - uso y reciclaje de los residuos sólidos.

Transporte

Objetivos de sostenibilidad respecto al transporte.

Reducir los niveles de ruido ambiental y el nivel de contaminación del aire producido por el parque automotor, promoviendo las siguientes actividades:

- a. Reducir los niveles de ruido ambiental y el nivel de contaminación del aire producido por el parque automotor.
- b. Complementar la normativa técnica acústica y emisión de gases y aplicarlos mediante la supervisión e inspección (Red de Monitoreo de la Calidad del Aire Red MoniCA).
- c. Realización de campañas de sensibilización y educación sobre la incidencia ambiental del tráfico urbano en condiciones inadecuadas de mantenimiento vehicular y las ventajas del transporte público.
- d. Fortalecer las campañas de concienciación sobre la contaminación atmosférica por el parque automotor (“Campaña del Aire limpio” y “Semana sin ruido”).

Contaminación atmosférica

Objetivos de sostenibilidad respecto a la contaminación del aire:

Concentrar las acciones encaminadas a la mejora de calidad atmosférica ambiental, provocada por la emisión de gases, por el conjunto de ruidos generados por: transporte motorizado, transporte aéreo, industrias, centros comerciales, establecimientos de entretenimiento, lugar de trabajos. Estableciendo la intervención desde la administración de la siguiente forma:

- a. Promoción del transporte peatonal como intervención de prevención y corrección de la contaminación atmosférica.

Sub-tema 6: Planificación y gestión en un ambiente incierto

- b. Sensibilización y concienciación de los valores ambientales y recursos naturales de la ciudad.
- c. Estrategia de control para la contaminación acústica.
- d. Campaña de reforestación.
- e. Efectivizar por medio de las campañas realizadas los Reglamentos Ambientales Municipales que contemplan el factor atmosférico, para poder regular los medios de contaminación.

Contaminación del agua

Objetivos de sostenibilidad respecto a la contaminación del agua.

Promover una nueva cultura de agua, basada en la utilización racional, mediante instrumentos económicos y normativos adecuados, además de concienciación pública. Las acciones que se consideran que deben ser mejoradas o contempladas para prevenir la contaminación del agua son:

- a. Proporcionar información técnica a la población en general.
- b. Campaña de concienciación del uso racional del agua.
- c. La empresa prestadora del servicio de agua SEMAPA debe tomar las siguientes medidas con respecto a la contaminación de agua, líneas establecidas desde la intervención de la administración.
- d. Ampliación de la cobertura del servicio de las industrias generadoras de aguas residuales.
- e. Educación y concienciación de la población para el uso adecuado del agua y el alcantarillado.
- f. Control de los efluentes de las industrias generadoras de aguas residuales.

Áreas verdes y de recreación

Objetivos de sostenibilidad respecto a las áreas verdes y de recreación:

Promover una coordinación con diferentes instituciones con el fin de potenciar la ciudad de áreas verdes y recreativas. Los criterios de intervención desde la administración son:

- a. La reforestación participativa mediante el apoyo institucional y técnico necesario, con el fin de crear una conciencia positiva sobre la necesidad de reconstruir y conservar entre todos las cubiertas forestales.
- b. Continuar con la franja amplia de bosques, praderas, parques, jardines, vías peatonales y de bici como un conjunto integrado.
- c. Constituir al Río Rocha como eje estructurante de una ciudad de calidad, como interfase natural- urbana, ecosistema de gran diversidad donde se mantenga, arboledas y un parque lineal con una lamina de agua estable.
- d. Reponer especies nativas y crear más áreas verdes.
- e. Fortalecer campañas, donde la población adopte cambios de actitud con sus áreas verdes (Adoptando un arbolito, reforestación de áreas).

Referencias

- [1] Gobierno Municipal de Cochabamba, Diagnóstico Ambiental Municipal de la ciudad de Cochabamba, 2006.

- [2] Gobierno Municipal de Cochabamba, Agenda 21 Municipal, 2006.
- [3] Declaración de la Cumbre de la Tierra, Agenda 21, 1992.
- [4] Ley 1333 del Medio Ambiente, 1992.
- [5] Reglamento General de Gestión Ambiental, 1995.
- [6] Reglamento de Prevención y Control Ambiental, 1995.

Acciones, retos y alternativas ante la problemática ambiental en una institución de educación superior

S. Ojeda Benítez, M. Quintero Núñez, G. Lozano Olvera y, C. Armijo de Vega
Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California
Av. de la Normal S/N Col. Insurgentes-Este, Mexicali, Baja California, México 21280
sojedab@uabc.mx

Palabras claves: Educación superior, problemáticas ambiental, docencia, investigación, extensión, difusión, vinculación

Resumen

En este trabajo se analizarán las principales actividades en favor del medio ambiente realizadas en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), que se agrupan en cuatro áreas de desempeño: Oferta educativa, investigación, difusión y operación; serán el eje del plan ambiental institucional. Se analizó la postura institucional ante la problemática ambiental, mediante un diagnóstico y análisis de los planes institucionales para identificar áreas de desempeño ambiental cubiertas por la UABC. Como institución educativa los programas están relacionados con la problemática del agua, manejo de residuos y ahorro de energía. Muchos factores clave están llevando hacia este cambio incluyendo: Demandas de estudiantes y empleados, ventajas económicas y sociales, así como la necesidad percibida por los líderes universitarios para enfrentar la responsabilidad de las universidades para llevar a la sociedad hacia un futuro sustentable.

Assessing land use planning procedures and land evaluation practices at district level. A case study in Chokwe District, Gaza Province, Mozambique

C.K. Ovando Crespo¹, D.G. Rossiter², E.J.M. Dopheide²

¹ Center for Aerospace Survey and GIS Applications for Sustainable Natural Resources Development (CLAS), Cochabamba, Bolivia

² International Institute for Geo-information Science & Earth Observation (ITC), Enschede, Netherlands
ovando07617@alumni.itc.nl

Keywords: Land use planning, district planning, Mozambique

Abstract

Land Use Planning (LUP) is a complex process that involves several dimensions, expert knowledge levels and scales. An important tool for strategic LUP is Land Evaluation (LE). Several authors have identified many deficiencies regarding the consideration of Land User's objectives, interest, potentials and constraints in these procedures. The study addresses this issue to find: To which extent farmer's interests are considered in LUP Procedures and LE Practices at District Level? To answer this question interviews, a village survey among with secondary data collection were conducted in Chokwe District. Problems and bottlenecks in these procedures were identified. A characterization of Chokwe farmers according the local typology provided elements to distinguish farmers. The results shows that institutional actors identify and differentiate farmer's objectives, potentials and constrains, but are not fully addressed due many restrictions in the process that restrain their consideration in the LUP mechanisms and interventions such the agricultural campaign planning.

Acknowledges

The poster presented describes work undertaken as part of a programme of study at the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC) with financial support of the Netherlands Fellowship Programme. We wish to thank Bert Toxopeous, the SEAM MICOA/ITC Programme and the Ministry for Coordination of Environmental Affairs (MICOA), the Ministry of Agriculture and Rural Development (MADER) for the support during the fieldwork in Mozambique.

Atlas ambiental del Municipio Habana Vieja, Cuba: Un instrumento para el análisis de la sostenibilidad a nivel municipal

B.L. Miravet Sánchez¹, A.E. García¹, F. Acosta¹, Y. Suarez⁴, E. Jaimez¹, M. Campos¹, E. Rocamora¹, M. Guerra¹, B.E. Gonzalez², P. Sánchez³, L.D. Perez², L. Rey¹, I. Guerra¹, I. Gonzalez¹, P. Pacheco¹, Y. Ibañez⁵, J. Gandarrilla¹, J. de Huelbes¹, Y. Zains¹, J. Olivera¹, J. Alcaide¹

¹ Instituto de Geofísica y Astronomía; ² CENAI; ³ Meteorología; ⁴ Gobierno Habana Vieja; ⁵ Delegación del CITMA de Ciudad Habana, Cuba
liz@iga.cu

Palabras claves: Cartografía ambiental, Sistema de Información Geográfica

Resumen

Es necesario contar con una buena información cartográfica, que permita tomar decisiones apoyándose en el conocimiento de la realidad ambiental de una zona determinada, una región o el país en su conjunto. Para cubrir esta necesidad surge la cartografía ambiental. Nos proponemos el objetivo de caracterizar y representar al medio físico y socioeconómico del territorio sobre una base cartográfica adecuada, soportada e integrada en un SIG, mostrándose un conjunto de mapas temáticos e integrados que conforman el Atlas ambiental del municipio Habana Vieja. Se investigaron las causas, alcance y perspectivas de los principales problemas ambientales detectados, para fundamentar la estrategia ambiental municipal. Esto garantizará el desarrollo de una gestión ambiental adecuada por el gobierno municipal, logrando la máxima racionalidad en la toma de decisiones sobre conservación, protección del medio ambiente y desarrollo sustentable.

Biogas en Bolivia en viviendas autoenergéticas: Una nueva forma del futuro energético del país en el área rural

O. Campero Rivero
Tecnologías en Desarrollo
Cochabamba, Bolivia
tecnologiadesarrollo@lycos.com

Palabras claves: Energización rural, biogas, biodigestor, letrinas- duchas ecológicas, colectores solares

Resumen

La inequidad en distribuir energéticos en Bolivia es grande. No existe posibilidad que en zonas rurales generen mejoras en su calidad de vida. Bolivia es uno de los mayores productores de gas de Sudamérica, pero se carece de fuentes energéticas en el área rural. La incorporación del concepto de energización rural por la vivienda autoenergética en el diseño de programas rurales podría contribuir a mejores resultados y posibilitaría análisis integrados de aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y energéticos. Un plan de energización del área rural se concibe como un apoyo directo a los esfuerzos locales por resolver los problemas que han limitado la energización rural. A partir de 2001 la ONG Tecnologías en Desarrollo aplicó una iniciativa piloto de implementar biodigestores bajo la modalidad de promoción de energías renovables y manejo integral de residuos sólidos en zonas rurales. Se pretende una mayor difusión de esta tecnología de biodigestión.

Cartografía, SIG y prevención de peligros naturales y antropogénicos. Implementación de atlas medio ambiental en municipio Centro Habana

F. Acosta¹, R.M. Leal¹, A. Vera¹, P. Pacheco¹, E. Rocamora¹, M.T. Yera²,
B.E. González³, M. Guerra¹, D. Pérez³

¹ Instituto de Geofísica y Astronomía, La Lisa, Ciudad de La Habana, Cuba

² Dirección Municipal de Planificación Física de Centro Habana

³ Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENSAIS), Cuba
fausto@iga.cu, bertha@chcenais.cu

Palabras claves: SIG, atlas, territorio municipal, manera integral

Resumen

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas para la creación y mantenimiento de bases de datos gráficas y alfanuméricas, cartográfica e informativas. Se concibe el atlas del municipio Centro Habana para crear la base cartográfica y que permita la actualización y monitoreo de los problemas ambientales a escala urbana y a la vez se cuente con una base de datos soportada en un SIG (ILWIS 2.0). La información en SIG permitirá a las autoridades locales dirigir el proceso inversionista, tomando en cuenta a medio ambiente. El centro de riesgo municipal a partir de ahora contará con una base cartográfica útil para la gestión ambiental municipal para planificar, dirigir y administrar el territorio municipal de manera integral y sostenible, delimitando las áreas de riesgos y previniendo desastres mayores.

Consumption in the cañahua chain of Bolivia

C.C. Montaña, W.Pelupessy
Development Research Institute (IVO), Tilburg University, Tilburg, The Netherlands
Centro de Estudios de Planificación y Gestión (CEPLAG),
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
cmontano@iese.umss.edu.bo

Keywords: Cañahua, global commodity chain, consumption

Abstract

Cañahua is a pseudo-cereal cultivated by poor peasants in Andean zones and resistant to harsh climatic conditions. It has high nutritional values, does not need chemical fertilizers and is an important staple in the local diet. However, cañahua is also an underutilized crop, and the commercial and income generating capacities for the cultivators have been poorly developed. Low levels of production and the substitution by more commercial crops may imply that it is in danger of disappearance.

For all these reasons it will be important to improve the competitive position of cañahua cultivators in the chain. We apply the Global Commodity Chain approach, which has never been used for a traditional agricultural system like cañahua, with imperfect and incomplete markets.

The final demand of urban consumers at the end of the chain could offer interesting opportunities for the survival of the crop. By using multivariate methods on recent fieldwork data, we specify a typology of consumer's categories, classified by tradition, economic conditions and preferences.

The main conclusions are: the patterns of consumption are far from homogeneous, the Andean Grains do not have appropriate marketing strategies, and the differences between consumers are also explained in economic and status terms. Generally, low levels of consumption of Andean Grains were observed. But, in the southern zone consumers of cañahua were identified who kept the tradition. Southern zone has a population of mainly "poor" individuals.

In addition, social networks play an important role as "influence networks" or "knowledge networks", whereby relatives, become central diffusion agents. Existing socio - economic and cultural tradition tend to maintain a tendency consumption of Cañahua, by older individuals. Finally, the importance of the market and the social and cultural aspects are crucial to understand the particularities and scope of cañahua's consumption.

Delimitación de la interfase rural-urbana en base a indicadores ambientales de la ciudad de Mar del Plata (Argentina)

R. Ferraro¹, L. Zulaica^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Ambientales, FAUD, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3350 (CP 7600) Mar del Plata, Bs. As., Argentina

²Becaria CONICET
rferraro@mdp.edu.ar

Palabras claves: Interfase peri-urbana, indicadores ambientales, problemas ambientales

Resumen

La delimitación de la interfase urbano-rural constituye el punto de partida para la comprensión de la dinámica y de los procesos que la caracterizan. El presente trabajo selecciona indicadores pertinentes para definir el área peri-urbana de Mar del Plata, Buenos Aires (Argentina) en base a un sistema de clasificación doble: PER (presión-estado-respuesta) y modelo MFC (modelo-flujo-calidad). Entre los indicadores se incluyen: Abastecimiento de servicios del sistema urbano e indicadores vinculados a los servicios ecológicos que provee el sistema natural. La delimitación del sistema peri-urbano a partir de los indicadores seleccionados permitió identificar procesos diferentes dentro del mismo y a su vez distintos de aquellos que caracterizan las áreas típicamente urbanas y/o rurales. Los resultados obtenidos sientan bases para la planificación, gestión y ordenamiento del sistema peri-urbano como un subsistema independiente de la ciudad, pero íntimamente vinculado a ella.

Ecoparque Lago de las Garzas: Un Centro de Educación Ambiental para la Ciudad de Cali, Colombia

A.M. Valencia, A. Zamorano
Colegio Bolivar, Cali, Colombia
avalencia@colegiobolivar.edu.co

Palabras claves: Gestión, conservación, convenio interinstitucional, educación ambiental

Resumen

El desarrollo social y económico de nuestra Región, de Colombia y en general de América Latina, al igual que en otras partes del mundo, ha dependido fundamentalmente de los recursos naturales. Es por esto, que temas como la conservación, protección y uso sostenible de la biodiversidad hacen parte de los instrumentos legales, económicos y socio-políticos del país, ante una evidente y cotidiana relación crítica entre el hombre y su entorno. En este sentido, es de gran relevancia para la Región del Valle del Cauca, (Colombia), contar con un espacio verde, un humedal que ha estado protegido de la depredación y de los problemas que se han visto asociados al desarrollo, un lugar con una gran diversidad de especies de flora y fauna, que se ha ido convirtiendo con el paso del tiempo, en un laboratorio real de protección, mejoramiento y conservación de espacios urbanos de alto riesgo de deterioro ambiental.

Desde sus inicio, el Ecoparque Lago de las Garzas ha tenido como uno de sus principales propósitos el cuidado y conservación de éste humedal urbano con alto riesgo de deterioro ambiental. Los primeros esfuerzos se llevaron a cabo en 1995, en ese entonces no existía ninguna clase de control, al punto que algunas especies disminuyeron notablemente debido al inadecuado uso que algunos visitantes le daban al lugar. En 1996 con el apoyo del DAGMA (Entidad gubernamental) y la comunidad, se iniciaron labores de recuperación mediante la remoción de escombros, limpieza, organización de los senderos y posteriormente con la siembra de algunos árboles. En 1997 la CVC (Entidad gubernamental) y el Colegio Bolivar (Entidad Privada) se unieron al proyecto apoyando las actividades de mantenimiento y educación ambiental con grupos e instituciones de diferentes comunas de la ciudad.

Después de más de una década de conservación y mantenimiento de éste humedal, para el Ecoparque lo más relevante es trabajar por la Sostenibilidad de este importante ecosistema urbano, refugio de especies de flora y fauna, herramienta substancial para la investigación y la educación, permitiendo, desde diferentes ángulos, incentivar y motivar a la ciudadanía hacia la creación de alternativas sustentables a largo plazo, apoyando así, el compromiso de crear una ciudadanía ambiental en la búsqueda de mejores futuros

El viento produce agua y el hidrógeno complementa una propuesta de desarrollo rural sustentable

A.L. Quintanilla-Montoya, L. Mendoza-Espinoza, W. Dásele Heuser
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California
Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Baja California 22860, México
analuzqm@uabc.mx, lmendoza@uabc.mx, walter@uabc.mx

Palabras claves: Estrategia, desarrollo sustentable, zonas rurales, energía

Resumen

Se presenta resultados de varios proyectos de investigación, que en su conjunto han propuesto una estrategia de desarrollo rural sustentable para las zonas rurales árido-costeras de la península de Baja California en México. Los resultados incluyen la evaluación del potencial de los recursos energéticos renovables solar y eólico para proveer de energía eléctrica. Se evaluó el estado del arte actual de tecnologías desalinizadoras del agua de mar, seleccionando la óptima para abastecer de agua potable, mediante la electricidad generada por energías renovables. Los resultados no solamente permitirán satisfacer las necesidades más apremiantes que demandan, sino también tienen impacto en las actividades sociales y económicas de las sociedades y en el desarrollo de los aspectos culturales, los cuales pueden servir de ejemplos para su extensión en otros sitios del Estado y de México.

Escenarios para la evaluación jerárquica de la sustentabilidad global de plantas generadoras de electricidad

C. Roldán Ahumada, M. Martínez Fernández
Centro de Investigación en Energía
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado Postal 34, Temixco, Morelos, 62580, México
mcra@cie.unam.mx

Palabras claves: Sustentabilidad, ciclo de vida, tecnologías de generación de electricidad, método multicriterio

Resumen

Se aplicó el método multicriterio AHP (Analytic Hierachy Process-Proceso Analítico de Jerarquización) para evaluar la sustentabilidad en todo el ciclo de vida de las tecnologías de generación de electricidad (hidroeléctrica, carboeléctrica, termoeléctrica combustóleo, termoeléctrica gas natural, geotérmica, nucleoléctrica, eoléctrica, fototérmica y fotovoltaica) con la finalidad de ofrecer un método útil en la toma de decisiones para impulsar el desarrollo sustentable. Se analizan ocho escenarios. Los resultados en la mayoría de los escenarios reflejan el beneficio de las energías renovables: Energías hidroeléctrica, fototérmica y eólica son las más sustentables. Para alcanzar el desarrollo sustentable en México, las políticas energéticas deben estar más cercanas al uso de las energías renovables.

Experiencia de Cuba en el manejo sostenible de plagas al nivel de los sistemas agrícolas

L.L. Vázquez Moreno
Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV)
Calle 110 No 514, Entre 5ta B y 5ta F. Playa, CP 11600, Ciudad de La Habana, Cuba
lvazquez@inisav.cu

Palabras clave: Sistemas agrícolas, manejo de plagas, agricultura sostenible, Cuba

Resumen

El manejo sostenible de plagas en Cuba en sistemas agrícolas es el resultado de un proceso coordinado de investigación-desarrollo participativo iniciado desde 1973. Se presentan los avances y experiencias logrados hasta el presente. Se incluyó el modelo de protección de plantas (aplicaciones por calendario de plaguicidas químicos) hasta el modelo agroecológico a nivel de sistemas agrarios en alrededor del 50% de la producción del país con una reducción de más del 70% de plaguicidas sintéticos (50 mil TM por año en 1973 a menos de 10 mil TM en la actualidad). El proceso ha sido favorecido porque el manejo de plagas se logra desde la escala del sistema agrario, procesos de educación de los diferentes actores (funcionarios, técnicos y agricultores), coordinación de prácticas agrícolas entre diferentes agricultores y producción local de controles biológicos.

Implementación de programas de educación ambiental a distancia sobre la problemática del agua: el aporte de las Organizaciones de la Sociedad Civil

S.I. Alegre, L.G. Coria, G.A. Dovico
Organización Visión Ambiental, Argentina
naturasil@yahoo.com, corialorena@yahoo.com.ar, goyodov@yahoo.com.ar

Palabras claves: Problemática del agua, educación ambiental comunitaria

Resumen

La importancia del agua para la vida y logro de un verdadero desarrollo de la humanidad han contribuido a que se transforme en un elemento esencial en las sociedades mundiales. Su escasez real y excesiva demanda se tradujo en presiones, que impiden que las comunidades locales puedan alcanzar los objetivos que involucra un proceso de desarrollo sustentable. Hay una necesidad imperiosa de formar y educar ambientalmente a nuestras sociedades. En este contexto, el desafío de la ONG Visión Ambiental consiste en acompañar a la comunidad local a entender situaciones ambientales conflictivas, causas y consecuencias, logrando así la apropiación social de las herramientas técnicas, teóricas y metodologías para desarrollar soluciones. Uniendo la necesidad de introducir el enfoque ambiental con los objetivos de la organización, se diseñó y desarrolló el curso “El agua desde un enfoque ambiental”, con resultados exitosos en cuanto a implementación de manejos locales sustentables respecto al agua.

Integrated urban development of the Valle Hermosa - Uspa Uspa corridor, Cochabamba, Bolivia

F. Acosta Aguila
Institute of Geophisic and Astronomy, CUBA
fausto@iga.cu

Palabras claves: GIS, land use, strategic planning

Abstract

Cochabamba city is divided into 15 districts. The study area is the sector USPA USPA, which is located in the South within, district number 8. This area has a size of 400 hectares. People have already built some houses without permission. But there is also the planned residential area called Calicanto, which covers 44 hectares.

The aim of the study is to quantify the amount of land suitable for housing development in the USPA-USPA sector and to make an estimate of size of the population that can be live there. Local officials can use the results of this research to make better decisions concerning future land use of the area. The use of this study might avoid negative and disorganised city expansion, which generates land use conflicts. Also the result of such study can serve as important pieces of information in developing comprehensive land use plans.

Introducción a la educación ambiental en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes

J.A. Villordo Saucedo
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Av. Adolfo López Mateos 1801 Ote., Fracc. Bona Gens, C.P. 20256
Aguascalientes, Ags., México
jvillordo@terra.com.mx

Palabras claves: Concientización, conservación, mejoramiento, medio ambiente, sensibilización, proyectos comunitarios ambientales

Resumen

Con objeto de brindar al alumno conocimientos ambientales, que le generen una actitud de responsabilidad sustentable, el Instituto de Tecnológico de Aguascalientes gestionó en 1999 un acuerdo de cooperación con el Municipio de Aguascalientes para que su personal impartiese a los alumnos de primer semestre de las siete carreras, un curso-taller, visitas de campo y realización de un proyecto comunitario ambiental (30 hrs.). El objetivo ha sido contribuir a la concientización del alumno para la conservación y mejoramiento del medio ambiente a través de la sensibilización teórica y práctica, generando la promoción de actividades preventivas al deterioro y abuso de la utilización de los recursos naturales. Hasta septiembre del 2006 se trabajaron con 5 418 alumnos y se realizaron 377 proyectos comunitarios ambientales. El programa se diseñó en base a una filosofía que despierte el amor por la naturaleza con una estructura operativa de mejora continua para lograr el objetivo planeado.

La agresión motorista: Planificación y gestión de tráfico en el valle de Cochabamba

R. Eid

Facultad de Sociología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
ricardoeid@yahoo.com

Palabras claves: Peatones, motoristas, agresión motorista, fomento oficial, tolerancia social

Resumen

En la ciudad de Cochabamba, en ciertos horarios, peatones y motoristas comparten la calzada. Algunos encuentros entre peatones y motoristas descubren el principio implícito que la seguridad de peatones queda en manos de motoristas, quienes los respetan, dándoles el espacio y tiempo necesarios para moverse por la vía. Esto ocurre cuando la congestión vehicular es máxima y es grande el número de peatones. En cambio, en vías con mayor espacio para motoristas opera un principio opuesto: la seguridad de peatones depende exclusivamente de ellos; los motoristas actúan como si los peatones no tuvieran el derecho de usar la vía. La política del municipio y la prefectura de Cochabamba busca poner en vigencia el principio de la exclusividad motorista; a mayor espacio para motoristas en las vías, mayor velocidad usarán. Esta situación de agresión es aceptada por la sociedad y fomentada por los niveles de decisión en el diseño urbano.

La agroecología vista a través de la participación en condiciones de montaña. Una experiencia Cubana

D. Salas Delisle, J. Silva Cutiño
Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Oriente, Cuba
dsalas2006@yahoo.es

Palabras claves:

Resumen

Los sistemas de información geográfica como gestor de datos para la toma de decisiones ambientalista: Gobiernos regionales y locales de Namibia

F. Acosta

Instituto de Geofísica y Astronomía, Calle 212 No 2906 e/ 29 y 31 Rpto. La Coronela,
La Lisa, CP 11 600, Ciudad de La Habana, Cuba
fausto@iga.cu

Palabras claves: SIG, gobiernos, Namibia

Resumen

En el Ministerio de los Gobiernos Regionales y Locales de Namibia se implementó un sistema de información geográfica (SIG) con un alcance desde el nivel nacional hasta el de base. Se involucró a los directivos para establecer una red de base de datos para resolver los problemas existentes en el país. Se realizó un diagnóstico de la situación actual sobre esferas socio-económicas y sus respectivas propuestas para cada una de las regiones. La base de datos diseñada permitió crear un total de 36 mapas y 15 mapas aproximadamente por región, con respuestas a los problemas medio ambientales. El SIG constituyó el soporte digital para almacenamiento de datos espaciales y no espaciales que describen el medio ambiente. La información espacial expresada en punto, línea y polígono, así como datos no espaciales fue interrelacionada para producir búsquedas y análisis espaciales de acorde a las necesidades actuales y futuras del país.

Método de valoración contingente y enfoque ecosistémico: Laguna Alalay en Cochabamba, Bolivia

A. Saravia¹, A. Rúa Quiroga²

¹ Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

² Carrera de Economía

Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

arq_21@hotmail.com

Palabras claves: Economía ecológica, ecosistémico, valoración contingente, humedales, países en desarrollo

Resumen

El trabajo toma considera a la Laguna Alalay en términos de superficie, diversidad biológica, complejo escenario en simbiosis con aspectos económicos y sociales. Este estudio realiza una valoración parcial de la laguna, en tanto se concentra en valorar sus servicios recreativos. Se utiliza el enfoque ecosistémico con unidad fundamental de análisis: Componentes biológicos, económicos y sociales. El fin es que se constituya en la construcción de herramientas para decisores y desarrollar investigación-acción con frutos más de los previstos. Se aplicó como metodología de valoración económica al método de valoración contingente decisor sobre una tarifa razonable para que la demanda actual no disminuya. Según encuestas realizadas visitantes y lugareños están dispuestos a pagar por la preservación de la laguna (por su riqueza natural, fuentes laborales y mejora de la calidad de vida). Esta investigación resalta el potencial de las medidas de incentivo más que las de comando y control.

Propuesta de conservación y aprovechamiento sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la sierra San Felipe, Baja California, México

J. Escobar-Flores, P. Castillo-Castillo, A.A. Guevara-Carrizales,
G. Gonzáles-Olimón, M.R. Espejo-Gómez, R. Martínez-Gallardo
Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Maestría en Manejo de
Ecosistemas de Zonas Áridas
Especialidad en Gestión Ambiental
Km. 103 Carretera, Tijuana-Ensenada, C.P. 22800, Ensenada, Baja California, México
jonas286@hotmail.com, perrilloperrillo@hotmail.com, aaguev@yahoo.com,
golimon@hotmail.com, robtron@uabc.mx, bajaisla@hotmail.com

Palabras claves: Borrego cimarrón, cacería, plan de manejo, Baja California, conservación

Resumen

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es la especie cinegética más importante de América. Motivo por el cual estuvo sujeta a aprovechamiento en Baja California de 1960 hasta 1990. A partir de esta fecha, por acuerdo presidencial se establece una tasa de aprovechamiento cero, y se decreta como especie sujeta a protección especial. Desde 1990 hasta la fecha no se ha realizado cacería legal, lo cual trajo como consecuencia que las tierras donde habita esta especie fueran abandonadas provocando el surgimiento de la cacería furtiva. Trayendo como consecuencia la pérdida parcial o inclusive total de hatos de borregos cimarrones en Baja California. Es por ello que se presenta una propuesta de plan de manejo que busca la conservación y el aprovechamiento sustentable de la especie en una de las sierras en donde se tenía una muy buena población de borregos y que actualmente ha menguado.

Revitalizing the Valamo (Valaam) monastery and islands as a sustainable community with an environmentally appropriate agricultural system to become a model to other communities in Karelia, Ingermanland and the whole world

A.V. Khomutov
North Central Missouri College, Trenton, Missouri
P.O. Box 1527, W.A.S., Ames, IA, 50014-1527, USA
akhomutov@mail.ncmissouri.edu

Keywords: Agricultural processes, ecoagriculture, Valamo islands, Karelia

Abstract

Historically, Valamo Islands are located in the Finnish speaking Karelia, and the monastery was established perhaps as early as the 10th century by missionaries from Novgorod. Gradually, the monastery became one of the largest in Russia, having at its most active era some 1500 monks and 500 hired personnel. Of the islands' 2000 acres of land, about 400 were cultivated, 100 were covered by buildings, and 1000 were forests. The monks were engaged in all of the productive activities that made the religious community self-sustaining. Surplus food and products were sold in St.-Petersburg.

Although the monastery had survived the ravages of many wars, the final break came in 1939-40, when the Soviet Union attacked Finland. During the "Winter War", the islands and the monastery were bombed, and the monks moved to the main land Finland. The islands were ceded to the Soviet Union and during the following fifty years much vandalism and destruction took place. The islands were occupied by the military and the population changed entirely since the monks moved away. A few hundred workers were brought in from different parts of Soviet Union, the food and supplies were brought from outside, the land was not tilled and the drainage ditches were grown shut by willows. With the "glasnost", a portion of the Valamo Islands and monastery were returned to the Orthodox Church under the Moscow Patriarchy, and some efforts were started to restore deteriorated buildings. The islands have also become a favorite tourist attraction, with almost tenfold more visitors come during the summer season - but not as pilgrims who previously provided volunteer workers. Today, new efforts to assist the monastery and the community to revitalize the former productive agricultural system have been started by Lengiprogor and Agrophysics Institutes in St.-Petersburg and Valamo Society and Iowa State University in Ames, USA. This cooperative effort aims to help the "rebirth" of Valamo Islands by a plan, a Model, of ecoagriculture based on environmentally correct methods, education and world wide search for funding.

Sector de ovinos en el Perú con perspectivas al 2015

R.I. Diaz Ramirez
Ministerio de Agricultura, Lima, Perú
ridiaz@minag.gob.pe

Palabras claves: Ovinos, pieles, calzado, cuero

Resumen

Perú tiene una población de 14 822 226 ovinos e involucra aproximadamente a 1 500 000 productores en las zonas altoandinas y de mayor pobreza. Los productos de la crianza de ovinos son: carne, lana, pieles y estiércol. El mercado paga precios altos lanas finas y superfinas. Los productores tendrán que asociarse con el objetivo de trabajar con extensiones de tierras mayores a 50 hectáreas y realizar manejo bajo cooperativas o asociaciones. Las perspectivas al 2015 para crianza de ovinos en el Perú proyectan la certificación de zonas potenciales en la sierra y producir corderos de leche, quesos de ovinos orgánicos, jamones y cortes de carne de ovino específicos. Se debe proyectar hacia pieles de corderos de buena calidad para fortalecer a las curtiembres nacionales y terminar con productos con el mayor valor agregado para el sector calzado y cuero.

Sectorización con criterios ambientales del sistema periurbano de Mar del Plata (Argentina)

R. Ferraro¹, L. Zulaica^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Ambientales, FAUD, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3350 (CP 7600) Mar del Plata, Bs. As., Argentina

²Becaria CONICET
rferraro@mdp.edu.ar

Palabras claves: Sistema peri-urbano, problemática ambiental, dinámica peri-urbana

Resumen

La interfase periurbana de Mar del Plata (Argentina) es un sistema complejo de heterogeneidad espacial y crecimiento acelerado; hay unidades territoriales menores con agudas problemáticas sociales y ambientales asociadas a actividades dominantes. Se identificaron cinco sectores con características socioeconómicas, problemáticas ambientales y dinámica de conformación. La ciudad se encuentra recostada al Océano Atlántico con extensión urbana de 50 km; este límite costero es rígido y de los cinco sectores identificados, sólo dos (NE y SE) tienen vinculación con la costa. El primero combina actividad urbana de baja densidad y ganadería extensiva; y el segundo con clara vocación turística. Hacia el interior del continente, los tres sectores restantes quedan delimitados por vías de comunicación; El sector SO con minería, industria y hortícola; en sentido O-NO con actividad hortícola con residencial en una villa serrana; al NE-E con actividades agrarias extensivas. La gestión de conflictos en el peri-urbano demandará estrategias sectoriales particulares.