



lyonia

a journal of ecology and application

**Lyonia 6(2) 2004- Conservation of Biological and Cultural Diversity
in the Andes and the Amazon Basin - Biodiversity Conservation
and Management Vol. 2**

Volume 6(2)

December 2004

ISSN: 0888-9619

Introduction

Scientists widely agree that species extinction has heavily accelerated in the last decades. The majority of the worlds species are found in tropical forests, covering a mere ten percent of the planets surface. A grave problem for the conservation of diversity is the still very fragmentary knowledge of the ecology of most species.

The Andes and the Amazon Basin represent one of the most important Biodiversity-Hotspots on Earth. Attempts of sustainable management and conservation must integrate local communities and their traditional knowledge. Management decisions need to include the high importance of natural resources in providing building materials, food and medicines for rural as well as urbanized communities. The traditional use of forest resources, particularly of non-timber products like medicinal plants, has deep roots not only in indigenous communities, but is practiced in a wide section of society. The use of medicinal herbs is often an economically inevitable alternative to expensive western medicine. The base knowledge of this traditional use is passed from one generation to the next. Especially the medical use represents a highly dynamic, always evolving process, where new knowledge is constantly being obtained, and linked to traditional practices.

An increased emphasis is being placed en possible economic benefits especially of the medicinal use of tropical forest products instead of pure timber harvesting, an approach particularly appealing to countries with difficult economic conditions. Most research efforts, due to lack of manpower, time end resources, focus only on either biodiversity assessments or ethnobotanical inventories, or try to implement management and use measures without having a sound scientific base to do so. Often the needs of the local populations, e.g. their dependency on plant resources for health care are entirely ignored.

In 2001, the 1. Congress of Conservation of Biological and Cultural Diversity in the Andes and the Amazon Basin in Cusco, Peru, attempted to provide a platform to bridge the existing gap between Scientists, Non Governmental Organizations, Indigenous Populations and Governmental Agencies.

The 2. Congress of this topic was held in Loja, Ecuador in 2003.

Lyonia has dedicated its 2004 issues to the publication of the most important contributions to the Loja congress.

Volumes 6 (1-2) contain papers on the Biodiversity Conservation and Management.

Volume 7 (1) deals with Flora and Vegetation of the Region

Volume 7 (2) focuses on Ethnobotany, Resource use and Zoology

Editorial Board

Editor-in-Chief

Rainer Bussmann

Contact Information

Surface mail:

Lyonia

Harold L. Lyon Arboretum

3860 Manoa Rd. Honolulu, HI 98622 USA

Phone: +1 808 988 0456

e-mail: lyonia@lyonia.org

Editorial Board

Balslev, Henrik, University of Aarhus, Denmark

Brandt, Kirsten, Denmark

Bush, Marc, Florida Institute of Technology, USA

Cleef, Antoine, University of Amsterdam, Netherlands

Cotton, Elvira, University of Aarhus, Denmark

Goldarazena, Arturo, NEIKER, Spain

Geldenhuys, Coert, FORESTWOOD, South Africa

Goikoetxea, Pablo G., NEIKER, Spain

Gradstein, Rob, University of Goettingen, Germany

Gunderson, Lance, Emory University, USA

Hall, John B., University of Bangor, United Kingdom

Janovec, John, BRIT, USA

Joergensen, Peter, Missouri Botanical Garden, USA

Kilpatrick, Alan, San Diego State University, USA

Kueppers, Manfred, University of Hohenheim, Germany

Lovett, Jon C., University of York, United Kingdom

Lucero Mosquera, Hernan P., Universidad Tecnica Particular Loja, Ecuador

Matsinos, Yiannis G., University of the Aegean, Greece

Miller, Marc, Emory University, USA

Navarete Zambrano, Hugo G., Pontificia Universidad Catolica Quito, Ecuador

Onyango, John C., Maseno University, Kenya

Pritchard, Lowell, Emory University, USA

Pitman, Nigel, Duke University, USA

Pohle, Perdita, University of Giessen, Germany

Poteete, Amy R., University of New Orleans, USA

Sarmiento, Fausto, University of Georgia, USA

Sharon, Douglas, University of California at Berkeley, USA

Silman, Miles, Wake Forest University, USA

Thiemens, Mark H., University of California San Diego, USAU

Iloa, Carmen, Missouri Botanical Garden, USA

Wilcke, Wolfgang, Technical University Berlin, Germany

Yandle, Tracy, Emory University, USA

Zimmermann, Reiner, Max Planck Institute for Ecosystem Research, Jena, Germany

What is Lyonia?

What is Lyonia?

Lyonia is an electronic, peer-reviewed, interdisciplinary journal devoted to the fast dissemination of current ecological research and its application in conservation, management, sustainable development and environmental education. Manuscript submission, peer-review and publication are entirely handled electronically. As articles are accepted they are automatically published as "volume in progress" and immediately available on the web. Every six months a Volume-in-Progress is declared a Published Volume and subscribers receive the table of Contents via e-mail.

Lyonia seeks articles from a wide field of disciplines (ecology, biology, anthropology, economics, law etc.) concerned with ecology, conservation, management, sustainable development and education in mountain and island environments with particular emphasis on montane forest of tropical regions.

In its research section Lyonia published peer-reviewed scientific papers that report original research on ecology, conservation and management, and particularly invites contributions that show new methodologies employing interdisciplinary and transdisciplinary approaches. The sustainable development and environmental education section contains reports on these activities.

Table of Contents

Volume 6(2)

Biodiversity of land-use systems in coastal Ecuador and bioindication using trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies.

Biodiversidad de los sistemas de uso de la tierra en la costa Ecuatoriana y bio-indicación usando trampas-nidos para abejas, avispa y sus enemigos naturales

J.Tylianakis^{1*}, D. Veddeler¹, T. Lozada¹, R.M. López², P. Benítez³, A.-M.Klein¹, G.H.J. de Koning², R. Olschewski³, E. Veldkamp², H Navarrete⁴, G. Onore⁵ & T. Tschardt¹ [7-15]

Present status of the brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) in Ecuador.

Estado actual del mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) en el Ecuador.

Diego Tirira [17-24]

Ecological study, management and conservation of *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), species in Status Critical (CR), Santa Cruz island, Galápagos.

Estudio ecológico, manejo y conservación de *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), especie en estado crítico (CR), Isla Santa Cruz, Galápagos.

Aldaz Arias Iván [25-33]

Bioregional and ecological evaluation of the Amaluza páramos at the influence area of Páramo project, a propose to the biological corridor Sabanilla, province of Loja -Ecuador.

"Evaluación Bioregional y Ecológica de los Páramos de Amaluza en el Área de Influencia del Proyecto Páramo, Una Propuesta Para el Corredor Biológico Sabanilla, Provincia de Loja - Ecuador"

Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel [35-42]

Endemism as a tool for conservation. Podocarpus National Park a case study.

Endemismo una herramienta para la Conservación. Parque Nacional Podocarpus un caso de estudio.

Pablo Lozano, Tania Delgado y Zhofre Aguirre [43-53]

Ecological forest species groups in Northeastern Ecuador and their importance for the management of indigenous forest.

Gremios ecológicos forestales del noroccidente del Ecuador: implicaciones en el manejo del bosque nativo.

Walter A. Palacios¹ & Nubia Jaramillo²

[55-75]

Environmental education as a tool for conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador

La educación ambiental como herramienta para la conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador

Saskia Flores Velasco*, Jaime Camacho García

[77-96]

Preliminary results about the short term impacts of the construction of the crude oil pipeline in Northwest Pichincha.

Resultados Preliminares Sobre el Impacto a Corto Plazo de la Construcción del Oleoducto de Crudos Pesados en el Noroccidente de Pichincha.

Markus P. Tellkamp^{1*}; Tatiana Santander; Irina Muñoz; Fabián J. Cupuerán; Alexandra Onofa; Fabián R. Granda

[97-125]

The family Gesneriaceae as example for the Biological extinction in Western Ecuador.

La familia Gesneriaceae como ejemplo de Extinción biológica en el Occidente del Ecuador.

Lars Peter Kvist¹, Laurence E. Skog², John L. Clark^{3,2}, & Richard W. Dunn⁴

[127-151]

Transformation of the vegetal cover in the high mountain of the cordillera oriental, Colombia.

Transformación de la cobertura vegetal en la alta montaña de la cordillera oriental de Colombia.

Cortés-S., Sandra Pilar^{1*}; Rangel-Ch., J. Orlando¹ & Serrano-V., Hernán²

[153-160]

The meaning of regeneration strategies and anthropogenic influence for the forest expansion in East African montane forest ecosystems - a modelling approach.

La importancia de estrategias de regeneración y influencia antropica por la expansión de bosques en el ecosistema del Bosque Montano del este de África - un modelo.

Kiefer, Stefan^{1*}; Bussmann, Rainer W.²

[161-169]

Invasive grasses in the Galapagos Islands

Hierbas Invasivas en las Islas Galapagos

Simon Laegaard¹ & Paola Pozo García²

[171-175]

Preliminary characterization of the aquatic ecosystems in Oyacachi and Muertepungu Basins.

Caracterización preliminar de los ecosistemas acuáticos de las cuencas del Río Oyacachi y la laguna de Muertepungu.

Esteban Terneus Jácome^{1*} & Juan José Vásquez Moscoso²

[177-198]

Biodiversity of land-use systems in coastal Ecuador and bioindication using trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies.

Biodiversidad de los sistemas de uso de la tierra en la costa Ecuatoriana y bio-indicación usando trampas-nidos para abejas, avispas y sus enemigos naturales

J.Tylianakis^{1*}, D. Veddeler¹, T. Lozada¹, R.M. López², P. Benítez³, A.-M.Klein¹, G.H.J. de Koning², R. Olschewski³, E. Veldkamp², H Navarrete⁴, G. Onore⁵ & T. Tschardt¹

¹Agroecology, Georg-August-University, Waldweg 26, Göttingen, D-37073, Germany. Ph: +49 551 399209, Fax: +49 551 398806; ²Institute of Soil Science and Forest Nutrition, Georg-August-University, Büsgenweg 2, Göttingen, D-37770, Germany; ³Institute of Forest Economics, Georg-August-University Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen, Germany; ⁴Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Av. 12 de Octubre, entre Patria y Veintimilla, Quito, Ecuador.; ⁵Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Apartado 17-01-2184, Quito, Ecuador

*Corresponding

author: j.tylianakis@uaoe.gwdg.de

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.237.1>

Biodiversity of land-use systems in coastal Ecuador and bioindication using trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies.

Abstract

Many assessments of biodiversity are based on presence/absence data from only a few taxa used as bioindicators, or at best a suite of indicators from disparate taxonomic groups (for whom patterns of diversity may not coincide). Community-based evaluations of biodiversity can allow stronger comparisons between habitats or indicate changes in population parameters by providing valuable ecological information in addition to usual diversity/abundance measures. Here we describe the use of communities of trap-nesting Hymenoptera as bioindicators for ecological change. Additionally, we give examples of data that can be obtained using exposure of standardized trap nests in the target habitat. These data include measurements of parasitism rates (decreasing with forest distance) and foraging time (decreasing with resource availability). A case example of the use of trap-nesting Hymenoptera is also provided as part of a multidisciplinary investigation into the effects of land use on biodiversity in mega-diverse regions of coastal Ecuador. This investigation addresses the little known contribution of non-reserve area to the preservation of biodiversity in the Ecuador. In particular it examines and compares biological diversity of different land-use types (forest, agroforest, pasture or arable land such as rice). Diversity assessments are made on plant, insect and bird communities and the relationships between soil characteristics and plant communities are also addressed. The utility of these taxa as bioindicators is also examined. Furthermore, economic costs and benefits associated with each land use system are estimated, with the purpose to find financial instruments for biodiversity conservation. Keywords: Land-use modeling, biological control, pollination, Hymenoptera, agroforestry, conservation

Resumen

Muchos estudios de biodiversidad incluyen datos de presencia/ausencia de taxa indicadores, o una serie de indicadores de grupos taxonómicos independientes (de los cuales los patrones de biodiversidad no están necesariamente relacionados). Evaluaciones de biodiversidad basados en comunidades pueden proveer importante información ecológica además de las usuales medidas de diversidad/abundancia, lo cual permitiría una mejor comparación entre hábitats. Aquí describimos el uso de comunidades de himenóptera que anidan en "trampas-nido" como bioindicadores más amplio. Adicionalmente se presentan ejemplos de datos que pueden ser obtenidos usando esta técnica; estos datos incluyen medidas de tiempo de forrajeo y tasas de parasitismo. Un ejemplo del uso de "trampas-nido" para himenóptera es presentado como parte de una investigación multidisciplinaria sobre los efectos de los diferentes tipos de uso de suelo en la biodiversidad en regiones megadiversas de la costa ecuatoriana. Esta investigación trata sobre las dificultades asociadas con la preservación de la biodiversidad en áreas no protegidas. En particular examina y compara la diversidad biológica de diferentes sistemas de uso de suelo (bosques naturales, sistemas agroforestales, pastizales o cultivos de ciclo corto). Se evalúa la diversidad mediante comunidades de plantas, insectos y aves, y se investiga la relación entre las características del suelo y las comunidades vegetales. Además se examina la utilidad de estos taxa como bioindicadores. Finalmente, se estima los costos y beneficios económicos asociados con cada sistema de uso de suelo con la finalidad de establecer instrumentos financieros que contribuyan con la conservación de la biodiversidad. Palabras clave: Ordenando el uso de tierra, control biológico, polinización, Hymenoptera, agroforestería, conservación

Introduction

The central problem surrounding direct measurement of biodiversity is the sheer number of species in most habitats, making indirect measurement techniques more heavily relied upon. Indirect measures generally incorporate presence/absence data from few taxa, such as lichens or aquatic invertebrates, as a basis for extrapolations to community-level diversity (e.g., Wolseley et al. 1994;

Larsen et al. 1996). Several indicator taxa from different groups may even be used; however, these taxa may not show congruent patterns of diversity (Prendergast et al. 1993). This makes the selection itself of indicator taxa a partial determinant of the end diversity estimate. However, bioindicator groups can also be used in a broader sense to indicate changes in population parameters, ecological functions or community structure (e.g., Tscharrntke et al. 1998; Paoletti 1999; Davis et al. 2001). Insects make particularly useful bioindicators because they account for more than half of all species and their diversity allows for fine-scale resolution when differentiating between habitats.

Many surface-dwelling arthropods are used for bioindication because a) the taxa most often collected (such as carabid and staphylinid beetles and spiders) are polyphagous predators, and are therefore considered to be important for biological control, b) collections are made easily with pitfall traps, and c) catches are normally sufficiently large to allow statistical analyses (Duelli et al. 1999). Pitfall sampling for ground-dwelling invertebrates may however lead to taxonomic difficulties and often-unmanageable sample sizes. While these problems can be partially overcome with simpler survey techniques (e.g., Andersen et al. 2002), such surveys yield ultimately information only on individual and species number, without any ecological context regarding species interactions. These ecological interactions are integral to the concept of biodiversity, and their exclusion reduces ecosystem diversity to a simple number, which does not contribute fully to the understanding of ecosystem services in multitrophic communities (Montoya et al. 2003). For this reason Tscharrntke et al. (1998) emphasize the importance of using community-based studies for evaluations of biodiversity. For example, marine crustacean, soil arthropod or trap-nesting Hymenoptera (Hymenoptera: Apidae, Eumenidae, Sphecidae and Pompilidae) communities make useful bioindication tools, due to their discreet area, trophic complexity and species diversity (Sanchez-Moyano & Garcia-Gomez 1998; Tscharrntke et al. 1998; van Straalen 1998). In terms of ecosystem services (sensu Costanza et al. 1997) or functional agricultural biodiversity (Gurr et al. 2003), communities of trap-nesting bees and wasps are particularly salient, as their constituents are important pollinators of both crops and wild plants (Corbet et al. 1991; Klein et al. 2003). Anthropogenic declines in insect pollinators may have important consequences for plant biodiversity and stability of food crop yields (Allen-Wardell et al. 1998). Moreover, many trap-nesting species are also predators or parasitoids, thereby acting as biological control agents (e.g., Harris 1994). We will therefore discuss the use of trap-nesting Hymenoptera as bioindicators, and give examples of their use for biodiversity evaluation. We will also introduce a multidisciplinary project that examines the effects of land-use on soil- and biological diversity (especially trap-nesting Hymenoptera) and links them to their economic value. Trap-nesting bees, wasps, and their enemies, examples of data

Methods

Trap-nests suitable for occupation by Hymenoptera can be readily constructed, and make an easily manipulated, standardized community with which to compare habitats (Gathmann et al. 1994; Tscharrntke et al. 1998). A tin or PVC tube with a length of 22 cm and a diameter of approximately 15 cm forms the outer case of the nest. Internodes of reeds with varying diameter (2 - 20 mm) are inserted into this tube and provide the nesting sites for bees and wasps. Common reed *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel (Poaceae) or Japanese knotweed *Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc (Polygonaceae) are normally used, and they should be cut slightly shorter than the outer case (i.e. to approximately 20 cm) to allow some protection from rain. Trap-nests can be hung from trees in forest habitats or suspended from wooden posts in more open environments. Sticky glue (tanglefoot) is usually applied to the post or attachment point to deter ants. For more detailed methodology and statistical analyses see Klein et al. (2004).

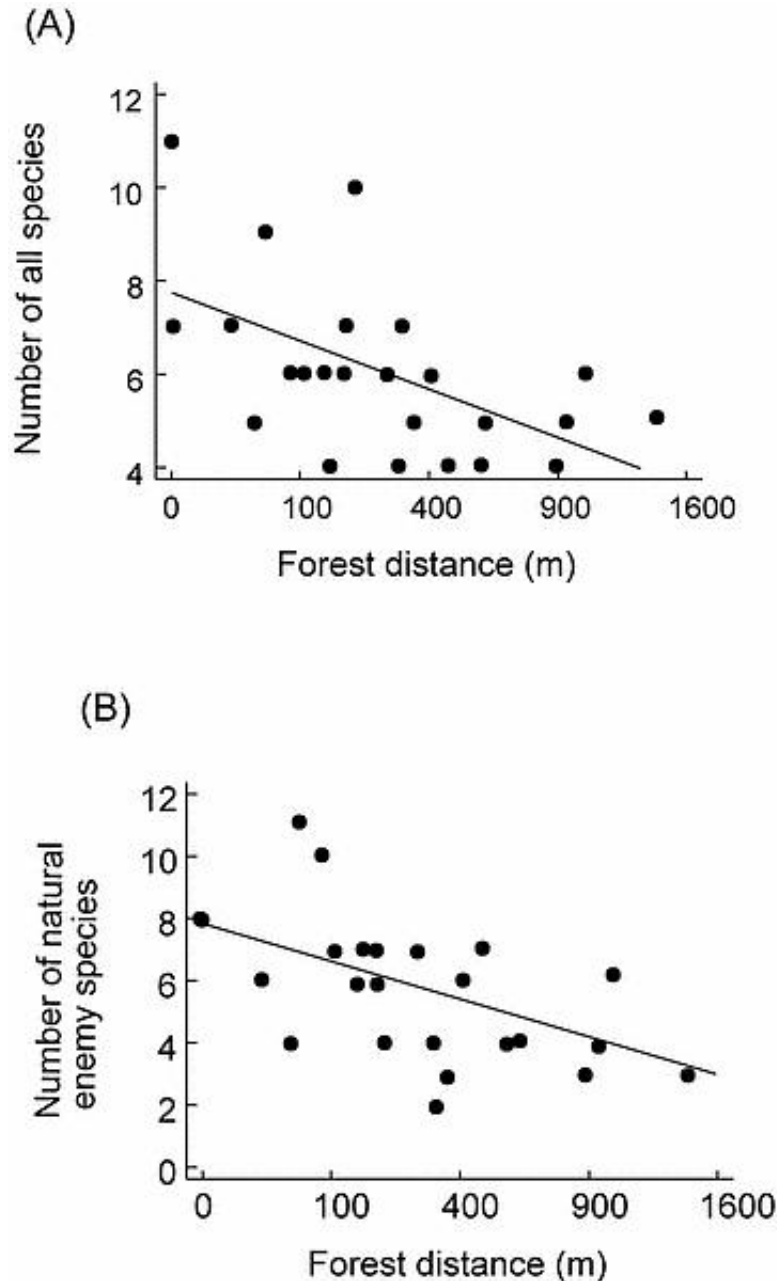


Figure 1. Effect of distance from nearest forest fragment on (A) overall species richness per agroforestry system and (B) number of parasitoid species per agroforestry system (taken from Klein et al. Unpubl.).

Figura 1. Efecto de distancia de parcelas de bosque más cercanas de los sistemas agroforestales sobre (A) número de todas las especies por sistema agroforestal y (B) número de parasitoides por sistema agroforestal (tomado de Klein et al. Sinpubl.).

Results and Discussion

Trap-nests yield a suite of ecological information that can be used to compare habitats. As with other sampling techniques, they provide measures of overall abundance (Klein et al. 2002), and species richness ([Figure 1A]), as well as species richness of certain guilds, such as parasitoids (Figure 1B). These parameters can be used for habitat comparisons based on differences in successional stage (Gathmann et al. 1994), plant species richness (Tschamtket et al. 1998), land-use intensity (Klein et al. 2002) or habitat diversity (Steffan-Dewenter 2002). Moreover, trap-nests provide important and

often-neglected information on ecological interactions such as the type of food provided to offspring (e.g., pollen, spiders, Lepidoptera larvae), rates of survival/parasitism (Figure 2), or foraging time (Figure 3). The latter is measured by observation of individual nests and recording of the time taken by females to acquire food and return to the nest. This is an important measure of habitat quality, as female bees in barren environments may require more time to locate food resources than females in environments where food resources are plentiful (Gathmann et al. 1994).

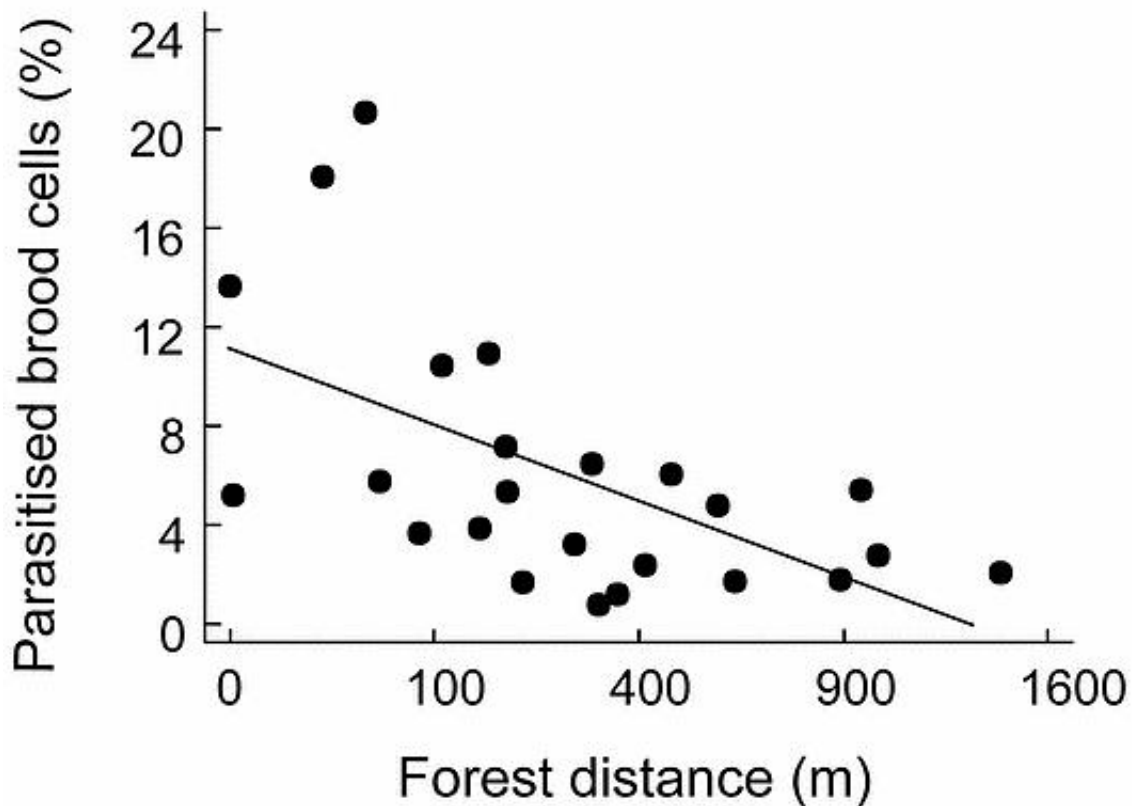


Figure 2. Effect of forest distance on the percentage of trap-nesting Hymenoptera brood cells parasitized per agroforestry system (taken from Klein et al. unpubl.).

Figura 2. Efecto de distancia de bosque sobre el porcentaje de crías parasitadas en trampas-nido de Himenóptera por sistema agroforestal (tomado de Klein et al. Sinpubl.).

Communities of trap-nesting bees and wasps are being currently used to compare different land-use types in Ecuador. This work is part of a multidisciplinary project that aims to assess the effects of land-use on biodiversity. We will briefly outline this project here.

Evaluation of biological diversity of land-use systems in mega-diverse regions of Coastal Ecuador, multidisciplinary project using the trap-nesting technique

List of special symbols

ü - lower case u with umlaut. Pages 1, 12

ö - lower case o with umlaut. Page 1

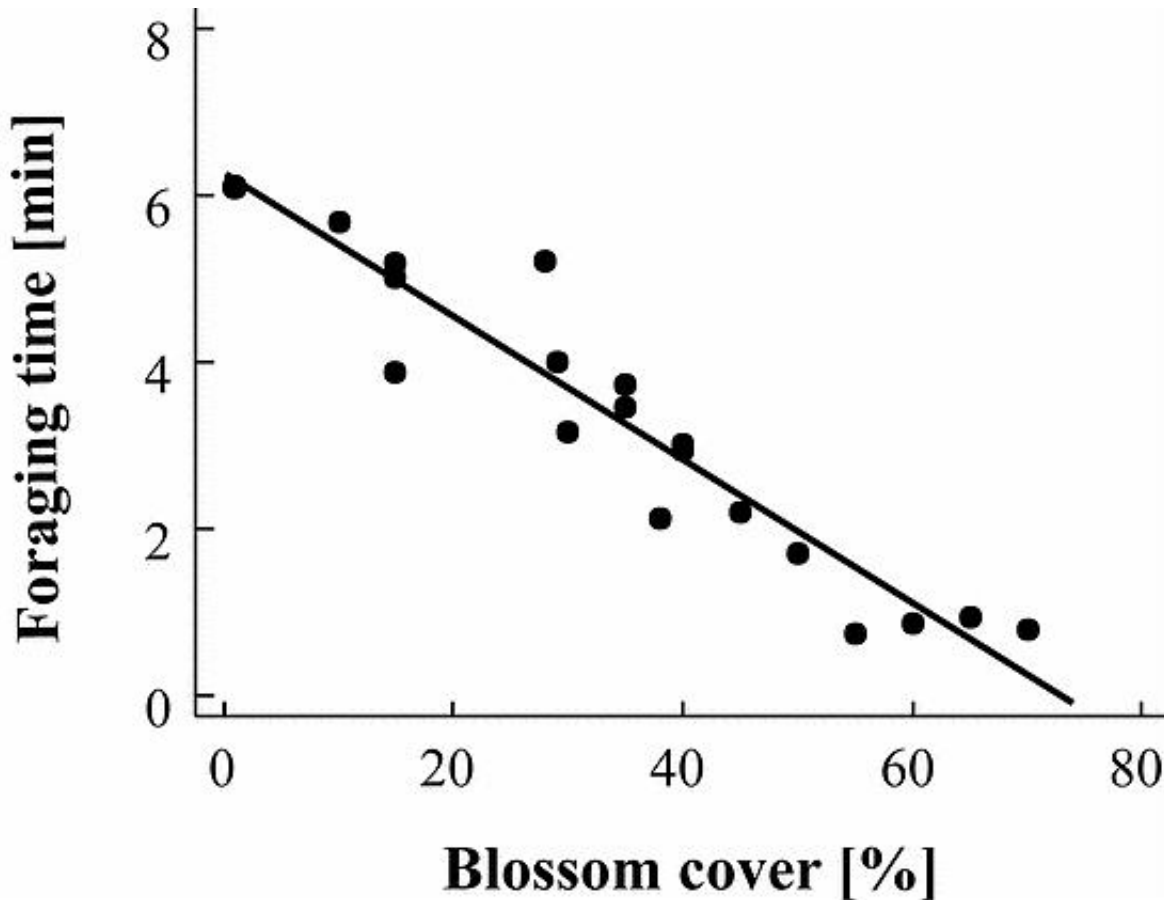


Figure 3. Effect of blossom cover on foraging time of *Heriades (Michenerella) sp. aff. fulvescens* (taken from Klein et al. 2004).

Figura 3. Efecto de cobertura floral sobre tiempo de búsqueda de alimento de *Heriades (Michenerella) sp. aff. fulvescens* (tomado de Klein et al. 2004).

Rationale/components

Sustainable land use may produce a great variety of ecological goods and services (Altieri 1999). However, without payments for these services, environmentally-friendly land use may remain economically unattractive. Therefore, some kind of economic incentive may be necessary to encourage ecologically sustainable land use. Before incentives such as payment for ecosystem services can be initiated, however, information is needed regarding both the land management practices that are most beneficial for preservation of biodiversity, and the financial costs or benefits associated with these practices.

The current project lies at the interface of science and politics. We aim to evaluate species richness and ecosystem services in order to provide a scientific and operational basis for the implementation of payments for these services. Such payments, whether originating from the government or consumers, could potentially lift the economic burden of biodiversity preservation from landowners, allowing economically feasible conservation on private land.

The project is divided into four main components, one biological, one soil, one economic, and one land-use modeling. The aim of the diversity component is to determine the importance of differences in land-use types for the preservation of biodiversity and associated ecosystem function. Agroforests in particular may be important reservoirs for biodiversity (Perfecto et al. 1996; Moguel & Toledo 1999; Rice & Greenberg 2000; but see Rappole et al. 2003 for a caveat), and will therefore receive considerable attention. We will compare the effects of land-use, soil, and the interaction of these variables with plant communities and different insect taxa, and then examine the chain of effect from soil to plant communities

to insects. Further investigations will examine bird diversity in natural forest and agroforestry systems, and relate this to food availability. The biodiversity of abandoned coffee agroforests will also be assessed and the effect of distance from natural forests on diversity will be measured to determine the importance of these areas as a source for species of conservation value.

The economic component will make cost/revenue comparisons and risk analyses for the different land-use types. The overall diversity (soil, plants, arthropods, birds) and economic components will then be integrated into a dynamic land-use model for the regions concerned.

The research is carried out in two provinces in Ecuador; Southern Manabí (a relatively dry region) and Southern Esmeraldas (a 'choco' region, characterized by very high rainfall and humidity). The land use types considered will be agroforestry (coffee in Manabí and cacao in Esmeraldas), pasture, and an arable crop (rice). In the diversity studies, natural forests in Esmeraldas and secondary forest fragments in Manabí (because natural rainforests no longer exist in this region) are used as a kind of positive control. The biodiversity of abandoned coffee agroforests will also be assessed and the effect of distance from natural forests on diversity will be measured to determine the importance of these areas as a source for species of conservation value.

The major components of the project are as follows:

Soil analyses

We will determine the effect of the interaction between soil type and land use management on diversity of chemical, physical and biological soil characteristics at the plot and landscape level and its relation with other ecosystem functions such as plant diversity, nutrient cycling and carbon sequestration.

Plant community analyses

We will use botanical surveys to map vegetation and determine the relationship between the diversity of plants and land-use type or combination of land use types. We will then relate plant diversity to diversity of trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies as well as to bird diversity. Differences in plant community structure will also be related to soil characteristics at field and landscape level.

Bird diversity

Bird diversity in the different land use systems will be determined by means of the point count method in different seasons. Bird diversity in natural forest and agro-forestry systems will be related to food availability.

Insect community analyses

We will measure the effects of land-use types and management intensity on diversity and abundance of Hymenoptera. Measurements will be made using two methods, trap-nests and sweep-nets, to ensure reliability of results. Data from Manabí will be compared with that from Esmeraldas, so that the effect of climate/region on Hymenoptera diversity and abundance can be ascertained. Subsequently, we will determine the effects of differences in Hymenoptera diversity on ecosystem services such as coffee pollination and biological control of coffee pests.

We will also examine the effects of land-use on foraging behavior of trap-nesting Hymenoptera.

Economic

The economic component of the project focuses on comparisons for different land-uses and land management practices, as well as quantification of opportunity costs for biodiversity conservation. Farmers' land allocation problems are studied in detail considering that net revenues and risks are major determinants for land-use choice. Risk-analysis techniques include Montecarlo simulations and Stochastic Dominance. The biodiversity component of the overall research is integrated in this analysis by means of possible payments for environmental services, which leads to relevant policy implications.

Dynamic modeling

We will combine locally recorded ecological and economic information into a land-use model for the Manabí and Esmeraldas regions. This will allow regional-scale forecasts concerning land-use changes generated by financial incentives for providing eco-system services. Through scenario studies we identify potential trade-offs between biodiversity conservation, carbon sequestration and the production of agricultural and forestry products. Finally, it will be estimated how and where conservation measures can be implemented with the lowest opportunity costs. The model will be assigned from the local to the regional scale.

In conclusion, we plan to relate our detailed estimations of biodiversity to ecosystem services (such as biological control and pollination) and soil properties. The political value of our findings will depend on

cost-benefit analyses and land-use modeling showing potential trade-offs between biodiversity conservation, carbon sequestration and productive crop management.

References

- Allen-Wardell, G.; P. Bernhardt; R. Bitner; A. Burquez; S. Buchmann; J. Cane & P.A. Cox et al. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8-17.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Andersen, A.; B. Hoffmann; W. Müller & A. Griffiths 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39: 8-17.
- Corbet, S.; L. Williams & J. Osborne 1991. bees and the pollination of crops and wild flowers in the European community. *Bee World* 72: 47-59.
- Costanza, R.; R. d'Arge; R. de Groot; S. Farber; M. Grasso & B. Hannon et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Davis, A; J. Holloway; H. Huijbregts; J. Krikken; A. Kirk-Spriggs & S. Sutton 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *Journal of Applied Ecology* 38: 593-616.
- Duelli, P.; M. Obrist & D. Schmatz 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 33-64.
- Gathmann, A.; H-J. Greiler & T. Tscharnkte 1994. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. *Oecologia* 98: 8-14.
- Gurr, G.; S. Wratten & J. Luna 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4: 107-116.
- Harris, A. 1994. *Ancistrocerus* gazelle (Hymenoptera: Vespoidea: Eumenidae): a potentially useful biological control agent for leafrollers *Plantortix octo*, *P. exessana*, *Ctenopseustis oblique*, *C. herana*, and *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 22: 235-238.
- Klein, A-M.; I. Steffan-Dewenter; D. Buchori & T. Tscharnkte 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16: 1003-1014.
- Klein, A-M.; I. Steffan-Dewenter; T. Tscharnkte 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology* 40: 837-845.
- Klein, A-M.; I. Steffan-Dewenter & T. Tscharnkte 2004. Foraging trip duration and density of megachilid bees, eumenid wasps, and pompilid wasps in tropical agroforestry systems. *Journal of Animal Ecology* 73: 517-525.
- Larsen, J.; H. Birks; G. Raddum & A. Fjellheim 1996. Quantitative relationships of invertebrates to pH in Norwegian river systems. *Hydrobiologia* 328: 57-74.
- Moguel, P & VM Toledo 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13: 11-21.
- Montoya, J.; M. Rodriguez & B. Hawkins 2003. Food web complexity and higher-level ecosystem services. *Ecology Letters* 6: 587-593.
- Paoletti, M. 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 1-18.
- Perfecto, I.; R. Rice; R. Greenberg & M. Van der Voort 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46: 598-608.
- Prendergast, J.; R. Quinn; J. Lawton; B. Eversham & D. Gibbons 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Rappole, J.; D. King & J. Vega Rivera 2003. Coffee and conservation. *Conservation Biology* 17: 334-336.
- Rice, R. & R. Greenberg 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29: 167-173.
- Sanchez-Moyano, J. & J. Garcia-Gomez 1998. The arthropod community, especially Crustacea, as a

bioindicator in Algeciras Bay (Southern Spain) based on spatial distribution. *Journal of Coastal Research* 14: 1119-1133.

Steffan-Dewenter, I. 2002. Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. *Ecological Entomology* 27: 631-637.

Tscharntke, T.; A. Gathmann & I. Steffan-Dewenter 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of Applied Ecology* 35: 708-719.

Van Straalen, N. 1998. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology* 9: 429-437.

Wolseley, P.; C. Moncrieff & B. Aguirre-Hudson 1994. Lichens as indicators of environmental stability and change in the tropical forests of Thailand. *Global Ecology and Biogeography Letters* 4: 116-123.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Present status of the brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) in Ecuador.

Estado actual del mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) en el Ecuador.

Diego Tirira

Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Apdo.
17-11-6025, Quito, Ecuador, email: diego_tirira@yahoo.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.244.1>

Present status of the brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) in Ecuador.

Resumen

Se evaluó el estado de conservación y la situación en la que se encuentran las poblaciones de *Ateles fusciceps* en Ecuador. Se recorrió buena parte de su área de distribución conocida, se efectuó visitas a varias localidades donde previamente había sido registrado o lugares donde se esperaba su presencia, información que permitió determinar su distribución histórica y actual, así como las amenazas que le afectan. Se presenta medidas de conservación para la especie. Los resultados obtenidos demuestran que se trata de una de las especies de mamíferos más amenazadas en Ecuador, tanto por la reducción de más del 80% de su área de distribución original, como por la intensa cacería que ha sufrido. Buena parte de su área de ocupación actual se encuentra en zonas protegidas y de difícil acceso para el ser humano, por lo cual su supervivencia estaría garantizada, siempre y cuando se emprendan medidas de conservación. Palabras clave: Ecuador, Región del Chocó, Bosque húmedo tropical, Distribución, Conservación, Amenazas, Primates, Atelidae, *Ateles fusciceps*.

Abstract

We evaluated the conservation status and present situation of the brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps*) populations in Ecuador. We evaluated most of the expected area of the species' distribution. We visited various areas where the species was recorded in the past, and other places where we expected to find them. This information helps us to know their historical and present distribution, and threats to this kind of monkey. We also present various conservation plans for this species and areas where it occurs. We conclude that this is one of the most seriously threatened mammals of the Ecuadorian fauna. We estimate that more than the 80% of their original distribution area is destroyed, and the hunting is the principal human direct threat. Fortunately, most of the present area of distribution of the species is found within protected areas, and in places with difficult access to hunters. We think that this species of primate may be conserved if we pursue long-term conservation plans. Key words: Ecuador, Chocó Region, Tropical Rainforest, Distribution, Conservation, Threats, Primates, Atelidae, *Ateles fusciceps*.

Introducción

El mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps*) habita en Centro y Sudamérica, en Panamá, Colombia y Ecuador, a lo largo de la Región del Chocó (Eisenberg 1989). En Ecuador habita en los trópicos y subtrópicos húmedos occidentales (Albuja 1991).

El estado de conservación de la especie es uno de los más críticos de los mamíferos de Ecuador (Tirira 2001). Según la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) y el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador, se trata de una especie En Peligro Crítico (Hilton-Taylor 2000; Tirira 2001), dada por la reducción en más del 80% de su hábitat.

La fuerte presión de cacería y la elevada deforestación de los bosques donde habita han puesto en peligro la conservación de la especie. Por una parte, la escasez de mamíferos para la alimentación de comunidades locales ha motivado que en las décadas pasadas se desarrolle una cacería indiscriminada, motivada por su tamaño (uno de los mayores primates del país) y por lo apetecible que es su carne.

Además, la deforestación de los bosques húmedos del occidente de Ecuador ha superado el 80% de su cobertura original, actividad que a pesar de varias leyes e intentos por detener ha resultado imparable (Sierra 1996).

De acuerdo con la legislación ecuatoriana, *A. fusciceps* está protegido según Resolución No. 105 del Ministerio del Ambiente (Registro Oficial No. 5 del 28 de enero del 2000), la cual prohíbe su cacería y comercio en todo el país por tiempo indefinido.

Por otra parte, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES

2003) la trata dentro del Apéndice II, que agrupa a especies no amenazadas, pero que pueden serlo si su comercio no es controlado, o especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

De esta manera, los objetivos del estudio fueron:

Determinar su situación actual y estado de conservación en Ecuador.

Elaborar un mapa de distribución actualizado de la especie en Ecuador.

Obtener resultados que permitan conocer sobre las condiciones de las diferentes poblaciones que habitan en el noroccidente del país.

Establecer las amenazas y riesgo de conservación que tiene la especie en Ecuador.

Métodos

Este estudio se realizó entre agosto de 2002 y julio de 2003, comprendiéndose una parte de trabajo de campo y otra de búsqueda de información bibliográfica y museológica.

Trabajo de campo

Se realizó seis salidas de campo, con una duración total de 60 días efectivos de trabajo. Para determinar los sitios de visita se investigó su distribución histórica y esperada.

Los métodos utilizados para registrar su presencia, pasada o presente, fueron tres: registros directos, búsqueda de evidencias y rastros, y encuestas. En la mayoría de los casos no fue posible obtener registros directos, por lo cual la búsqueda de rastros y las encuestas fueron de ayuda para obtener los resultados que se presentan en este estudio.

Búsqueda de información

Para conocer la distribución histórica de *A. fusciceps* se recurrió a la búsqueda de información en documentos y museos que presenten datos sobre su presencia, encontrándose información útil en las siguientes publicaciones: Gray (1866), Elliot (1913), Sclater (1872), Lonnberg (1921, 1922), Kellogg y Goldman (1944), Hill (1962), Baker (1974), Napier (1976), Madden y Albuja (1989), Paz y Miño et al. (1991), Young et al. (1992), Mena-Valenzuela y Utreras (1997) y Tirira (1999)

Los museos que aportaron sus datos fueron: American Museum of Natural History (AMNH), British Museum of Natural History (BM), Museo de Ciencias Naturales de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), Field Museum of Natural History (FMNH), Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN), Museum of Comparative Zoology, Harvard University (MCZ), Museo de Ciencias Naturales del Instituto Nacional Mejía (MCN), Michigan State University Museum (MSU), Naturhistoriska Rijkmuseet (NRM), Museum of Zoology, University of Michigan (UMMZ).

Resultados y Discusión

Distribución

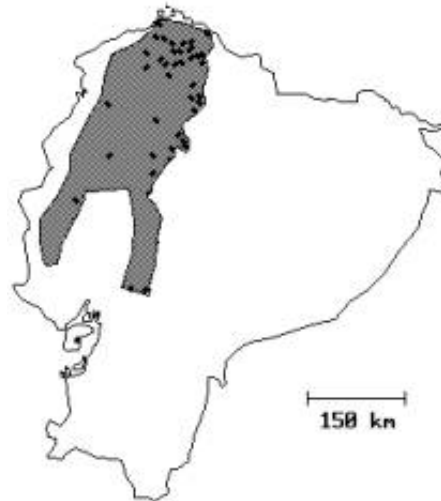
Distribución histórica. La distribución histórica de *A. fusciceps* demuestra que se trata de una especie mayormente tropical. Su distribución en Ecuador incluye 47 localidades, cuyos límites máximos serían ([Mapa 1]).

Por el norte, provincias de Esmeraldas y Carchi, hasta la frontera con Colombia, con un rango de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm.

No se determinó con exactitud el límite sur de su distribución histórica; seguramente alcanzaba la provincia de Guayas. El registro más austral que se obtuvo está en el trópico de la provincia de Chimborazo, en "Puente sobre el río Chimbo".

Por el oeste, en la provincia de Esmeraldas, el límite de distribución histórica debió constituir el nivel del mar, a pesar de que no existen registros concretos que lo demuestren, ni haya evidencia que esta especie frecuente zonas de manglares. Más al sur, tomando en cuenta que es un primate típico de bosque húmedos, su límite oeste debió llegar hasta el occidente de la cordillera Chongón-Colonche.

Por el este, el límite de distribución es la altitud. Hay registros en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha que alcanzan los 2000 msnm; es posible que antiguamente hubieran alcanzado las estribaciones occidentales de las provincias de Cotopaxi, Bolívar y Chimborazo.



Mapa 1. Distribución histórica del mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps*). Los puntos negros indica las localidades donde ha sido registrado.

Map 1. Historical distribution of brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps*), with locations where it occurs.

Distribución actual. La distribución actual de la especie se ha visto relegada a zonas inaccesibles para el ser humano, como son las estribaciones occidentales de los Andes. Actualmente sus poblaciones estarían seriamente fragmentadas y aisladas en dos grupos, uno al norte del río Mira, en la Reserva Etnológica Awá (REA), y otro en la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas (RECC) y sus áreas de influencia.

La presencia de *A. fusciceps* al norte del río Mira, específicamente dentro de la REA era desconocida, aunque sospechaba por Madden y Albuja (1989) y Tirira (2001). Con la visita que se realizó a la reserva en septiembre del 2002 se comprobó que es una especie conocida, tanto por indígenas Awá como por colonos.

Algo diferente ocurrió en el subtrópico occidental de Imbabura, dentro del límite oriental de la RECC. De acuerdo con Kellogg y Goldman (1944) la localidad tipo de *A. fusciceps* sería "Hacienda Chinipamba, cerca de Peñaherrera, oeste de Ibarra, sector de Intag, 1500 msnm". En la actualidad el sector ha perdido buena parte de sus bosques naturales, limitándose a pequeños remanentes en quebradas y zonas poco accesibles. En 32 encuestas realizadas, especialmente a personas de edad avanzada, fue evidente que muchos entrevistados no conocían este primate, y los pocos que lograban recordarlo afirmaban que había desaparecido cuando menos hace unos 50 años.

En el norte de Esmeraldas se constató que a lo largo de las nuevas carreteras Ibarra-San Lorenzo y Borbón-San Lorenzo-Mataje los niveles de deforestación, cacería y colonización se han incrementado progresivamente. De más de 20 entrevistados, tan solo dos pudieron dar vagas informaciones sobre la existencia de *A. fusciceps*.

Al recorrer los ríos Cayapas, San Miguel, -nzole y Santiago, próximos a la RECC, fue notorio que muchos entrevistados conocían la especie, tanto indígenas Chachi, como negros afroecuatorianos. Todos coincidieron en decir que actualmente este primate ha desaparecido y que el único lugar para observarlo era en el interior de la RECC.

Al ingresar en la RECC, sector Charco Vicente, parte alta del río San Miguel, se pudo observar por primera y única vez en este estudio un grupo de unos cuatro *A. fusciceps*.

No hubieron resultados positivos al sur de la provincia de Esmeraldas, en la visita a la Reserva Ecológica Mache-Chindul. Madden y Albuja (1989) pensaban que esta reserva mantenía poblaciones de *A. fusciceps*. De todos los encuestados ($n = 22$), tan solo uno fue capaz de describir leves rasgos de lo que posiblemente podría tratarse del mono araña de la costa, información que no pudo ser confirmada.

La visita de campo a las provincias de Pichincha y Manabí incluyó zonas con registros históricos, áreas que han perdido buena parte de su vegetación original y actualmente son zonas dedicadas a la

agricultura y ganadería. Se puede decir que en estos lugares la única evidencia de que en algún momento habitó *A. fusciceps* son los registros conservados en museos y documentados en publicaciones, pues resultó imposible encontrar personas que puedan comentar algo sobre la especie. Es posible que este primate haya desaparecido de aquellas zonas antes de la primera mitad del siglo XX. Según los datos obtenidos en las visitas de campo, los límites de distribución actual de este primate serían los siguientes ([Mapa 2]):



Mapa 2. Distribución actual del mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps*). Los signos de interrogación ("?") se han colocado en localidades que podrían tener alguna población aislada.

Map 2. Present distribution of brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps*). Xxx indicate places where it would can occurs.

Por el norte, la parte norte de la REA, occidente de la provincia de Carchi y frontera con Colombia, y oriente de la provincia de Esmeraldas, aproximadamente desde los 100 a 500 m hasta los 2000 msnm. Aparentemente todavía no estarían fragmentadas las poblaciones de *A. fusciceps* entre Ecuador y Colombia.

Por el sur, el límite sur de la RECC y sus áreas de influencia, específicamente los bosques privados Golondrinas y Los Cedros, que estarían sirviendo como zonas de amortiguamiento. Young et al. (1992) mencionan que no existen registros concretos de su presencia en la Reserva Los Cedros; sin embargo, se ha encontrado una población en los últimos años en la parte alta, sobre los 2000 msnm (M. Mondragón, com. pers.).

Por el oeste, los límites occidentales de la REA y RECC y sus áreas de influencia, al oriente de la provincia de Esmeraldas, desde los 100 a 500 msnm.

Por el este, los bosques húmedos de Carchi e Imbabura, hasta 2000 a 2300 msnm; al parecer las poblaciones más saludables se encontrarían al occidente de la cordillera de Toisán, dentro de la RECC, provincia de Imbabura.

Situación actual y estado de conservación

De acuerdo con el estudio realizado, se puede afirmar que actualmente existen dos zonas con poblaciones de *A. fusciceps* en diferente estado de conservación. Una al norte del río Mira, dentro de la REA, y otra al sur, en la RECC y sus áreas de amortiguamiento.

La situación que presenta este primate en la REA es especial y quizá su conservación no esté garantizada a largo plazo, pues se trata de una reserva étnica, donde los indígenas pueden utilizar los recursos del bosque sin justificación ni ninguna clase de control.

Al conversar con dirigentes Awá, manifestaron que en la actualidad la cacería no es una actividad importante dentro de su etnia, pero es algo que existe y algunos miembros de la comunidad acostumbran a cazar este primate en ciertas ocasiones.

Actualmente existen algunas instituciones, como las Fundaciones Altrópico y EcoCiencia, que tienen

campañas de educación para la conservación de la REA. Los resultados todavía tendrán que esperar, pero por ahora la apertura e intenciones de la gente Awá abrigan una esperanza para que la REA se mantenga en buen estado para las futuras generaciones, lo que garantizaría la supervivencia de *A. fusciceps*.

En la RECC se podría hablar de dos situaciones diferentes. Una de las poblaciones de *Ateles* que viven en el interior de la reserva, y otra de aquellos grupos que están en los límites, en las zonas de amortiguamiento o en reservas privadas contiguas.

En el primer caso puede decirse que su conservación es confiable y el estado de sus poblaciones estable. Se trata de zonas prístinas, de difícil acceso y terreno accidentado que imposibilita el ingreso de cazadores. Los *Ateles* que habitan en esta zona podrían constituirse a futuro en el único grupo de esta especie que sobreviva en Ecuador.

Algo contrario ocurre en el segundo caso. Son poblaciones de *Ateles* que por el momento viven con cierta tranquilidad, pero el ser humano, particularmente los cazadores furtivos, pueden acceder hasta sus territorios luego de largas caminatas. Por otra parte, el efecto borde, provocado por la cada vez más rodeada selva primaria, a causa de la deforestación de los bosques naturales próximos a la RECC, afectará de mediano a largo plazo la supervivencia de estos grupos.

Madden y Albuja (1989) mencionan que observaron poblaciones de *A. fusciceps* en número apreciable en la parte alta de los ríos -nzole, Verde, Canandé y Hoja Blanca, que para la fecha de realización de ese estudio constituían los límites occidentales confirmados de distribución de esta especie. Lamentablemente, al no tratarse de una área protegida, buena parte de la zona se encuentra colonizada y bajo presión de compañías madereras, por lo cual, con seguridad aquellos grupos de *Ateles* estarán enfrentando serios problemas para su supervivencia, si es que todavía subsisten.

Otras dos zonas en que hasta mediados de la década de 1980 se sospechaba habitaban grupos de monos araña eran La Delicia, entre el río Guayllabamba y la vía Puerto Quito-Mindo, provincia de Pichincha; y los bosques al noroeste de Lita, entre el río Mira y la vía férrea Ibarra-San Lorenzo, provincia de Esmeraldas (Madden y Albuja 1989). Lamentablemente, ambas zonas han sufrido intensos cambios en la última década con la construcción de dos carreteras, la vía Calacalí-Los Bancos, en el primer caso, y la Ibarra-San Lorenzo, en el segundo. Vías que además del efecto directo de destrucción que provocan, con la consecuente fragmentación de la vida silvestre, han dado paso a la colonización y al ingreso de compañías madereras, por lo cual, si existían monos araña en su territorio en el momento del estudio de Madden y Albuja, con seguridad actualmente es imposible encontrar una población saludable.

Principales amenazas

La REA actualmente se mantiene estable gracias a que la etnia Awá ha tomado conciencia de la importancia de preservar la vida silvestre para las futuras generaciones. Sin embargo, puede mencionarse como una amenaza latente, tanto directa como indirecta, la convivencia que debe mantener la vida silvestre con la etnia, lo que hace frágil la situación del mono araña. La educación de la gente y sus necesidades económicas y alimenticias les obligará a recurrir a la cacería de éste u otros mamíferos, o a talar sus bosques, si así lo requieren, dejando de lado cualquier campaña educativa, por más extensa y bien elaborada que esta estuviera. Por otra parte, ocasionalmente hay disputas con colonos que intentan asentarse en los límites de la reserva, o ingresar clandestinamente a la misma en busca de cacería o para extraer madera.

El mayor problema que enfrenta la REA es la construcción de la carretera Lita-El Chical, la que fragmentará la reserva y abrirá la posibilidad de colonización de personas ajenas a la etnia Awá, las que no respetarán la existencia del área protegida, siendo una amenaza no solo para la vida silvestre, sino también para la etnia misma.

En lo referente a la RECC puede decirse que la mayor amenaza está en los límites de la reserva y sus zonas de amortiguamiento, principalmente en la parte norte, oeste y sur. Amenaza originada por la presión externa, tanto por el ingreso clandestino de cazadores furtivos, como por personas que buscan extraer algún producto del interior del área protegida, sea maderable, comestible o con algún otro uso. Además, el progresivo acercamiento de compañías maderas hace temer por el futuro de la reserva, la que podría convertirse en un fragmento de bosque aislado en medio de zonas deforestadas.

Por otra parte, existe el temor de que el aislamiento de las poblaciones de *A. fusciceps*, con la consecuente pérdida de intercambio genético, les convierta en grupos biológicamente sensibles, por lo

cual podrían verse afectados por patógenos o enfermedades que pudieran diezmar sus poblaciones, como ocurrió con los monos aulladores de la costa (*Alouatta palliata*) en 1942 con el apareamiento de la fiebre amarilla selvática que casi llevó a extinción de la especie (Albuja 1983).

Medidas de conservación propuestas

Determinar con mayor precisión el estado de conservación, la distribución exacta de las poblaciones, así como la densidad y dinámica poblacional.

Iniciar la investigación de grupos específicos.

Iniciar una campaña de información sobre el crítico estado de conservación que enfrenta la especie, indicándose que los últimos refugios para su supervivencia en Ecuador son las RECC y REA.

Evaluar la efectividad de las áreas protegidas donde habita como mecanismo para su conservación.

Determinar su sensibilidad a la deforestación, presencia humana y nivel de afectación debido a la cacería, de preferencia dentro de las áreas protegidas.

Exigir a los organismos correspondientes (Ministerio del Ambiente, Policía, Ejército, Etnia Awá, entre otros), el buen manejo y conservación de las dos áreas protegidas que conservan poblaciones de mono araña.

Exigir a los organismos correspondientes (Ministerio del Ambiente, Policía, Ejército, Policía de Migración) sobre la importancia de mejorar los controles de tráfico de especies y cacería.

En caso de determinarse que las áreas protegidas (RECC y REA) no contribuyen a la conservación de la especie, promover medidas que fortalezcan esta situación, sea ampliando su superficie o buscando otras zonas.

Emprender proyectos para la reproducción y crianza en cautiverio, dentro de los cuales deberán tomarse en cuenta todos los requerimientos de alimentación, salud, higiene y espacio físico de la especie.

Realizar estudios de biología y genética molecular con animales mantenidos en zoológicos y colecciones de fauna, resultados que permitirán conocer la sensibilidad y resistencia a enfermedades, así como relaciones paternas, procedencia, entre otros datos.

Conclusiones

La distribución actual del mono araña de la costa se ha visto relegada a zonas inaccesibles para el hombre, tanto por la falta de caminos, como por lo accidentado del terreno.

Actualmente sobreviven dos poblaciones, una en la REA y otra en la RECC.

No está confirmada su presencia en la Reserva Ecológica Mache-Chindul, pero de existir alguna población será pequeña y poco viable.

Las poblaciones de Ecuador y Colombia todavía no estarían fragmentadas.

Se considera que la cacería ilegal, la deforestación y el tráfico de especies son las principales amenazas que están llevando al borde de la extinción a este primate.

La conservación del mono araña de la costa en Ecuador dependerá de la preservación de las dos áreas protegidas que se han convertido en sus últimos reductos para su supervivencia.

La REA, aunque actualmente estable, enfrenta amenazas futuras y latentes que podrían alterar su condición de área protegida, y por lo tanto, la conservación de su vida silvestre.

El mejor refugio para la conservación de *A. fusciceps* en Ecuador es la RECC.

Agradecimientos

A P. Gay por proponer la realización de este estudio y por colaborar con el financiamiento del mismo, dentro del European Studbook Keeper de los *Ateles* en el Marco de la Asociación Europea de Parques Zoológicos (EAZA). A J. Touzet por el contacto con P. Gay y la motivación para la realización del estudio. A los curadores de museos y colecciones científicas que enviaron la información utilizada en este estudio. A M. Mondragón por la información proporcionada.

Referencias

- Albuja, L. 1983. Mamíferos ecuatorianos considerados raros o en peligro de extinción. Pp. 35-67 en: Programa Nacional Forestal. MAG. Quito.
- Albuja, L. 1991. Lista de vertebrados del Ecuador. *Revista Politécnica* 16(3):163-203.
- Baker, R. 1974. Records of mammals from Ecuador. Michigan State University, *Museum Publications, Biology Series* 5(2):131-146.
- CITES. 2003. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Página web: <http://www.cites.org>
- Eisenberg, J. 1989. Mammals of the Neotropics. Vol. 1. The Northern Neotropics. The University of Chicago Press.
- Elliot, D. 1913. A review of the Primates. American Museum of Natural History. Monograph Series. Vol. 1 & 2. New York.
- Gray, J. 1866. Notice of some new species of spider monkeys (*Ateles*) in the collection of the British Museum. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1865:732-733.
- Hill, W. 1962. Primates. Comparative Anatomy and Taxonomy. V. Cebidae. New York Interscience Publishers, Inc.; Edinburgh at the University Press. New York & Edinburgh.
- Hilton-Taylor, C. 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. The World Conservation Union. Gland & Cambridge.
- Kellogg, R. & E. Goldman. 1944. Review of the spider monkeys. *Proceedings of the United States National Museum* 96(3186):1-45.
- Lönnerberg, E. 1921. A second contribution to the Mammalogy of Ecuador. *Arkiv für Zoologi Stockholm* 14(4):1-104.
- Lönnerberg, E. 1922. A third contribution to the Mammalogy of Ecuador. *Arkiv für Zoologi Stockholm* 14(20):1-23.
- Madden, R. & L. Albuja. 1989. Estado actual de *Ateles fusciceps fusciceps* en el noroccidente ecuatoriano. *Revista Politécnica* 14(3):113-157.
- Mena-Valenzuela, P. & V. Utreras. 1997. Diversidad y abundancia relativa de mamíferos en San Venancio (Cuellaje), zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas, Imbabura, Ecuador. Pp. 231-242 en: P. A. Mena, A. Soldi; R. Alarcón; C. Chiriboga & L. Suárez (eds.), Estudios biológicos para la conservación. Diversidad, ecología y etnobiología. EcoCiencia. Quito.
- Napier, P. 1976. Catalogue of primates in the British Museum (Natural History). British Museum of Natural History Publication. London.
- Paz y Miño, G.; F. Larrea; M. Vázquez & G. Correa. 1991. Diagnósticos sobre la situación de los zoológicos y de las colecciones faunísticas en el Ecuador, con especial atención a las especies de mamíferos amenazados o en peligro de extinción. EcoCiencia. *Documentos de Discusión* 1:1-75.
- Sclater, P. 1872. On the species of *Quadrumanus* collected by Mr. Buckley in Ecuador. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1872:663-664.
- Sierra, R. 1996. La deforestación en el noroccidente del Ecuador 1983-1993. EcoCiencia. Quito.
- Tirira, D. 1999. Mamíferos del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador y SIMBIOE. Publicación Especial 1. Quito.
- Tirira, D. 2001. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. SIMBIOE, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente y UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador 1. Publicación Especial 4. Quito.
- Young, O.; R. Johnson; A. Jones; R. Namiki & P. Richardson. 1992. A preliminary survey of primates at the Los Cedros Biological Reserve, Ecuador. Abstracts. Fifteenth Annual Meeting of the American Society of Primatologists. *American Journal of Primatology* 27(1):65.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Ecological study, management and conservation of *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), species in Status Critical (CR), Santa Cruz island, Galápagos.

Estudio ecológico, manejo y conservación de *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), especie en estado crítico (CR), Isla Santa Cruz, Galápagos.

Aldaz Arias Iván

Departamento
de Botánica, Estación Científica Charles Darwin,
Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador, Casilla: 17-01-3891,
ivan@fcdarwin.org.ec

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.262.1>

Ecological study, management and conservation of *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), species in Status Critical (CR), Santa Cruz island, Galápagos.

Resumen

Scalesia retroflexa habita únicamente en la isla Santa Cruz, tiene una distribución muy reducida, las cabras y los asnos salvajes son un grave problema para su sobrevivencia. Entre 1998 y 2003 se realizó un estudio de una población de esta especie, al este de una zona habitada por el ser humano en la Santa Cruz (Puerto Ayora), cuyo objetivo fue conocer la dinámica poblacional frente a la presencia de herbívoros introducidos y de dos fenómenos naturales: El Niño y La Niña. En 1999 se construyó un cercado para proteger esta población conformada inicialmente por 29 individuos. Durante el período de estudio se registró dentro del área cercada un total de 14 especies vasculares correspondientes a 11 familias. Trece especies dicotiledóneas y una monocotiledónea; 7 especies arbustivas y 7 herbáceas; igualmente, 7 endémicas y 7 nativas. El crecimiento anual del diámetro basal (DB) del tallo y la altura de *S. retroflexa* es lento. Generalmente florecen cuando alcanzan un DB promedio = 2.7 cm y una altura promedio = 1.20 m; entre 2 - 3 años de edad. En 1998 se hallaron 29 individuos correspondientes a una primera cohorte, el 58.6% de ésta murió hasta 2003. Una segunda cohorte apareció en 2001 con 259 individuos, de los que el 92.3% murieron hasta 2003. Otro parámetro que se logró determinar es que las plantas pueden llegar hasta adultas a una distancia mínima de 11 cm con el vecino más cercano de la misma u otra especie. A través de este estudio se determina la importancia que tiene el proteger una especie en estado crítico, asegurando el desarrollo y mantenimiento del germoplasma *in situ*. Palabras claves: *In-situ*, dinámica poblacional, sobrevivencia, mortalidad, cohorte.

Abstract

Scalesia retroflexa endemic to Santa Cruz island has a very reduced distribution; goats and donkeys are a serious threat. Between 1998 and 2003 a study of a small population of this species was carried out, to the east of a populated area (Puerto Ayora) in Santa Cruz Island, whose objective was to know the population dynamics facing the presence of the introduced herbivores, and of the natural phenomena: El Niño and La Niña. In 1999 an enclosure was built to protect this population of 29 individuals *in-situ*. During the study period I recorded a total of 14 vascular species pertaining to 11 families. Thirteen species are dicotyledonous and one is monocotyledonous; 7 are shrubs and 7 herbs; likewise, 7 endemics and 7 natives. The annual growth of the basal diameter (BD) and the height is slow, flowering when reaching an average BD = 2.7 cm and an average height = 1.2 m; at 2 - 3 years of age. In 1998, 29 individuals corresponding to a first cohort were found, 58.6% of this died until 2003. In 2001 a second cohort appeared with 259 individuals, 92.3% died until 2003. The plants can reach maturity at a minimum distance of 11 cm from the nearest neighbour of the same or another species. Through this study the importance is shown to protect a species in critical state, assuring the development and maintaining *in situ* germoplasm. Key words: *In-situ*, population dynamics, survival, mortality, cohort.

Introducción

La flora de Galápagos presenta un alto endemismo (60%) incluyendo 7 géneros dentro de los que se encuentra *Scalesia* (Asteraceae), éste es el género más grande del archipiélago; está conformado por 15 especies y 21 taxa (Itow 1995). Las especies de *Scalesia* son de distribución alopatrica con poblaciones dispersas, se extienden en el archipiélago desde la zona árida costera (2 m) hasta las elevaciones más altas (1600 m), algunas especies son únicas para una determinada isla. Debido a estas consideraciones ecológicas la mayoría presentan vulnerabilidad frente a la presencia de agentes bióticos como el pastoreo de herbívoros introducidos: cabras (*Capra hircus*), chanchos (*Sus scrofa*), asnos (*Equus asinus*), caballos (*Equus caballus*) y ganado vacuno (*Bos*

taurus), la deforestación e incendios provocados accidentalmente por el hombre; y por agentes naturales: erupciones volcánicas, El Fenómeno de El Niño, largos períodos de sequía, etc.

Actualmente la mayoría de las especies de *Scalesia* se encuentran amenazadas, siete están en peligro crítico, *S. retroflexa* se ubica dentro de este grupo (Lawesson et al. 1987; Adersen 1989; Itow 1995; Arsiniegas 1996; Tye 2001). Para conocer de forma detallada la dinámica poblacional y el comportamiento de esta especie durante el Fenómeno de El Niño, el subsecuente período de escasez de lluvias ("La Niña"), y su relación con el pastoreo de cabras y asnos inicié este estudio en 1998. Durante las visitas efectuadas pude notar una fuerte presión del herbivorismo provocado principalmente por las cabras, por esta razón fue urgente proteger por medio de un cercado a la población investigada, la que desde 1999 se conserva *in situ*.

La información obtenida en este estudio es útil para demostrar que una especie en estado crítico al enfrentarse a un disturbio, podría llegar a su extinción. Al mismo tiempo permite conocer la estructura poblacional en forma detallada, lo cual ayuda al manejo adecuado de la flora nativa que se halla amenazada.

Métodos

La Isla Santa Cruz está ubicada en la parte central del archipiélago de Galápagos, con una superficie de 986 km² y una altitud máxima de 864 m (Black 1974). Las condiciones climáticas son típicas de ambientes marinos, aparecen dos estaciones: cálida con fuertes lluvias (noviembre a mayo), y fría con lluvias leves (junio a octubre). El sustrato es propio de islas volcánicas, la mayor parte se caracteriza por presentar afloramientos de lava basáltica con conos de escoria juveniles, (McBirney & Williams 1969).

El área de estudio fue establecida en 1998 en la parte sur de la isla Santa Cruz aproximadamente a 3,5 km al este de Puerto Ayora, (00° 44,5' S y 90° 16,2' W) (Figura 1), a 5 m y 10 m de la costa, sobre un sustrato rocoso compuesto por bloques de lava basáltica. La vegetación se caracteriza por ser semiabierto típica de la zona árida con arbustos bajos y espinosos.

La parcela es un polígono irregular (Figura 2) de aproximadamente 500 m². El intervalo de revisión del sitio de estudio varió desde 4 a varios meses, en cada revisión se registró la composición total de especies (arbustos y hierbas), todos los individuos de *S. retroflexa* (plántulas, juveniles y adultos) fueron marcados y medidos: el DB y la altura de cada individuo; también se registró la mortalidad y la aparición de nuevos individuos (fueron marcados), se tomaron datos de fenología, se midieron las distancias y orientaciones entre individuos vecinos más cercanos de la misma y otras especies. Todos los individuos vivos corresponden a un tiempo X, y su sobrevivencia a un tiempo X + 1. La tasa de mortalidad y los datos fenológicos fueron analizados por períodos entre una revisión y la próxima, mientras que el crecimiento del DB y la altura fue analizado por año. Para estimar la edad de la población hasta 2003 se tomó en cuenta los trabajos realizados por Hamann 1979 y 2001 con *Scalesia helleri* var. *helleri* y *Scalesia baurii*, los que revelan que aparentemente una característica propia de las especies de *Scalesia* de la franja costera es el surgimiento de plántulas en grandes proporciones en plena etapa de mayores lluvias. La descripción de la especie en estudio y la determinación de las especies que se asocian con ésta se realizó en base a Eliasson (1974), McMullen (1999) y Wiggins & Porter (1971).

Descripción de la especie en estudio

Scalesia retroflexa es un arbusto de 2 - 3 m de alto, tiene muchas ramificaciones extendidas longitudinalmente de forma irregular (Figura 3), se encuentra únicamente en las costas sur y este de la isla Santa Cruz. *S. retroflexa* aparece en pocos grupos desolados en elevaciones bajas, a cortas distancias de la línea costera (Eliasson 1974), habita sobre y entre las rocas, también ocurre esporádicamente en suelos de arena cálcica, existen varias agrupaciones o parches que en conjunto forman una extensión aproximada de 100 hectáreas (Arsiniegas 1996) (Figura 1). Ha sido considerada como una de las especies en estado crítico debido a su reducida distribución y al herbivorismo causado por las cabras y asnos salvajes.

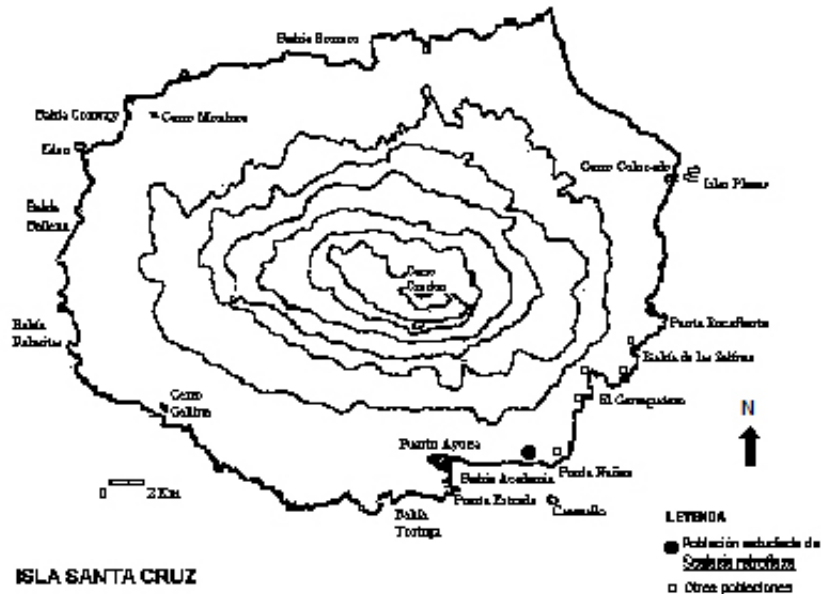


Figura 1. Mapa de la isla Santa Cruz, círculo relleno indica el área de estudio, cuadrados vacíos señalan otras poblaciones de *Scalesia retroflexa*.
 Figure 1 Santa Cruz island map, full circle show the research area, empty frames show other population of *Scalesia retroflexa*.

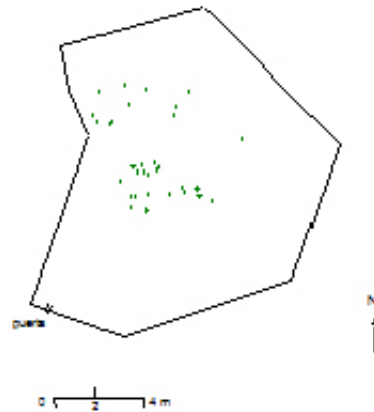


Figura 2. Forma del área cercada para la conservación *in-situ* de *S. retroflexa*, círculos señalan la ubicación de los individuos de esta especie vivos hasta 2003
 Figure 2. Fence area form to the conservation in situ de *Scalesia retroflexa*, circule show the individuals localization from this specie live until 2003.



Figura 3. Imágen de una planta adulta de *Scalesia retroflexa* en el área de estudio, Isla Santa Cruz
Figure 3. Adult plant image of *Scalesia retroflexa* at the research area, Isla Santa Cruz.

Resultados

En todo el período de estudio se registraron 14 especies vasculares correspondientes a 11 familias. Trece especies son dicotiledóneas y una monocotiledónea, 7 son arbustos y 7 hierbas, 7 son endémicas y 7 nativas ([Tabla 1]).

La mayoría de las especies son dicotiledóneas típicas de la zona árida, algunas espinosas (*Opuntia*, *Acacias* y *Scutia*), los pastos no son frecuentes. La especie que predomina es *Croton scouleri* que produce cierta competencia interespecífica con *S. retroflexa*. No se hallaron especies introducidas.

Incremento del diámetro basal (db) y altura

El incremento del DB y la altura de los individuos de *Scalesia retroflexa* es lento. En la [Tabla 2] se muestran la edad estimada y crecimiento para las 2 cohortes encontradas en los 5 años de investigación. El crecimiento promedio anual del DB es ligeramente mayor (0.63 cm) en la primera cohorte integrada por individuos juveniles y adultos que en la segunda (0.25 cm) con plántulas pequeñas. En tanto que el crecimiento promedio anual de la altura es prácticamente similar y constante para ambas cohortes. Los individuos que obtuvieron mayor altura y diámetro se encontraron a una distancia mayor a 1.5 m del vecino de la misma u otra especie

Mortalidad

En la tabla 3 se nota que la mayor tasa de mortalidad (0.34) de la primera cohorte ocurre entre el primer y segundo monitoreo (marzo - julio de 1998). Mientras que la máxima mortalidad de la segunda cohorte fue 90% en el año 2002, luego entre 2002 y 2003 murieron 5 individuos más de esta cohorte posiblemente debido a las escasas precipitaciones en este período ([Figura 4]). Por otro lado, al parecer las plantas juveniles tienen poca tolerancia a la sombra que crean los adultos de la misma especie y de otras como *C. scouleri* y *Acacia insulae iacobi*. Hasta junio 2003 en el cercado existían 32 individuos de las dos cohortes ([Tabla 3]).

Datos fenológicos

La (Figura 5) muestra el promedio de la presencia de flores, frutos y botones florales durante el tiempo de estudio. En la primera cohorte durante las 2 primeras visitas no se encontraron individuos con ninguno de los estadios florales, pero a partir del tercer monitoreo se observaron plantas con promedios bajos de flores, frutos y botones (3.8, 4.3 y 1.7, respectivamente), mientras que en 2001 hubo un

aumento especialmente del promedio de frutos (alrededor de 53 por planta). En agosto 2002 ocurrió algo similar y en la ultima visita realizada en junio 2003 encontramos cerca de 90 frutos por planta, mientras que el promedio de flores y frutos fue reducido (8.38 y 13.0, respectivamente).

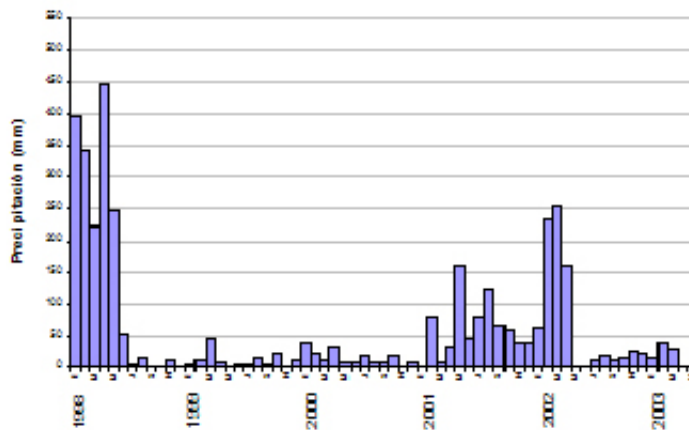


Figura 4. Registro mensual de precipitación durante el período de estudio 1998 - 2003. Estación Meteorológica Bahía Academia, Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora (0° 44' 20" S 90° 18' 25" W).
 Figure 4. Monthly rainfall during 1998-2003 at Estación Meteorológica Bahía Academia, Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora (0° 44' 20" S 90° 18' 25" W).

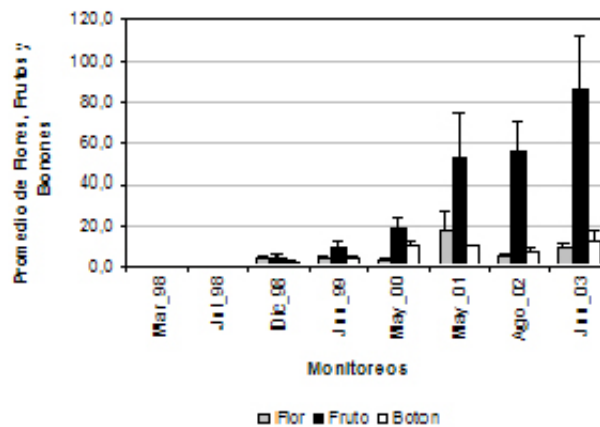


Figura 5. Promedio de flores, frutos y botones florales en cada monitoreo. Cada barra incluye el error estándar respectivo.
 Figure 5. Median number of flowers, fruits and buds in each sample. Each bar includes Standard deviation.

Discusión

Existen 3 factores que pudieron haber intervenido sobre la dinámica de esta población durante los 5 años de estudio:

Las fuertes y constantes precipitaciones durante el fenómeno de El Niño 1997 - 1998 (Figura 4)

Las escasas lluvias en el período de La Niña (Figura 4)

El herbivorismo provocado por las cabras.

La composición vegetal del sitio de estudio presenta una baja riqueza de especie, típica de zonas áridas en donde son escasas las precipitaciones anuales y los sustratos son pobres en nutrientes, por lo que es posible la ausencia de plantas introducidas. La mayor parte de los componentes vegetales son arbustos bajos, el más predominante es *C. scouleri*; del que fue necesario eliminar algunas plantas para permitir el crecimiento *S. retroflexa*, al mismo tiempo que se construyó un cercado para evitar la depredación de cabras y burros.

En base a los estudios de Hamann 1979 y 2001, puedo suponer que la primera cohorte se originó durante El Niño 1997 - 1998, y es posible que tenía una edad estimada de 5 - 6 años hasta 2003. Mientras que la segunda cohorte compuesta por 259 plantitas pequeñas de entre 0.1 - 0.5 cm de DB y 5 - 30 cm de altura (pers. obs.), apareció a inicios del año 2001 cuando se incrementó la pluviosidad (Figura 4).

Tabla 1

| FAMILIA | ESPECIES | GRUPO | ORIGEN | TIPO |
|----------------|--|-------|--------|------|
| Asteraceae | <i>Scalesia retroflexa</i> | d | e | ar |
| Cactaceae | <i>Opuntia echios</i> | d | e | ar |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea triloba</i> | d | n | hi |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus convolvuloides</i> | d | n | hi |
| Cyperaceae | <i>Cyperus andersonii</i> | m | n | hi |
| Euphorbiaceae | <i>Croton scouleri</i> var. <i>darwinii</i> | d | e | ar |
| Mimosaceae | <i>Acacia insulae</i> – <i>iacobi</i> | d | e | ar |
| Mimosaceae | <i>Neptunia plena</i> | d | n | hi |
| Mimosaceae | <i>Acacia rorudiana</i> | d | e | ar |
| Nyctaginaceae | <i>Boerhaavia caribaea</i> | d | n | hi |
| Passifloraceae | <i>Passiflora foetida</i> var. <i>galapagensis</i> | d | e | hi |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> | d | n | hi |
| Rhamnaceae | <i>Scutia spicata</i> | d | e | ar |
| Sterculiaceae | <i>Waltheria ovata</i> | d | n | ar |

Tabla 1. Registro de especies presentes en el área de estudio desde 1998 a 2003, clasificadas según el grupo: dicotiledóneas (d) y monocotiledóneas (m); según su origen: endémicas (e) y nativas (n), y según el tipo: arbustos (ar) y hierbas (hi)

Table 1. Species records present at the study area from 1998 to 2003, classified according group: dicotyledons (d) and monocotyledons (m), according to origen: edemic (e) and native (n), and according type: shurb (ar) and herbs (hi).

El crecimiento del DB de las plántulas puede ser lento con relación a los juveniles y adultos por el hábitat en el que se encuentran, o por la competencia intraespecífica debido al reclutamiento algo masivo de nuevos individuos después de un periodo lluvioso. Entonces se produce estrictamente la teoría de Selección Natural, en que sobreviven y se desarrollan los más fuertes en condiciones ecológicas no muy apropiadas.

A inicios de 1998 las ramas de cinco plantas jóvenes de *S. retroflexa* estuvieron comidas por las cabras, observé excrementos de estos animales introducidos por todas partes alrededor de la pequeña población de *Scalesia*. Por está razón fue urgente y necesario proteger el área a través de una cerca con malla y tubos metálicos. En tanto que la gran mortalidad ocurrida en la cohorte segunda en 2002

puede ser normal en una naturaleza desértica, debido a que probablemente hubo una fuerte competencia con individuos de la misma u otra especie, al mismo tiempo que varias plántulas se deshidrataron rápidamente por hallarse expuestas a los intensos rayos solares.

Al parecer cuando el DB y la altura promedio oscilan entre 2.7 cm y 1.20 m respectivamente, a una edad de entre 2 - 3 años puede considerarse que los individuos pasan a ser adultos puesto que empiezan a florecer. Generalmente existe una mayor producción de flores, frutos y botones después de las temporadas de lluvias intensas (diciembre - mayo), lo que reafirma a lo observado por Arsiniegas (1996). Casi siempre los adultos mayores a 3 años presentan más frutos con relación a flores y botones en cualquier época del año.

Tabla 2

| VARIABLES | PRIMERA COHORTE | SEGUNDA COHORTE |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Edad (años) estimada hasta 2003 | 5 - 6 | 2 |
| Crecimiento Anual del DB (cm) | 0,63 ± 0,11 | 0,25 ± 0,04 |
| Crecimiento Anual de la altura (cm) | 17,47 ± 2,09 | 17,58 ± 2,52 |
| DB mínimo (cm) hasta 2003 | 0,8 | 0,2 |
| DB máximo (cm) hasta 2003 | 11,8 | 1,4 |
| Altura mínimo (cm) hasta 2003 | 40 | 6 |
| Altura máxima (cm) hasta 2003 | 303 | 93 |

Tabla 2. Edad estimada de 2 cohortes hasta la última visita en 2003, crecimiento anual del diámetro basal (DB) y la altura mostrando el error standar (), DB y altura mínimos y máximos en todo el período de estudio de ambas cohortes.
Table 2. Stimated age of 2 cuts until the last visit at 2003, basal diameter annual growing (DB) and the high showing the standart desviation (), DB and minimus high and maximus in all research period from both cuts.

Tabla 3

| MONITOREOS | PRIMERA COHORTE | | SEGUNDA COHORTE | | lx1+lx2 |
|------------|-----------------|------|-----------------|------|---------|
| | lx1 | qx1 | lx2 | qx2 | |
| Mar/1998 | 29 | 0 | | | 29 |
| Jul/1998 | 19 | 0,34 | | | 19 |
| Dic/1998 | 19 | 0,00 | | | 19 |
| Jun/1999 | 17 | 0,11 | | | 17 |
| May/2000 | 17 | 0,00 | | | 17 |
| May/2001 | 16 | 0,06 | 259 | 0 | 275 |
| Ago/2002 | 13 | 0,19 | 25 | 0,90 | 38 |
| Jun/2003 | 12 | 0,08 | 20 | 0,20 | 32 |

Tabla 3. Individuos vivos de *S. retroflexa* en cada intervalo de monitoreo (lx1 y lx2) de la parcela, tasa de mortalidad (qx1 y qx2) en cada monitoreo, número total de individuos de la población (lx1 + lx2) registrados durante el período de estudio 1998 - 2003.

Table 3. Life individuos of *S. retroflexa* in each monitoring interval (1x1 and 1x2) from the plot, mortality rate (qx1 and qx2) in each monitoring, total number of individuals from the population (1x1+1x2) recorded during the research period 1998-2003.

Los resultados obtenidos en este tipo de investigaciones son importantes porque nos permiten evaluar constantemente el estado y los cambios de la vegetación de Galápagos, particularmente de aquellas especies que están amenazadas, con el propósito de dar un mejor manejo de los ecosistemas y hábitats del archipiélago, actuando oportunamente con estrategias adecuadas para la conservación de especies y comunidades vegetales. Cabe señalar que para determinar el periodo total de vida de ambas cohortes de *S. retroflexa*, y compararlo con estudios como los efectuados por Hamann (2001) se requiere dar continuidad a la presente investigación.

Agradecimientos

A la Fundación Charles Darwin por su colaboración permanente en distintas actividades operacionales. A Ole Hamann y Patricio Yáñez que aportaron con sus valiosos comentarios. A Solanda Rea por facilitarme los datos de precipitación de la estación meteorológica de Bahía Academia. A Ricardo Aldaz por el diseño de mapas. A todas las personas que me acompañaron a las investigaciones en el área de estudio; y a los trabajadores que colaboraron decididamente en la construcción del cercado.

Referencias

- Adersen, H. 1989. The rare plants of the Galápagos Islands and their conservation. *Biological Conservation* 47 (1): 49-77
- Arsiniegas, M. 1996. Caracterización, evaluación y conservación de cuatro especies de plantas endémicas que se hallan en peligro de extinción en las Islas Galápagos: *Calandrinia galapagosa*, *Lecocarpus darwinii*, *Scalesia helleri*, *Scalesia retroflexa*. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica "Luis Vargas Torres". Esmeraldas, Ecuador.
- Black, J. 1974. Galápagos Archipiélago del Ecuador. Quito, 1-138
- Hamann, O. 1979. Regeneration of vegetation on Santa Fe and Pinta Islands, Galapagos, after the eradication of goats. *Biological Conservation*. 15: 215-236
- Hamann, O. 2001. Demographic studies of three indigenous stand-forming plant taxa (*Scalesia*, *Opuntia* and *Bursera*) in the Galapagos Islands, Ecuador. *Biodiversity and Conservation*. 10: 223-250
- Eliasson, U. 1974. Studies in Galápagos Plants. XIV. The Genus *Scalesia* Arn. *Opera Botanica*. No 36: 1-117
- Itow, S. 1995. Phytogeography and ecology of *Scalesia* (Compositae), endemic to the Galápagos Islands. *Pacific Science* 49 (1): 17-30
- Lawesson, J.; H. Adersen, & P. Bentley 1987. An updated and annotated check list of the vascular plants of the Galápagos Islands. in: Reports from Botanical Institute, University Aarhus Denmark., No. 16: 1-74
- McBirney, A. & H. Williams, 1969. Geology and Petrology of the Galápagos Islands. *Geology Society. American Memoir* 118: 1-197
- McMullen, C. 1999. Flowering plants of the Galapagos. Cornell University Press. New York, 1-370
- Tye, A. 2001. Revisión del estado de amenaza de la flora endémica de las Galápagos. in: Informe Galápagos 2000 - 2001. Fundación Natura, Quito, Ecuador. Pp. 89-93
- Wiggins, I. & D. Porter. 1971. Flora of the Galapagos Islands. Stanford University Press, California



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Bioregional and ecological evaluation of the Amaluza páramos at the influence area of Páramo project, a propose to the biological corridor Sabanilla, province of Loja -Ecuador.

"Evaluación Bioregional y Ecológica de los Páramos de Amaluza en el Área de Influencia del Proyecto Páramo, Una Propuesta Para el Corredor Biológico Sabanilla, Provincia de Loja - Ecuador"

Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel

Rodrigo Quizhpe Coronel
Herbario LOJA Casilla postal: 11 01 890, Teléfono.
+ 593 07 2586 543, Telefax. + 593 07 2585 275, email:
wwquizhpe@yahoo.es

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.264.1>

Bioregional and ecological evaluation of the Amaluza páramos at the influence area of Páramo project, a propose to the biological corridor Sabanilla, province of Loja -Ecuador.

Resumen

Se efectuó el estudio de unidades de paisaje encuadrado dentro del aspecto social y ecológico, como propuesta para crear un sistema ecoregional de áreas de protección que engloben la franja del páramo y bosque andino hasta el extremo sur Occidental del PNP. Las áreas estudiadas fueron, las parroquias del Airo, Santa teresita y Amaluza del cantón Espíndola en la provincia de Loja: Los resultados sirvieron para analizar la flora y fauna, complementada con las condiciones edafológicas del lugar, estas variables fueron relacionadas con el programa CANOCO para agrupar los factores edáficos con las comunidades vegetales y, el programa TWINSPAN para analizar la fitosociología entre especies, se obtuvieron como resultado 11 comunidades vegetales relacionadas con el porcentaje de cobertura de las especies y pertenecientes a vegetación de páramo y de bosques andinos. En total se registraron 183 especies dentro de 131 géneros y 64 familias. La familia mas rica en especies son Asteraceae (24), Poaceae (17) y Melastomataceae (13), los géneros con mayor numero de especies son *Miconia* (6), *Weinmania* (5) y *Rubus* (4), estos resultados sirvieron para planificar la factibilidad del corredor biológico de sabanilla. Palabras clave: Corredor biológico, Sabanilla, Páramo, Amaluza

Abstract

A study of landscape units encompassed in the social and ecological aspect was performed as a proposal to create an ecoregional system of protection areas that includes a strip of "paramo" (high barren plain) and Andean forest reading the South Western extremity of the Podocarpus National Park. The studied areas were "El Airo", Santa Teresita, and Amaluza from canton Espindola in the Loja province. The results helped to analyze the flora and fauna complemented with the edaphological conditions of the place. These variables were related with the CANOCO program to group the edaphic factors with the vegetal communities and the TWINSPAN program to analyze the phytosociology among species as a result 11 vegetal communities related with the percentage of covering of the species and belonging to a vegetation of the "paramo" and Andean Forest were obtained. In total 183 species in 131 genera and 64 families were registered, the richest families in species are Asteraceae (24), Poaceae (17), and Melastomataceae (13). The genera with the highest number of species are: *Miconia* (6), *Weinmania* (5) and *Rubus* (4); these results were useful to planted the factibility of the biological corridor of "Sabanilla". Key words: biological Corridor, Sabanilla, Páramo, Amaluza

Introducción

El Ecuador tiene cientos de especies forestales nativas, de las cuales poco más de un centenar tienen usos conocidos, mientras el resto no se conocen o sencillamente no se usan, sea por la baja abundancia, por las costumbres del mercado, o por desconocimiento. La cosecha de estas especies se hizo en el pasado en forma empírica, de manera ilegal o legal, pero sin criterios de manejo, y sólo a partir del año 2001 se empezó a ordenar el manejo con promulgación de la normativa forestal. Sin embargo, hace falta vencer una serie de obstáculos hasta llegar al manejo forestal sostenible, incluyendo la compleja composición florística que afecta la aplicación de los tratamientos silviculturales necesarios para lograr mejores resultados.

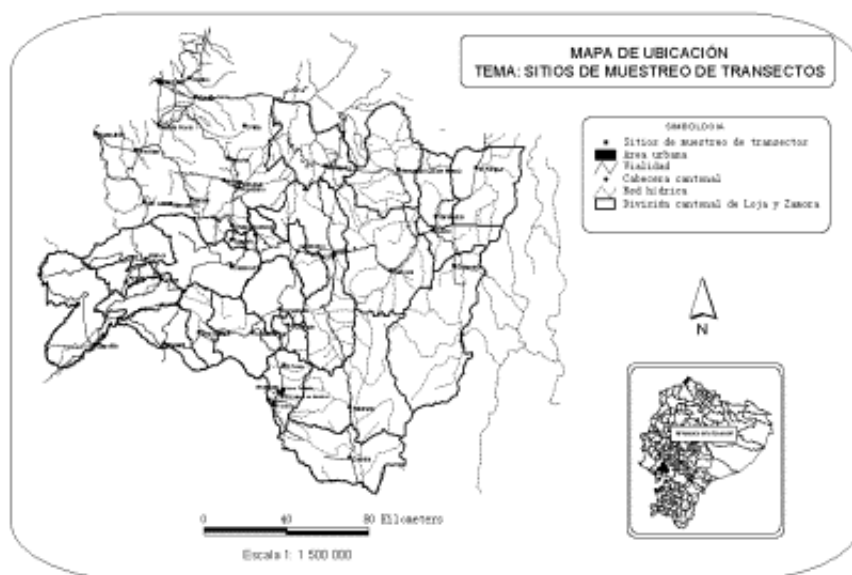


Figura 1. Comunidades del Río Cayapas, Ecuador, donde se realizaron inventarios forestales.
Figure 1. Communities of Rio cayapas, Ecuador, where inventory was conducted.

| Especies | Características | |
|--------------|---|---|
| | Hábitat | Estrategias biológicas y fisiológicas |
| Especies "r" | Hábitats efímeros o poco predecibles | <ul style="list-style-type: none"> -> Asignación de una gran cantidad de recursos a la reproducción. -> Mas hijos a menor edad -> Alta tasa fotosintética -> Intolerancia a la sombra -> Madera suave -> Vida corta |
| Especies "k" | Hábitats con condiciones ambientales constantes | <ul style="list-style-type: none"> -> Alta competencia -> Tamaño grande a la madurez -> Reproducción a una edad relativamente avanzada -> Asignación de pocos recursos a la reproducción y periodos reproductivos repetidos -> Tasa fotosintética baja -> Tolerancia a la sombra -> Madera dura -> Vida larga |

Elaborado a partir de Finegan (1993)

Tabla 1. Características generales de las especies r y k. Table 1. General characteristics of species r and k.

Estrategias biológicas de las especies forestales

Según Finegan (1993) las especies forestales usan dos grandes estrategias forestales como comportamiento frente a la luz: heliofitismo y esciofitismo. Las plantas que pertenecen a la primera estrategia (especies "r"), poseen una alta tasa fotosintética y son intolerantes a la sombra. En cambio, las plantas que son parte de la segunda estrategia (especies "k"), tienen una baja tasa fotosintética, son tolerantes a la sombra y no aumentan significativamente su crecimiento en condiciones de buena iluminación.

Los gremios forestales

Entre estos dos grandes grupos hay un sinnúmero de posibilidades, donde las especies pueden ocupar cualquier "espacio" ecológico. Los ecólogos y forestales (ejemplo: Finegan 1993; Louman et al. 2001) han agrupado a las especies en varios grupos, a los cuales se las puede conocer como gremios ecológicos. Un gremio es un grupo de especies que utilizan de igual manera los recursos del ambiente (Finegan 1993); es decir, especies que tienen un comportamiento ecológico similar. En términos de los factores ambientales, el principal factor que determina la pertenencia de una especie a tal o cual gremio es luz (Louman et al. 2001). En la Tabla II se resumen las características de éstos gremios.

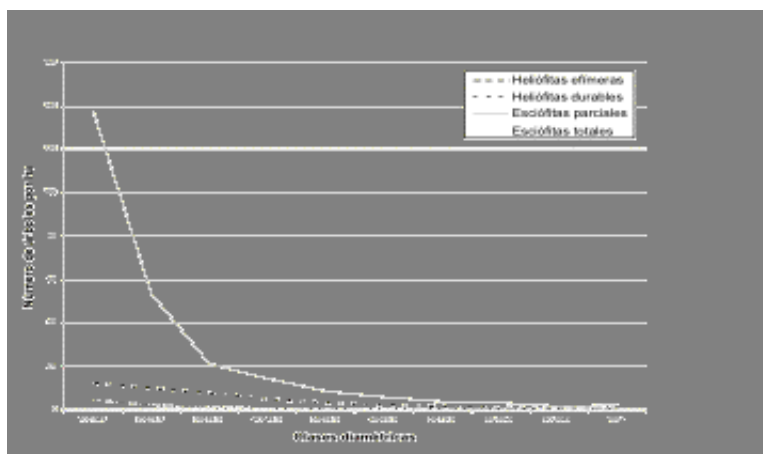


Figura 2. Distribución diamétrica por gremios de especies.
Figure 2. Diameter distribution in species groups.

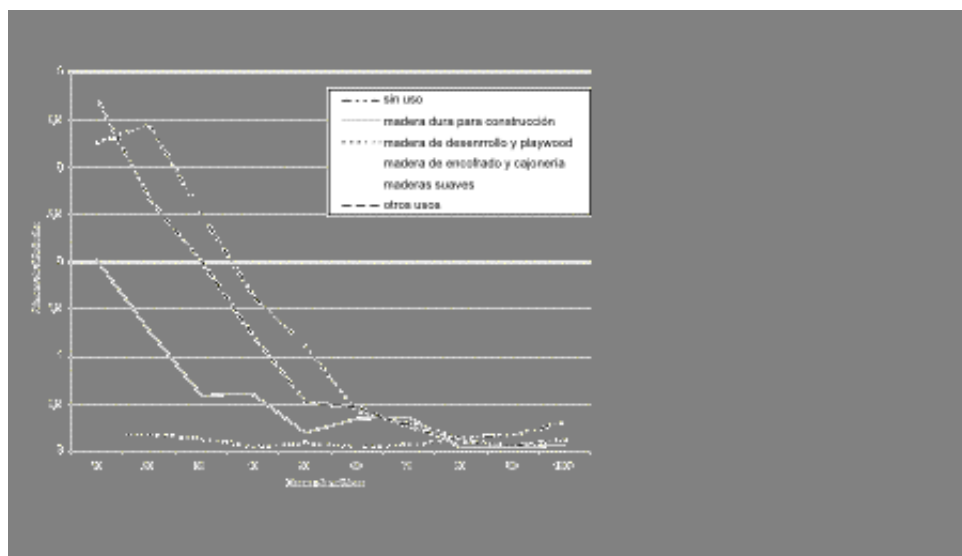


Figura 3. Distribución diamétrica de las heliófitas efímeras por tipo de uso.
Figure 3. Diametric distribution of ephemeral heliophytes according to use.

Importancia de la agrupación a nivel de gremios

Entre las tantas dificultades que enfrentan los forestales a la hora de proponer la silvicultura para un bosque nativo está la presencia de centenares de especies en un espacio pequeño. Como ejemplos, los bosques del noroccidente del Ecuador tienen entre 110 y 120 especies mayores a 10 cm de DAP (Palacios & Jaramillo 2001), mientras en RAE se podrían encontrar hasta 300 especies para el mismo rango de diámetro (Valencia et al. 1994). Entonces, ¿cómo manejar bosques tan ricos en especies? Es obvio que no se puede trabajar con cada una de las especies, pues entre otras cosas, tendría que

determinarse ciclos de corta y diámetros mínimos de corta para cada una de esas especies, lo cual es imposible en términos técnicos y prácticos. Es necesario "mirar" al bosque de una manera más simple. La opción, es agrupar a las especies en gremios o grupos que muestren un comportamiento similar, de tal manera, que en vez de trabajar con 100 o más especies, se trabaje con uno o dos grandes grupos, algo como un *morfo-gremio ecológico* que posibilite aplicar una silvicultura más "simple", tarea compleja.

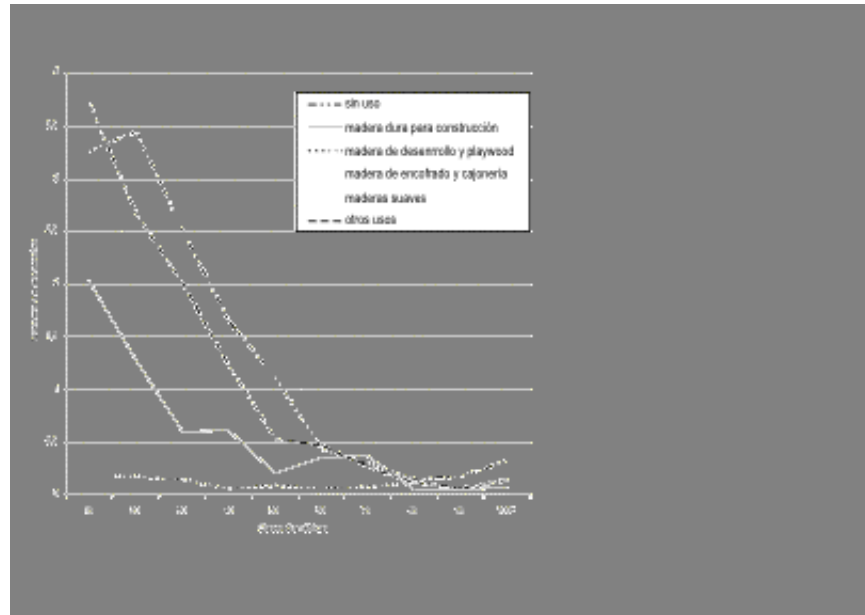


Figura 4. Distribución diamétrica de las heliófitas durables por tipo de uso
Figure 4. Diametric distribution of durable heliophytes according to usage type.

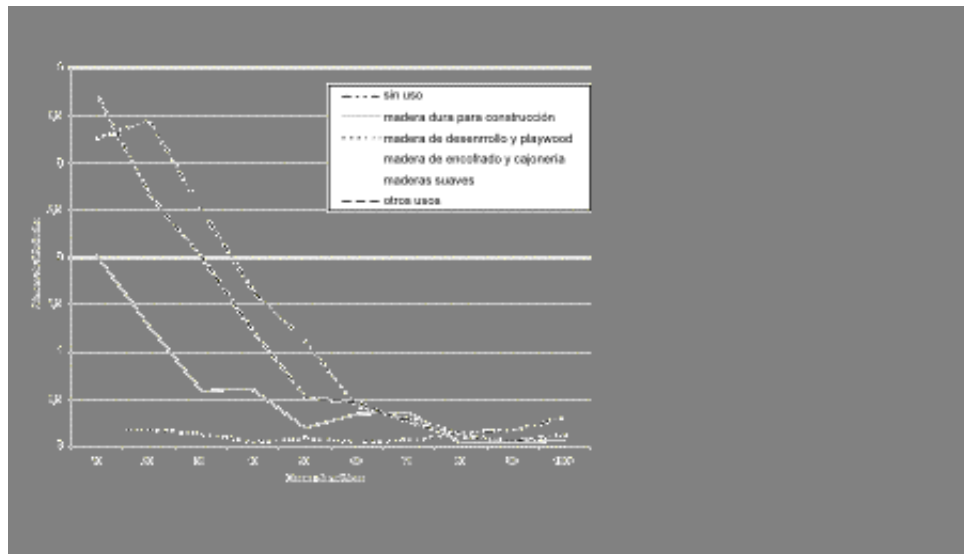


Figura 5. Distribución diamétrica de las esciófitas parciales por tipo de uso.
Figure 5. Diametric distribution of partial esciophytes according to use.

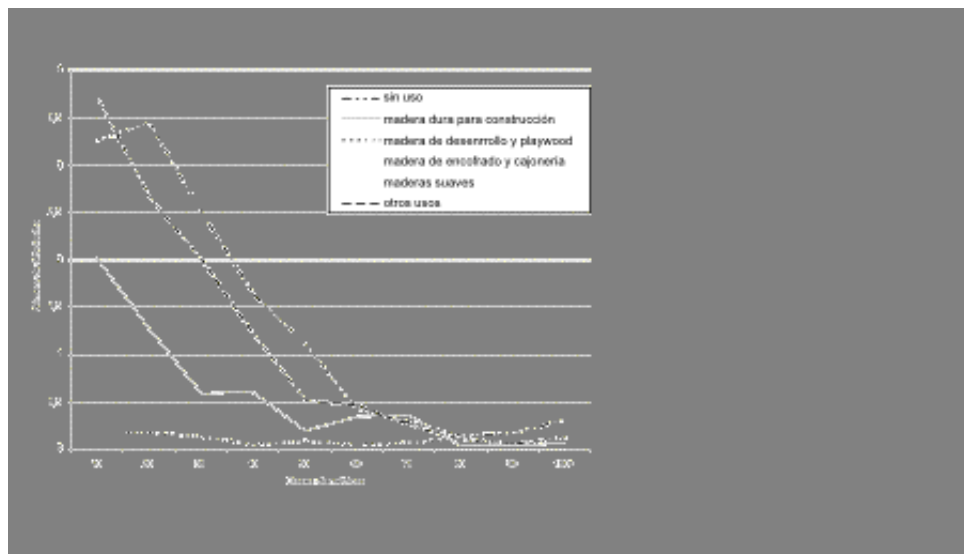


Figura 6. Distribución diamétrica de las esciófitas totales por tipo de uso
Figure 6. Diametric distribution of esciophytes according to use.

Sin embargo, aún una agrupación en pocos gremios requiere de profundos conocimientos, y por tanto, largo tiempo de observación y estudio; pero, no es posible esperar tanto porque con seguridad mientras tengamos toda la información, los bosques habrán desaparecido. Con base en las observaciones de campo, aquí se propone una clasificación preliminar ([Tabla 2]) de los géneros de especies forestales más importantes en el mercado nacional de la madera, ubicados por lo general debajo de 1000 m de altitud en el noroccidente y amazonía ecuatorianos.

Referencias

- Finegan, B. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. Los Gremios de especies. CATIE.
- Louman, B.; D. Quirós & M. Nilsson. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica. Manual técnico No.46.
- Palacios, W.; G. Tipaz & C. Aulestia. 1997. Inventarios florísticos y análisis vegetacionales en la parte baja del noroccidente del Ecuador 1992-1997. En Mena, P. A.; R. Soldi; C. Alarcón; C. Chiriboga & L. Suárez (eds.), *Estudios biológicos para la conservación, diversidad, ecología y etnobiología. Ecociencia*. Quito
- Palacios, W. & N. Jaramillo. 2001. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. *Revista Forestal Centroamericana*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Publicación octubre a diciembre del 2001 No 36. 46-50 pp.
- Valencia, R.; H. Balslev & G. Paz y Miño. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Consevation*, 3, 21-28 pp.
- Tabla 2. Características específicas de los cuatro principales gremios forestales de los bosques tropicales húmedos de bajura del Ecuador.
- Table 2. Specific characteristics of the four principal forest communities in the tropical lowland forest of Ecuador.

| Grupo ecológico | Heliófitas efímeras | Heliófitas durables | Esciófitas | |
|-----------------|---------------------|---------------------|------------|--|
| Parciales | Totales | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Ejemplos de géneros de especies forestales | <i>Cecropia</i> , <i>Heliocarpus</i> , <i>Ochroma</i> , <i>Trema</i> , <i>Trichospermum</i> ? | <i>Jacaranda</i> , <i>Cespedesia</i> , <i>Bixa</i> , <i>Laetia</i> , <i>Schizolobium</i> , <i>Cedrela</i> , <i>Swietenia</i> , <i>Chimarrhis</i> , <i>Calycophyllum</i> , <i>Apeiba</i> , <i>Ceiba</i> , <i>Cordia</i> , <i>Vochysia</i> , <i>Freziera</i> , <i>Alnus</i> , <i>Guazuma</i> , <i>Hyeronima</i> , <i>Triplaris</i> , <i>Rollinia</i> , <i>Laetia</i> , <i>Cedrelinga</i> , <i>Piptocoma</i> | <i>Virola</i> , <i>Otoba</i> , <i>Ostheophloeum</i> , <i>Carapa</i> , <i>Parkia</i> , <i>Talauma</i> , <i>Juglans</i> , <i>Cabralea</i> , <i>Dacryodes</i> , <i>Huberodendron</i> , <i>Cabralea</i> , <i>Guarea</i> , <i>Brosimum</i> , <i>Sterculia</i> ?, <i>Pouteria</i> , <i>Vitex</i> , <i>Protium</i> , <i>Pseudolmedia</i> , <i>Clarisia</i> , <i>Tabebuia</i> ?, <i>Ocotea</i> , <i>Nectandra</i> , <i>Tapirira</i> , <i>Billia</i> , <i>Pithecellobium</i> , <i>Enterolobium</i> , <i>Cojoba</i> , <i>Brownea</i> , <i>Clarisia</i> , <i>Caryodaphnopsis</i> , <i>Huerteia</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Zanthoxylum</i> , <i>Zyzyphus</i> , <i>Tapirira</i> | <i>Minquartia</i> , <i>Pouteria</i> , <i>Platymiscium</i> , <i>Myroxylon</i> , <i>Humiristrum</i> , <i>Maclura</i> , <i>Licania</i> , <i>Parinari</i> , <i>Mora</i> |
| Tasa fotosintética | Muy alta | Alta | Baja | Muy baja |
| Asignación proporcional de recursos para: | Formar hojas, flores y frutos | Asignación intermedia para diferentes estructuras de la planta | Formar de estructuras permanentes: madera | formar maderas duras |
| Tasa anual de crecimiento diamétrico | Hasta 6 cm | 2-3 cm | 0.5-2 cm | 0.5 mm |
| Edad de madurez reproductiva | 2-4 años | 2-15 años | 25 años | |
| Duración de vida | 10-15 años, excepto en condiciones sin competencia | 50-150 años | 100 (-450) años | Sobre los 150 años |
| Altura máxima | 20-25 m (hasta 30 m, ejemplo en <i>Cecropia</i> <i>Sciadophylla</i>) | 30-40 m (hasta 60 m, ejemplo <i>Ceiba</i>) | 30-45 m (hasta 60 m) | 30-45 m (hasta 60 m) |
| Estructura de población | Coetánea | Coetánea en sitios abiertos y con abundantes semillas | Discetánea: todas las edades y tamaños | Discetánea: todas las edades y tamaños |

| | | | | |
|--|---|--|---|---------------------------------|
| Modo de diseminación de semilla o fruto | Pájaros, murciélagos y pequeños roedores (ejemplo <i>Cecropia scyadophylla</i>), viento (ejemplo <i>Ochroma</i> y <i>Heliocarpus</i>) | Viento, pájaros, murciélagos | Murciélagos y otros mamíferos tanto arbóreos como terrestres, pájaros, gravedad | Mamíferos, aves, gravedad |
| Tamaño y tipo de semilla | Pequeñas o relativamente pequeñas y en este caso provistas de mecanismos de dispersión | Pequeñas o medianas y en este caso provistas con alas y por tanto livianas | Medianas a grandes | Medianas a grandes |
| Fructificación | Continua (anual en <i>Ochroma</i>) | Anual y en épocas definidas, tamaño de cosecha variable (<i>Ceiba</i> , <i>Vochysia</i>) | Épocas bien definidas, cosechas grandes, irregulares, con períodos de poca producción | |
| Presencia de semillas en "banco de semillas" | Presentes hasta varios años después | Algunas especies | Semillas rápidamente perecibles | Semillas rápidamente perecibles |
| Densidad de madera | Muy liviana (0.2-0.3) | Liviana a moderada (0.3-0.5) | Moderada a dura (>0,45) | Dura a muy dura (>0.7) |

Elaborado a partir de Finegan (1993)



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Endemism as a tool for conservation. Podocarpus National Park a case study.

Endemismo una herramienta para la Conservación. Parque Nacional Podocarpus un caso de estudio.

Pablo Lozano, Tania Delgado y Zhofre Aguirre

Fundación FUNBOTANICA y
Herbario Reinaldo Espinosa (LOJA), Casilla: 11-01-712, Tlf/fax: 593-7
2585275, Loja-Ecuador

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.265.1>

Endemism as a tool for conservation. Podocarpus National Park a case study.

Resumen

El Parque Nacional Podocarpus (PNP), ubicado al sur del Ecuador, posee 211 especies endémicas de las registradas para el país. El presente estudio identificó 70 especies endémicas exclusivas, en 29 familias y 50 géneros. Se considera que algunos taxones tienen su centro de diversidad en el PNP (*Brachyotum*, *Centropogon* y *Lysipomia*). El mayor endemismo, se ubica principalmente entre 2800 a 3200 m, en la transición de páramo arbustivo a páramo herbáceo. De acuerdo al análisis TWINSpan, se encontraron dos comunidades vegetales subdivididas y cinco asociaciones. En las dos primeras comunidades de páramos y arbustales naturales y antrópicos que comprende la franja altitudinal 2300-3400 m, se distribuyen las endémicas, aumentando su presencia a medida que haciende la gradiente. Este estudio reconoce 22 unidades de paisaje, considerándose el área con endemismo extremadamente alto al tipo de vegetación de bosque chaparro, que corresponde a la franja de sub-páramo, con prioridad para conservar, las áreas de bajo endemismo, son bosque abierto/matorral/pastizal; tienen la misma importancia por su exclusividad y posición fuera del PNP. El sitio con mayor número de endémicas es Cajanuma con 40 especies, mientras que el sitio con mayor acumulación de endémicas por superficie muestreada es Cerro Toledo, con 12 especies en 175 m². Todas las especies tienen una amplia distribución en los páramos del parque, con algunas excepciones de distribución restringida como el caso de *Puya obconica* en el sector de Sabanilla con un rango no mayor a 10 km². Según los criterios de UICN, existen 45 especies en peligro de extinción y 17 en estado vulnerable, de las 99 endémicas exclusivas, 29 especies no fueron halladas, probablemente se necesita más muestreo en vegetación de bosque, de aquí nueve especies se consideran en peligro crítico, ocho especies en peligro, 10 vulnerables y dos extintas. Palabras clave: Podocarpus, endemismo, conservación, extinto.

Abstract

211 endemic plant species registered for Ecuador occur at Podocarpus National Park (PNP). This study recognizes 70 species restricted to Podocarpus Park, belonging to 29 families and 50 genera. Some taxa have their maximum diversity in this area (*Brachyotum*, *Centropogon*, and *Lysipomia*). Areas with high endemism are generally found among 2800-3200 m, on the transition of shrub páramo to herb páramo vegetation. According to TWINSpan analysis, two vegetation communities subdivided and five associations were found. The first two communities of natural and anthropogenic shrub páramo among 2300-3400 m, are characterized by distributed the highest endemism, relating higher endemism with higher gradient. According to this study, there is 22 landscape units, where area with high endemism "extremely high" is bosque chaparro, which belongs to sub-páramo belt, and has priority to conserve, low endemism areas are bosque abierto/matorral/pastizal; which has the same importance, because the exclusivity and position outside of PNP. The area with highest endemism is Cajanuma with 40 species, while Cerro Toledo has the highest number of endemic species accumulated per plot surface with 12 species at 175 m. All of them have a wide distribution, with some exceptions like *Puya obconica* in Sabanilla with a restricted distribution range no higher than 10 km². Following the IUCN criteria standards, there are 45 endangered species, 17 like vulnerable, from the 99 initial species, 29 were not found, probably it is necessary to measure more plots in forest type, from this nine are critically endangered, eighth species are endangered, 10 vulnerable and two extinct. Key words: Podocarpus, endemism, conservation, extinct.

Introducción

El conocimiento de las especies "raras" o endémicas resulta de importancia no sólo por su extraordinariedad sino también por que indica rareza de hábitats, ecosistemas. El término endemismo se ha aplicado de manera indistinta para denotar taxas con distribuciones geográficas restringidas (Andrade 1995). En ese sentido la complejidad de la biogeografía andina del Ecuador, ha dificultado la identificación y distribución de las especies endémicas y sus poblaciones y a nivel más específico al sur del país, donde las características climáticas y topográficas denotan un cambio en la flora (Jørgensen & Ulloa, 1996), que además presenta un endemismo de tipo restringido, el cual probablemente corresponde al término usado por Gentry (1982) "neoendemismo" para referirse a las especies que se encuentran limitadas a áreas geográficas pequeñas o por influencias antrópicas, clásico para esta región. El libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (Valencia et al. 2000), describe 4011 especies de plantas endémicas equivalente al 26% de la flora nativa del país que únicamente crecen en el Ecuador. El Parque Nacional Podocarpus posee 99 especies endémicas, con un número total de endémicas del país de 211 lo cual corresponde al mayor endemismo registrado en ninguna otra área protegida del Ecuador.

Según Pitman et al. (2002), sugieren que al menos el 1.1% de la flora endémica del país se ha extinguido (46 especies), desde que se iniciaron las exploraciones botánicas en el país, ha esto le sigue un número de especies críticamente amenazadas, considerándose entre los números más altos del mundo. Estos procesos espaciales de la pérdida de biodiversidad según Leck (1979), parecen no ser "al azar", sino que algunos grupos son más vulnerables ante la fragmentación de hábitats, esquema que se aplica en algunas especies en este estudio. Los procesos de ruptura del ciclo normal ecológico de los hábitats, conllevan a una serie de problemas ambientales, incluyendo la pérdida genética, suelos y erosión en general. En base al conocimiento del endemismo del Parque Podocarpus se ha identificado áreas prioritarias que pueden ser usadas como herramienta para la conservación.

Materiales y Métodos

Del herbario QCA, se obtuvo la base de datos original de las endémicas del PNP, proveniente de la preparación del libro Rojo de las Endémicas del Ecuador, esto facilitó la revisión, complementación y corrección de datos.

En el herbario LOJA se identificó el número de especies y TIPOS de las endémicas existentes del parque, lo que sirvió de apoyo para enfocar el trabajo en los Herbarios QCA y QCNE de la Universidad Pontificia Católica de Quito y Museo de Ciencias Naturales del Ecuador respectivamente.

La distribución de las endémicas, se realizó mediante la posición geográfica de estas en un mapa base, para lo cual se utilizó los servicios profesionales del Centro de Informática Forestal de la Universidad de Loja (CINFA). El grado de amenaza de las especies, se analizó según criterios de (UICN), considerados en el Libro Rojo, esto permitió identificar cual de ellos se encuentran en estado crítico, lo que ayudó a la selección para su posterior manejo. Complementariamente se realizó un análisis estadístico de las familias y géneros por número de especies endémicas para definir cuales son los grupos taxonómicos más importantes.

El muestreo de campo se diseñó considerando el rango altitudinal y se ubicaron las parcelas cada 100 m, en vegetación de tipo páramo natural (herbáceo y arbustivo bajo) y vegetación de arbustales azonal natural y antropogénico, tomando en cuenta la distribución inicial de las endémicas exclusivas de la información previamente levantada. Siguiendo la metodología de Braun Blanquet (1979) y de acuerdo al tipo de vegetación se establecen parcelas de 5x5 m en vegetación herbácea, 10x10 m en vegetación arbustiva y 10x50 m en vegetación arbórea, se registró el porcentaje de cobertura vegetal por especies en la parcela.

Se registraron datos de los siguientes parámetros: posición geográfica, altitud, inclinación, temperatura y humedad relativa (%), en la parcela misma se registró la estructura y composición florística de todas las especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y epífitas. Adicionalmente en la hoja de campo se registró el tipo de intervención, vegetación circundante, geografía, presencia de humedales, drenaje, número de parcela y fecha.

Para el análisis de los suelos se realizaron calicatas para muestreo, diferenciando los perfiles

existentes a una profundidad de 30 - 60 cm, dependiendo del tipo de suelo. Adicionalmente se registró la temperatura del suelo, textura y estructura. Se realizaron seis muestreos por sector distribuidos igualmente en la gradiente altitudinal, para posterior análisis de laboratorio en la Universidad Nacional de Loja, donde se analizó materia orgánica (MO), acidez (pH), nitrógeno disponible (N) y textura.

La agrupación de las parcelas y determinación de los grupos de vegetación, se realizó mediante el uso del programa de agrupación TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis), el cual agrupa las muestras (parcelas) y variables (especies), con base en la mayor similitud en la composición florística, e indica donde se separan los diferentes grupos de parcelas y el valor de probabilidad que los separa (eigenvalor, escala 0-1).

Previo el análisis TWINSpan donde se definen las comunidades vegetales, se procedió para cada una de ellas a realizar el análisis florístico de los parámetros de diversidad relativa con el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Diversidad Relativa (DiR)} = \frac{\text{Número de especies de la familia} \times 100}{\text{Número total de especies}}$$

El grado de endemismo por unidades de paisaje, se determinó mediante el número de especies por unidad, como se describe a continuación:

Número de Especies Grado de Endemismo

Endémicas

1-2 Bajo

3-5 Medio

6-10 Alto

11-20 Muy alto

> 21 Extremadamente alto

Resultados

De acuerdo al análisis de los datos de 45 levantamientos utilizando el programa TWINSpan, se separan en dos comunidades y cinco asociaciones, localizadas en diferentes franjas altitudinales (Figura 1). Se asocian y describen de la siguiente manera.

A. FRANJA ALTITUDINAL BOSQUE MONTANO ALTO (filos laterales)(2500-2700 m) y PARAMUNA (2900-3400 m)

FRANJA PARAMUNA (2900-3400 m)

Comunidad I.1.1. Páramos herbáceos de *Neurolepis nana*, *Calamagrostis macrophylla* con *Niphogeton dissecta*.- Especies endémicas en esta comunidad son: *Centropogon steyermarkii*, *Lysipomia caespitosa*, *Gentianella fastigiata*, *Brachyotum incrassatum*, *Miconia dodsonii*, *M. oellgaardii*, *Fuchsia summa*, *Neurolepis laegaardii*, *Chusquea loxensis* y *Deprea ecuatoriana*.

Comunidad I.1.2. Páramos arbustivos bajos de *Weinmannia rollotii*, *Oxalis spiralis* e *Ilex andicola*.- Especies endémicas en esta comunidad son: *Puya obconica*, *Centropogon hartwegii*, *C.comosus*, *Oreanthes hypogaeus*, *Brachyotum incrassatum*, *Miconia dodsonii*, *M. dissimulans*, *Brachyotum rotundifolium*, *Fuchsia summa*, *Peperomia persulcata*, *Chusquea loxensis*. y *Neurolepis asymmetrica*.

B. FRANJA ALTITUDINAL BOSQUE MONTANO ALTO-SUBPÁRAMO (filos laterales) (2500-2800/3000 m)

FRANJA SUBPÁRAMO (2800-3100 m)

Comunidad I.2.1. Páramos herbáceos de *Puya eryngioides*, *Calamagrostis intermedia* y *Oritrophium peruvianum*- Especies endémicas en esta comunidad son: *Mezobromelia fulgens*, *Centropogon steyermarkii*, *C. erythraeus*, *Lysipomia laricina*, *Brachyotum rotundifolium*, *B. johannes-julii*, *Peperomia persulcata*, *Chusquea loxensis* y *Neurolepis laegaardii*

Comunidad I.2.2. Páramos arbustivos bajos de *Cladonia tomentosa*, *Ageratina dendroides* y *Siphocampylus scandens*.- Especies endémicas en esta comunidad son: *Centropogon erythraeus*, *Thibaudia joergensenii*, *Brachyotum russatum*, *B. johannes-julii*, *Peperomia persulcata*, *Chusquea loxensis* y *Neurolepis elata*.

C. FRANJA ALTITUDINAL BOSQUE MONTANO ALTO (filos laterales) (2300-2800 m)

Comunidad II.1. Arbustales de *Persea ferruginea* *Cybianthus pastensis*, *Graffenrieda harlingii*, (2300-2900 m).- Especies endémicas en esta comunidad son: *Hedyosmum purpurascens*,

Macrocarpaea harlingii, *Meriania maguirei*, *Fuchsia steyermarkii*, *Peperomia persulcata*, *Neurolepis elata*, *Chusquea loxensis*, *Cinchona mutisii* y *Symplocos fuscata*.

Comunidad II.2. Arbustales de *Cinchona officinales*, *Geissanthus vanderwerffii*.- Especies endémicas en esta comunidad son: *Centropogon steyermarkii*, *C. comosus*, *Weinmannia loxensis*, *Lepechinia mutica*, *Brachyotum benthamianum*, *Meriania loxensis*, *Neurolepis asimétrica*, *Chusquea loxensis*, *Palicourea azurea*, *Larnax psilophyta* y *Symplocos fuscata*.

D. FRANJA ALTITUDINAL BOSQUE MONTANO (2100-2800 m)

Asociación III. Bosque Montano Alto-Cajanuma.- Especies endémicas en esta asociación son: *Zinowiewia madsenii* y *Palicourea calycina*.

Asociación IV. Bosque Montano Bajo-San Francisco.- Especies endémicas en esta asociación son: *Oreanthes hypogaeus*, *Macrocarpaea harlingii*.

Asociación V. Bosque Montano Bajo en Banderillas de *Prumnopitys montana*, *Guarea sp.* *Nectandra laurel*.- En esta asociación no se registro especies endémicas.

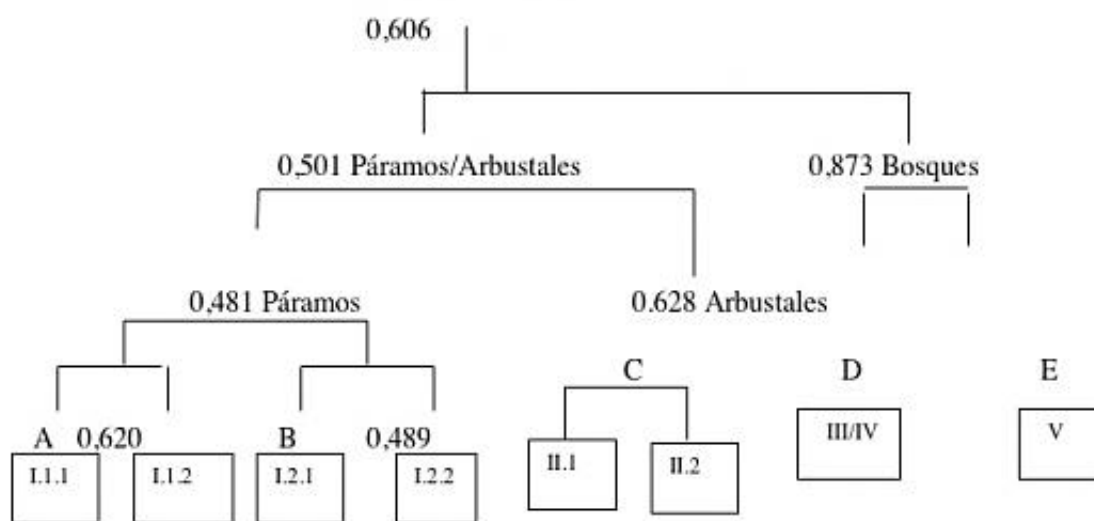


Figura 1. Dendrograma de agrupación de las parcelas con los respectivos eigenvalor, para cada división, resultantes de la interpretación del análisis multivariado del programa Twinspan.

Figure 1. Plot dendrogram with eingenvales tforo each division, results of the two way indicator species analysis. Twinspan.

Distribución y Grado de Endemismo

De las 99 especies exclusivas reportadas para el PNP y su ZA, se encontraron 70, de las cuales 45 están dentro del PNP, 19 comparten el parque y la zona de amortiguamiento y solamente seis especies están en la ZA. De las 112 especies reportadas como posibles dentro del PNP, se registraron siete especies. Los géneros más diversos de endémicas son *Lysipomia* (6), *Centropogon* y *Brachyotum* (5), probablemente estos taxa evolucionaron en este sitio denotando su gran diversidad. Las endémicas están ampliamente distribuidas en el ecotono comprendido entre páramo, subpáramo hasta bosque montano alto en los filos laterales, lugares con constante precipitación, baja temperatura, alta humedad relativa y suelos saturados de agua, el lugar con mayor endemismo por levantamientos y barrido fue Cajanuma con 40 especies. Su distribución es relativamente amplia, la mayor concentración está en Cerro Toledo con 12 sp. en 175 m² y el menor registro fue Banderillas con 13 sp. en 2150 m². El rango altitudinal en donde se encuentran con mayor concentración esta entre 2800 a 3200 m (Figura 2). Se reconocen 22 unidades de paisaje en la parte occidental del PNP, se considera de prioridad de conservación a la unidad FM2bch que son montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (bosque chaparro), con un grado de endemismo extremadamente alto (28 especies), que se ubica en la franja de subpáramo, sin embargo también se considera importante el grado "bajo" (1-2

especies), que se ubican en bosque abierto o pastizales en zonas de constante impacto y que poseen exclusividad de especies ([Tabla 1]).

| Sector | Superficie Muestreada (m2) | Número de Especies | Especies/Superficie Muestreada(%) |
|---------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Cerro Toledo | 175 | 12 | 0,069 |
| Sabanilla | 225 | 9 | 0,040 |
| El Tiro | 525 | 15 | 0,029 |
| Cajanuma | 725 | 11 | 0,015 |
| Tapichalaca | 100 | 1 | 0,010 |
| San Francisco | 925 | 9 | 0,010 |
| Banderillas | 2150 | 13 | 0,006 |

Tabla 1. Número de especies encontradas por superficie muestreada.
Table 1. Number of species found in relation to sampled surface.

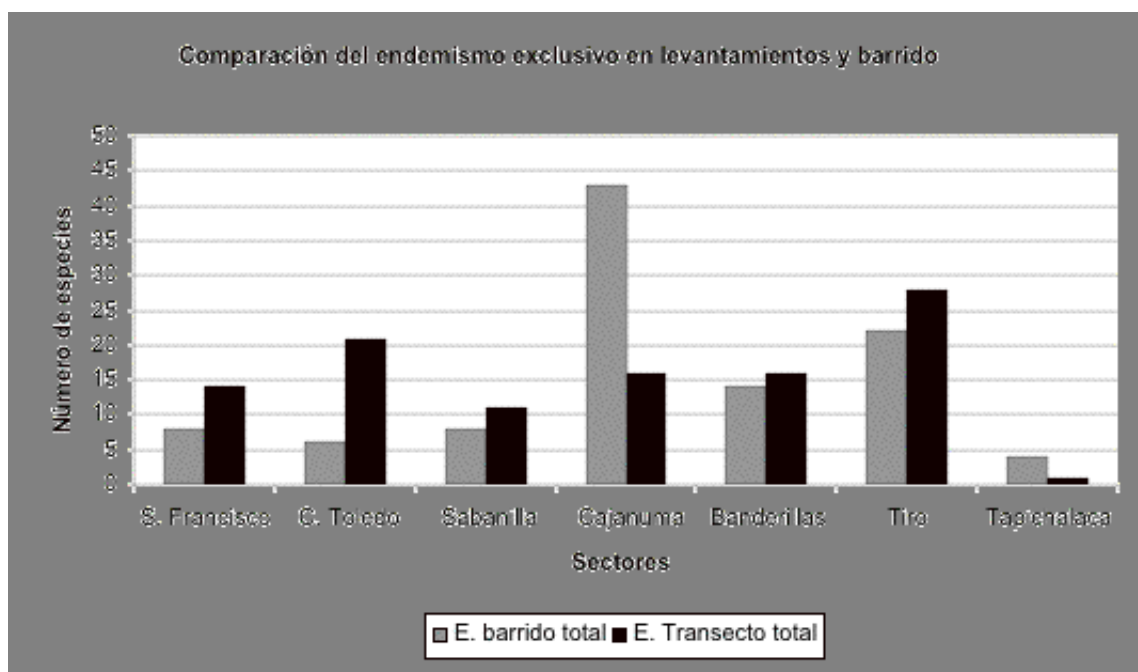


Figura 2. Comparación de endemismo en levantamientos y barrido de acuerdo al sector y número de especies.
Figure 2. Comparison of the endemism in plots survey and general collection according places and species number.

Estado de Conservación de la Flora Endémica del PNP

De las 99 especies exclusivas del PNP, 29 especies no se encontraron, considerándose dos spp. como extintas (EX): *Pamianthe parviflora* Meerow, colectada por primera y única vez en 1961 y *Markea fosbergii* Hunz. conocida también por una sola colección en 1945. Una visión de la diferencia encontrada en colecciones generales y parcelas establecidas se muestran en la figura 2, demostrándose una similitud de especies en el área. Con estos parámetros registrados se establece el grado de endemismo por unidades de paisaje ([Tabla 2]), reconociéndose 22. de las cuales el mayor endemismo se registra entre 2800 a 3200 m (Figura 3).

| Simbolo | Unidad de Paisaje | Número de Especies |
|-----------|---|--------------------|
| DCS2ba | Colinas bajas desarrollado en volcánico y sedimentos del mioceno (bosque abierto) | 1 |
| DCS2pde | Colinas bajas desarrollado en volcánico y sedimentos del mioceno (pastizal degradado) | 2 |
| FB1pa | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (páramo arbustivo) | 11 |
| FB2ba | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (bosque abierto) | 7 |
| FB2bch | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (bosque chaparro) | 12 |
| FB2bd | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (bosque denso) | 12 |
| FB2c-mp | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (complejo matorral/pastizal) | 1 |
| FB2c-pm | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (complejo pastizal/matorral) | 2 |
| FB2phb | Montañas medias y bajas ramificadas en metamorfo (páramo herbáceo bajo) | 4 |
| FE2bch | Colinas altas en volcánico (bosque chaparro) | 7 |
| FE2c-pbd | Colinas altas en volcánicos (complejo pastizal/bosque denso) | 3 |
| FE2c-pm | Colinas altas en volcánicos (complejo pastizal/ matorral) | 2 |
| FE2m | Colinas altas en volcánicos (matorral) | 1 |
| FM1c-ah | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (complejo arbustal/herbazal) | 3 |
| FM1pa | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (páramo arbustivo) | 7 |
| FM1phb | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (páramo herbáceo bajo) | 8 |
| FM2bch | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (bosque chaparro) | 28 |
| FM2bd | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (bosque denso) | 6 |
| FM2c-bchh | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (complejo bosque chaparro/herbazal) | 16 |
| FM2pa | Montañas altas ramificadas en rocas metamórficas y magmatitas (páramo arbustivo) | 18 |
| GC2bch | Circos glaciales (bosque chaparro) | 6 |
| GC2pa | Circos glaciales (páramo arbustivo) | 3 |

Tabla 2. Grado de endemismo por unidad de paisaje.
Table 2. Endemism degree by landscape unit.

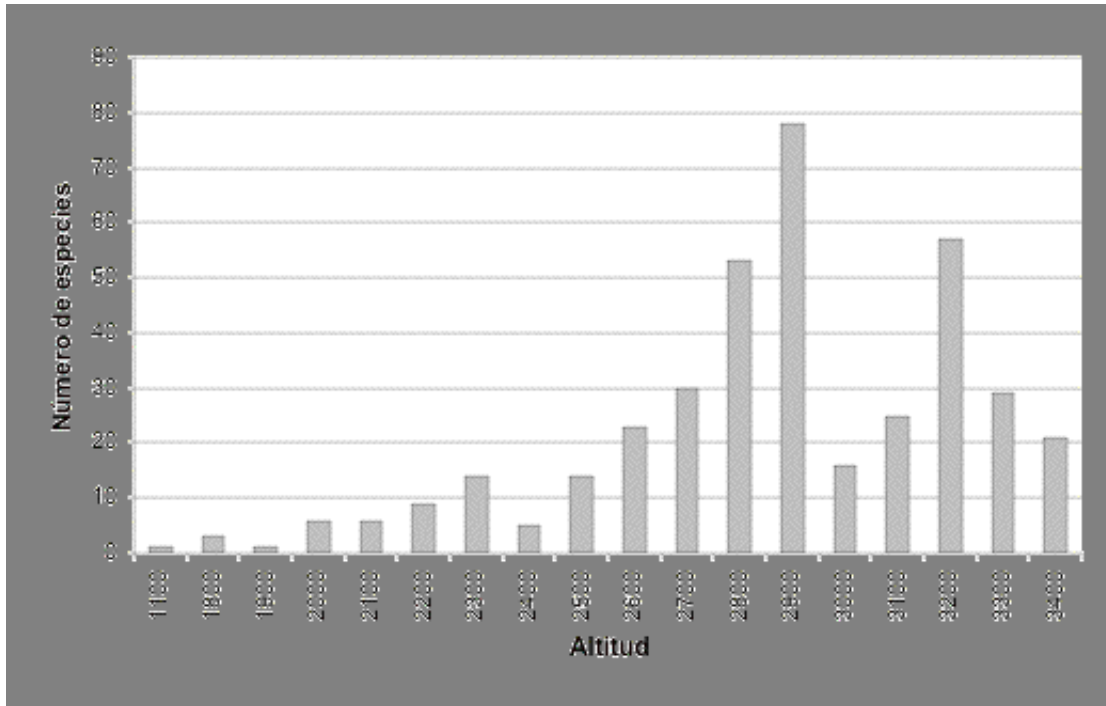


Figura 3. Distribución de las especies endémicas en la gradiente altitudinal.
 Figure 3. Endemic species distribution in the altitudinal gradient.

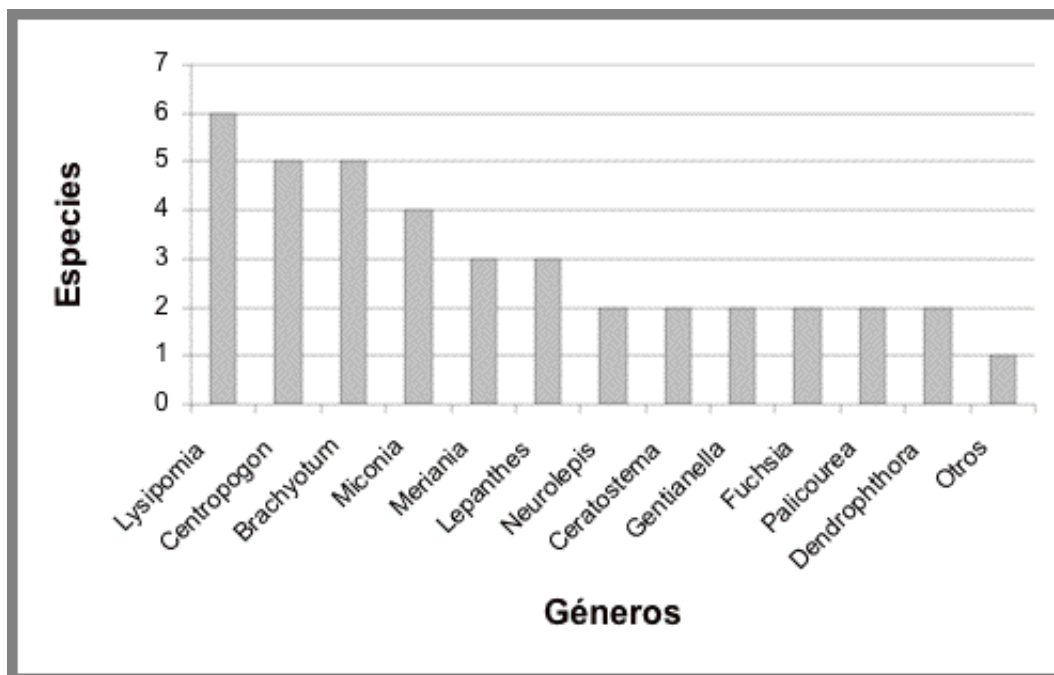


Figura 4. Géneros representativos con su respectivo número de especies endémicas.
 Figure 4. Representative genera with number of endemic species.

Se encontro un número considerable de especies en peligro de extinción ([Tabla 3]), como se registra en la figura 4, existen géneros considerados especiales como es el caso de *Lysipomia*, *Centropogon* y *Brachyotum* especialmente debido a su alto número de especies que se presentan

en la zona, lo que levanta la idea de una explosión radiativa. Varias de estas especies se consideran como potenciales en riesgo de extinción y otros estatus de conservación que ameritan ser analizados ([Tabla 4]), (Figura 5), indicando áreas de uso intangible al occidente del parque Podocarpus.

| Género y especie | Género y especie | Género y especie |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| <i>Aiphanes verrucosa</i> | <i>Galium ecuadoricum</i> | <i>Meriania loxensis</i> |
| <i>Aphelandra zamorensis</i> | <i>Gentianella fastigiata</i> | <i>Miconia namandensis</i> |
| <i>Bejaria subsessilis</i> | <i>Gentianella oellgaardii</i> | <i>Miconia oellgaardii</i> |
| <i>Brachionidium hirtzii</i> | <i>Joosia aequatoria</i> | <i>Myoxanthus eumeces</i> |
| <i>Brachyotum benthamianum</i> | <i>Larnax psilophyta</i> | <i>Palicourea azurea</i> |
| <i>Buddleja lojensis</i> | <i>Lepanthes eruca</i> | <i>Passiflora loxensis</i> |
| <i>Calceolaria semiconnata</i> | <i>Lepanthes nivea</i> | <i>Pleurothallis nipterophylla</i> |
| <i>Cardamine lojanensis</i> | <i>Lysipomia aretioides</i> | <i>Puya obconica</i> |
| <i>Centropogon erythraeus</i> | <i>Lysipomia bilineata</i> | <i>Sobralia kermesina</i> |
| <i>Centropogon zamorensis</i> | <i>Lysipomia caespitosa</i> | <i>Struthanthus lojiae</i> |
| <i>Ceratostema oellgaardii</i> | <i>Lysipomia crassomarginata</i> | <i>Thibaudia joergensenii</i> |
| <i>Cynanchum harlingii</i> | <i>Lysipomia cylindrocarpa</i> | <i>Tillandsia nervisepala</i> |
| <i>Dendrophthora dalstroemii</i> | <i>Lysipomia laricina</i> | <i>Uncinia tenuifolia</i> |
| <i>Dendrophthora fastigiata</i> | <i>Masdevallia picta</i> | <i>Vriesea appendiculata</i> |
| <i>Fuchsia steyermarkii</i> | <i>Meriania furvanthera</i> | <i>Zinowiewia madsenii</i> |

Tabla 3. Especies endémicas en estado de conservación: En Peligro (EN).
Table 3. Endemic species in conservation state: Endangered (EN).

| Vulnerable (VU) | Vulnerable (VU) | Preocupación Menor (LC) | Casi Amenazada (NT) |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <i>Brachyotum incrassatum</i> | <i>Huperzia loxensis</i> | <i>Brachyotum rotundifolium</i> | <i>Centropogon steyermarkii</i> |
| <i>Brachyotum johannes-julii</i> | <i>Macrocarpaea harlingii</i> | <i>Chusquea loxensis</i> | <i>Deprea ecuatoriana</i> |
| <i>Brachyotum russatum</i> | <i>Meriania maguirei</i> | <i>Lepechinia mutica</i> | <i>Hedyosmum purpurascens</i> |
| <i>Centropogon comosus</i> | <i>Miconia dissimulans</i> | <i>Miconia dodsonii</i> | <i>Lepanthes otara</i> |
| <i>Centropogon hartwegii</i> | <i>Oreanthes hypogaeus</i> | <i>Neurolepis elata</i> | <i>Mezobromelia fulgens</i> |
| <i>Ceratostema lanceolatum</i> | <i>Palicourea calycina</i> | <i>Peperomia persulcata</i> | <i>Neurolepis asymmetrica</i> |
| <i>Cinchona mutisii</i> | <i>Thelypteris euthytrix</i> | <i>Symplocos fuscata</i> | <i>Neurolepis laegaardii</i> |
| <i>Elaphoglossum pala</i> | <i>Trichosalpinx lenticularis</i> | | <i>Weinmannia loxensis</i> |
| <i>Fuchsia summa</i> | | | |

Tabla 4. Especies endémicas y su estado de conservación.
Table 4. Endemic species and conservation status.

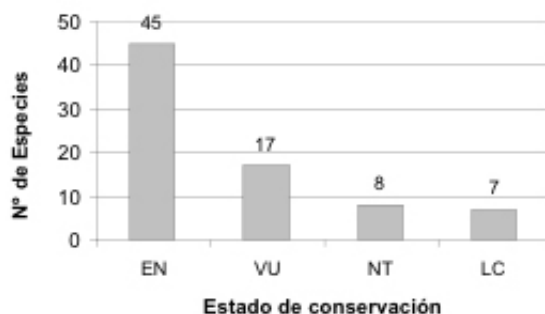


Figura 5. Estado de Conservación de la flora endémica del PNP y la ZA.
Figure 5. Conservation status of the endemic flora of Podocarpus Park and the buffer zone.

Conclusiones

El Parque Nacional Podocarpus, posee una alta diversidad florística. Debido al endemismo existente y a la alta riqueza de especies endémicas encontradas en las franjas de subpáramo (en la unidad de paisaje FM2bch), páramo y bosque montano alto, se considera como uno de los sectores más importantes para investigación y conservación de flora nativa.

Del total de las 99 especies reportadas como exclusivas para el PNP, se encontró 70, y de las 112 reportadas como posibles dentro del PNP, se encontró siete especies, dando un total de 77 especies endémicas registrados en este estudio. Los géneros más diversos en cantidad de especies endémicas son *Lysipomia* (6), *Centropogon* y *Brachyotum* (5), probablemente estas taxa evolucionaron en este sitio denotando esta gran diversidad.

Las especies endémicas están ampliamente distribuidas en el ecotono comprendido entre páramo, subpáramo hasta bosque montano alto en los filos laterales. En altitudes comprendidas entre 2 800 a 3 200 m., desde El Tiro (sector norte), hasta El Nudo de Sabanilla (sector sur), con mayor concentración en las unidades de paisaje de bosque chaparro y páramo arbustivo.

La mayor cantidad de especies endémicas están restringidas a los picos de las montañas andinas (franja de páramo y subpáramo), muchas de ellas ocupan pequeñas áreas. Esto las convierte en excelentes áreas para las investigaciones relacionadas con patrones biogeográficos y para comprobar si existen relaciones entre los ecosistemas andinos y los de otras áreas neotropicales.

La mayor diversidad florística está directamente relacionada con la mayor diversidad de endémicas y endémicas exclusivas, como se observan en las comunidades II.2 y I.1.2, las que corresponden a vegetación de arbustales y páramos arbustivos bajos respectivamente, corroborado con el mapa de unidades de paisaje. Las especies endémicas prefieren lugares con constante precipitación, baja temperatura, alta humedad relativa, y suelos saturados de agua, en hondonadas en donde se forman pequeños bosquetes hasta páramo herbáceo, a lo largo de la cordillera oriental, entre 2800 a 3400 m, factores propicios para su evolución.

El presente estudio registró 22 unidades de paisaje en la parte occidental del PNP, la mayor concentración de endemismo se registra en bosque chaparro y páramo arbustivo, localizadas en las franjas de subpáramo y páramo. Mientras que las áreas con menor concentración de endémicas y que se ubican fuera del PNP, corresponden a; complejo matorral/pastizal, complejo pastizal/matorral, matorral, bosque abierto y pastizal degradado. Estas concentraciones de endemismo tienen el mismo grado de importancia para la conservación y manejo, por abundancia, exclusividad de especies y por su ubicación dentro o fuera del PNP.

El sector de Cajanuma se considera como prioritaria para la conservación, en esta zona existe la mayor acumulación de especies endémicas (40 en total). Cerro Toledo es también considerada área prioritaria para conservación, aquí se encontraron 12 especies en 175 m², el número más alto de especies por superficie muestreada, mientras que en Banderillas se registraron 13 especies en 2 150 m,

constituyéndose el número más bajo por superficie muestreada.

Otros sitios fuera del PNP que tienen carácter de prioridad para la conservación son; la vía antigua Loja-Zamora, el sitio Quebrada Navidad, y la vía Loja-Yangana-Valladolid, áreas de concentración de endémicas fuera del parque y que soporta impactos fuertes de tala y perturbación de los bosques.

Orenthes hypogaeus y *Chusquea loxensis* son especies endémicas con amplio rango de distribución, mientras que las especies endémicas que se presentan escasas son: *Cardamine lojanensis*, *Centropogon erythraeus*, *Centropogon Zamorensis*, *Aphelandra zamorensis*, *Miconia oellgaardii*, *Masdevallia picta*, *Pleurothallis nipterophylla*.

Los factores ambientales y edáficos no tienen relación significativa con el tipo de vegetación o tipos de comunidad.

Referencias

- Andrade, G. 1995. Biodiversidad y Conservación en Colombia. Nuestra Diversidad Biológica. Bogotá Colombia.
- Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 45.
- Braun Blanquet, J. 1979. Fito Sociología-Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. España.
- Cleef, A. 1979. The Phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. Pp. 175-184, in: Larsen, K. & L.B. Holm-Nielsen (eds.). *Tropical Botany*. Academy Press, Londres.
- Espinosa, R. 1997. Estudios Botánicos en el Sur del Ecuador. 2 da Ed. Herbario LOJA-Reinaldo Espinosa, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Gentry, A. 1982. "Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South América. Pleistocene fluctuation, or an accident of the Andean Orogeny?" *Annals Missouri Botanical Garden* 78:273-295.
- Harling, G. & L. Andersson. 1986-1998. Flora of Ecuador vols. 25-60. Department of Systematic Botany, University of Göteborg & Section for Botany, Riksmuseum, Stockholm.
- Marbberley, D.J. 1997. The Plant Book. A portable dictionary of the vascular plantas 2da. Ed. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Ulloa Ulloa, C. & P. Jørgensen. 1995. Árboles y Arbustos de los andes del Ecuador. 2da. Ed. Institute of Biological Sciences, Department of Systematic Botany University of Aarhus, Denmark. Abya-Yala, Quito Ec.
- Jørgensen, P. & C. Ulloa Ulloa. 1996. Plant Diversity and Geography of Southwestern Ecuador. *Missouri Botanical Garden*, 1-11 pp.
- Jørgensen, P. & S. León-Yáñez. 1999. Catalogue of Vascular Plants of Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 75.
- Valencia, R.; N. Pitman; S. León-Yáñez & P. Jørgensen (eds.) 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. pp. 1-489.
- Van der Hammen, T. & A. M. Cleef. 1983. Trigonobalanus and the tropical amphi-pacific element in the North Andean forest. *J. Biogeography* 10: 437-440.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Ecological forest species groups in Northeastern Ecuador and their importance for the management of indigenous forest.

Gremios ecológicos forestales del noroccidente del Ecuador: implicaciones en el manejo del bosque nativo.

Walter A. Palacios¹ & Nubia Jaramillo²

¹Proyecto CAIMAN: Ernesto Noboa Caamaño
E13-35 y González Suárez, Quito. 02-223-3110/4413,
254-6662/8114; wpalacios@proyectocaiman.org; ²Fundación
Jatun Sacha: Pasaje Eugenio Santillán N34-248 y Maurian,
02-243-2173, 2432-240/246; n-jaramillo@jatunsacha.org

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.267.1>

Ecological forest species groups in Northeastern Ecuador and their importance for the management of indigenous forest.

Resumen

El manejo de los bosques nativos y en especial de los bosques tropicales de tierras bajas es una necesidad urgente en Ecuador. Tal propósito es contrareestado por limitantes sociales, económicas y hasta técnicas. Este documento se basa en el análisis de aproximadamente 40 000 árboles medidos en 10 500 ha en el noroccidente de Ecuador. A partir de esos datos se analizó la estructura del bosque y se agruparon las especies por gremios ecológicos. Como resultado de los inventarios, se registraron 265 especies mayores a 10 cm de DAP; de estas, 74 se identificaron hasta especie, 79 hasta género, y 112 se reconocieron solo por sus acepciones comunes. De las especies identificadas hasta especie y género (153), tres fueron clasificadas como heliófitas efímeras, 31 como heliófitas durables, 94 como esciófitas parciales y tres como esciófitas totales. Referente a la distribución por clases diamétricas, las especies esciófitas presentaron una típica J-invertida con una alta concentración de individuos en clase 10, mientras que las heliófitas mostraron una distribución casi horizontal. Esto se explica porque las esciófitas tienen la capacidad de regenerarse bajo la sombra, mientras las heliófitas aprovechan las bondades de los claros para crecer rápidamente. Los resultados también mostraron que el 40 % de las especies superan los 60 cm de DAP, límite oficial de corta de la mayoría de especies. Al relacionar los usos actuales, se observó que las especies usadas para desenrollo son en su mayoría esciófitas con una buena distribución diamétrica. En cambio, las heliófitas durables de rápido crecimiento y consideradas valiosas, tienen una distribución horizontal.

Abstract

Natural forest management (NFM), particularly of lowland tropical forest, is urgently needed in Ecuador. However, there are social, economic and technical limitations. This document is based on the analysis of inventory data of approximately 40 000 trees from 10 500 hectares in the North-west of Ecuador, an area which provides at least 60% of the timber used by the country. Using these data forest structure was analysed and species grouped to ecological characteristics. In the inventories 265 species were registered above 10 cm diameter breast height (DBH); of these, 74 were identified to species level, 79 to genus and 112 by local names. Of the 153 species identified to species or genus level, three were classed pioneers, 31 as long-lived light demanders, 94 as partial shade-bearers and three as total shade-bearers. The shade-bearing species showed a typical negative exponential diameter class distribution while that of the light-demanders was almost horizontal. This is explained as the shade tolerant species have the capacity to regenerate in shade, while the light demanders do so in the gaps, without being able to regenerate in their own shade. The results also show that 40% of species exceed 60cm DBH, the official minimum cutting diameter of the majority. This information is key to determining the minimum cutting diameters when growth data is lacking, as in the case of Ecuador. Actual timber use shows that most peeler species are shade-bearing with a good diameter class distribution. On the other hand the long-lived light demanders, typically relatively fast growing valuable timbers, show a flat diameter class distribution making them more vulnerable. This characteristic is also shown by some shade bearers like chanul, the most valuable species in the area, which has a flat diameter class distribution.

Introducción

A partir de promulgación de las Normas para el Manejo Forestal Sustentable de los bosques tropicales húmedos del Ecuador (MAE 2000), ha surgido un verdadero impulso al manejo de los bosques nativos. Pero, a más de los aspectos políticos y legales que son de ámbito coyuntural, el manejo forestal requiere superar una serie de limitantes de orden social, económico y técnico. Entre los limitantes técnicos, un aspecto de enorme importancia es ¿cómo simplificar la silvicultura de bosques ricos en especies cuando en la práctica se aprovechan pocas especies, o son pocas las

que tienen mercado?

Algunos forestales y ecólogos forestales han propuesto que para manejar los bosques, debe considerarse la agrupación de las especies de acuerdo a características ecológicas para así simplificar su manejo.

Los bosques nativos ecuatorianos están entre los más ricos y diversos del mundo. En este marco, los bosques tropicales húmedos, los más extensos del país, también difieren significativamente en composición florística y riqueza de madera (ver Palacios & Jaramillo 2001).

Como un aporte al manejo de este tipo bosques, se hizo el análisis de inventarios forestales de más de 10500 hectáreas de bosques en el noroccidente del Ecuador. Con ese fin, se agruparon las especies bajo diferentes criterios.

Materiales y Métodos

Área de estudio

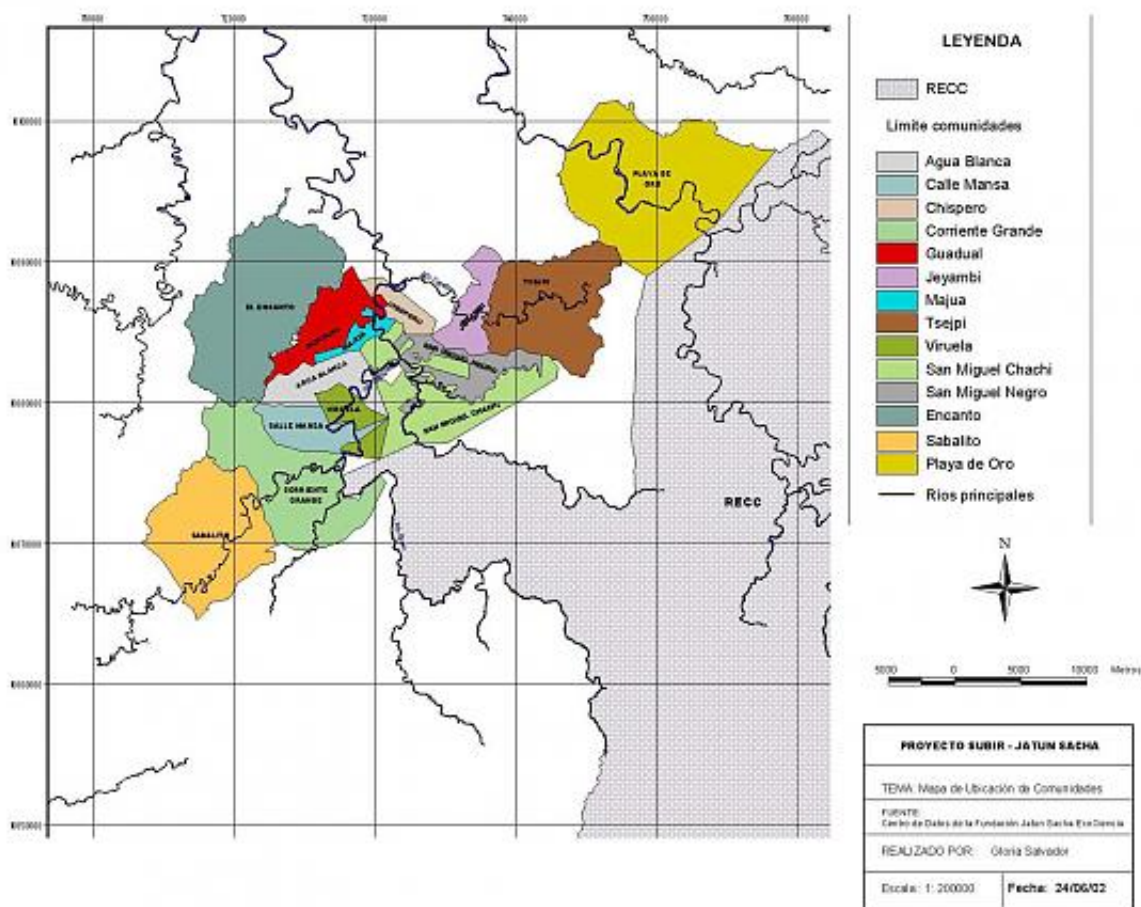


Figura 1. Comunidades del Río Cayapas donde se realizaron inventarios forestales. Figure 1. Communities of the study area along Rio Cayapas.

El área de estudio (ver (Figura 1) se ubica en la provincia de Esmeraldas, noroccidente de Ecuador, río Cayapas. La zona es parte del bosque muy húmedo tropical (Cañadas 1981) o un bosque siempre verde de tierras bajas (Cerón et al. 1999). Concentra más de 110 especies arbóreas por hectárea donde, precisamente, la mayor riqueza florística no se concentra en este hábito, sino en las especies epífitas, hemiepífitas y plantas del sotobosque (Palacios & Jaramillo 2001). Los suelos son ácidos y de baja

fertilidad. Las condiciones climáticas están caracterizadas por temperaturas sobre los 24 °C y elevadas precipitaciones; aunque, en los últimos años se observó una fuerte disminución de lluvias entre agosto y diciembre.

La cuenca del río Cayapas es particularmente importante por la gran cantidad de madera que oferta. Hasta 1993, el 80 % de la madera que se consumía en el Ecuador salía de Esmeraldas (ITTO/INEFAN 1993). En los últimos años la tendencia ha cambiado ligeramente, con la ampliación de la frontera de extracción forestal en todo el país.

Los datos para el presente documento provienen de siete comunidades de la parte media del río Cayapas, asentadas entre 50 y 250 m sobre el nivel del mar.

Toma de datos

Los inventarios forestales se realizaron para levantar información de las características del bosque y del terreno durante el proyecto SUBIR (Sustainable Use of Biological Resources). Se aplicaron muestreos sistemáticos en 9 000 ha de bosque primario primarios no intervenidos o poco intervenidos a intensidades entre 0.6 hasta 7.0 % ([Tabla 1]). En todos los inventarios se incluyeron las palmas, y los errores de muestreo estuvieron por debajo del 20 %. Se midieron alrededor de 40 000 árboles.

En Guadual (Jaramillo & Palacios 1998), Chispero (Tipaz & Zuleta 1998), Calle Mansa (Prado 1999) y Jeyambi (Poza & Garrido 1998) se utilizaron parcelas de 20 x 500 m y se midieron los árboles mayores a 10 cm de dap; en Tsejpi (Obando & Tipaz 1998) se practicaron dos inventarios: el primero con parcelas de 20 x 500 m y el segundo con parcelas circulares de 500 m² y se midieron los árboles mayores a 10 cm de dap (Obando 1999). Y finalmente, en El Encanto (Zuleta & Palacios 2001) y Corriente Grande (Garrido 2002) se usaron fajas de 10 m de ancho por un largo indeterminado con estimador de razón (ver Jolitz & Palacios 2000). En cada faja se midieron los individuos sobre 60 cm de dap; dentro de cada faja se establecieron parcelas de 10 x 400 m en donde se midieron todos los individuos mayores a 30 cm de dap; mientras que, en una subparcela de 10 x 100 m ubicada en el extremo de cada parcela se midieron los individuos mayores a 10 cm de dap. Para todos los individuos se tomó la altura comercial.

| Comunidad | Área inventariada | Tipo de inventario | Error de muestreo área basal en % |
|------------------|-------------------|--|-----------------------------------|
| Calle Mansa | 216 | Sistemático con unidades de muestreo de 20 x 500 | 8.44 |
| Corriente Grande | 3000 | Sistemático con estimador de razón | 11.65 |
| Chispero | 100 | Sistemático con unidades de muestreo de 20 x 500 | 17.12 |
| El Encanto | 4000 | Sistemático con estimador de razón en fajas continuas de 10 m de ancho | 13.88 |
| Guadual | 800 | Muestreo sistemático con unidades de muestreo de 20 x 500 | 10.19 |
| Jeyambi | 456 | Sistemático con unidades de muestreo de 20 x 500 | 14.92 |
| Tsejpi | 2000 | Sistemático con estimador de razón en fajas de 10 m de ancho | 8.51 |

Tabla 1. Comunidades, áreas tipo de inventario y error de muestreo empleadas por el Proyecto SUBIR.
Table 1. Communities, typical investigation areas and sample error applies for Project SUBIR.

| Usos | Gremios | | | |
|--|---------|----|----|----|
| | HE | HD | EP | ET |
| 1) madera dura para construcción (vigas, pisos, pilares) | | 2 | 9 | 3 |
| 2) madera para desenrollo | | 2 | 7 | |
| 3) madera para encofrado y cajonería | | 6 | 22 | |
| 4) maderas finas para muebles y ebanistería con PEB entre 0.4 y 0.7 gr/cm ³ | | 1 | 1 | |
| 5) maderas para muebles y ebanistería con PEB entre 0.4 y 0.7 gr/cm ³ | | | 7 | |
| 5) Usos especiales (frutos, látex, extractos, leña, fibras, balsa) | 1 | 4 | 6 | |
| 6) palmas | | | 6 | |
| 7) Sin uso conocido | 2 | 15 | 39 | |

Tabla 2. Número de especies agrupadas por gremios ecológicos y por tipo de uso.
Table 2. Species numbers by ecological groups and useage type.

Crterios para la agrupación de especies

Las especies se agruparon bajo tres variables: gremio ecológico, distribución diamétrica y uso. Para la agrupación en gremios se usó la propuesta de Finegan & Delgado (1997) empleada por Louman et al., (2001). Tal agrupación se aplicó a todas las especies identificadas hasta el nivel de especie y género. Las especies identificadas únicamente por las acepciones comunes no se clasificaron.

Para conocer los aspectos de la estructura horizontal, todos los árboles se agruparon en clases diamétricas de tamaño 10 (clase 10: 10.0-19.9 cm y así sucesivamente) en función de los gremios. Y con respecto a la agrupación por usos, se consideraron siete clases aplicadas a las especies identificadas a nivel de especie y género, a saber:

- 1) Maderas para construcción (vigas, pisos, tumbados, etc.) generalmente, con un peso específico básico (PEB) por encima de 0.40 gr/cm³
- 2) Maderas para desenrollo que incluyen especies de madera suave y semiduras, usualmente con daps por encima de 55 cm.
- 3) Maderas para encofrado y cajonería. Maderas suaves y semiduras con daps por encima de 40 cm.
- 4) Maderas finas para muebles y ebanistería, con PEB entre 0.40 y 0.75 gr/cm³.
- 5) Maderas para muebles y ebanistería con PEB por debajo de 0.40 y 0.75 gr/cm³.
- 6) Usos especiales. Dentro de este grupo se incluyeron especies que producen frutos comestibles (*Inga* spp.), fibras (*Poulsenia armata*), látex (*Castilla elastica*), leña (*Huberodendron patinoi*) y piezas para balsas (*Ochroma pyramidale*, *Trichospermum galleottii*) de transporte de madera aserrada o rolliza.
- 7) Palmas. En este grupo se incluyeron todas las palmas de tamaño arbóreo, usadas como varengas para techos, parquet, muebles, construcción en general y artesanías.
- 0) Maderas sin uso. En este grupo se incluyen todas las especies sin uso conocido, conformado principalmente por especies del subdosel, o por especies que debido a su baja abundancia no son conocidas, y por tanto, tampoco se usan.

Resultados

[[Composición florística y gremios ecológicos]]

De 265 especies registradas en los inventarios, 74 fueron identificadas hasta especie, 79 hasta género, mientras que 112 (42 %) solo se reconocieron por sus acepciones comunes o fueron desconocidas ([[Tabla 3]]). De las especies identificadas a nivel de especie y a nivel de género (153), tres especies fueron clasificadas como heliófitas efímeras, 31 como heliófitas durables, 94 como esciófitas parciales y tres como esciófitas totales. Estos datos contrastan con los reportados por Hartshorn (1980) y Werner (1986) citados por Finegan (1993), y Finegan y Sabogal (1988), quienes advierten un mayor

número de especies heliófitas que esciófitas, con una mayor abundancia de individuos de las segundas, en bosques tropicales húmedos de Costa Rica (Finegan 1993). El mayor número de especies esciófitas puede explicarse por la facilidad que tienen para regenerarse en cualquier fase del ciclo de regeneración (Finegan & Delgado 1996), incluyendo condiciones de sombra. En nuestro estudio, el número de esciófitas también es mayor por la inclusión de muchas especies que crecen y permanecen en el subdosel y son consideradas esciófitas.

Un aspecto que incide en la actual estructura y composición de los bosques analizados, es la historia de los asentamientos humanos. La población Chachi y Negra está en la zona del Cayapas menos de 500 años (Montenegro & Bonifaz 1996), mientras que los asentamientos más antiguos sólo se localizaron en la costa misma. Así, estos bosques parecen ser muy maduros, y no sujetos a las intervenciones antrópicas recientes, característica de muchos bosques tropicales en los últimos cientos de años (Finegan 1993).

Pese al mayor número de especies esciófitas en los bosques del noroccidente de Ecuador, todavía hay un importante número de especies heliófitas durables que crecen rápido, tienen madera de buena calidad, lo que las hace muy favorables al manejo.

Distribución por clases diamétricas

La distribución por clases diamétricas a nivel de gremios ecológicos aparece en la Figura 2. Se ve claramente que la tendencia por grupos de especies varía considerablemente. Las especies esciófitas presentan una típica J-invertida con una alta concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores (138 individuos por hectárea en la clase 10 (10-19.9 cm)). Tales individuos pertenecen a especies esciófitas que superan los 60 cm de dap en edad adulta, pero también a especies del subdosel que no alcanzan diámetros superiores, y que son tolerantes a la sombra. Dentro de este grupo están las palmas, las cuales son muy abundantes (*Wettinia quinaria* e *Iriarte deltoidea* con 40 y 23 individuos /ha, respectivamente) en el noroccidente de Ecuador aunque no sobrepasan los 30 cm de dap. El gran número de individuos esciófitos en las clases por debajo de 30 y la reducción brusca a partir de este límite, indicaría una mortalidad alta en esas clases (Finegan & Delgado 1996). Por otro lado, la presencia de individuos esciófitos (que alcanzan grandes tamaños) en las clases diamétricas bajas, no siempre indica juventud; puede suceder que esos árboles sean ya adultos, aunque permanezcan en el subdosel. Las heliófitas efímeras y esciófitas totales muestran una distribución muy similar. Parece ser que para las primeras, mantienen poblaciones más o menos estables cuando superan los 10 cm, pues sobre este límite los árboles se vuelven vigorosos (Finegan & Delgado 1996) y todavía siguen disfrutando de las ventajas de crecer en un claro. La distribución horizontal de ciertas especies esciófitas como el chanul, puede deberse a una escasa regeneración natural (Terán, 2002) o a tasas altas de mortalidad en las clases diamétricas bajas. Este podría ser el caso del guararipo (*Nectandra guararipo*). Este tipo de distribución diamétrica complica las opciones de manejo; por un lado, son especies altamente demandadas por su madera dura, y por otro, existe la probabilidad de no reponer los árboles que se cosechan por falta de regeneración.

Con respecto a las heliófitas durables, 21 especies superan los 60 cm de dap, pero de éstas, cinco (*Cedrela odorata*, *Casearia arborea*, *Vochysia macrophylla*, *Hyeronima alchorneoides* y *Apeiba membranacea*) son las especies con mayor importancia comercial con 2.1 árboles por ha mayores a 60 cm de dap. La distribución diamétrica de este gremio es dramáticamente diferente al de las esciófitas. El número de individuos en la clase 10 es de 12.5 árboles por hectárea, disminuye a 9.8 en clase 20 y luego se mantiene más o menos horizontal.

Otro aspecto analizado fue el diámetro máximo de las especies. Del total de especies (265), el 75 % superan los 40 cm de dap, un 40 % supera los 60 cm y un 22 % no pasa la clase de 10 cm. El 25 % del total de las especies que no alcanzan los 40 cm de dap, son especies típicamente del subdosel y que en ámbito comercial tendrían poco uso. El límite de 60 cm es el diámetro mínimo de corta (dmc) oficial para la mayoría de especies (MAE, 2000). Un ajuste del dmc oficial para los bosques del noroccidente es posible con los datos de este estudio.

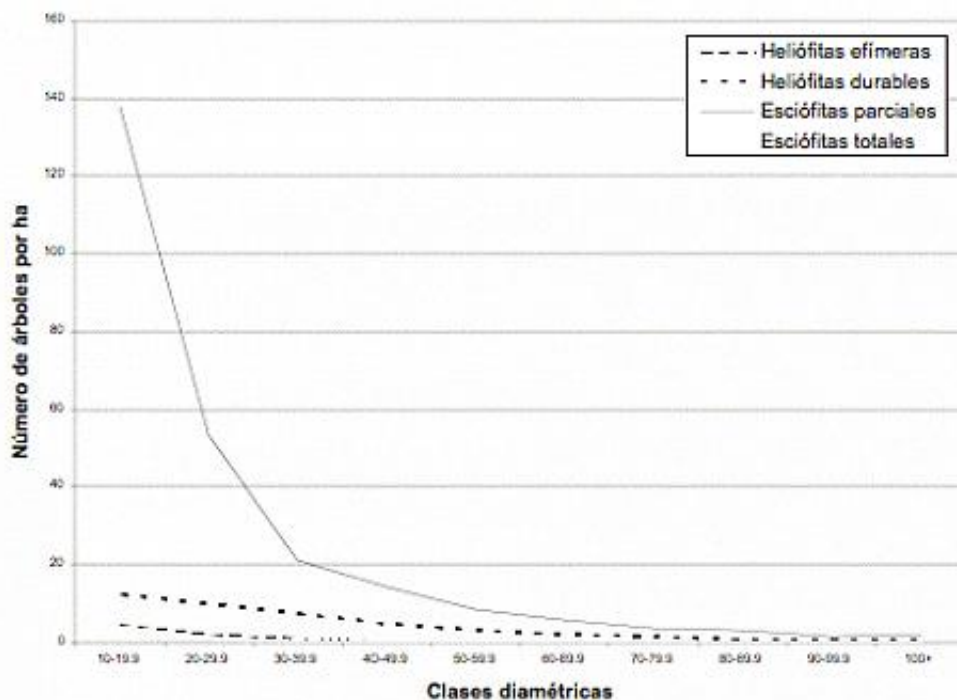


Figura 2. Distribución diamétrica por gremios de especies, noroccidente de Ecuador. Figure 2. Diameter distribution of different species assemblages in Northwestern Ecuador.

Relación entre los gremios ecológicos y los usos comerciales

La relación entre los gremios ecológicos y los usos de las especies aparece en las [[Figuras 3, 4, 5 y 6]]. Las esciófitas totales se usan principalmente para construcción, lo cual complica la situación de esas especies por la alta demanda que tienen y por los problemas silvícolas. El grupo de las esciófitas parciales con siete usos, presenta mejores perspectivas, en especial de las especies dedicadas a desarrollo y con una distribución diamétrica regular. Para este grupo ecológico, se promedió más de 7.5 árboles/ha por encima de 60 cm de dap y 36 árboles por debajo de ese límite. En este grupo de especies se incluyen sande (*Brosimum utile*), chalviande (*Viola reidii* y *V. dixonii*), cuángare (*Otoba gordoniiifolia* y *O. gracilipes*) y pulgande (*Dacryodes* sp.). El sande con 3.5 árboles \geq 60 cm de DAP por hectárea es la especie más abundante de este grupo, y en general de todas las especies arbóreas comerciales del noroccidente. Le sigue el guararipo (*Nectandra guararipo*) con 1.6 árboles.

Las especies heliófitas durables, entre las cuales constan el cedro (*Cedrela odorata*), mascarey (*Hyeronima alchorneoides*), carrá (*Huberodendron patinoi*) y azafrán (*Zanthoxylum riedelianum*) son poco abundantes en el bosque primario. La especie más abundante en este grupo es peine de mono (*Apeiba mebranacea*), una especie de madera muy suave y usada como decorativa, con 1.3 árboles/ha. La siguiente especie en importancia es mascarey con 06 árboles/ha. La especie con la madera más fina en este grupo, el cedro, no se encuentra por encima de los 60 cm de dap. Y esta es una característica general de los bosques de bajura del noroccidente del Ecuador: ricos en especies, pero pobres en especies altamente comerciales (Palacios & Jaramillo 2001).

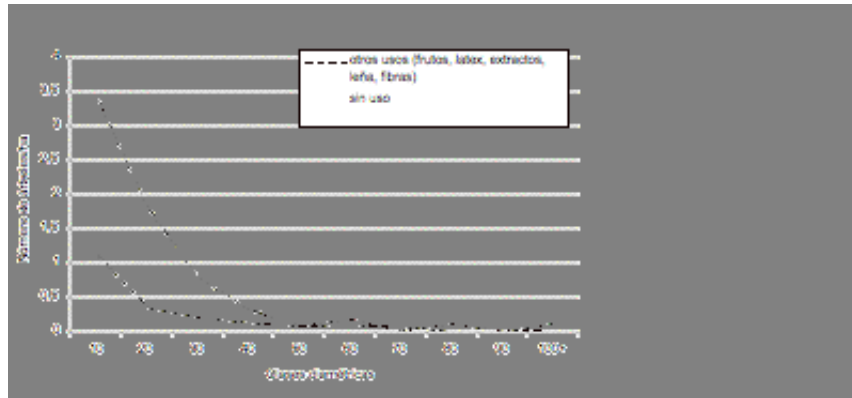


Figura 3. Distribución diamétrica de las heliófitas efímeras por tipo de uso
 Figure 3. Diameter distribution of ephemeral heliophytes according to use.

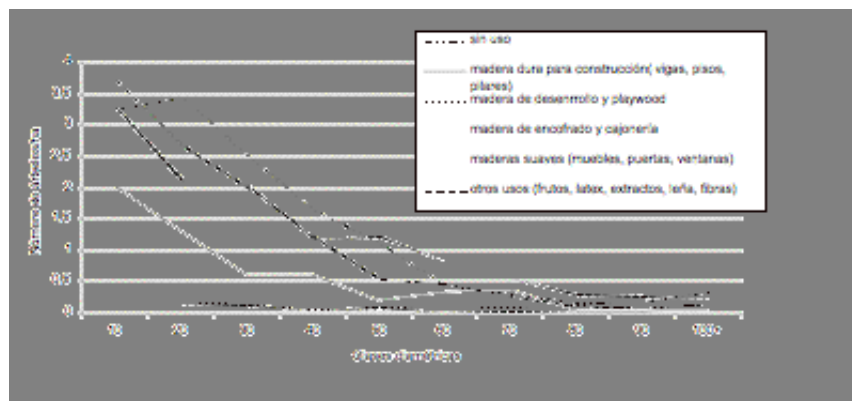


Figura 4. Distribución diamétrica de las heliófitas durables por tipo de uso.
 Figure 4. Diameter distribution of heliophytes according to use.

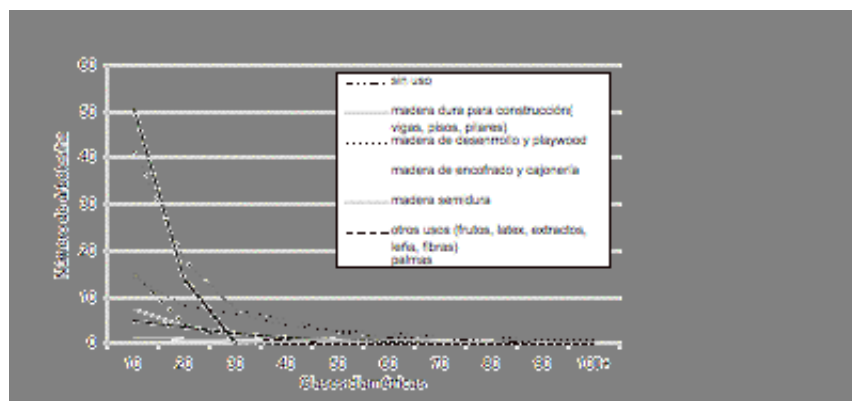


Figura 5. Distribución diamétrica de las esciófitas parciales por tipo de uso.
 Figure 5. Diameter distribution of partial esciophytes according to use.

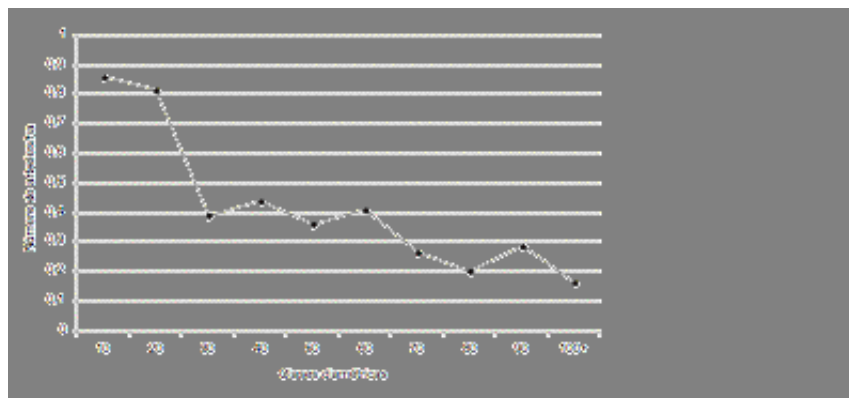


Figura 6. Distribución diamétrica de las esciófitas totales por tipo de uso.
Figure 6. Diameter distribution of complete esciophytes according to use.

Discusión

Como se ha mencionado, los bosques del noroccidente del Ecuador son altamente diversos y como tales, requieren de criterios rigurosos de manejo para mantener al máximo sus características. También es claro, que cualquier intervención forestal implicará cambios en la composición florística y en la estructura del bosque, así como en las características físicas del área. No obstante, es también concluyente que cualquier forma de manejo forestal es mejor que una pastura o un monocultivo de palma africana.

La simplificación de los bosques tropicales húmedos para posibilitar su manejo ha sido un tema ampliamente tratado (ver Lamprecht 1990). Para llegar a tal simplificación se han practicado una serie de tratamientos silvícolas. Dejando de lado a la cosecha, dos de los tratamientos más sobresalientes son el refinamiento y la liberación (ver Hutchinson 1993, Quirós 2001a). El primero de estos, contribuye a la eliminación de individuos por razón exclusivamente de su especie (Hutchinson 1993), lo que constituye la práctica de una silvicultura negativa; mientras que la liberación quita del bosque a los individuos que únicamente compiten con aquellos llamados "deseables".

Una forma de mejorar la calidad del bosque es aplicar tratamientos silvícolas en función de los gremios (ver Louman, et al. 2001). Si la teoría es válida, cada gremio tendría un comportamiento frente a la luz, crecimiento y características de la madera distintos. Así los tratamientos se orientarían a favorecer a un conjunto de individuos de un gremio de especies en particular. Aunque, eventualmente, se podría trabajar con más de un gremio aplicando un ciclo de corta para un gremio principal y ciclos de corta múltiples o submúltiplos del primero para el resto de gremios. Por ejemplo ciclos de corta de 15 años para las heliófitas durables y 30 años para las esciófitas.

La agrupación en gremios ecológicos también permite la simulación del crecimiento del bosque. Si se asume que las especies de un gremio crecen de manera similar, con información disponible de especies representativas de un gremio, se puede hacer proyecciones cercanas a la realidad, sobre todo, cuando no se dispone de datos de crecimiento de largo plazo.

En resumen, bosques primarios discetáneos dominados por especies esciófitas como aquellos del noroccidente del Ecuador, deben ser sometidos a sistemas policíclicos. La perversa conclusión que gran parte de los bosques del norte de Esmeraldas son secundarios no tiene ningún fundamento, y a muchas luces se demuestra que no lo son. Y aún, si fueron intervenidos hace 25 o más años, la estructura y composición florística actual muestran que deben ser sometidos a sistemas policíclicos de manejo. En Centroamérica, en áreas afectadas por los grandes huracanes, también se ha optado por estos sistemas (Quirós 2001b). Estos sistemas mantienen la estructura discetánea del bosque (Quirós 2001b), característica muy visible cuando se mira la distribución diamétrica.

Agradecimientos

Todos los datos usados para este estudio fueron generados bajo el Proyecto CARE-SUBIR dentro del Componente Mejor Uso de la Tierra ejecutado por la Fundación Jatun Sacha, mismo que fue financiado por USAID. Agradecimientos también para el Proyecto Conservación de Áreas Indígenas Manejadas (CAIMAN) y a David Thomas por la revisión del documento.

Referencias

- Cañadas, L. 1983. *El Mapa Bioclimático del Ecuador*. Banco Central del Ecuador.
- Cerón, C.; W. Palacios; R. Sierra & R. Valencia. 1999. Las Formaciones Vegetales de la Costa del Ecuador. En Sierra, R. (ed.). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Vegetación para el Ecuador Continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Finegan, B. & Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en los bosques húmedos de bajura. Un estudio de caso en Costa Rica. Parte 2. *El Chasqui* 18: 16-24.
- Finegan, B. 1996. *Bases ecológicas para la silvicultura*. CATIE.
- Finegan, B & D. Delgado. 1996. Bases Ecológicas para el Manejo de Bosques Tropicales: Los ambientes forestales tropicales y el ajuste de las especies vegetales. CATIE.
- Finegan, B & D. Delgado. 1997. Bases Ecológicas para el Manejo de Bosques Tropicales. CATIE.
- Garrido, N. 2002. Plan de Manejo Integral de Corriente Grande. Proyecto SUBIR. Jatun Sacha. Fundación Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador
- Hutchinson, I. 1993. Puntos de Partida y Muestreo Diagnóstico par la Silvicultura de Bosques Naturales del Trópico Húmedo. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Internacional Tropical Timber Organization/Instituto Ecuatoriano Forestal. 1993. Estrategias para la industria sostenida de la madera en el Ecuador. Proyecto PD 137/91. INEFAN. Quito.
- Jaramillo, N. & W. Palacios. 1998. Plan de Manejo Forestal Comunitario de Guadual. Proyecto SUBIR. Jatun Sacha. Fundación Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador
- Jolitz, T. & W. Palacios. 2000. Manual para Inventarios Forestales. Fundación Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica-República Federal de Alemania (GTZ). Eschborn.
- Louman, B.; J. Valerio & W. Jiménez. 2001. Bases ecológicas. En Louman, B., D. Quirós & M. Nilsson (eds.). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2000. Normas para el manejo forestal sustentable para aprovechamiento de madera en bosque húmedo. Quito, Ecuador.
- Montenegro, F. & M. Bonifaz, M. 1996. Plan de manejo Forestal del Centro Chachi Pichi yacu Grande. Fundación Juan Manuel Durini. Quito, Ecuador.
- Obando, T. & Tipaz, G. 1998. Plan de Manejo Forestal Comunitario del Centro Chachi Tsejpi. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.
- Obando, T. 1999. Plan de Manejo Integral Comunitario del Centro Chachi Tsejpi. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador
- Palacios, W. & N. Jaramillo. 2001. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. *Turrialba*, 36: 46-50.
- Pozo, N. & N. Garrido. 1998. Plan de Manejo Forestal Comunitario de Jeyambi. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.
- Prado, L. 1999. Plan de Manejo Integral Comunitario del Centro Chachi Calle Mansa. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.
- Quirós, D. 2001. Tratamientos silviculturales. En Louman, B., D. Quirós & M. Nilsson. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Quirós, D. 2001b. Sistemas silviculturales. En Louman, B., D. Quirós & M. Nilsson. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Tipaz, G. & J. Zuleta 1998. Plan de Manejo Forestal Comunitario de la Comunidad Chispero. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.

Zuleta, J. & W. Palacios. 2001. Plan de Manejo Forestal Comunitario de El Encanto. Jatun Sacha/Proyecto SUBIR. Quito, Ecuador.

Tabla 3. Lista de especies registradas en los inventarios forestales del Río Cayapas, Noroccidente del Ecuador.

Table 3. List of species encounteres in the forest inventory for Rio Cayapas, Northwestern Ecuador.

| Nombre común | Nombre científico | DMC (cm) | Gremio | Uso Comercial |
|---------------------------|---------------------------------------|----------|--------|---------------|
| Mazamorro | <i>Aegiphila alba</i> | | 2 | 0 |
| Alchornea | <i>Alchornea</i> | | 3 | 3 |
| Chirimoya | <i>Annona?</i> | | 3 | 0 |
| Guanábana | <i>Annona?</i> | | 3 | 0 |
| Guanábana arisca | <i>Annona ?</i> | | 3 | 0 |
| Guanama | <i>Annona ?</i> | | 3 | 0 |
| Peine mono | <i>Apeiba aspera</i> | 60 | 2 | 3 |
| alchorneoides | <i>alchorneoides</i> | | 3 | 3 |
| Chonta duro, chonta | <i>Bactris gasipaes</i> | | 3 | 7 |
| Banara | <i>Banara ?</i> | | 2 | 3 |
| Gualpité | <i>Banara guianensis</i> | | 2 | 3 |
| Lirio, lirio de monte | <i>Bombacopsis squamigera</i> | 60 | 2 | 3 |
| Sande | <i>Brosimum utile</i> | 60 | 3 | 2 |
| Clavellín | <i>Brownea multijuga</i> | 60 | 3 | 1 |
| María | <i>Calophyllum brasiliense</i> | | 3 | 1 |
| Limoncillo | <i>Calyptanthes sp.</i> | | 3 | 0 |
| Sajo | <i>Camptosperma panamense</i> | 60 | 3 | 0 |
| Tangaré | <i>Carapa guianensis</i> | 50 | 3 | 5 |
| Cacadillo | <i>Caryodaphnopsis theobromifolia</i> | 60 | 3 | 5 |
| Piedrita | <i>Casearia arborea</i> | | 2 | 1 |
| Caucho | <i>Castilla elastica</i> | 40 | 2 | 6 |
| Cosedera, Guarumo, yarumo | <i>Cecropia sp.</i> | 60 | 1 | 0 |
| Cedro | <i>Cedrela odorata</i> | 50 | 2 | 4 |

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----|---|---|
| Ceibo | <i>Ceiba pentandra</i> | 60 | 2 | 2 |
| Pacora | <i>Cespedesia spathulata</i> | 60 | 3 | 0 |
| Caimitillo | <i>Chrysophyllum argenteum</i> | 60 | 3 | 0 |
| Nacedera | <i>Citharexylum ?</i> | | 2 | 0 |
| Nacedor | <i>Citharexylum ?</i> | | 2 | 0 |
| Nacedor | <i>Citharexylum ?</i> | | 2 | 0 |
| Moral bobo | <i>Clarisia racemosa</i> | | 3 | 1 |
| Moral | <i>Clarisia sp.</i> | 60 | 3 | 0 |
| Dormilón | <i>Cojoba arborea</i> | 50 | 3 | 1 |
| Compsonaura | <i>Compsonaura sprucei</i> | | 3 | 0 |
| Laurel | <i>Cordia alliodora</i> | 60 | 2 | 4 |
| Matapalo | <i>Coussapoa sp.</i> | 60 | 2 | 0 |
| Mortinio, capulí | <i>Cybianthus sp.</i> | | 3 | 0 |
| Pulgande | <i>Dacryodes sp.</i> | 50 | 3 | 2 |
| Dussia | <i>Dussia</i> | | 3 | 0 |
| Mambla | <i>Erythrina poeppigiana</i> | 40 | 2 | 6 |
| Guasca, guaso | <i>Eschweilera sp.</i> | | | |
| Pepa sabrosa | <i>Escweilera ?</i> | | 3 | 0 |
| Sabroso | <i>Escweilera ?</i> | | 3 | 0 |
| Sabroso | <i>Escweilera ?</i> | | 3 | 0 |
| Eugenia | <i>Eugenia ?</i> | | 3 | 0 |
| Arrayán | <i>Eugenia sp.</i> | | 3 | 0 |
| Canalón, Costillo | <i>Exarata chocoensis</i> | 60 | 3 | 0 |
| Higuerón | <i>Ficus máxima</i> | 60 | 3 | 0 |
| Matapalo, higuaroncillo | <i>Ficus sp.</i> | 40 | 3 | 0 |
| Madroño, madronio, madroño de monte | <i>Garcinia sp.</i> | | 3 | 6 |
| jagua | <i>Genipa americana</i> | 40 | 3 | 5 |
| Bolsa de toro | <i>Grias peruviana</i> | | 3 | 6 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|----|---|---|
| Colorado | <i>Guarea ?</i> | | 3 | 3 |
| Pialde macho, pialde | <i>Guarea kunthiana</i> | 60 | 3 | 5 |
| Cargadera | <i>Guatteria</i> | | 3 | 0 |
| | <i>Guatteria sp.</i> | 60 | 3 | 0 |
| Paco | <i>Gustavia sp.</i> | | 3 | 0 |
| Cabo de hacha, huesito | <i>Heisteria acuminata</i> | | 3 | 0 |
| Carbonero, jubela, licania | <i>Hirtella carbonaria</i> | | 3 | 0 |
| Carrá | <i>Huberodendron patinoi</i> | 50 | 2 | 6 |
| Chanul | <i>Humirastrum procerum</i> | 60 | 4 | 1 |
| Mascarey | <i>Hyeronima alchorneoides</i> | 50 | 2 | 1 |
| Guaba de mono | <i>Inga ?</i> | | 3 | 0 |
| Guabo1, guabillo | <i>Inga latipes</i> | | 3 | 0 |
| Guabo | <i>Inga sp.</i> | | 3 | 0 |
| Guabo tacuan | <i>Inga sp.</i> | 60 | 3 | 0 |
| Guabo machetón | <i>Inga spectabilis</i> | 60 | 3 | 6 |
| Pambil | <i>Iriartea deltoidea</i> | | 3 | 7 |
| Papaya monte | <i>Jacaratia spinosa</i> | 60 | 2 | 0 |
| Salero | <i>Lecythis ampla</i> | 60 | 3 | 1 |
| Wasdonguiichi | <i>Leonia</i> | | 3 | 0 |
| Poso, corazón embuelto | <i>Maquira guianensis</i> | | 3 | 0 |
| Matisia | <i>Matisia</i> | | 3 | 0 |
| Sapote | <i>Matisia ?</i> | | 3 | 0 |
| Sapotillo | <i>Matisia malacocalyx</i> | | 3 | 0 |
| Melastomataceae | <i>Miconia</i> | | 2 | 0 |
| Mora | <i>Miconia sp.</i> | | 2 | 0 |
| Mora, mora blanca | <i>Miconia sp.</i> | | 2 | 0 |
| Guayacán | <i>Minuartia guianensis</i> | 50 | 4 | 1 |
| Arrayancillo | <i>Myrcia ?</i> | | 3 | 0 |

| | | | | |
|-----------------------------|--|----|---|---|
| Hoja blanca | <i>Naucleopsis ulei</i> | | 3 | 3 |
| Canelón | <i>Nectandra ?</i> | | 3 | 3 |
| Jigua amarilla | <i>Nectandra ?</i> | | 3 | 3 |
| Jigua blanca | <i>Nectandra ?</i> | | 3 | 3 |
| Jigua negra | <i>Nectandra ?</i> | | 3 | 3 |
| Lauraceae | <i>Nectandra ?</i> | | 3 | 3 |
| Guadaripo | <i>Nectandra guararipo</i> | 60 | 3 | 5 |
| Aguacatillo | <i>Nectandra sp.</i> | 60 | 3 | 3 |
| Jigua | <i>Nectandra sp.</i> | 40 | 3 | 5 |
| Balsa, boya | <i>Ochroma pyramidale</i> | 30 | 1 | 6 |
| Calade | <i>Ocotea</i> | | 3 | 3 |
| Aguacatón | <i>Ocotea sp.</i> | 60 | 3 | 3 |
| Calade | <i>Ocotea sp.</i> | | | |
| Jigua pallante | <i>Ocotea sp.</i> | 60 | 3 | 3 |
| Chapil | <i>Oenocarpus bataua</i> | | 3 | 7 |
| Indio hediondo | <i>Osteophloeum platyspermum</i> | 60 | 3 | 2 |
| Cuángare, Sangre de gallina | <i>Otoba gordoniiifolia</i> ; <i>O. gracilipes</i> | 60 | 3 | 2 |
| Sapotolongo | <i>Pachira aquatica</i> | | 3 | 0 |
| Palicourea | <i>Palicourea sp.</i> | | 3 | 0 |
| Cuero de sapo | <i>Parinari romeroi</i> | 50 | 4 | 1 |
| Guión | <i>Perebea guianensis</i> | | 3 | 0 |
| Cabecita | <i>Perebea xanthochyma</i> | | 3 | 0 |
| Aguacate | <i>Persea americana</i> | 60 | 3 | 6 |
| Amarillo | <i>Persea rigens</i> | 60 | 3 | 3 |
| Tagua | <i>Phytelephas aequatorialis</i> | | 3 | 7 |
| Posoqueria | <i>Posoqueria sp.</i> | | 3 | 0 |
| Encanto, damagua, majahua | <i>Poulsenia armata</i> | 40 | 3 | 0 |

| | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|----|---|---|
| Uvilla | <i>Pourouma</i> | | 2 | 0 |
| Uva de monte | <i>Pourouma guianensis</i> | 60 | 2 | 6 |
| Sapotaceae | <i>Pouteria ?</i> | | 3 | 0 |
| Caimito, caimitillo de monte | <i>Pouteria sp.</i> | 60 | 3 | 1 |
| Anime leña | <i>Protium</i> | | 3 | 3 |
| Anime | <i>Protium sp.</i> | 60 | 3 | 0 |
| Pisuhi, savaleta | <i>Pseudobombax sp.</i> | 60 | 2 | 3 |
| Frejolillo | <i>Pterocarpus ?</i> | | 3 | 0 |
| Bolsa de perro | <i>Rauvolfia leptophylla</i> | | 3 | 3 |
| Annonaceae | <i>Rollinia ?</i> | | 3 | 3 |
| Lechero | <i>Sapium ?</i> | | 2 | 0 |
| Sapium | <i>Sapium ?</i> | | 2 | 0 |
| Mata pez | <i>Sapium sp.</i> | 60 | 2 | 0 |
| Sloanea ? | <i>Sloanea ?</i> | | 3 | 0 |
| Sancona | <i>Socratea exorrhiza</i> | | 3 | 6 |
| Venenillo | <i>Sorocea ?</i> | | 3 | 0 |
| Quende, marequende | <i>Sorocea sp.</i> | | 3 | 7 |
| Ovo | <i>Spondias mombim</i> | | 3 | 3 |
| Huesito | <i>Swartzia haugthii</i> | | 3 | 0 |
| Machare | <i>Symphonia globulifera</i> | 50 | 3 | 1 |
| Tabebuia | <i>Tabebuia</i> | | 3 | 1 |
| Cucharillo | <i>Talauma sp.</i> | 50 | 3 | 5 |
| Guardián | <i>Talisia sp.</i> | 60 | 3 | 0 |
| Roble | <i>Terminalia amazonia</i> | | 3 | 1 |
| Barazón, Perdiz | <i>Tetrathylacium macrophyllum</i> | | 3 | 0 |
| Cacao | <i>Theobroma cacao</i> | | 3 | 6 |
| Tovomita | <i>Tovomita ?</i> | | 3 | 0 |
| Tovomita | <i>Tovomita ?</i> | | 3 | 0 |

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|----|---|---|
| Manglillo | <i>Tovomita weddelliana</i> | | 3 | 0 |
| Caraño | <i>Trattinnickia aspera</i> | 60 | 3 | 3 |
| Sapán | <i>Trema integuerrima</i> | | 1 | 6 |
| Pialdillo | <i>Trichilia ?</i> | | 3 | 0 |
| Cedrillo | <i>Trichilia sp.</i> | 60 | 3 | 3 |
| Cedro macho | <i>Trichilia sp.</i> | 60 | 3 | 3 |
| Chillialde, pichango | <i>Trichospermum galeottii</i> | 60 | 2 | 3 |
| Turpinia | <i>Turpinia?</i> | | 3 | 0 |
| Chalviandillo | <i>Virola ?</i> | | 3 | 3 |
| Myristicaceae | <i>Virola ?</i> | | 3 | 3 |
| Virola | <i>Virola ?</i> | | 3 | 0 |
| Chalviande, coco | <i>Virola dixonii; V. reidii</i> | 60 | 3 | 2 |
| Achotillo | <i>Vismia ?</i> | | 2 | 0 |
| Goma | <i>Vochysia ferruginea</i> | | 2 | 3 |
| Laguno | <i>Vochysia macrophylla</i> | 50 | 2 | 2 |
| Gualte | <i>Wettinia quinaria</i> | | 3 | 7 |
| Azafrán, tachuelo, cacho | <i>Zanthoxylum riedelianum</i> | 60 | 2 | 3 |
| Chípero, chispero | <i>Zygia longifolia</i> | 60 | 3 | 0 |
| Adulón | | | | |
| Agua Agua | | | | |
| Aguilla | | | | |
| Ahuecador | | | | |
| Aretero | | | | |
| Bagatá | | | | |
| Bagatá blanco | | | | |
| Balsa macho | | | | |
| Bambo | | | | |
| Bantano | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|
| Barbasco | | | | |
| Barbasquillo | | | | |
| Bejuco | | | | |
| Bipupuchi | | | | |
| Bombacaceae | | | | |
| Cabezote | | | | |
| Cacho de venado | | | | |
| Cagua | | | | |
| Candelilla | | | | |
| Caracol | | | | |
| Caracolillo | | | | |
| Cascarillo | | | | |
| Castaño | | | | |
| Catanga | | | | |
| Cauchillo | | | | |
| Ceibo de papaya | | | | |
| Chacarra | | | | |
| Chanulillo | | | | |
| Chiachi | | | | |
| Chicharra | | | | |
| Chijambi | | | | |
| Chimbusa | | | | |
| Chocho | | | | |
| Chuncho | | | | |
| Chundapuchi | | | | |
| Clavo | | | | |
| Culo de negra | | | | |
| Cusumbi | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|
| Desconocido | | | | |
| Desconocido | | | | |
| Dijchi | | | | |
| Fabaceae | | | | |
| Fruta de pajaro | | | | |
| Guacharaco | | | | |
| Guanamito | | | | |
| Guatinerio | | | | |
| Guayabillo | | | | |
| Guayabo | | | | |
| Guayacaniillo | | | | |
| Hoja negra | | | | |
| Jaboncillo | | | | |
| Jaguilla | | | | |
| Jeenchi**** | | | | |
| Jeendachi**** | | | | |
| Jentanjichi | | | | |
| Jibon blanco | | | | |
| Juvenchi | | | | |
| Kijinucho | | | | |
| Koyonipihuchi | | | | |
| Kuguaichi | | | | |
| Kuguayjinuche | | | | |
| Kuhupugpuchi | | | | |
| Kupalachi | | | | |
| Kutupugpuchi | | | | |
| Leguminosa | | | | |
| Lengua de vaca | | | | |

| | | | | |
|------------------|--|--|--|--|
| Lengua de venado | | | | |
| Llijcuipichi | | | | |
| Macharillo | | | | |
| Madronillo | | | | |
| Manteca | | | | |
| Mantecoso | | | | |
| Marequende | | | | |
| Masamorro | | | | |
| Morocho | | | | |
| Murunchi | | | | |
| Mutan | | | | |
| Naranjo | | | | |
| Narde | | | | |
| Nipochi | | | | |
| Pabo | | | | |
| Pabo | | | | |
| Pachaco | | | | |
| Pacharaco | | | | |
| Pacheco | | | | |
| Pagnamuchi | | | | |
| Palachi | | | | |
| Paliarte | | | | |
| Palmisha | | | | |
| Palmito | | | | |
| Palo blanco | | | | |
| Palo pepa | | | | |
| Palo santo | | | | |
| Panecillo | | | | |

| | | | | |
|------------------|--|--|--|--|
| Pena de dios | | | | |
| Pepa de mono | | | | |
| Pepa de monte | | | | |
| Piquelanchi | | | | |
| Platano | | | | |
| Popambuchi | | | | |
| Quebra hacha | | | | |
| Quelanchi | | | | |
| Querre | | | | |
| Quininande | | | | |
| Rubiacea | | | | |
| Sajillo | | | | |
| Samia | | | | |
| Sombra de rio | | | | |
| Supachi | | | | |
| Tambora | | | | |
| Tanchachi | | | | |
| Tegviachi | | | | |
| Tejbiachi | | | | |
| Tibijchiche | | | | |
| Tsopa | | | | |
| Tuchipiche | | | | |
| Tyarinsa (palma) | | | | |
| Vaina | | | | |
| Vainilla | | | | |
| Venandrillo | | | | |
| Winula | | | | |
| Zayvo | | | | |

Gremios:

1 Heliófitas efímeras

2 Heliófitas durables

3 Esciófitas parciales

4 Esciófitas totales

Uso comercial:

0 sin uso

1 madera dura para construcción(vigas, pisos, pilares)

2 madera de desenrollo y playwood

3 madera de encofrado y cajonería

4 maderas suaves (muebles, puertas, ventanas)

5 madera semidura

6 otros usos (frutos, látex, extractos, leña, fibras)

7 palmas



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Environmental education as a tool for conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador

La educación ambiental como herramienta para la conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador

Saskia Flores Velasco*, Jaime Camacho García

Francisco Salazar E 14-34 y Coruña. Quito. Ecuador., Tel. 593-2-2522999, 593-2-2545999,
email: saskita69@hotmail.com, osos@ecociencia.org

*autor para correspondencia

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.268.1>

Environmental education as a tool for conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador

Resumen

En Oyacachi, una comunidad indígena dentro de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca (RECAY), la población convive con el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y utiliza su hábitat, páramos y bosques nublados, para actividades como la ganadería y la agricultura. Esta localidad enfrenta un gran reto: el de manejar adecuadamente su territorio y contribuir a la conservación del oso andino, su hábitat y la RECAY. Para esto, las organizaciones locales y la población deben tener un compromiso formal, basado en actitudes, valores y comportamientos compatibles a la conservación. Para conocer si existía dicho compromiso, se realizó un diagnóstico de conocimientos, actitudes y prácticas. A través de este estudio se supo que la gente tiene un conocimiento medio sobre su entorno natural y sobre el oso andino. La mayoría de personas tiene percepciones fisionómicas y antropomórficas, y valores utilitarios y naturalistas. Las actitudes son positivas, pero los usos asociados al oso andino y su hábitat son usos directos. Los valores conservacionistas son aún precarios, incompletos y segmentados en la población. Para generalizar estos valores y también para crear espacios en los que la gente pueda aplicarlos, se diseñó e implementó parcialmente un plan de educación ambiental. Se ejecutaron varias actividades de carácter formal, no formal e informal. El logro más significativo fue la inserción de la educación ambiental en el currículum de la escuela. Autoridades, líderes comunitarios y profesores(as) se involucraron activamente en todas las fases del proceso. Actualmente se está realizando una evaluación del impacto del plan de educación en sus diversos públicos.

Abstract

In Oyacachi, an indigenous community inside the Cayambe-Coca Ecological Reserve (RECAY) in Ecuador, the population lives together with the Andean bear (*Tremarctos ornatus*) and uses its habitat, highlands and cloud forests, for activities as stockbreeding and agriculture. This community faces a great challenge: that of handling in a sustainable manner its territory and to contribute to the conservation of the Andean bear, its habitat and the RECAY. For this, local organizations and the population should have a formal commitment, based on attitudes, values and behaviors that are compatible to conservation processes. To know if said commitment existed, a diagnosis of knowledge, attitudes and behaviors was carried out. This study showed that the people in Oyacachi have a medium knowledge on its natural environment and on the Andean bear. Most of the people presented anthropomorphic and physiognomic perceptions, and utilitarian and naturalistic values. Attitudes were positive, nevertheless, people conferred direct uses to Andean bear and its habitat. Ecological values were still incomplete and precarious. An environmental education plan was designed in order to generalize ecological values within the population and to create the spaces where people can employ them. This plan was partially executed. Educational formal and informal activities were carried out. The most important achievement of the plan was the insertion of the environmental education in the curriculum of local school. Local authorities, community leaders and teachers were actively involved in all the process. At present, an evaluation of the plan's impact is being carried out.

Introducción

El Ecuador cuenta actualmente con 33 áreas protegidas, cubriendo aproximadamente el 20% del territorio nacional. Muchas poblaciones rurales se encuentran dentro de ellas o en sus áreas periféricas y, de cierta forma, comparten la responsabilidad de conservar dichos espacios protegidos. La voluntad que tenga la gente para manejar sustentablemente las zonas de amortiguamiento y las áreas protegidas, depende, en parte, de cuán positivas sean sus actitudes y

cuán conservacionistas sean sus valores hacia el entorno natural (Kellert 1994; Fiallo & Jacobson 1995).

En países en vías de desarrollo como el Ecuador, las actitudes y los valores hacia espacios protegidos muchas veces no son positivos. Esto se debe, por un lado, a la forma en que las áreas han sido y son establecidas: sin la participación de las poblaciones locales. Por otro lado, a las múltiples restricciones que las autoridades ambientales imponen a indígenas y campesinos(as), sobre todo en el uso de los recursos naturales (Putz 1988). Otro factor que promueve actitudes y valores negativos es la interacción conflictiva de la gente con especies depredadoras. Muchas veces estas especies atacan cultivos o animales domésticos, lo que genera actitudes negativas en los/las pobladores(as) rurales (Kellert 1985).

La comunidad de Oyacachi es un ejemplo de lo descrito anteriormente. Está dentro de un área protegida, la Reserva Ecológica Cayambe-Coca (RECA) y tiene conflictos con el oso andino (*Tremarctos ornatus*) por sus ataques al ganado y a los cultivos (Cuesta 1998; Flores et al. 2000a). La gente de esta localidad tiene un buen conocimiento sobre su territorio, por su antigüedad en la zona y por su alto nivel de interacción con el entorno natural. No obstante, sus actitudes y valores no son conservacionistas, lo cual es clave para garantizar la protección del oso andino, su hábitat y la RECA (Flores et al. 2000a).

Al Proyecto "Conservación del Oso Andino", una iniciativa de EcoCiencia y otras organizaciones, le interesaba la conservación del oso por ser una especie clave para la dinámica de los ecosistemas en los que habita, por ser una especie paisaje y por su carisma en iniciativas de sensibilización (Cuesta 1998). También por estar en peligro de extinción debido a la disminución de sus poblaciones por la fragmentación de su hábitat y por la cacería (Cuesta 1998; Tirira 2001).

Este proyecto, aparte de realizar detalladas investigaciones ecológicas sobre la especie, integró a la educación ambiental como una herramienta fundamental en la sensibilización de los/las pobladores(as) de Oyacachi hacia la conservación. Esto, porque si bien había que conocer más sobre el oso, era también necesario promover un compromiso en la gente. Según Jacobson (1995), la educación ambiental es un excelente instrumento para promover dicho compromiso, a través del desarrollo de conocimientos, actitudes y destrezas acordes a procesos de conservación.

La educación ambiental puede tener muchos enfoques. En la comunidad de Oyacachi se utilizaron enfoques formales, no formales e informales para diseñar estrategias que traten la problemática de percepciones y valores que había sido detectada a través de un diagnóstico. Esas estrategias se ejecutaron parcialmente generando un proceso educativo participativo que respondió a las necesidades reales de la población. Si bien tenían al oso andino como un elemento importante, las estrategias incluyeron temas englobadores, como el páramo, el bosque, la RECA, la cultura, entre otros.

Además, las actividades se ejecutaron bajo el enfoque de "educación para la gestión"; es decir, para fortalecer las capacidades locales a fin de que la gente tome decisiones y actúe a favor de la conservación. Finalmente, el esfuerzo educativo no fue una suma de actividades aisladas. Todo lo contrario, fue un proceso ordenado, sistemático y en el que se involucró activamente la comunidad.

Cuando se entiende a la educación ambiental como un proceso sistemático, que empieza con un diagnóstico, que incluye un diseño de estrategias y luego su implementación, y termina en una evaluación, los resultados pueden ser alentadores. No obstante, hay que tener siempre presente que la educación ambiental no es la solución a los problemas ambientales ni es el camino hacia el éxito de las áreas protegidas. Pero sí es una parte indispensable en todo proceso de conservación.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La comunidad de Oyacachi se encuentra asentada en las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, 45 km al este de Quito. Políticamente, Oyacachi se encuentra en el cantón El Chaco de la provincia de Napo. Su territorio, de 55.300 ha, ocupa aproximadamente un 13% de la RECA (Skov 1997; Males 1998; Comuna Quichua de Oyacachi 2000).

En Oyacachi habitan 513 personas de las cuales el 90% son indígenas quichua y el 68% es considerada pobre. Sus actividades productivas más importantes son la ganadería extensiva, la agricultura de subsistencia y la elaboración de artesanías en madera. La comunidad cuenta con una

escuela primaria y dos colegios secundarios a distancia. El nivel de analfabetismo asciende a 17%. En el pueblo existe agua entubada y energía eléctrica. Ninguna vivienda cuenta con sistema de recolección de basura ni teléfono (Morales & Schjellerup 1997; Comuna Quichua de Oyacachi 2000; SIISE 2002).

Desde el punto de vista ambiental, la comunidad cuenta con las siguientes formaciones vegetales: Páramo Herbáceo, Páramo Anegado, Bosque de Páramo Mixto, Bosque de Aliso, Bosque Siempre Verde Montano Alto y Bosque de Neblina Montano (Báez et al. 1999; Iturralde et al. 2000). Los mamíferos más representativos son: el oso andino, el tapir de altura (*Tapirus pinchaque*), el pudú (*Pudu mephistophiles*), el sachacuy (*Agouti taczanowskii*), entre otras (Paredes et al. 1998; Comuna Quichua de Oyacachi 2000). La riqueza de aves es muy alta según Poulsen & Krabbe (1997). Algunos representantes son: el cóndor (*Vultur gryphus*), la pava de monte (*Penelope montagnii*), el gavilán (*Buteo magnirostris*), dos especies de tucán (*Aulacorhynchus prasinus* y *Andigena hypoglauca*), entre otros.

Materiales y métodos

El proceso educativo completo en Oyacachi comprende cuatro fases: (1) diagnóstico de necesidades educativas, (2) diseño de estrategias educativas, (3) implementación de estrategias educativas y (4) evaluación.

(1) Diagnóstico de necesidades educativas

Se realizaron dos diagnósticos: uno en 1998 y otro en el 2000. Ambos se realizaron sobre la base de métodos cuantitativos y cualitativos. Se combinaron los dos métodos a fin de obtener datos más sólidos e información validada (Bernard 1994; Camacho et al. 2000). Entre las técnicas cualitativas que se utilizaron están la revisión bibliográfica, la observación directa, talleres, grupos focales y entrevistas. El método cuantitativo incluyó encuestas de conocimientos, actitudes y prácticas.

La revisión bibliográfica incluyó la revisión de fuentes secundarias sobre diversos temas referentes al área de estudio, tanto antes como después de la recopilación de información de primera mano. La observación directa se utilizó para evaluar el aspecto físico de la comunidad y de la escuela, de la infraestructura disponible y de su estado, de las actividades de los/las pobladores(as), entre otros.

Los talleres y grupos focales tuvieron distintos objetivos y grupos meta. A continuación se hace un listado de los públicos investigados y los objetivos de cada taller y grupo focal:

Taller con estudiantes de 4° a 7° año de educación básica de la escuela "Padre Rafael Ferrer": levantamiento de información sobre conocimientos y actitudes frente a la conservación del entorno natural y frente a la comunidad (CIESPAL 1998). Se utilizaron cuestionarios bajo el marco de actividades informales como realización de dibujos, collages, entre otras.

Talleres con personal docente: recopilación de información sobre la escuela, discusión sobre métodos de investigación con niños(as), discusión de resultados de la investigación a niños(as) y recopilación de recomendaciones para el plan de educación.

Grupos focales con padres y madres de familia por separado: levantamiento de percepciones sobre la escuela y sus procesos educativos, sobre los/las profesores(as), sobre sus hijos(as) y sobre los contenidos de enseñanza (Flores et al. 2000a).

Las entrevistas se realizaron a personas clave dentro de la dinámica social de la comunidad y cuyas apreciaciones son influyentes en los procesos educativos de la población. Se entrevistó a las autoridades, a los/las profesores(as), a los guardaparques comunitarios, al pastor evangélico y a dos ancianos(as) de la comunidad. Sobre la base de una guía de preguntas, además de identificar el rol de cada uno de estos actores, se investigaron percepciones relacionadas con: la visión a futuro de la comunidad, los problemas ambientales existentes, la importancia de la conservación, entre otros. Con los/las maestros(as), además, se profundizó sobre temas relacionados con la escuela, tales como recursos didácticos con los que se cuenta, apoyo externo recibido, participación de ellos(as) y de estudiantes en planes de educación, etc. (Flores et al. 2000a).

Las encuestas se aplicaron tanto a niños(as) como adultos(as). Los temas analizados fueron los mismos; no obstante, éstos fueron adaptados a las necesidades de investigación de cada grupo. Los/Las niños(as) encuestados(as) eran de 4°, 5°, 6° y 7° años de educación básica (Flores et al. 2000a).

Los/Las adultos(as) fueron divididos(as) en tres grupos: jóvenes (11 a 20 años); adultos(as) (21 a 40 años); y ancianos(as) (41 a 70) (Cuesta 1998). En ambos casos se escogió una muestra significativa. Las categorías de análisis fueron: conocimientos, percepciones, valores, actitudes y prácticas.

La encuesta del primer diagnóstico (1998) estuvo centrada en el oso andino, cubriendo temas como:

(1) aspectos biológicos y de conservación del oso andino, (2) interacción entre los/las pobladores(as) locales con el oso (usos y conflictos) y (3) vida silvestre del hábitat del oso andino (Cuesta 1998). En el segundo estudio (2000), la encuesta también tuvo un enfoque importante en el oso andino; no obstante, cubrió otros temas como la RECA, el páramo, el bosque nublado, la comunidad, la cultura, etc. (Flores et al. 2000a) ([Tabla 1]).

| Tema | Categoría de Análisis | Información |
|---|--------------------------------------|---|
| Información general | Identificación del/de la informante | Año de educación básica, edad y género |
| El páramo y los bosques de estribaciones | Conocimientos | Fauna y flora de ambos ecosistemas, ciertos conceptos ecológicos |
| | Percepciones | Preferencia hacia dichos ecosistemas, apreciaciones hacia la fauna presente |
| | Valores | Beneficios percibidos de ambos ecosistemas |
| | Actitudes | Actitudes hacia el encuentro con un oso andino, actitudes hacia la quema del páramo |
| La RECA | Conocimientos | Funciones de la RECA, funciones de los guardaparques comunitarios |
| | Percepciones | Percepciones hacia la existencia de la RECA, percepciones hacia la conservación de la naturaleza |
| | Valores | Beneficios de la conservación de la naturaleza, beneficios de la existencia de la RECA |
| | Actitudes | Actitudes hacia la conservación de la naturaleza y hacia el trabajo de los guardaparques comunitarios |
| Aspectos socioambientales de la comunidad | Conocimientos | Geografía local, conflicto con fauna local, utilización de fauna y flora local, tradiciones ancestrales, organización comunitaria |
| | Percepciones | Problemática socioambiental actual, preferencia hacia ciertos aspectos de la comunidad |
| | Actitudes | Soluciones hacia problemática actual, permanencia en la comunidad |
| Educación | Percepciones | Importancia de la educación, percepciones hacia la escuela, percepciones hacia los maestros |
| | Actitudes | Actitudes hacia la continuación en el ciclo diversificado |
| Comunicación | Comunicabilidad del/de la informante | Medios que posee, temas que prefiere y horarios de utilización |

Tabla 1. Temas, categorías de análisis e información incluidos en la encuesta aplicada a niños(as) de Oyacachi en el año 2000.

Table 1. Topics, categories of analysis and information included in applied interviews of children and adults in Oyacachi, 2000.

(2) Diseño de estrategias educativas

El diseño de estrategias educativas estuvo basado en talleres participativos. Dichos talleres se realizaron con personas clave de la comunidad de Oyacachi, las cuales tenían injerencia en los procesos educativos comunitarios y podían contribuir significativamente en el contenido de las estrategias. Estas estrategias se resumieron en dos planes de educación ambiental (Cuesta 1998; Flores et al. 2000b). Entre los actores clave que participaron están:

Personal docente de la escuela "Padre Rafael Ferrer": revisión y discusión de resultados obtenidos por las investigaciones. Diseño de estrategias educativas formales para su aplicación en el currículum de la escuela. Diseño de estrategias educativas no formales dirigidas a profesores(as) (capacitación). Diseño de estrategias informales (comunicación) y de actividades para el mejoramiento físico de la escuela.

Comunicador de la comunidad: diseño de actividades informales dirigidas a la comunidad en general.

Tutores de colegio a distancia SEC: diseño de estrategias educativas no formales para los/las alumnos(as).

Autoridades: validación de estrategias educativas.

(3) Implementación de estrategias educativas

Las estrategias propuestas en los planes de educación fueron muy diversas; por lo tanto, los métodos utilizados para su implementación fueron variados. Las estrategias relacionadas con la aplicación de la Reforma Curricular se desarrollaron en espacios formales escolares, bajo los formatos establecidos por el Ministerio de Educación y Cultura, e incluyeron el diseño de material educativo. Las actividades de capacitación (estrategias no formales) se ejecutaron en formato de talleres y cursos, también con el diseño de materiales educativos. Las estrategias informales o comunicativas incluyeron: el desarrollo de una escuela de verano, periódicos murales, programas de radio, radiodrama, actividades al aire libre para todo público y producción de materiales impresos divulgativos. Todos los procesos contaron con la participación activa de los actores involucrados.

(4) Evaluación

La evaluación del impacto de la ejecución de las estrategias educativas se está realizando a través de la replicación de las técnicas utilizadas en los diagnósticos. Las encuestas implementadas en 1998 y 2000 se combinaron en una sola, basada en la misma metodología de valoración de conocimientos, percepciones, valores, actitudes y prácticas (Kellert 1994).

Así mismo, se replicaron los grupos focales y las entrevistas con los actores clave investigados en años anteriores. La comparación de los resultados de esta evaluación con los resultados de la línea base permitirá conocer, de forma cuantitativa y cualitativa, los cambios que se han dado en los diferentes grupos meta luego de la implementación de estrategias educativas. Adicionalmente, la evaluación incluirá una serie de recomendaciones sobre acciones futuras en el tema de educación ambiental. La evaluación que se está realizando es externa, a fin de evitar subjetividades. Los resultados se publicarán en el 2004.

Ambas encuestas fueron diseñadas sobre la base del método desarrollado por Kellert (1994), el cual establece escalas de valoración para conocimientos, percepciones y actitudes, y categorías para valores hacia temas ambientales. Para el caso de conocimientos, el puntaje depende del número de respuestas correctas que el/la encuestado(a) obtenga ([Tabla 2]). Para percepciones y actitudes se debe valorar la calidad de la respuesta y otorgar un puntaje. Estos puntajes están basados en una escala preestablecida, la cual se presenta en la [Tabla 3]. Las preguntas correspondientes a estas categorías de análisis fueron cerradas para evitar subjetividades.

Para categorizar las percepciones y los valores, se evaluó cada respuesta de dicha categoría de análisis y se le dio una tipología (no un puntaje). Los tipos de percepciones y valores y sus respectivas descripciones se encuentran en la [Tabla 4].

| Puntaje | Porcentaje (%) | Clasificación |
|----------|----------------|----------------|
| 1 a 3 | 1 a 25 | Muy bajo/Malo |
| 4 a 6 | 26 a 50 | Bajo/Regular |
| 7 a 9 | 51 a 75 | Medio/Bueno |
| 10 o más | 76 a 100 | Alto/Muy Bueno |

Tabla 2. Escala utilizada para la valoración de conocimientos sobre el oso andino y su hábitat en encuestas aplicadas a niños(as) y adultos(as) en Oyacachi, RECA Y.

Table 2. Scale used for the validation of perceptions and attitudes towards the Spectacled Bear and its habitat in applied interviews with children and adults in Oyacachi, RECA Y.

| Puntaje | Porcentaje (%) | Clasificación |
|----------|----------------|---------------|
| 1 a 3 | 1 a 25 | Negativa |
| 4 a 6 | 26 a 50 | Neutra |
| 7 a 9 | 51 a 75 | Positiva |
| 10 o más | 76 a 100 | Muy positiva |

Tabla 3. Escala utilizada para la valoración de percepciones y actitudes hacia el oso andino y su hábitat en encuestas aplicadas a niños(as) y adultos(as) en Oyacachi, RECA Y.

Table 3. Scale used for the validation of perceptions and attitudes towards the Spectacled Bear and its habitat in applied interviews with children and adults in Oyacachi, RECA Y.

Resultados

(1) Diagnóstico de necesidades educativas

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a los diagnósticos realizados en 1998 y 2000. Dichos diagnósticos cubrieron más temas que los que se presentan en este capítulo. A fin de ser más breves, se priorizaron los resultados relacionados con el oso andino y su hábitat.

Conocimientos

En general, los/las adultos(as) de la comunidad de Oyacachi tienen un nivel de conocimiento medio sobre su entorno natural y sobre el oso andino. Esto incluye conocimientos sobre el páramo, el bosque nublado y aspectos biológicos de la especie (dieta y estructura social). Existen algunas diferencias por clases de edades y por género. Generalmente, los puntajes de los/las jóvenes y de las mujeres son menores que los de los/las ancianos(as) y los hombres, respectivamente (Cuesta 1998). Los/Las niños(as), por su parte, también presentan conocimientos medios sobre los mismos temas. Al igual que para los/las adultos(as), los niños tienen mejores puntajes que las niñas (Flores et al. 2000a) (Figura 1).

En lo que respecta a conocimientos sobre conceptos ecológicos y conservacionistas, la mayoría de adultos(as) tiene un conocimiento alto. Esto incluye aspectos conservacionistas relacionados con el oso andino y la RECA Y. Las mujeres, presentan conocimientos menores que los hombres. A diferencia del caso anterior, los/las ancianos(as) tienen menores conocimientos que los/las adultos(as) (Cuesta 1998). Los/Las niños(as) también presentan conocimientos altos. No existen diferencias significativas en cuanto a género dentro de la población infantil (Flores et al. 2000a) (Figura 2).

Percepciones

La población adulta masculina de Oyacachi tiene percepciones antropomórficas muy acentuadas hacia el oso andino. Las mujeres adultas, así como los/las jóvenes y ancianos(as) de ambos géneros poseen más bien percepciones fisionómicas; es decir que dan mucha importancia a la apariencia física del animal (Cuesta 1998) (Figura 3).

A los/las niños(as), por su parte, se les preguntó cuál era su animal preferido. La mayoría de ellos(as) contestó "el oso andino". Sus percepciones hacia dicha especie son, en la mayor parte de los/las encuestados(as), afectivas, aunque un buen porcentaje presenta percepciones fisionómicas (Flores et al. 2000a).

| CATEGORÍA DE ANÁLISIS | TIPO | Descripción |
|-----------------------|------------------|--|
| Percepción | Fisionómica | Enfocada a aspectos descriptivos relacionados con la apariencia del animal |
| | Etológica | Enfocada a aspectos relacionados con el comportamiento del animal |
| | Afectiva | Enfocada en los sentimientos afectivos o de desprecio hacia el animal |
| | Antropomórfica | Enfocada en ciertas características que, siendo humanas, se las atribuye al animal |
| Valor | Estético | Enfocado en los atractivos y apariencias físicas de un lugar |
| | Utilitario | Interés central, valor práctico de la vida silvestre o en los hábitats asociados a dichas especies |
| | Ético | Enfocado en los parámetros morales de respeto hacia la vida silvestre |
| | Naturalista | Énfasis muy fuerte en las experiencias recreativas al observar fauna y flora silvestre in situ |
| | Científico | Principal interés en los atributos físicos y las funciones biológicas de la fauna silvestre |
| | Religioso | Enfocado en las creencias y prácticas religiosas católicas o evangélicas |
| | Ecológico | Interés primario en el ecosistema como un sistema y las interrelaciones de las especies con sus hábitats |
| | Conservacionista | Interés enfocado hacia el hecho de que una determinada especie de animal o planta se encuentra en peligro de extinción |
| | Humanístico | Enfocado en las afecciones por especies concretas, tales como especies grandes con fuertes asociaciones antropomórficas. |
| | Simbólico | Referente a iconos o imágenes de carácter civil |

Tabla 4. Tipos de percepciones y valores según Kellert (1994), utilizados en encuestas para niños(as) y adultos(as) en Oyacachi, RECA Y.

Table 4. Types of perceptions and values according to Kellert (1994), used in interviews with children and adults in Oyacachi, RECA Y.

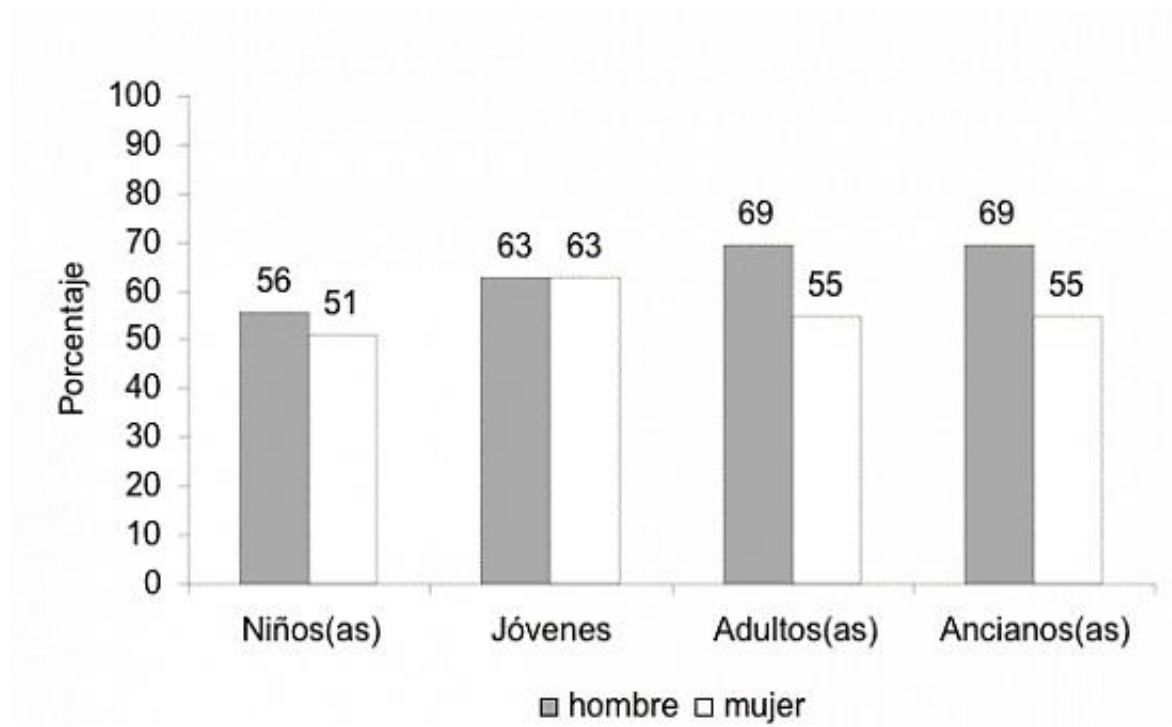


Figura 1. Nivel de conocimientos biológicos sobre el oso andino y su hábitat por género y clases de edad en Oyacachi, RECA, Ecuador.

Figure 1. Level of biological knowledge about the Spectacled Bear by gender and age group in Oyacachi, RECA, Ecuador.

Valores

La mayoría de hombres y mujeres adultos(as) en Oyacachi piensa que el oso andino tiene algún valor. Pequeños porcentajes, mayores en las mujeres que en los hombres, corresponden a adultos(as) que piensan que el oso no tiene ningún valor. Del mismo modo, si bien no es la mayoría en ninguna clase de edad, en los/las ancianos(as) es más común que no se otorgue ningún valor al oso, que en adultos(as) o jóvenes (Cuesta 1998).

En cuanto a categorías de valores, existe una fuerte dominancia de valores utilitarios y estéticos en la población adulta, por sobre los otros tipos de valores. Los valores ecológicos, conservacionistas o científicos son los de menor relevancia en la muestra (Cuesta 1998). En los/las niños(as), por su parte, se manifiestan con mayor dominancia los valores naturalistas. No obstante, aunque en menores porcentajes, existen niños(as) que presentan también valores utilitarios y estéticos. No existen diferencias significativas en cuanto a género (Flores et al. 2000a) (Figura 4).

Actitudes

Los resultados revelan que tanto niños(as) como adultos(as) presentan actitudes positivas y muy positivas hacia el oso andino. En la población adulta, las actitudes frente a un encuentro hipotético con el oso, en general, son positivas, aunque existen ciertas variaciones por género y grupo de edad. Solamente en los hombres un pequeño porcentaje consideró posibilidades como matar o vender al oso, si éste fuera una cría, lo cual muestra una actitud negativa. En los grupos de edades, solo en los/las adultos(as) y en los/las ancianos(as) aparecieron las opciones mencionadas, no así en los/las jóvenes (Cuesta 1998).

Cuando se trata del caso hipotético de un encuentro con un oso adulto, solamente en los hombres aparece un pequeño porcentaje que afirma que lo capturaría o lo mataría, revelando una actitud negativa. En los grupos de edad, las posibilidades de matarlo o atraparlo solamente fueron nombradas por los/las jóvenes, en un pequeño porcentaje (Cuesta 1998). En los/las niños(as), la mayoría presenta actitudes positivas, sin diferencias significativas por género (Flores et al. 2000a) (Figura 5)).

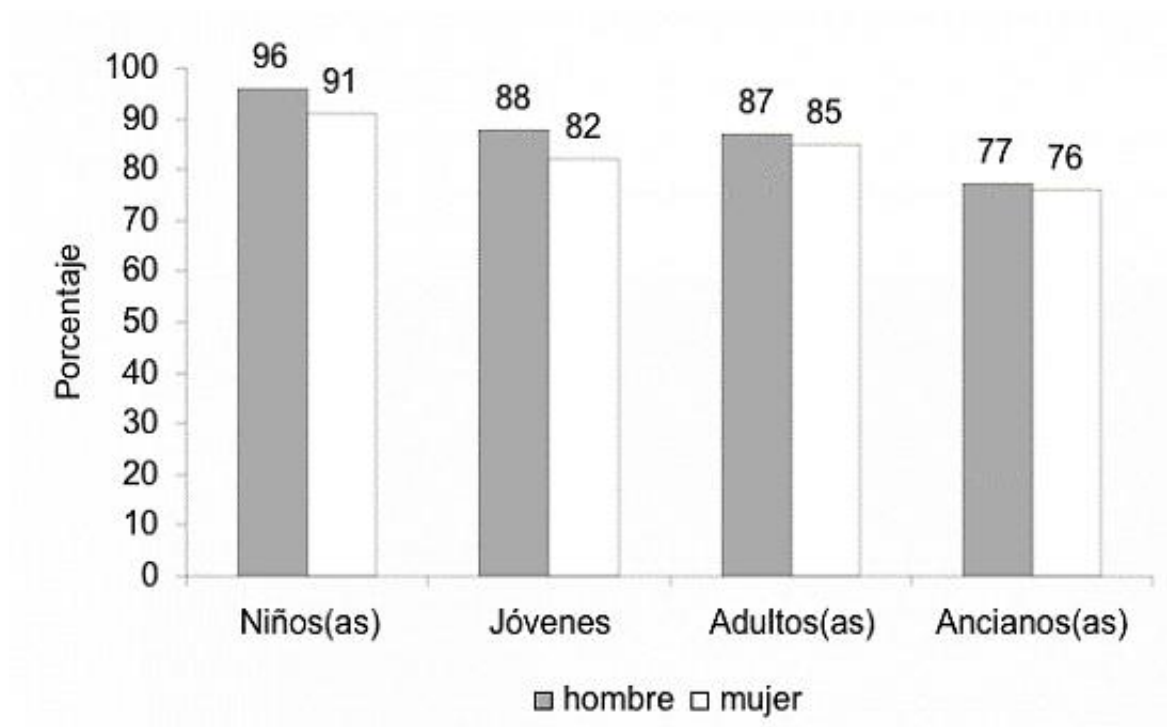


Figura 2. Nivel de conocimientos sobre aspectos de conservación del oso andino y su hábitat por género y clases de edad en Oyacachi, RECA Y, Ecuador.

Figure 2. Level of knowledge about aspects of conservation of the Spectacled Bear and its habitat by gender and age group in Oyacachi, RECA Y, Ecuador.

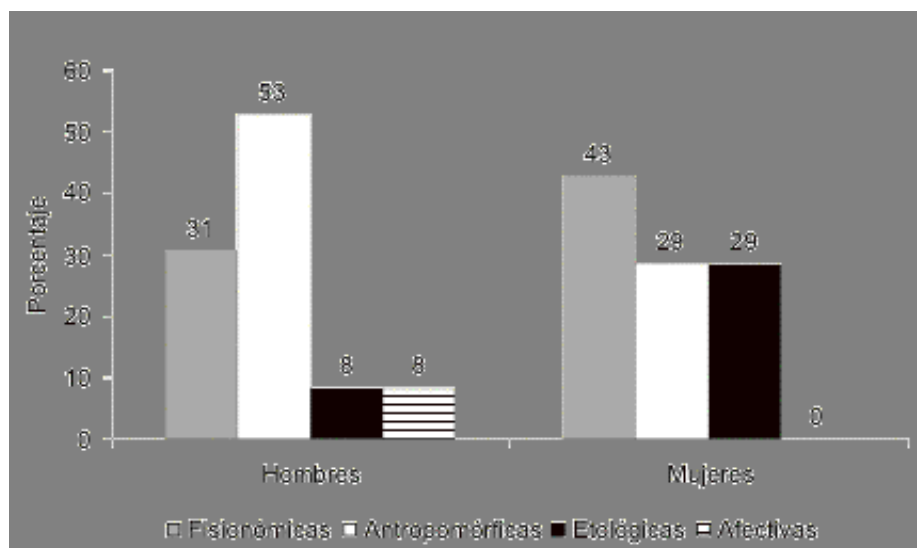


Figura 3. Tipos de percepciones hacia el oso andino en hombres y mujeres adultos(as) en la comunidad de Oyacachi, RECA Y, Ecuador.

Figure 3. Perceptions about the Spectacled Bear according to adult men and women in the community of Oyacachi, RECA Y, Ecuador.

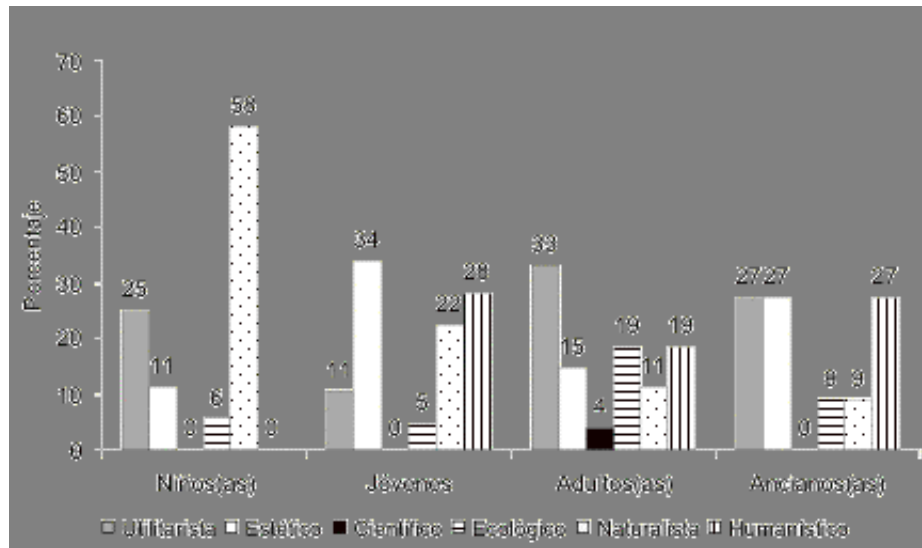


Figura 4. Tipo de valores otorgados al oso andino por grupos de edad en Oyacachi, RECA, Ecuador.
Figure 4. Values of the Spectacled Bear according to different age groups in Oyacachi, RECA, Ecuador.

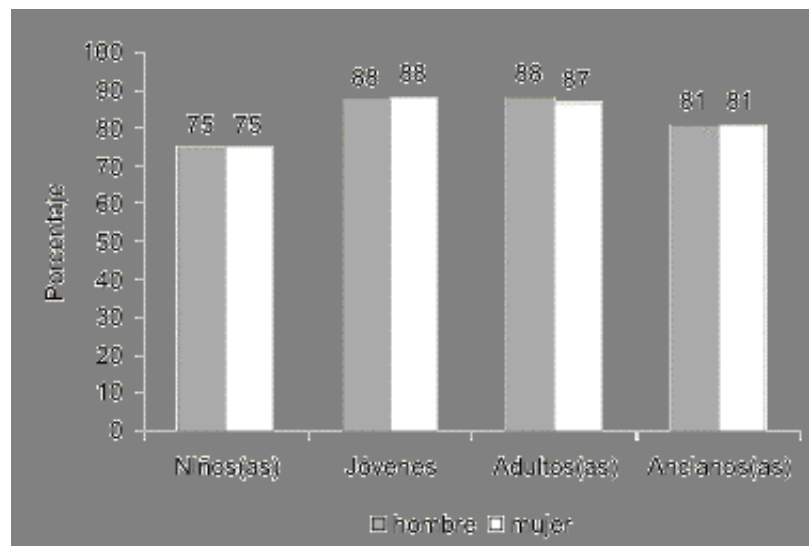


Figura 5. Tipos de actitudes hacia el oso andino según género y grupos de edad en Oyacachi, RECA, Ecuador.
Figure 5. Attitude towards the Spectacled Bear according to gender and age groups in Oyacachi, RECA, Ecuador.

Prácticas (conflictos y utilización)

Existe una interacción conflictiva entre la gente de Oyacachi y el oso andino. En esta comunidad, el oso es un depredador del ganado vacuno y de los sembríos de maíz en su época de maduración. En el año 1998, cuando se realizó el primer diagnóstico, el 24% de los/las adultos(as) encuestados(as) aseguró tener problemas continuos con el oso en relación al maíz. Un 76% dijo no haber tenido ninguna mala experiencia (dado que no siembra maíz). Dentro de las alternativas que mencionaron las personas investigadas para contrarrestar el conflicto están: cuidar más los sembríos, asustar al animal y matar al individuo. Mientras que los/las ancianos(as) apoyan más la idea de cuidar más las chacras, los/las jóvenes prefieren la idea de matar al oso (Cuesta 1998).

Hace tiempo ya que el oso no es cazado en la comunidad con fines de utilización. Los usos que los/las encuestados(as) mencionaron corresponden a usos anteriores del animal, dado que su cacería hoy en día es muy esporádica. Los usos citados fueron: alimento, medicina o adorno (piel). También se menciona un uso indirecto: el del oso como un atractivo turístico. Esta última opción es mencionada por

el 78% de los/las adultos(as) encuestados(as). La mayoría de ancianos(as) se inclina más hacia usos directos como alimentación y adorno, aunque no descartaron la opción de turismo. Los/Las jóvenes valoran por igual los tres usos: alimento, adorno y atractivo turístico. Las diferencias de género no fueron significativas (Cuesta 1998) ([Figura 6]).

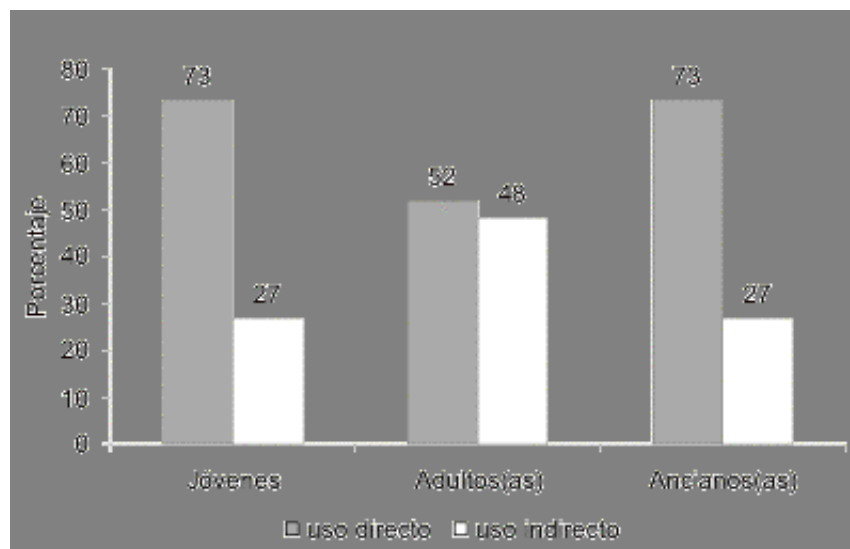


Figure 6. Tipos de uso asignados al oso andino según grupos de edad en Oyacachi, RECA, Ecuador.
Figure 6. Types of usage assigned to the Spectacled Bear by various age groups in Oyacachi, RECA, Ecuador.

(2) Diseño de estrategias educativas

El resultado de este proceso participativo tiene dos productos concretos: el primero es el "Plan de Educación y Capacitación Ambiental para las Comunidades Relacionadas con la Conservación del Oso Andino" (Cuesta et al. 1998) y el segundo, el "Plan de Educación y Capacitación Ambiental para la Escuela "Padre Rafael Ferrer" de la Comuna Quichua de Oyacachi" (Flores et al. 2000b). El primer plan se diseñó a partir de los resultados del diagnóstico de 1998 y constituye una estrategia paraguas que cubre a todos los sectores de la comunidad e incluye todos los ámbitos educativos. Este primer plan tiene tres subprogramas: uno de educación escolar, uno de educación comunitaria y uno de comunicación y difusión ([Tabla 5]).

El segundo plan es una especie de ampliación del primero (sobre todo en su subprograma de educación escolar) y se conformó a partir de los resultados del diagnóstico del 2000. Tiene cinco programas: curricular, capacitación, comunicación, infraestructura y seguimiento y evaluación, todos enmarcados en el ámbito escolar como una unidad importante dentro de la dinámica social de la comunidad ([Tabla 6]).

Los dos planes comparten las mismas estrategias educativas. Ambos incluyen los tres ámbitos de la educación ambiental: formal, no formal e informal, y utilizan a la educación ambiental como una herramienta de precondición y como instrumento de cambio. Adicionalmente, consideran a la educación ambiental como una herramienta de información pero también de gestión ambiental (Encalada en Flores et al. 2000b).

(3) Implementación de estrategias educativas

Los planes arriba mencionados fueron ejecutados parcialmente, básicamente porque no se contó con los fondos necesarios para su implementación completa. La ejecución total de los planes hubiera producido procesos más coherentes y resultados más significativos y duraderos. No obstante, varias acciones prioritarias e integrales (no aisladas) fueron llevadas a cabo. A continuación se hace una reseña de lo realizado en cada programa de los planes de educación.

Educación escolar o curricular

En este ámbito, se logró implementar todo lo que se había planificado. Esto incluye la capacitación de los/las profesores(as) en los siguientes temas: educación ambiental, desarrollo curricular de los ejes

transversales y didáctica de la educación ambiental para dentro y fuera del aula. Por otro lado, se elaboraron Planes Curriculares Institucionales (PCI) y Planes de Unidades Didácticas (PUD) con la incorporación de los ejes transversales para el año lectivo 2000-2001. Finalmente, se realizó un seguimiento de la aplicación de los PCI y PUD en la práctica educativa.

Por otro lado, se elaboraron materiales didácticos para la escuela, como el libro "Relatos de Oyacachi" (Camacho et al. 1999), un dominó con la cadena trófica del páramo, un mapa interactivo de la comunidad, entre otros. Se realizó un evento denominado "Escuela de verano: tras las huellas", el cual incluyó la realización de varias actividades informales de carácter lúdico con los/las niños(as) de la escuela. El evento duró tres días (durante el verano) y se centró en la temática de la conservación del oso y su hábitat. Adicionalmente, los/las profesores(as) desarrollaron actividades de su propia iniciativa, como la creación de un club de ecología y del huerto orgánico escolar.

Capacitación

Como se mencionó anteriormente, se ejecutaron múltiples eventos de capacitación en temas curriculares para implementar el eje transversal de la educación ambiental. Aparte de dicho esfuerzo, y como complemento del mismo, se desarrolló un proceso de capacitación de diseño de proyectos (no solo educativos, sino de cualquier temática). Otros procesos de capacitación fueron en las siguientes temáticas: elaboración de periódicos murales, manejo de desechos sólidos y de señalética (para la rotulación de la escuela). Es importante mencionar que todos los procesos de capacitación tuvieron una fase posterior de acompañamiento técnico.

Comunicación

En el área de comunicación interna (dentro de la comunidad), se creó un periódico mural escolar, el cual comunica las acciones más importantes de la escuela hacia otros sectores de la comunidad e incluye temas ambientales importantes de interés general. Por otro lado, se produjo un radiodrama denominado "¿Quién mató al oso andino?", diseñado y producido por la gente de Oyacachi, el cual explora la temática de la cacería de la especie. Otro proceso importante fue la creación del programa radial "Enfoque ambiental desde Oyacachi", el cual fue diseñado y producido por el comunicador comunitario para la Radio Mensaje de Cayambe (Provincia de Pichincha). Este programa radial pretende informar y sensibilizar a los/las pobladores(as) de Oyacachi y otras comunidades rurales sobre temas ambientales.

El proceso de comunicación externa incluyó tres actividades: (1) una identificación de las organizaciones públicas y privadas que podrían apoyar a procesos escolares y comunitarios y con las cuales la comunidad estaría dispuesta a trabajar, (2) el diseño de un material informativo y divulgativo para dichos organismos y (3) la visita a algunas de las instituciones identificadas a fin de realizar procesos de relaciones públicas.

Infraestructura

Dentro de esta línea de trabajo se diseñó y ejecutó parcialmente un "Plan de Rotulación" para la escuela "Padre Rafael Ferrer" de Oyacachi. Este plan fue diseñado por el personal docente.

(4) Evaluación

Los resultados de la evaluación serán publicados durante el 2004.

| Componente | Grupo Meta | Objetivos | Estrategia educativa |
|-----------------------------|---|---|----------------------|
| Educación ambiental escolar | Profesores, guardaparques y alumnos(as) | Capacitación a grupos meta en Reforma Curricular. Mejorar los conocimientos, actitudes y prácticas sobre el oso y su hábitat en grupos meta. Diseñar materiales educativos. | Formal y no formal |
| Educación comunitaria | Jóvenes y adultos(as) | Mejorar los conocimientos sobre el oso y su hábitat en grupos meta. Sensibilizar a los grupos meta en los problemas socioambientales de la zona. Identificar y gestionar dos proyectos de manejo de recursos naturales. | No formal |
| Comunicación y difusión | Público general y actores relacionados con la conservación del oso andino | Mejorar los conocimientos y actitudes sobre el oso y su hábitat. Conseguir el apoyo y respaldo de instituciones que trabajan en la zona. Informar sobre el Proyecto "Conservación del Oso Andino". | Informal |

Tabla 5. Componentes del "Plan de Educación y Capacitación Ambiental para las Comunidades Relacionadas con la Conservación del Oso Andino" aplicado en Oyacachi, RECAP (Cuesta et al. 1998).
Table 5. Components of the "Education and environmental capacitation plan of communities related to the conservation of the Spectacled Bear" applied in Oyacachi, RECAP (Cuesta et al. 1998).

| Componente | Grupo Meta | Objetivos | Estrategia educativa |
|--------------------------|---|---|----------------------|
| Curricular | Personal docente y alumnos(as) | Incorporar el eje transversal de educación ambiental en la escuela. Mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje y generar una conciencia ambiental en grupos meta. | Formal y no formal |
| Capacitación | Personal docente y otros actores clave | Mejorar los conocimientos de los/las profesores(as) en aspectos curriculares y en la temática ambiental. Generar en los/las profesores(as) la capacidad para proponer y ejecutar iniciativas propias de educación ambiental. | No formal |
| Comunicación | Padres y madres de familia | Fortalecer la comunicación entre la escuela y los padres y las madres de familia | Informal |
| | Instituciones públicas y privadas clave | Mejorar la comunicación entre la escuela y organismos públicos y privados para conseguir su apoyo. | |
| Infraestructura | Personal docente y grupo de artesanos | Mejorar parcialmente los recursos didácticos de la escuela "Padre Rafael Ferrer". Contribuir a la mejora de la imagen de la escuela "Padre Rafael Ferrer". | No formal |
| Seguimiento y Evaluación | Todos los grupos meta anteriores | Monitorear y evaluar los impactos parciales y totales del plan | |

Tabla 6. Componentes del "Plan de Educación y Capacitación Ambiental para la Escuela "Padre Rafael Ferrer" de la Comuna Quichua de Oyacachi, RECAP (Flores et al. 2000b).

Table 6. Components of the "Education and environmental capacitation plan" of the School Padre Rafael Ferrer" of Comuna Quichua de Oyacachi, RECAP (Flores et al. 2000b).

Discusión

(1) Diagnóstico de necesidades educativas

Conocimientos

El buen nivel de conocimientos que los/las oyacacheños(as) tienen sobre su entorno natural se debe a su alto grado de interacción con él. Este entorno, de cierta forma bien conservado, ofrece la oportunidad de que los/las pobladores(as) se relacionen con la fauna y flora local. Esto lo hacen a través de la realización de actividades habituales como la agricultura, la ganadería, la recolección de leña, entre otros, produciéndose una construcción de conocimientos a través de la cotidianidad (Jacobson 1999). Si bien en Oyacachi el conocimiento es bastante homogéneo entre grupos sociales, existe una diferencia más o menos marcada entre géneros y clases de edad, siendo los hombres y los/las mayores los/las que más conocen sobre aspectos relacionados al ambiente. Esto es común según Kellert (1994), quien afirma que los dos factores demográficos más determinantes en conocimientos y actitudes son la edad y el género.

Los conocimientos acerca de aspectos de conservación son más difundidos que los conocimientos biológicos y naturalistas sobre el oso y su hábitat. Esto puede deberse a que éstos últimos han sido difundidos en años recientes y, por eso, estén más "frescos" en la memoria de la gente. La posible "moda" de temas de conservación puede ser la explicación de que niños(as) y jóvenes conozcan más acerca de estos temas, pues ellos(as), a diferencia de la gente mayor (que no conoce tanto del tema), están más en contacto con medios de comunicación o con personas que hablan de procesos de conservación. En la escuela, por ejemplo, los/las profesores(as) incluyen estas temáticas. Sin embargo, aún no sucede que los conocimientos biológicos y culturales se integren a los conocimientos conservacionistas y éstos, a su vez, influyan en los valores de la gente. Esto hace que todavía los conocimientos conservacionistas sean precarios, incompletos y segmentados (Cuesta 1998).

Percepciones

Cuando existe una fuerte relación cultural entre la vida silvestre y los habitantes de un lugar, generalmente se desarrollan percepciones antropomórficas. Esto, de cierta forma, es lo que ha sucedido en Oyacachi con algunas especies, y en particular con el oso andino, el cual, a lo largo del tiempo, ha ocupado un lugar importante dentro de la cosmovisión de la comunidad (Cuesta 1998; Males 1998). Esta estrecha relación ha hecho que inclusive se desarrollen tradiciones orales (leyendas) acerca del oso. En ellas, el oso aparece como un ser poderoso, inteligente, incluso malo, que secuestra a las mujeres y las embaraza (Camacho et al. 1999). Kellert (1994) afirma que existe una tendencia en ciertas comunidades rurales a considerar a los osos como "casi humanos". Esto, eventualmente, podría facilitar procesos de conservación a favor de la especie.

Mientras que en los hombres adultos se acentúan las percepciones antropomórficas hacia el oso (probablemente por su mayor contacto con la especie en el campo), las mujeres y los/las jóvenes muestran percepciones fisionómicas, lo cual revela la importancia que dan a la apariencia física del animal. En los/las niños(as) aparecen las percepciones afectivas, lo cual es bastante normal en un grupo de edad que involucra sentimientos y emociones en sus relaciones con el medio natural (Jacobson 1999).

Valores

De los valores básicos asignados al oso andino, el utilitario es una constante en ambos géneros y en todos los grupos de edad. Esto puede deberse a la alta dependencia que tienen los/las pobladores(as) locales sobre los recursos naturales. Varios estudios han encontrado que cuando existe dicha dependencia se desarrollan más comúnmente valores utilitarios por sobre valores ecológicos o éticos, los cuales estimulan la conservación (Kellert 1994). Los/Las niños(as), si bien muestran valores utilitarios, poseen más bien valores naturalistas, lo que pone en manifiesto la importancia que dan los/las niños(as) a las experiencias vivenciales de observación de fauna (Kellert 1985).

La cacería del oso andino con fines utilitarios es algo que ya no se da en Oyacachi desde hace varias décadas. No obstante, parecería que las personas aún siguen reconociendo los usos "ancestrales" de la especie y, por tanto, continúan otorgándole valores utilitarios. Hay que mencionar que estos valores no son muy acordes a procesos de conservación; sin embargo, se espera que al ser valores de usos no vigentes, éstos se vayan debilitando y reemplazando por otros.

| Categoría de análisis | VALORACIÓN |
|--|---|
| Conocimientos | Altos, medios, bajos o nulos |
| Percepciones hacia el entorno natural y entorno social | Positivas, neutras o negativas |
| Percepciones hacia la vida silvestre | Fisionómicas, etológicas, afectivas o antropomórficas |
| Valores | Estéticos, utilitarios, éticos, naturalistas, científicos, religiosos, ecológicos, conservacionistas o simbólicos |
| Actitudes | Positivas, neutras o negativas |

Tabla 7. Categorías de análisis y valoraciones utilizadas en las encuestas aplicadas a niños(as) y adultos(as) en Oyacachi, RECA Y (basadas en la metodología de Kellert (1994).

Table 7. Categories of analysis and valorisation in applied interviews with children and adults in Oyacachi, RECA Y (based on the methodology of Kellert (1994).

Actitudes

Las actitudes son la expresión práctica de los tres factores antes analizados (Cuesta 1998). En ese sentido, que las actitudes de la gente de Oyacachi hacia el oso andino y su hábitat sean positivas, son un resultado del tipo de conocimientos, percepciones y valores que poseen. Normalmente, cuando una comunidad tiene una interacción conflictiva con cierta especie, como el caso del oso andino, las personas desarrollan buenos conocimientos, justamente por esa interacción, pero al mismo tiempo generan percepciones y actitudes negativas (Jacobscon & Marynowski 1996). No obstante, en Oyacachi existe un vínculo cultural muy fuerte con la especie y, por otro lado, la dominancia de percepciones antropomórficas hace que, a pesar del conflicto que existe entre los habitantes y el oso, la gente haya desarrollado una tolerancia al animal y las consecuentes actitudes positivas (Cuesta 1998).

Prácticas (conflictos y utilización)

Existe una interacción indudable entre los/las pobladores(as) de Oyacachi y el oso andino. Dicha interacción fue conflictiva en el pasado por el ataque del oso a las chacras de maíz. La gente dejó de sembrar maíz y es posible que eso haya calmado un poco la situación conflictiva. No obstante, desde hace algunos años los/las oyacacheños(as) han empezado a enfrentar serios problemas por el ataque del oso al ganado. Parecería que este problema se intensifica cada vez más, puesto que los ataques son más frecuentes y las pérdidas cada vez más significativas.

Es posible que no existan consecuencias de este conflicto sobre los conocimientos de la gente; no así para el caso de actitudes, percepciones y valores. Si bien hoy las actitudes y las percepciones son, en general, positivas, los valores son utilitarios. Con un conflicto de esta naturaleza las percepciones y las actitudes pueden tornarse negativas y dichos valores acentuarse de modo que los procesos de conservación se vuelvan difíciles de lograr. Es muy común que las personas desarrollen actitudes negativas al estar en constante conflicto con una determinada especie (Jacobscon & Marynowski 1996). Es posible que la relación cultural que existe entre el oso y la gente no sea suficiente para mantener una relación armoniosa.

La necesidad de buscar una solución a este conflicto es urgente. Es fundamental aprovechar la relación más o menos positiva que existe con el oso para lograr encontrar soluciones conjuntas que satisfagan a la gente y permitan la existencia de la especie. Más tarde puede ser que la gente no tenga dicha apertura.

(2) Diseño de estrategias educativas

A través de la fase de diseño se comprobó que cuando los procesos son participativos e involucran activamente a las personas responden mejor a la realidad de un lugar y producen resultados más duraderos y significativos. Además, los/las habitantes locales empiezan a asumir responsabilidades

desde el inicio, lo que hace que la implementación sea más efectiva y espontánea.

Es fundamental precisar que las estrategias solo pueden diseñarse a partir de datos sociales, culturales y educativos actualizados y reales. Lo que puede ser muy exitoso en un lugar puede no ser adecuado en otro. Por eso, los esfuerzos de investigación en lo educativo siempre son importantes y necesarios, porque dan la pauta de qué tipo de estrategias diseñar, qué contenidos y qué mensajes incluir, qué métodos utilizar, con qué públicos trabajar, etc. Los diagnósticos de Oyacachi, tanto el de 1998 como el del 2000, fueron herramientas indispensables en el diseño de las estrategias educativas.

(3) Implementación de estrategias educativas

Al igual que en el diseño, la implementación tiene que ser un proceso del cual se apropie la comunidad. Las organizaciones externas, sobre todo en etapas avanzadas, deben dar un acompañamiento técnico continuo y hacer de asesoras en ciertos temas. Para esto, la comunidad tiene que tener un nivel aceptable de organización y motivación. También debe tener una visión de largo plazo, puesto que los procesos educativos toman muchos años, sobre todo cuando se quiere un nivel de apropiación auténtico por parte de las comunidades.

La implementación completa de las estrategias es algo clave. No obstante, muchas veces sucede que por falta de recursos económicos no se ejecutan todos los componentes, como en el caso de Oyacachi. Esto disminuye la potencialidad de los planes de educación y los resultados esperados pueden verse comprometidos. En lo posible, debe ejecutarse todo lo planificado; sin embargo, cuando esto no es posible debe hacerse un esfuerzo serio e inteligente de qué actividades priorizar.

En lo formal, es importante recalcar que la escuela es siempre un espacio muy propicio para trabajar, puesto que el personal docente, en general, tiene mucha disposición para realizar mejoras curriculares, para capacitarse, para mejorar la escuela, etc. Esto es más notorio cuando los/las maestros(as) son de la misma comunidad. Además, la escuela y otras instancias educativas formales son espacios cautivos, en donde los/las estudiantes son un público permanente y seguro. Eso es una gran ventaja.

Combinar varios enfoques educativos es una excelente manera de cubrir distintos públicos y de consolidar los mensajes. La educación curricular es compleja y la aplicación de los ejes transversales algo complicada. Sin embargo, son iniciativas posibles de implementar cuando el personal docente realiza esfuerzos de planificación escolar. La capacitación (enfoque no formal) es una estrategia sumamente importante con comunidades locales, la cual puede ser vista también como un incentivo para la gente. Lo informal siempre es un espacio lúdico en el que el aprendizaje viene acompañado de diversión. Esto es muy motivador para las comunidades locales.

Es importante tener en cuenta que los procesos educativos por sí solos no solucionan la problemática ambiental de un lugar. Por eso, es importante que cualquier proyecto de educación ambiental vaya acompañada de otras estrategias (como la investigación y el manejo de recursos, por ejemplo) que vayan más allá de los procesos curriculares, de la capacitación o la comunicación. La implementación de estrategias educativas tiene que tener un espacio en el que se "hagan" las cosas que se han aprendido. Hay que recordar que la educación no es solo la mejora de conocimientos, sino también el fortalecimiento de destrezas. En ese sentido, si la estrategia es "educación para la gestión", como lo fue en Oyacachi, deben existir espacios en donde las personas diseñen y ejecuten proyectos, de educación y de otras temáticas. La idea justamente es que, con mejores conocimientos y más habilidades, la gente genere iniciativas de conservación y desarrollo que permitan un adecuado progreso de la población y la conservación de la biodiversidad y sus recursos asociados.

(4) Evaluación

La evaluación es un paso vital en el proceso educativo. Es la única forma de analizar el impacto de las estrategias sobre los conocimientos, actitudes y prácticas de las personas (Jacobson 1995). Una debilidad en el proceso de Oyacachi es que la evaluación se está realizando una vez concluida la implementación de las actividades educativas, cuando en realidad debió existir un proceso de seguimiento continuo. Eso hubiera ayudado mucho a detectar si las estrategias eran efectivas o no, y a tomar correctivos si era el caso. No obstante, el trabajo entre el equipo del proyecto y la gente de la comunidad fue muy cercano, lo cual permitió hacer un seguimiento "informal". Sin embargo, hubiera sido mucho mejor contar con un seguimiento más sistemático.

Para el caso de Oyacachi, la evaluación consiste en la replicación de los métodos de diagnóstico. Sin embargo, también incluye nuevas variables (externas al proceso educativo) a fin de identificar

factores externos que hayan podido influir en los conocimientos, actitudes y comportamientos de las personas. Como ya se dijo, los ataques recientes del oso al ganado pueden estar modificando las percepciones y prácticas de la gente. Por eso, la evaluación cubrirá dichos temas. Los resultados serán publicados en el 2004.

Agradecimientos

A toda la comunidad de Oyacachi por su apertura y calurosa acogida en todo momento. A los/las profesores(as) por su compromiso incondicional y su esfuerzo. Al Grupo de Ecoturismo y los/las estudiantes del colegio a distancia SEC por su colaboración desinteresada. A los/las niños(as) por su motivación e interés. A las autoridades por su apoyo. A los parabiólogos, a los artesanos y a otros líderes comunitarios por su participación y cooperación. A todo el personal técnico de EcoCiencia, en especial al equipo del Proyecto "Conservación del Oso Andino", por el apoyo y la confianza. A las siguientes instituciones que hicieron posible este esfuerzo: Ministerio del Ambiente del Ecuador y la RECA, Embajada Británica, World Society for the Protection of Animals (WSPA), The Nature Conservancy (TNC) y el Proyecto "Parques en Peligro", Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Fundación Natura y Fundación Antisana.

Referencias

- Báez, S.; F. Cuesta & M. Peralvo. 1999. Caracterización vegetal de la cuenca alta del río Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Proyecto "Conservación del Oso Andino/EcoCiencia. Quito.
- Bernard, R. 1994. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. SAGE Publications. California.
- Camacho, J.; F. Cuesta; S. Flores; A. Rivas & P.A. Mena V. (eds.). 1999. Relatos de Oyacachi. EcoCiencia. Quito.
- Camacho, J.; R. Narváez & S. Flores. 2000. Diagnóstico socioambiental y de necesidades educativas de San Vicente, Parque Nacional Sangay. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Ciespal. 1998. Marco teórico referencial. Proyecto "Estudio de Mercado, Diseño, Producción y Pautaje para las Campañas Públicas de Información y Educación sobre la Biodiversidad y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas". Proyecto INEFAN/GEF. Quito.
- COMUNA QUICHUA DE OYACACHI. 2000. Plan de Manejo de la Comuna de Oyacachi 2001-2004. Ministerio del Ambiente/Proyecto Biorreserva del Cóndor. Quito.
- Cuesta, F. 1998. Actitudes de las comunidades de Oyacachi y Sardinas sobre el oso andino (*Tremarctos ornatus*), Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Cuesta, F.; J. Camacho & S. Martínez. 1998. Plan de educación y capacitación ambiental para las comunidades relacionadas con la conservación del oso andino, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Fiallo, E. & S. Jacobson. 1995. Local communities and protected areas: attitudes of rural residents towards conservation and Machalilla National Park, Ecuador. *Environmental Conservation* 22(3): 241-249).
- Flores, S.; J. Camacho & R. Narváez. 2000a. Diagnóstico sociopedagógico y de necesidades educativas de la escuela "Padre Rafael Ferrer", Comuna Quichua de Oyacachi. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Flores, S.; J. Camacho; T. Ascanta; P. Conlago; G. Parión & J. Campaña. 2000b. Plan de educación y capacitación ambiental para la escuela "Padre Rafael Ferrer", Comuna Quichua de Oyacachi. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Iturralde, J.A.; N. Oleas; M. Peralvo & F. Cuesta. 2000. Caracterización vegetal de la cuenca baja del río Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Proyecto "Conservación del Oso Andino"/EcoCiencia. Quito.
- Jacobson, S. 1995. Conserving wildlife: international education and communication approaches. Columbia University Press. New York.

- Jacobson, S. 1999. Communication skills for conservation professionals. Island Press. Washington D.C.
- Jacobson, S. & S. Marynowski. 1996. Public attitudes and knowledge about ecosystem management on Department of Defense Land in Florida. *Conservation Biology* 11(3): 770-780).
- Kellert, S. 1985. Public perceptions of predators, particularly the wolf and the coyote. *Biological Conservation* 31: 167-189.
- Kellert, S. 1994. Public attitudes toward bears and their conservation. *International Conference of Bear Conservation and Management* 9: 43-50.
- Males, A. (ed.). 1998. Oyacachi: historia y geografía humana de un pueblo andino y amazónico. Proyecto CARE-FISE/Cabildo de Oyacachi. Quito.
- Morales, P. & I. Schjellerup. 1997. The people and their culture. En DIVA: Oyacachi-people and biodiversity. Technical Report 2, pp. 25-57. DIVA. Denmark.
- Paredes, R.; J. Calvopiña & A. Buitron. 1998. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Fundación Antisana/Proyecto SUBIR II/Proyecto INEFAN-GEF. Quito.
- Poulsen, O. & N. Krabbe. Bird diversity. En DIVA. Oyacachi-people and biodiversity. Technical Report 2. DIVA. Denmark, pp. 69-73.
- Putz, F. 1998. Blueprint for saving the tropical forest. *Garden* 12(2): 5.
- SIISE. 2002. Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador - Versión 3.5. SIISE. Quito.
- Skov, F. 1997. Physical setting. Pp. 13-14 en DIVA. Oyacachi-people and biodiversity. Technical Report 2. DIVA. Denmark.
- Tirira, D. (ed.). 2001. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. SIMBIOE/EcoCiencia/ Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, Tomo 1. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 4. Quito.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Preliminary results about the short term impacts of the construction of the crude oil pipeline in Northwest Pichincha.

Resultados Preliminares Sobre el Impacto a Corto Plazo de la Construcción del Oleoducto de Crudos Pesados en el Noroccidente de Pichincha.

Markus P. Tellkamp^{1*}; Tatiana Santander; Irina Muñoz; Fabián J. Cupuerán; Alexandra Onofa; Fabián R. Granda

Corporación Ornitológica del Ecuador - CECIA,
Pasaje Joaquín Tinajero E3 - 05 y Jorge Drom,, Quito,
Ecuador, Teléfono: (2) 271-800, E-mail:
cecia_de@uio.satnet.net

¹Dirección Actual: Department of
Zoology, 223 Bartram Hall, Box 118525, University of Florida,
Gainesville, FL 32611, U.S.A., Teléfono:
(352) 392-1107, E-mail: mtellkamp@zoo.ufl.edu

*autor para correspondencias.

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.281.1>

Preliminary results about the short term impacts of the construction of the crude oil pipeline in Northwest Pichincha.

Resumen

La construcción del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) en el Ecuador es una obra de infraestructura grande que puede tener un impacto considerable sobre la vida silvestre. Por ello se realiza un monitoreo de aves en un tramo en el noroccidente de Pichincha para determinar la magnitud del impacto que pueda tener el OCP sobre la avifauna. Aquí reportamos sobre algunos resultados preliminares de este trabajo. Se emplearon conteos por punto en diez puntos a lo largo de dos transectos de dos kilómetros de largo en los sitios denominados Guarumos y El Campanario. Un análisis de intervalos de confianza (95%) comparando las densidades relativas en cada mes sugiere que si ha habido cambios en la avifauna. En particular las aves frugívoras grandes y los insectívoros terrestres han disminuido significativamente en las cercanías del derecho de vía (DDV). Además las curvas de acumulación de especies son más variables durante los meses de la construcción, lo cual se debe a un cambio en la utilización de hábitat y el comportamiento de las aves cerca del DDV. Los resultados son algo difíciles de interpretar debido al ruido generado por la maquinaria que no se puede separar analíticamente del efecto de las aves. Un seguimiento del monitoreo por dos años más va ayudar en la interpretación de los datos obtenidos hasta la fecha. Palabras clave: Impacto, Oil pipeline, Avifauna, Ecuador

Abstract

The construction of the heavy crude pipeline (OCP) in Ecuador can have great impacts on wildlife. Because of that a bird-monitoring project is in place to determine the magnitude of the impact on birds in northeastern province of Pichincha. Here we present preliminary results from that research. We used point counts at ten points along two 2 kilometer long transects at the Guarumos and El Campanario sites. An analysis of 95% confidence intervals of relative abundances in each month suggests that the construction did have an effect on birds. In particular large frugivores and terrestrial insectivores declined in abundances especially near the right of way (ROW). Species accumulation curves are more variable during the construction than before or after. This can be related to changes in habitat utilization and behavior near the ROW. The data are, however, difficult to interpret, as construction noise is a confounding variable. Continuation of the project for two more years will help in the interpretation of the short-term impact seen so far. Key words: Impact, Oleoducto, Avifauna, Ecuador

Introducción

Toda obra grande de infraestructura genera impactos en el ambiente. Los hábitats y la biodiversidad que éstos contienen se ven afectados en mayor o menor grado dependiendo del tipo de obra. Aproximadamente 14.5 km de la ruta del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) atraviesan el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) del Noroccidente del Volcán Pichincha (Mindo). El AICA comprende aproximadamente 160.000 ha e incluye grandes extensiones del Bosque Protector Mindo-Nambillo y del Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba. Estos bosques acogen gran parte de la biodiversidad de la región e incluyen gran variedad de hábitats que van desde bosque subtropical del Chocó hasta bosque nublado y páramo. Esta área contiene más de 400 especies de aves, incluyendo 30 especies endémicas, cinco especies amenazadas y siete especies casi amenazadas (basado en Ridgely y Greenfield 2001).

La construcción de un oleoducto en un área boscosa puede afectar a la avifauna de diferentes maneras: 1) Para la colocación de la tubería se debe abrir una trocha de 7 a 9 m de ancho (Derecho de Vía, DDV) donde se desbroza toda la vegetación existente. En la mayoría de tramos además se ocupa una franja boscosa de hasta cinco metros para la acumulación del "top soil". Una vez terminados los trabajos de construcción, el área del DDV es revegetada únicamente con especies herbáceas y arbustivas. Este proceso inicialmente resulta en la pérdida total de hábitat para las

especies de bosque sobre el DDV. Después de la revegetación quedará un corredor abierto con una estructura vegetal simplificada. 2) Con la tala de árboles sobre el DDV se abre un borde generando así el llamado "efecto de borde", es decir que los parámetros biofísicos, tales como humedad y temperatura cambian dentro de una distancia desconocida desde el borde (Foreman & Godron 1986). Usualmente el ambiente cerca del borde se vuelve más seco, un cambio que muchas especies no pueden tolerar. 3) La presencia humana y de la maquinaria pueden ahuyentar a las aves que por el estímulo visual desconocido, fenómeno al cual se ha llamado "neofobia" (Greenberg 1990). 4) El ruido de la construcción por la maquinaria pesada, motosierras y otros equipos puede alterar el comportamiento de las aves, las mismas que huyen del alboroto (Canaday & Rivadeneira 2001). El efecto del ruido muchas veces no se puede separar del efecto visual anteriormente mencionado. 5) El DDV puede convertirse en una vía de acceso para cazadores que afectan sobretodo las especies de gran tamaño (Thiollay 1999).

El objetivo del presente estudio es de determinar la magnitud del impacto que tiene la construcción sobre la avifauna poniendo especial interés sobre las especies amenazadas y endémicas en los sitios críticos identificados mediante la Evaluación Ecológica Rápida de la Ruta Norte Propuesta para el Paso del Oleoducto de Crudos Pesados, preparado por el Grupo de trabajo de Mindo. Por lo tanto se realizó el monitoreo antes, durante y después de la construcción del oleoducto. Aquí presentamos datos preliminares para mostrar que la construcción ha afectado a la avifauna.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

El estudio se realiza en cinco sitios en el noroccidente de Pichincha; sin embargo, aquí solo presentamos datos preliminares para dos de ellos: Guarumos y El Campanario (aproximadamente entre 00°02-03'S y 78°39-40'W). Dentro de estas áreas se han determinado dos zonas de vida (según Holdridge 1967). En la parte baja de el Cerro El Campanario se encuentra a bosque muy húmedo montano bajo. La vegetación se caracteriza por la notable presencia de epífitas en las copas y troncos de los árboles.

En Guarumos y la parte alta de Cerro El Campanario la vegetación es típica para bosque muy húmedo montano. Esta formación vegetal se caracteriza por una alta incidencia de neblina y superávit de humedad. En esta zona de vida se puede observar árboles de poca altitud pero con la presencia de gran cantidad de epífitas, especialmente de musgos.

Conteo por puntos

En cada sitio de monitoreo se estableció un transecto de dos kilómetros. A lo largo del transecto se ubicaron 10 puntos (a una distancia de 200 m cada uno, empezando a 100 m del inicio del transecto) en los cuales se realizaron los conteos. Cada transecto se visitó cada mañana (entre las 06h00 hasta las 09h30 aproximadamente) durante tres días.

A partir de noviembre (Guarumos) y diciembre (El Campanario) de 2002 se estableció un transecto control para cada uno de estos sitios. En los transectos control se establecieron cinco puntos de conteo que fueron muestreados durante tres días cada sitio en las mañanas (entre las 06h00 hasta las 07h30 aproximadamente). En ambos transectos, el primer y tercer día el recorrido empezaba desde un extremo del transecto y el segundo día desde el otro extremo.

Al llegar a cada estación, los investigadores debieron esperar dos minutos antes de empezar el conteo para minimizar el efecto de su llegada y ubicar las especies alrededor del punto. Durante los 10 minutos siguientes se registraron todas las especies de aves observadas y escuchadas en cada punto. El ornitólogo(a), asistido por un(a) asistente de campo, registró todas las aves que escuchó u observó en bandas de distancia de 0-10 metros, 10-25 metros, 50-100 metros y >100 metros. Cualquier ave volando sobre el área o llegando desde una distancia no detectada pero no se la incluyó en el análisis de los datos.

Análisis de datos

Los resultados obtenidos de los conteos por puntos han sido utilizados tanto para determinar el nivel de muestreo por sitio (curvas de acumulación) como para obtener densidades relativas de las poblaciones de aves en el área (tanto de forma general, como por gremios de interés; véase [[Tabla 1]]).

Curvas de Acumulación

Las curvas de acumulación son utilizadas en ornitología para determinar el nivel de muestreo de

cada sitio. Si la curva llega a estabilizarse en una línea horizontal significa que la avifauna ha sido muestreada adecuadamente. De igual manera si la línea sigue en ascenso, observaciones adicionales seguirán contribuyendo al descubrimiento de especies adicionales.

El análisis de las curvas de acumulación de especies, en conjunto con otros datos, puede contribuir a ampliar nuestros conocimientos sobre procesos biológicos que determinan la composición de la avifauna. Esto se debe a que la acumulación de especies depende de factores que afectan la detectabilidad, tales como la densidad de individuos, la territorialidad, tasas de movimiento y el estado reproductivo de las aves (por analogía con factores que determinan las tasas de capturas en redes de neblina; Remsen & Good 1996). Por lo tanto, la acumulación de especies va ser más rápida en áreas con una alta densidad de aves, en comunidades con especies territoriales, para aves activas que se mueven en áreas continuamente y durante la época reproductiva, cuando la actividad vocal es más alta. Por otro lado, una comunidad con bajas densidades de aves que incluye muchas especies con rangos grandes, de hábitos callados y fuera de la época reproductiva va exhibir curvas de acumulación menos pronunciadas y más lineares.

Densidades Relativas Generales y por Gremios

Las densidades relativas se calcularon como promedio de individuos por punto. Se presenta las densidades relativas en gráficas que también incluyen intervalos de confianza del 95%. Los intervalos fueron obtenidos después de transformar los datos tomando la raíz del valor más uno para aproximar a una distribución normal. Luego de obtener los intervalos de confianza transformamos nuevamente los datos a su formato original. Los intervalos de confianza nos permiten decidir si las diferencias en las densidades relativas son estadísticamente significativas o no.

Se presenta los datos para dos áreas con radios diferentes: 25 metros y 100 metros alrededor de los puntos. El estándar es de 25 metros; sin embargo, las densidades de muchas especies con distribuciones agregadas (por ejemplo, aquellas especies que viven en grupos familiares o sociales) se subestiman ya que no se registran dentro de esta banda por razones aleatorias. Incrementar el área aumenta la probabilidad de detectar estas especies que muchas veces son muy comunes.

Resultados

Conteo por puntos: Curvas de acumulación

En un área total muestreado de 62.8 hectáreas en cada sitio se observaron 142 y 138 especies en El Campanario y Guarumos, respectivamente (Tabla I). Guarumos y El Campanario fueron muestreados adecuadamente ([Figuras 1 y 2]).

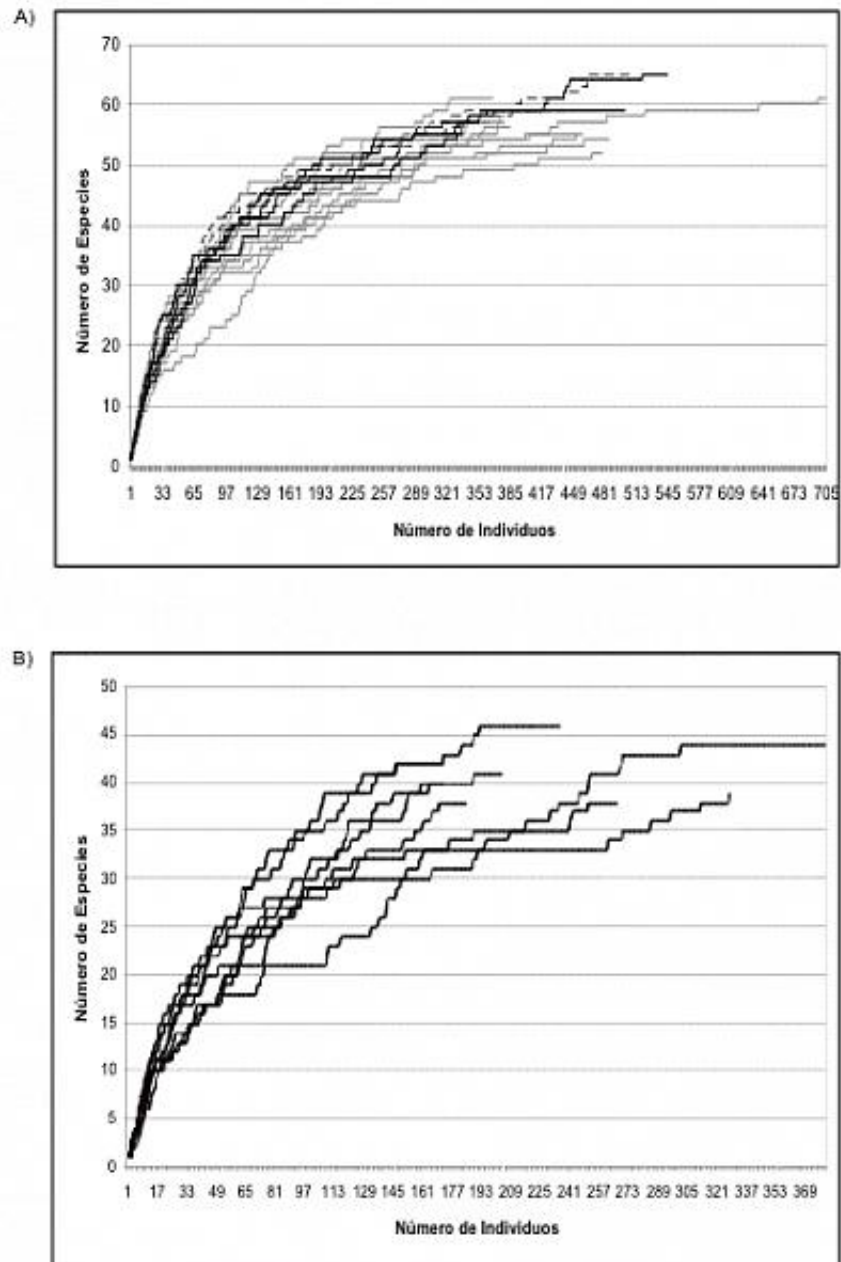


Figura 1. Curvas de acumulación de la avifauna registrada en el transecto A) 1 (T1) y B) control (TC) de Guarumos a lo largo del período de estudio.

Figure 1. Accumulation curves for the avifauna in transect A) 1 (T1) and B) control (TC) of Guarumos during the study period.

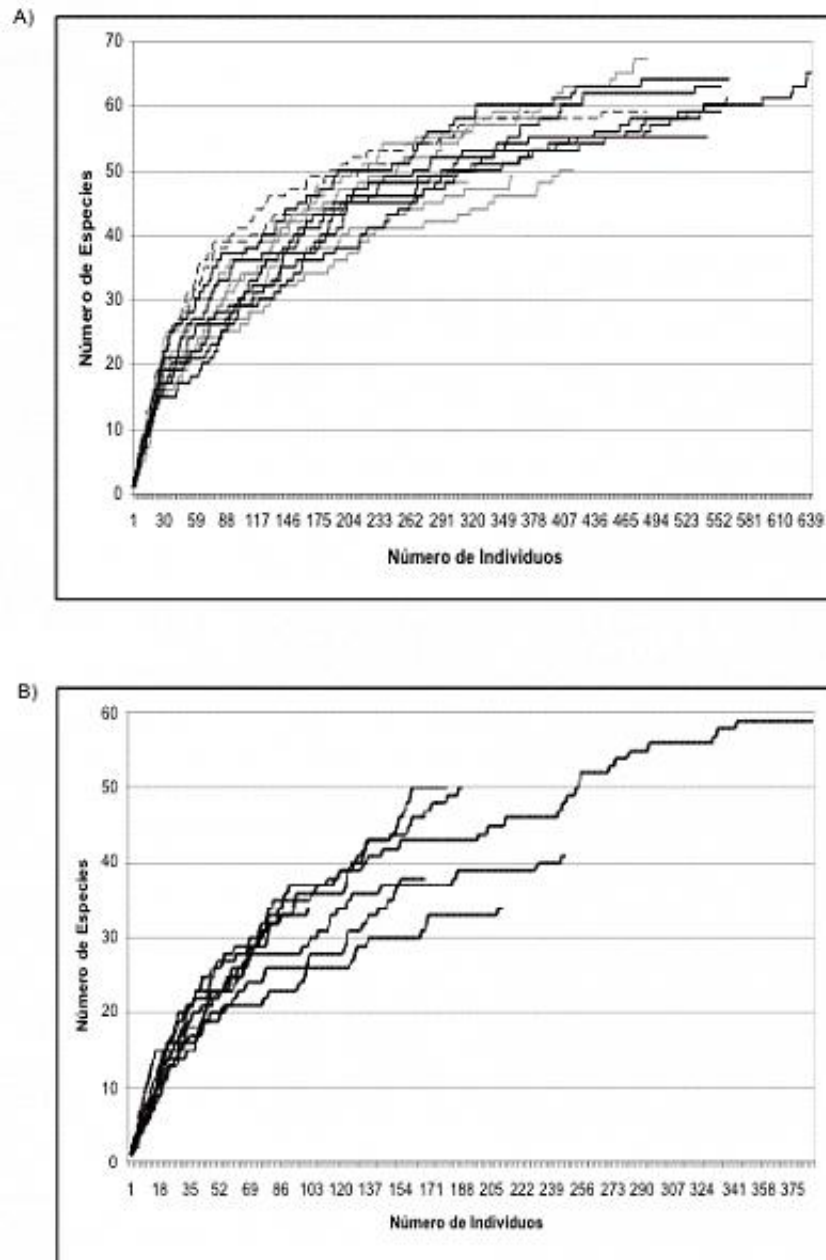


Figura 2. Curvas de acumulación de la avifauna registrada en el transecto A) principal (T1) y B) control (TC) de El Campanario a lo largo del período de estudio.

Figure 2. Accumulation curves for the avifauna in transect A) 1 (T1) and B) control (TC) of El Campanario during the study period.

Las curvas de acumulación de especies de los transectos control de Guarumos y El Campanario muestran que los meses con la mayor acumulación de especies son diciembre de 2002, abril, junio y julio de 2003 para El Campanario, y diciembre de 2002, febrero, mayo y julio de 2003 para Guarumos. Como demuestran las observaciones sobre la reproducción de aves ([Figuras 3 y 4]) los picos reproductivos ocurren durante estos meses. Sólo en febrero de 2003 en Guarumos no se da este patrón.

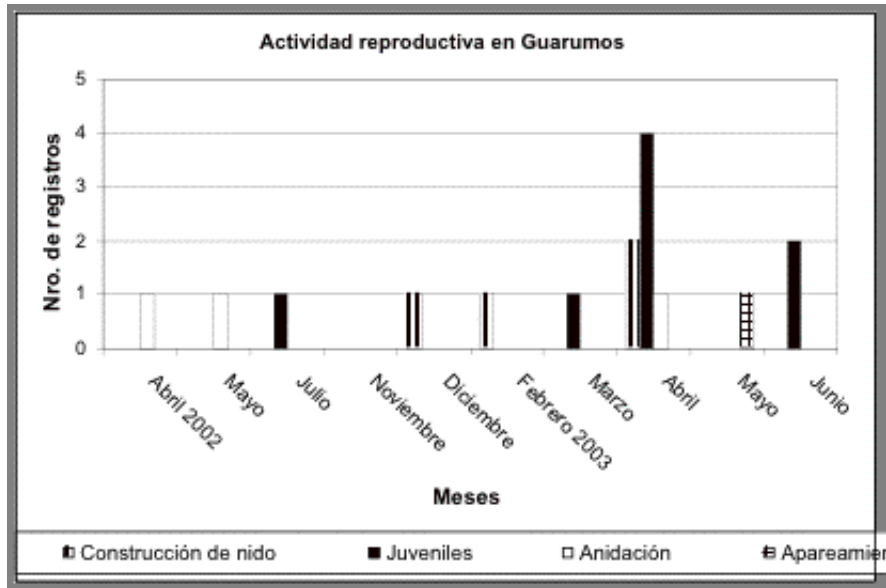


Figura 3. Registros de la actividad reproductiva Guarumos a lo largo del período de estudio.
Figure 3. Reproductive activity of Guarumos during the study period.

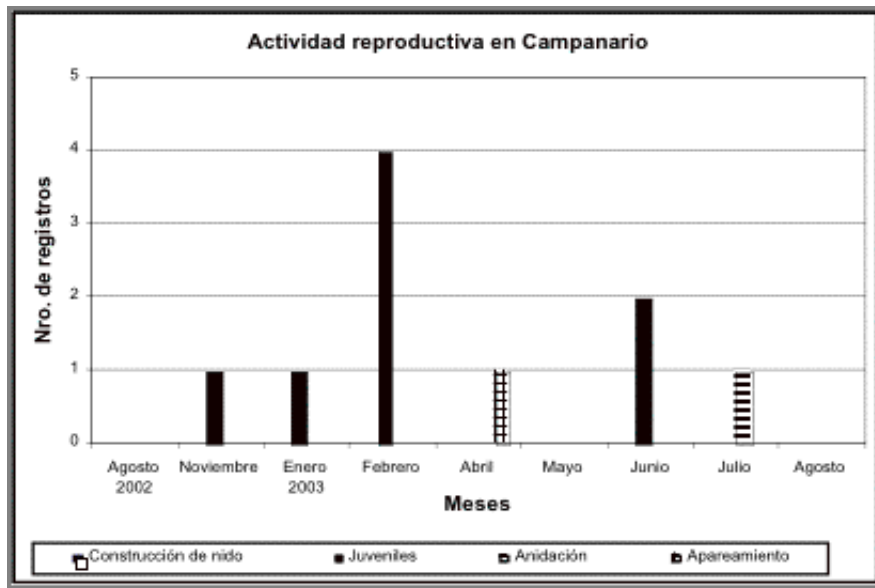


Figura 4. Registros de la actividad reproductiva en El Campanario a lo largo del período de estudio.
Figure 4. Reproductive activity in El Campanario during the study period.

Conteo por puntos: Densidades Relativas con Intervalos de Confianza
Densidades Generales

Las densidades de la avifauna en general no fluctúan tan significativamente durante el período de estudio dentro de los 25 metros como lo observado en los 100 metros. En Guarumos y Campanario los patrones son similares pero, a pesar de la corta distancia entre los dos sitios (aproximadamente 500 metros), existen algunas diferencias notables. En Guarumos la densidad alcanza su nivel más bajo (estadísticamente significativo) en octubre de 2002. Nuevamente aumenta y alcanza otro clímax en diciembre del mismo año (Figura 5). En cambio en Campanario la densidad más baja se alcanzó en diciembre de 2002 con un incremento significativo en febrero de 2003, o sea con un atraso de dos meses con respecto a Guarumos (Figura 6).

El aumento en las densidades parece coincidir con la época reproductiva. Datos de comportamiento, observaciones de juveniles y signos de anidación muestran que los picos de densidades observados coinciden con la época reproductiva ([Figuras 3 y 4]).

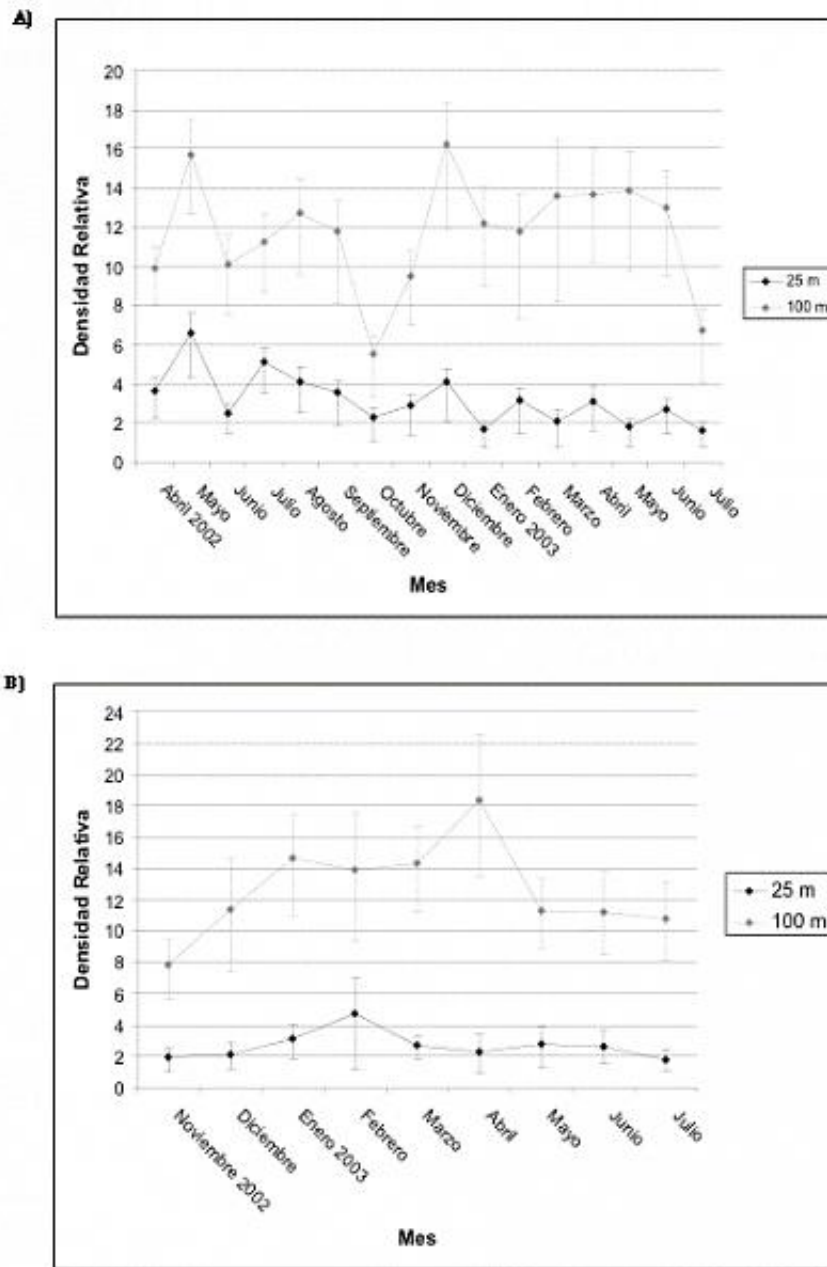


Figura 5. Intervalos de confianza de la avifauna en general en A) transecto 1 y B) de control en Guarumos; para esta y todas las gráficas que siguen la línea vertical marca el inicio de la construcción.

Figure 5. Confidence intervals for the avifauna in general in A) transect 1 and B) control in Guarumos; For this and all following graphs the vertical line marks the start of construction.

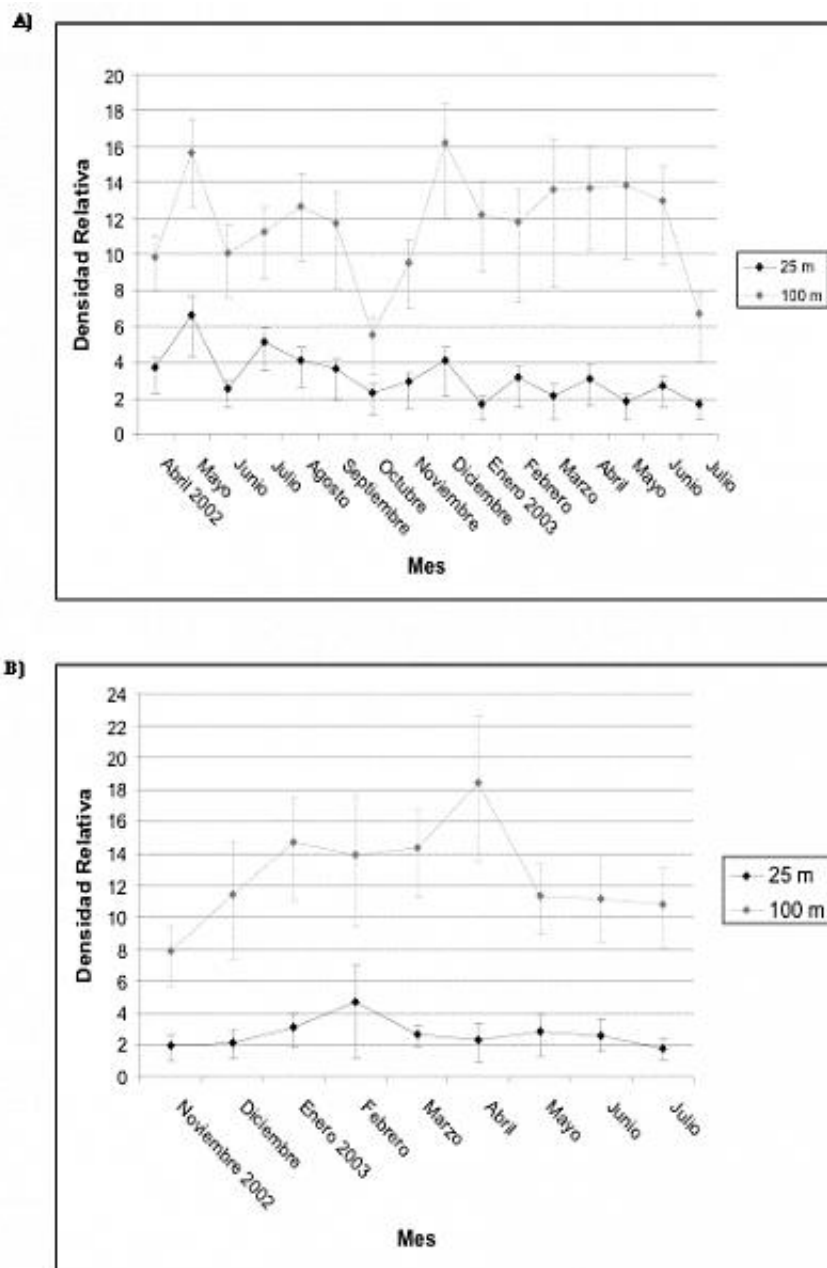


Figura 6. Intervalos de confianza de la avifauna en general en A) transecto 1 y B) de control en El Campanario.
Figure 6. Confidence intervals for the avifauna in general in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Densidades por Gremios

Las especies de aves registradas fueron clasificadas dentro de 24 gremios de los cuales se analizó los más representativos. Aquí describimos en detalle los resultados para los gremios más importantes. Frugívoros grandes

En Guarumos este gremio presenta una importante inestabilidad en sus densidades, evidenciándose valores máximos en agosto y diciembre de 2002 y los puntos más bajos en noviembre de 2002 y junio de 2003. En el transecto control se destacan dos picos importantes en abril y junio de 2003, mientras que en el transecto 1 durante estos meses las densidades presentan los valores más bajos (Figura 7). En cambio, en Campanario el punto más alto se evidencia antes de la construcción, después de ésta se registra una disminución en las densidades hasta alcanzar el nivel más bajo en febrero de 2003.

Posteriormente, las densidades vuelven a incrementarse, pero no alcanzan los valores registrados inicialmente. En el transecto control las densidades permanecen bajas pero se recuperan paulatinamente hasta alcanzar el pico más alto en agosto de 2003, lo cual coincide con el incremento registrado en el transecto 1 en el mismo mes (Figura 8).

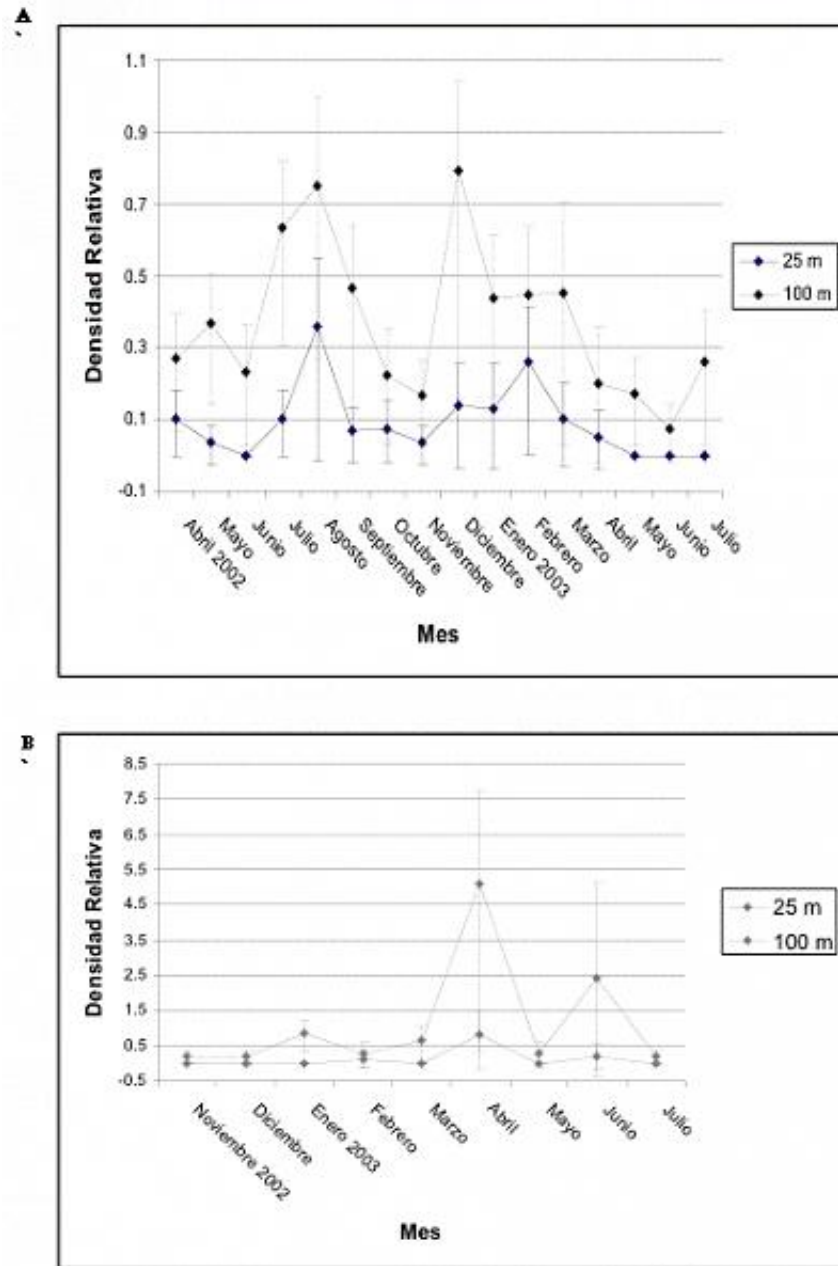


Figura 7. Intervalos de confianza de los frugívoros grandes en A) transecto 1 y B) de control en Guarumos.
 Figure 7. Confidence intervals for the large frugivores in A) transect 1 and B) control in Guarumos.

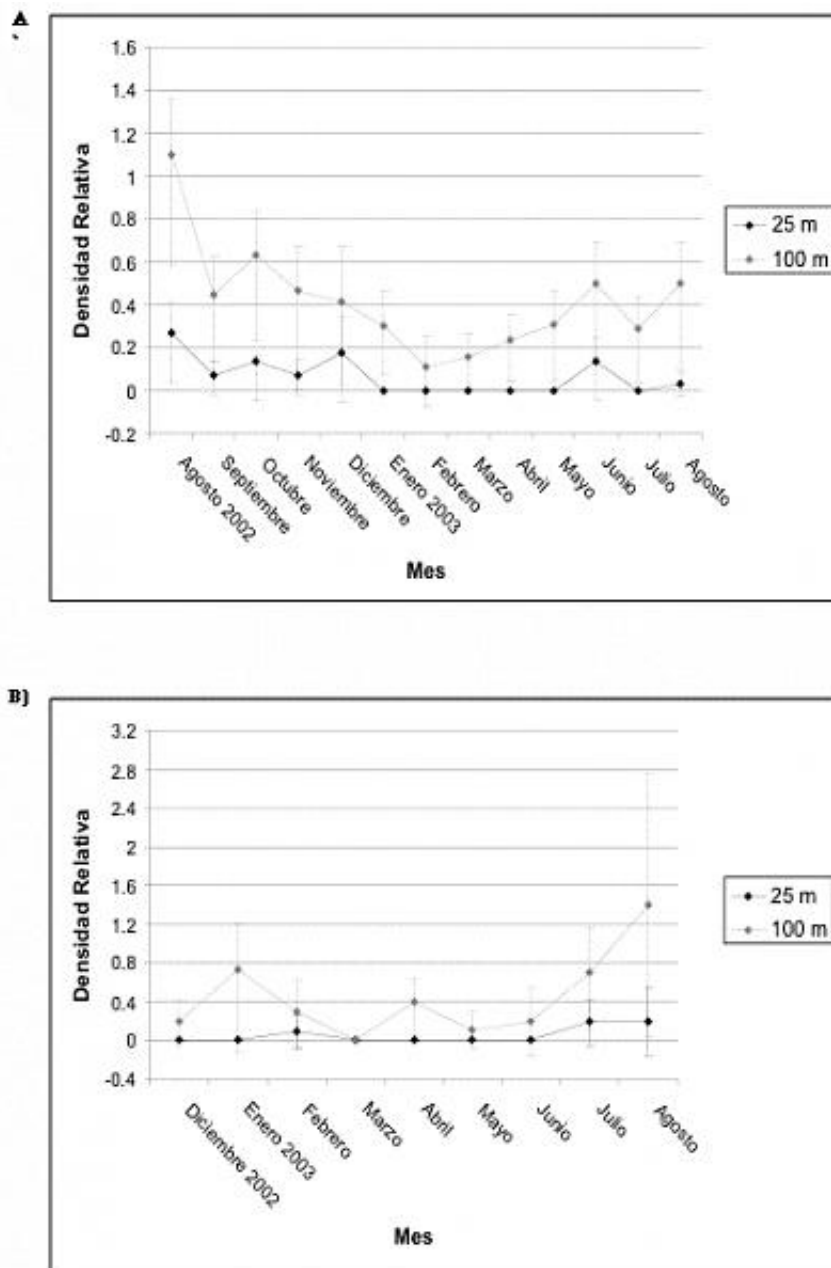


Figura 8. Intervalos de confianza de los frugívoros grandes en A) transecto 1 y B) de control en El Campanario.
Figure 8. Confidence intervals for the large frugivores in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Frugívoros medianos

En Guarumos se registra gran inestabilidad en las densidades a lo largo del período de estudio, con un pico importante en marzo de 2003. En el transecto control de Guarumos se registra el pico más alto en diciembre de 2002 dentro de los 100 metros, lo que coincide con lo registrado en el transecto 1, mientras que dentro de los 25 metros durante ese mes y enero de 2003 se evidencian los niveles más bajos (Figura 9). A diferencia de Guarumos, en Campanario las densidades son más estables dentro de las dos bandas y en los dos transectos. Es importante destacar que el valor más alto dentro de los 100 metros se evidencia en febrero de 2003 en el transecto 1 y en marzo del mismo año en el de control (Figura 10).

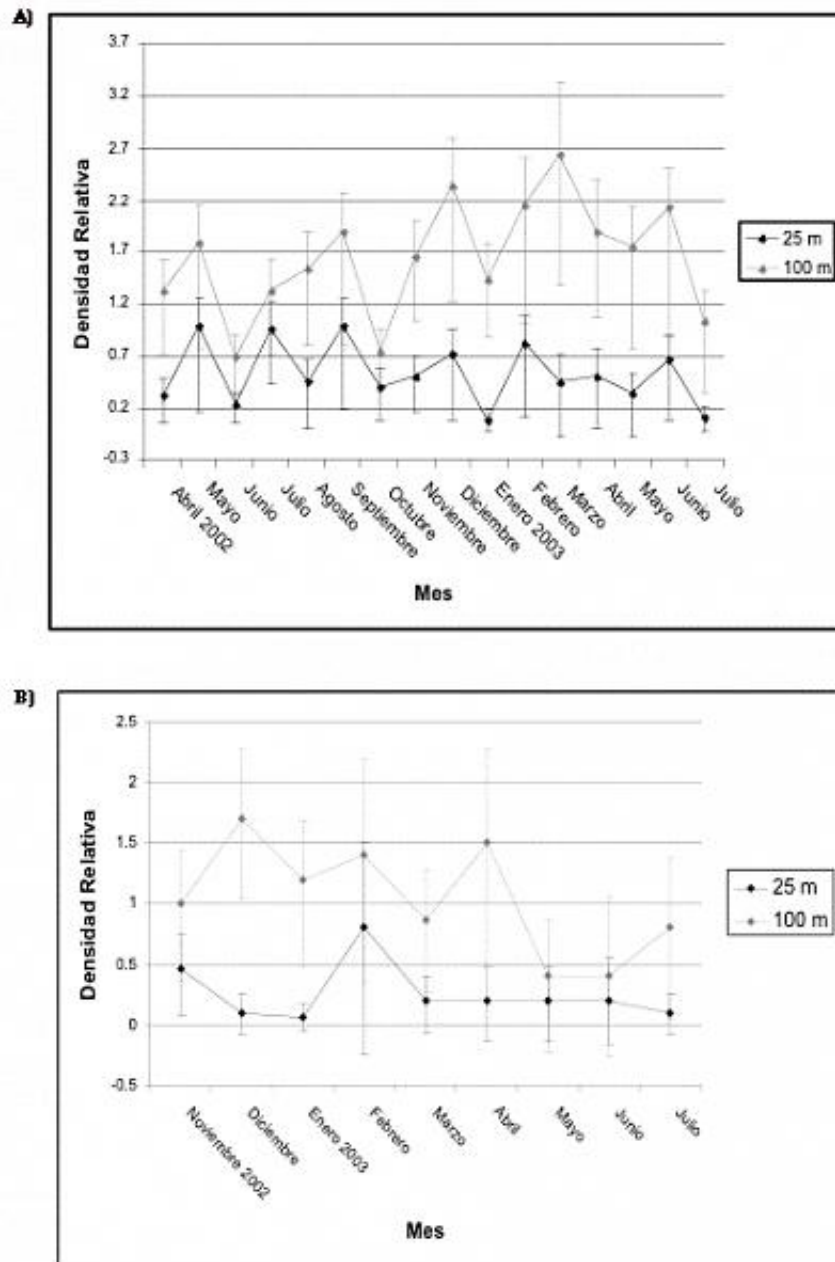


Figura 9. Intervalos de confianza de los frugívoros medianos en A) transecto 1 y B) de control en Guarumos.
 Figure 9. Confidence intervals for the median frugivores in A) transect 1 and B) control in Guarumos.

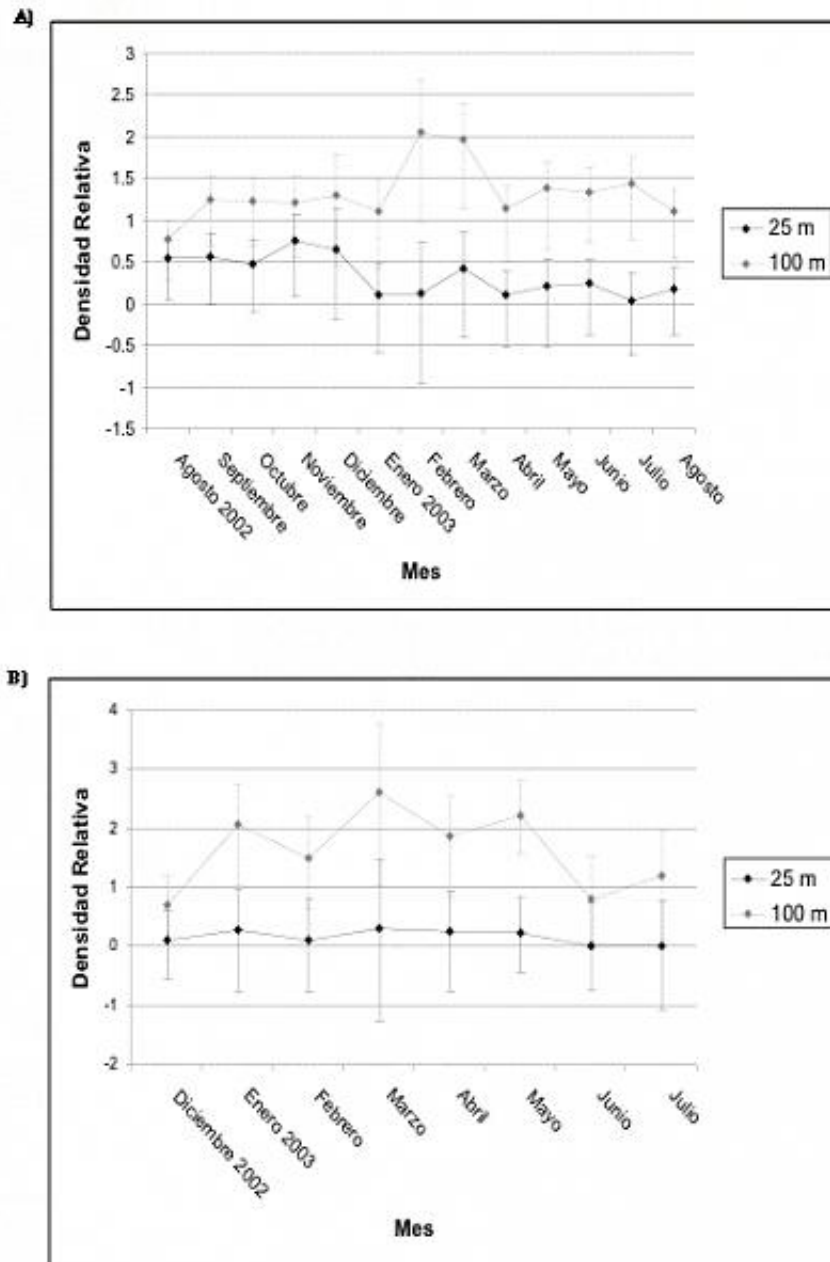


Figura 10. Intervalos de confianza de los frugívoros medianos en A) transecto 1 y B) de control en El Campanario.
Figure 10. Confidence intervals for the median frugivores in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Frugívoros pequeños

En Guarumos este gremio presenta el mismo patrón en sus densidades que el registrado para los frugívoros medianos; sin embargo, su punto más alto, además del registrado en marzo de 2003, ocurre en diciembre de 2002. En el transecto control se registra el valor más alto en enero de 2003 dentro de las dos bandas, lo que difiere con lo observado en el transecto 1 donde las densidades en este mes se presentan bajas (Figura 11).

En Campanario las densidades se presentan inestables, evidenciándose picos importantes en septiembre de 2002 (inicios de la construcción) y febrero de 2003 y un valor mínimo en noviembre de 2002. En el transecto control las dos bandas presentan la misma variación (inestabilidad), registrándose el pico más alto dentro de los 25 metros en febrero de 2003, mientras que en los 100 metros ocurre en

mayo del mismo año (Figura 12).

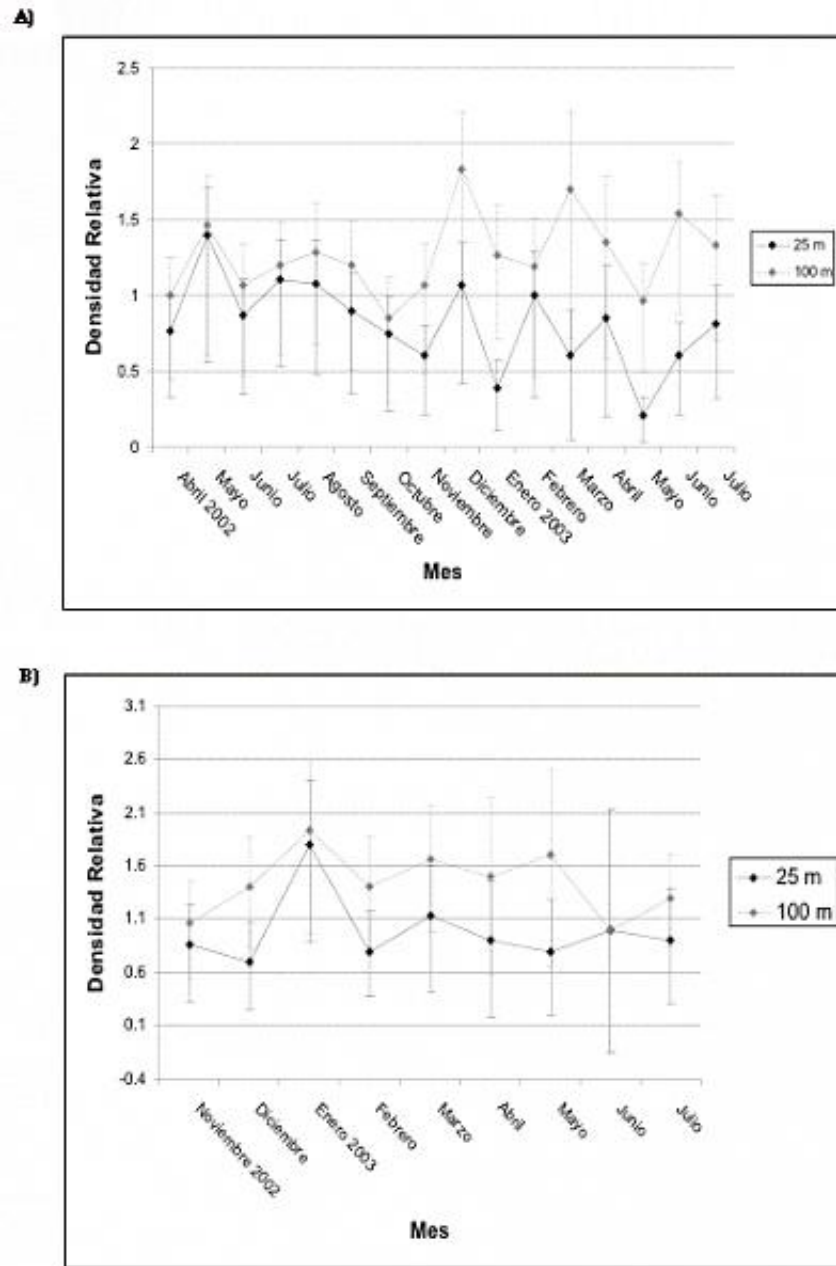


Figura 11. Intervalos de confianza de los frugívoros pequeños en A) transecto 1 y B) de control en Guarumos.
 Figure 11. Confidence intervals for the small frugivores in A) transect 1 and B) control in Guarumos.

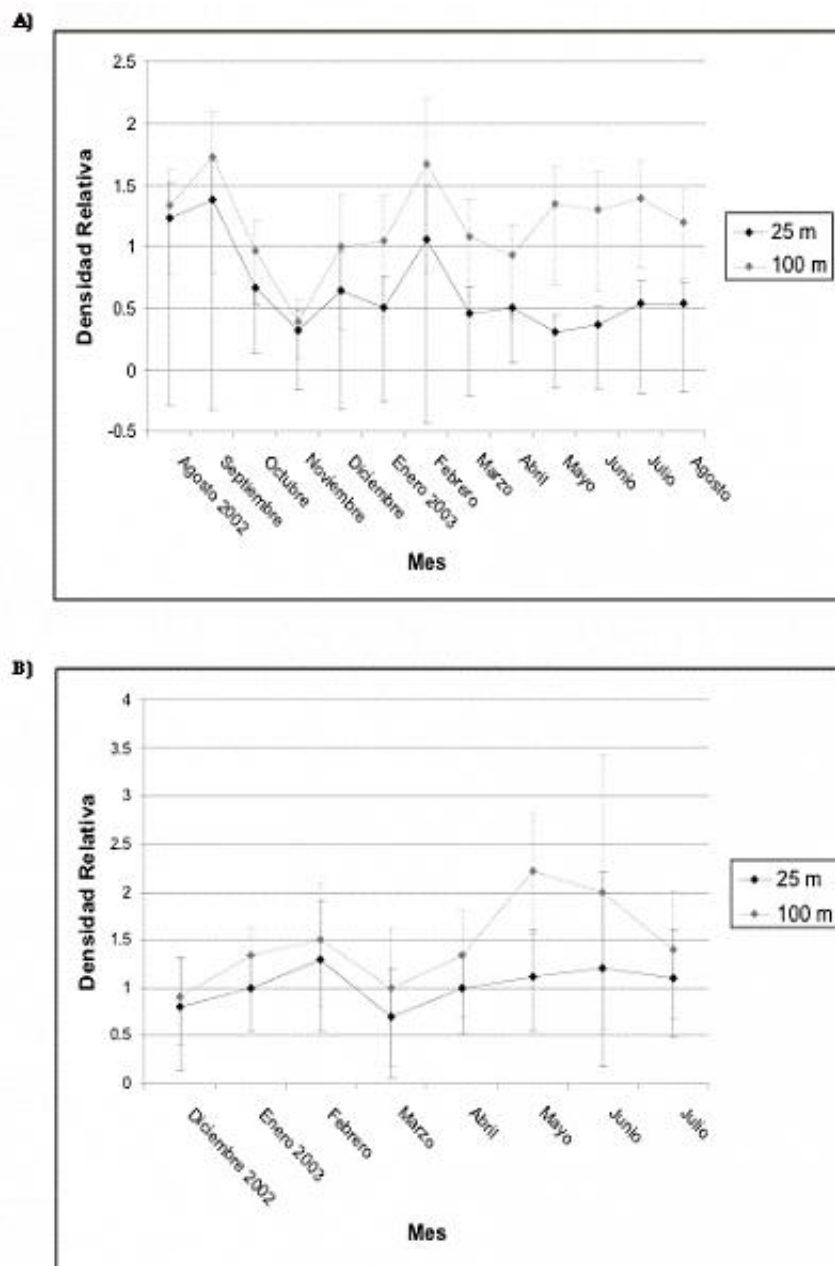


Figura 12. Intervalos de confianza de los frugívoros pequeños en a) transecto 1 y B) de control en El Campanario.
Figure 12. Confidence intervals for the small frugivores in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Insectívoros pequeños de sotobosque hoja

En Guarumos se evidencia una importante inestabilidad en las densidades de este gremio al inicio de la construcción, registrándose el pico más alto en mayo de 2003 y el más bajo en octubre de 2002, este último coincide con el patrón observado para la avifauna en general. En el transecto control se observa un incremento en las densidades desde el inicio del estudio hasta llegar a su valor máximo en abril de 2003 ([Figura 13]). En Campanario las densidades se ven más afectadas dentro de los 25 metros, en donde además del pico inicial antes de la construcción, sólo presenta otro incremento importante en febrero de 2003 (época reproductiva), lo cual también coincide con lo observado para la avifauna en general. Un patrón similar se registra dentro de los 100 metros. Al igual que en el transecto 1, en el de control, las densidades empiezan a recuperarse en enero de 2003 y, luego de experimentar

un descenso en mayo, alcanzan su valor máximo en junio de 2003 (Figura 14).

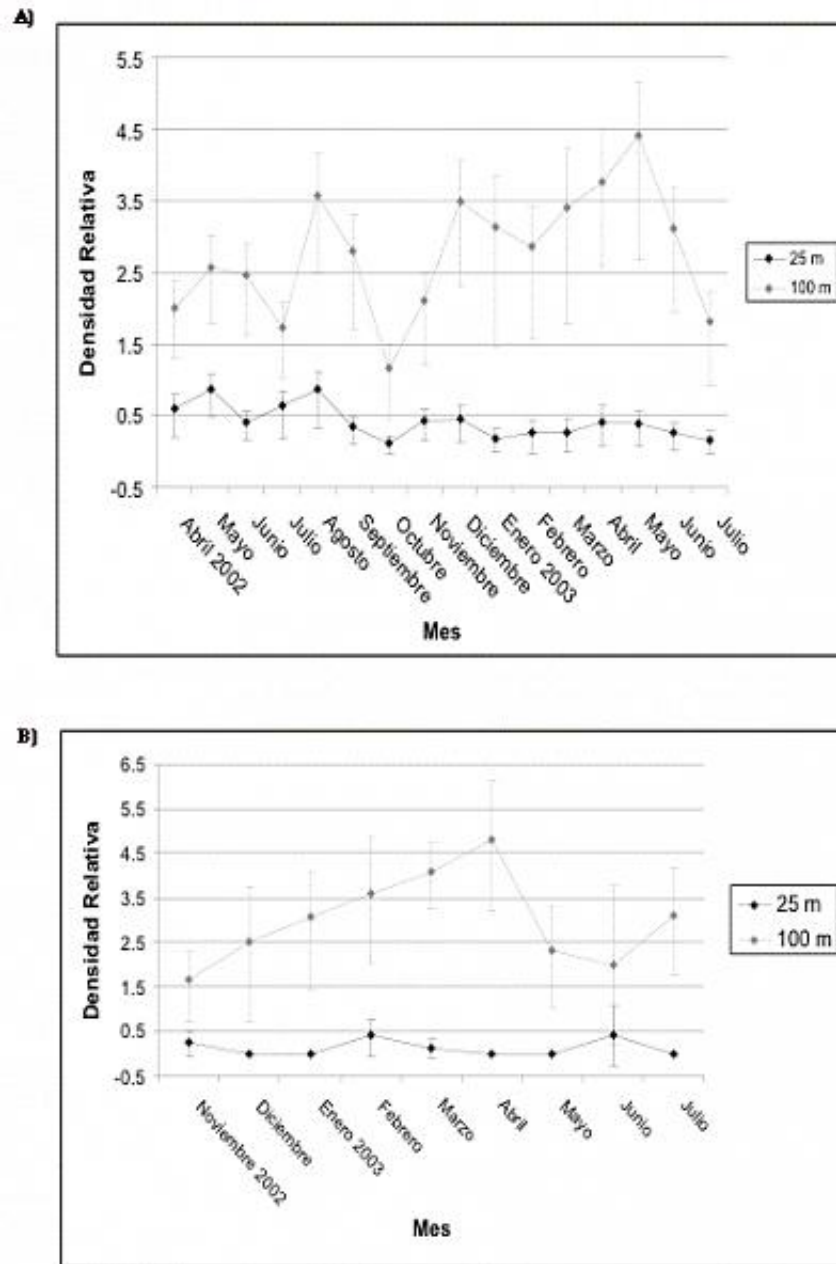


Figura 13. Intervalos de confianza de los frugívoros pequeños en a) transecto 1 y B) de control en Guarumos.
 Figure 13. Confidence intervals for the small insectivores in the understory in A) transect 1 and B) control in Guarumos.

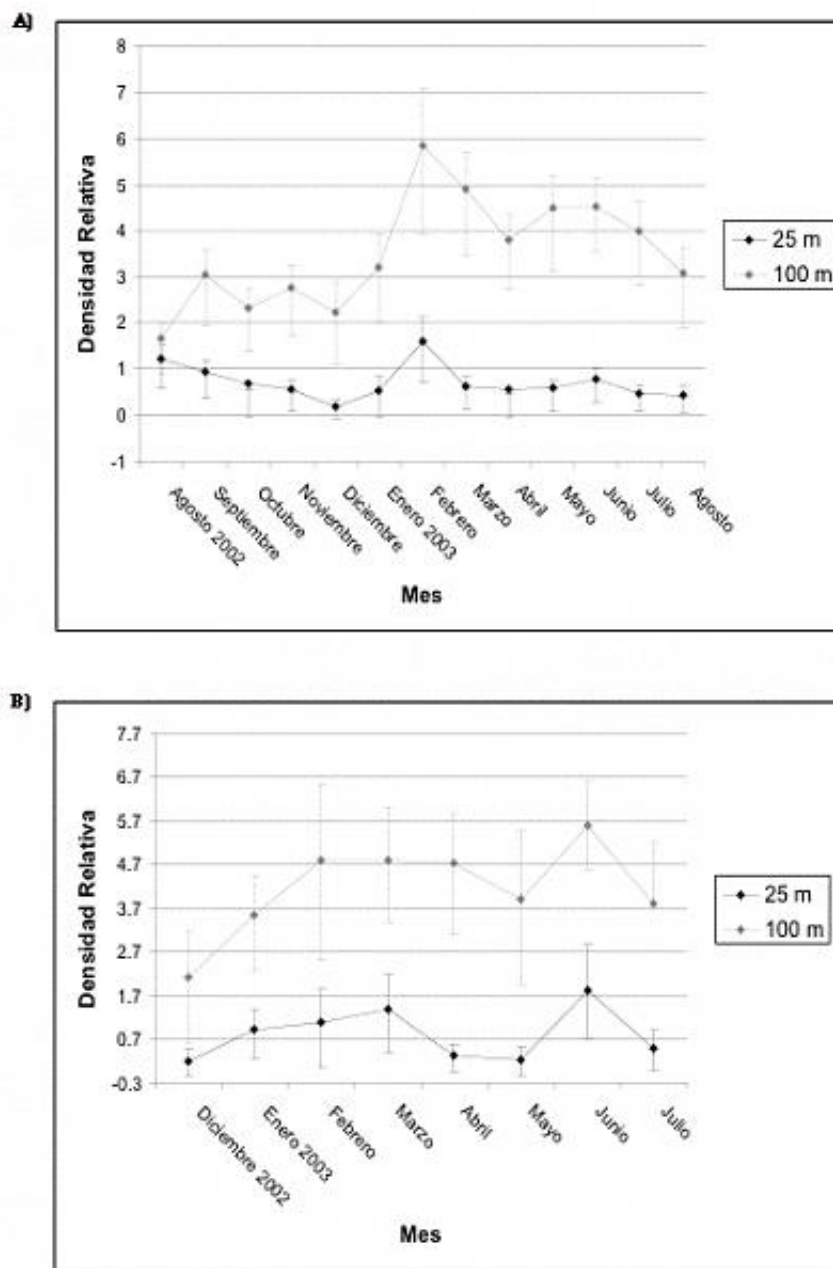


Figura 14. Intervalos de confianza de los insectívoros pequeños de sotobosque hoja en A) transecto 1 y B) de control en El Campanario.

Figure 14. Confidence intervals for the small insectívoros in the understorey in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Insectívoros terrestres

En Guarumos las densidades se muestran también inestables (en los dos transectos), registrándose el pico más alto en mayo de 2002 (antes de la construcción) y el valor más bajo en julio de 2003. En el transecto control, el pico más alto se lo registra en enero de 2003, mientras que el mes siguiente le corresponde el valor más bajo (Figura 15). En Campanario este gremio presenta un incremento en las densidades durante los tres primeros meses de construcción; sin embargo, estos valores caen en enero y abril de 2003, pero no alcanzan los valores registrados al inicio del estudio. En el transecto control las densidades dentro de los 25 metros no se muestran tan inestables como en los 100 metros

donde alcanza su valor máximo en febrero de 2003 (Figura 16).

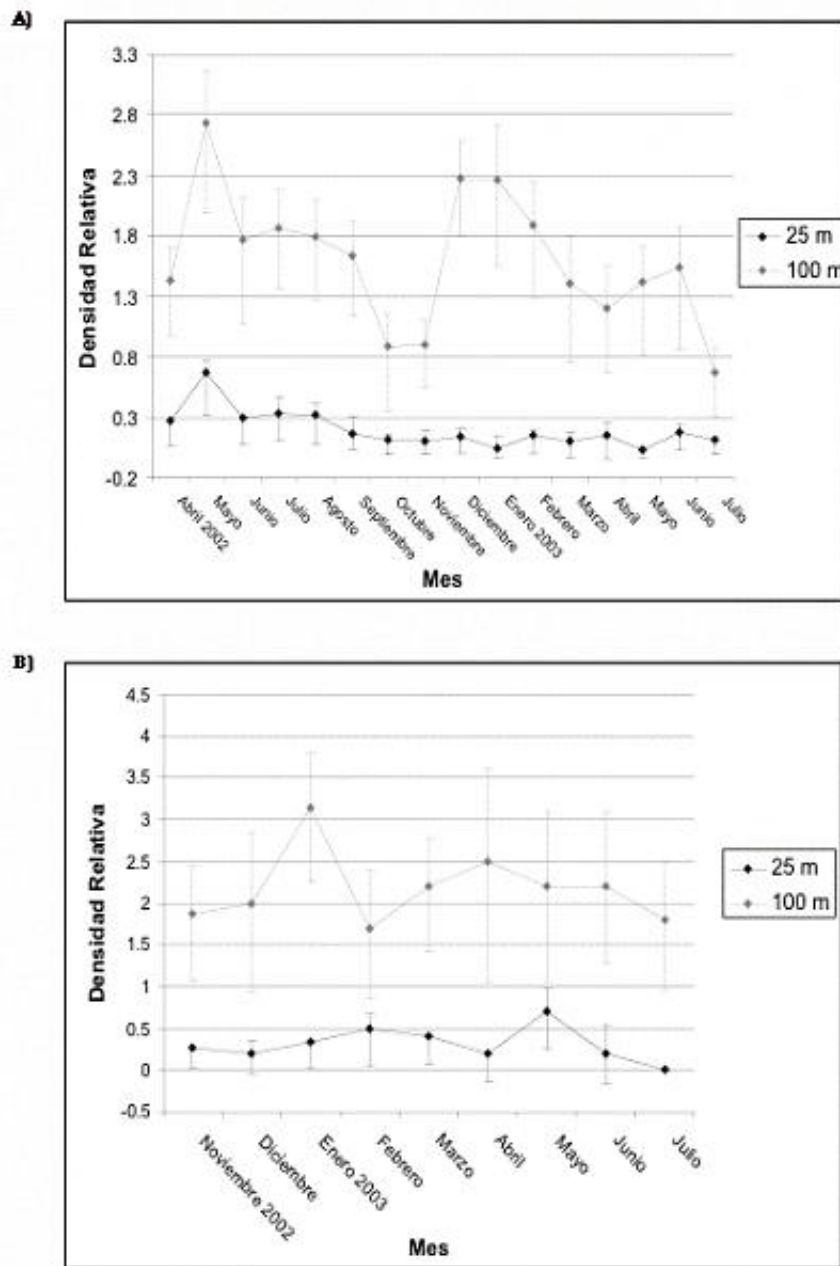


Figura 15. Intervalos de confianza de los insectívoros terrestres en A) transecto 1 y B) de control en Guarumos.
 Figure 15. Confidence intervals for the small terrestrial insectivores in the understory in A) transect 1 and B) control in Guarumos.

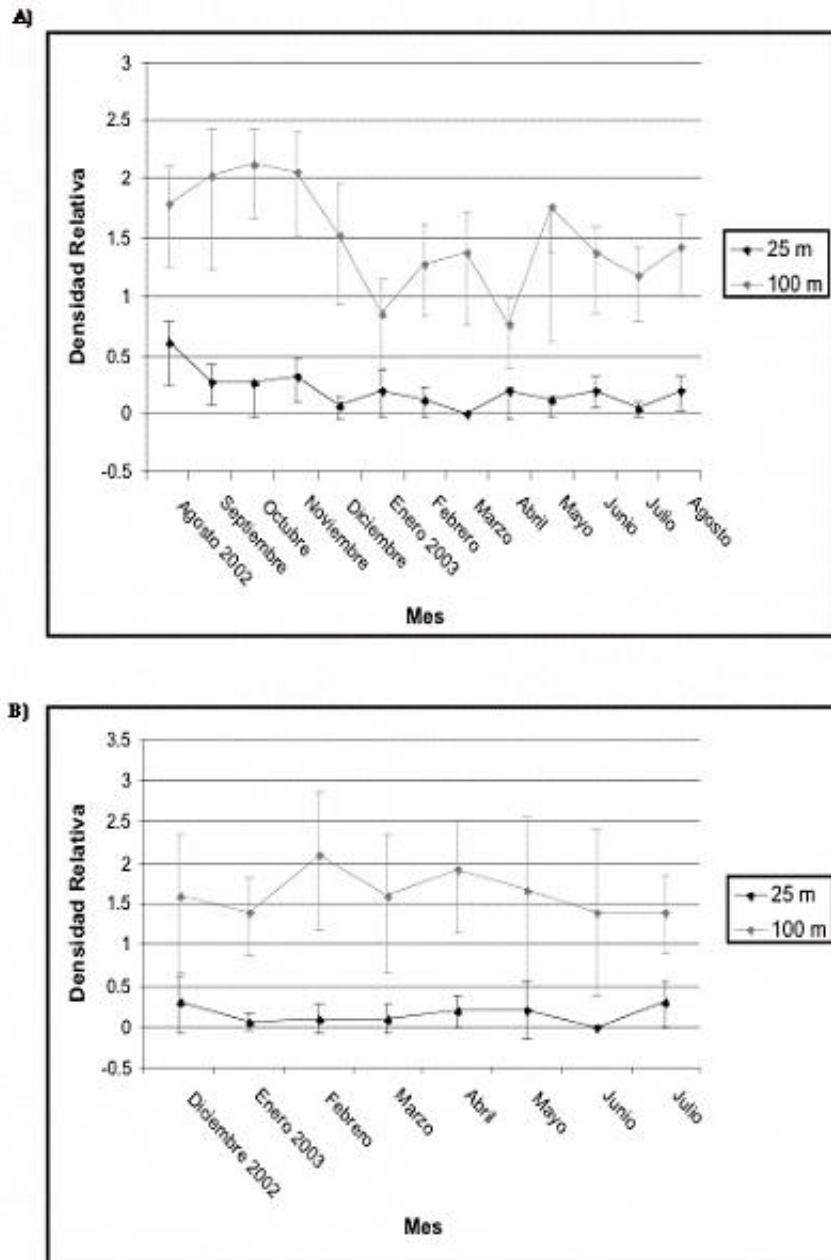


Figura 16. Intervalos de confianza de los insectívoros terrestres en A) transecto 1 y B) de control en El Campanario.
Figure 16. Confidence intervals for the small terrestrial insectivores in the understory in A) transect 1 and B) control in El Campanario.

Discusión

Curvas de Acumulación

Las curvas durante la actividad constructiva tienden a ser más variables que en períodos de calma. Este patrón se debe a un cambio de comportamiento de las aves. Muchas aves fueron desplazadas por la construcción pero todavía utilizan el área cerca del DDV para alimentarse. La actividad de forrajeo es menor durante los días de alta actividad por el hecho que se ahuyentan frente a los estímulos auditivos y visuales. Los análisis de los gremios apoyan esta conclusión, en especial para las frugívoras grandes y las insectívoras terrestres.

En Guarumos en diciembre de 2002, tanto en las densidades relativas, como en las curvas de acumulación, se evidencian valores altos. En este mes el monitoreo se lo realizó durante las vacaciones de Navidad y por tanto se suspendieron los trabajos de construcción (ausencia de ruido), lo que permitió que la detectabilidad de las especies de aves fuera mayor.

Densidades relativas

Los patrones observados en los cambios de densidades para toda la avifauna se deben en gran parte a las épocas reproductivas. Las densidades más altas coinciden con observaciones sobre la actividad reproductiva.

Las diferencias observadas entre las abundancias relativas de Guarumos y El Campanario son interesantes ya que los dos sitios son muy cercanos. El pico de abundancias en El Campanario ocurre un mes después de Guarumos. El hecho de que no existe una gradiente altitudinal de gran magnitud entre los dos sitios, permite generar la hipótesis que la diferencia más importante entre los dos sitios es el inicio y la intensidad de la construcción. La construcción en El Campanario empezó en el cenit de la época reproductiva, posiblemente causando una reducción en el éxito reproductivo de muchas especies. La mayoría de especies realizan un nuevo intento de anidación, demorando por lo tanto el inicio de la siguiente época reproductiva.

Los patrones observados en los cambios de densidades para los diferentes gremios son más complejos y se pueden deber potencialmente a uno o más factores como: período reproductivo, inicio e intensidad de la construcción, disponibilidad de recursos, cambios microclimáticos, especialización ecológica y tamaño de cuerpo de las aves (ver más adelante). Además tiene un efecto importante el número de puntos muestreados, ya que no necesariamente se pudieron muestrear todos los puntos en cada ocasión. Cuando la actividad constructiva se encontraba al máximo, varios puntos no pudieron muestrearse por completo por razones de seguridad y por el ruido producido por las maquinarias.

En Guarumos se observa un efecto inmediato luego del inicio de la construcción, reflejado en la disminución de las densidades en todos los gremios. En este sitio los trabajos de construcción han sido constantes e intensos, especialmente los primeros meses de construcción, cuando las densidades de algunos gremios (frugívoros, insectívoros de vuelo corto bosque, omnívoros de sotobosque e insectívoros pequeños de dosel hoja) presentan más variabilidad. Aparte de la inestabilidad, las densidades en estos meses son bajas. Sin embargo, a pesar de esto la mayoría de gremios recuperan los valores iniciales especialmente en los meses cuando disminuyen las actividades constructivas y se produce un evento reproductivo.

Cabe mencionar que algunos gremios (insectívoros terrestres, frugívoros pequeños, insectívoros pequeños de sotobosque hoja, omnívoros de sotobosque e insectívoros pequeños de dosel hoja) a pesar de experimentar un incremento de sus densidades en los 100 metros, sufren una disminución de las mismas en los 25 metros. Este patrón se ha observado repetidamente durante todo el monitoreo. La pérdida de hábitat inicial y los trabajos de construcción obligan al desplazamiento de los individuos con territorios en el DDV y áreas cercanas, razón por la cual se observa un incremento de las densidades en la banda de los 100 metros. Por otro lado las densidades bajas y no recuperadas de estos gremios indican que son los más afectados por la construcción en este sitio. Además, el aumento de las densidades en la banda de los 100 m, indica que los efectos observados sobre las densidades de las aves se deben a la construcción y no a una disminución en la detectabilidad de las aves ya que son las aves más alejadas que se escucharían con menor frecuencia.

En Campanario algunos gremios, como frugívoros grandes, pequeños, insectívoros de tronco e insectívoros de vuelo corto bosque, muestran una disminución en sus densidades una vez iniciados los trabajos de construcción. De éstos, solamente los frugívoros grandes no recuperan los valores iniciales. Por otro lado los demás gremios aunque no muestran una disminución inmediata, si mantienen niveles bajos durante los primeros meses de la construcción (frugívoros medianos, insectívoros pequeños sotobosque hoja, insectívoros de vuelo corto área abierta y omnívoros de sotobosque), a excepción de los insectívoros pequeños de dosel hoja cuyas densidades aunque aumentan en los 100 metros, son inestables en los 25 metros y luego disminuyen. Otro caso son los insectívoros terrestres que de igual forma disminuyen en los 25 metros pero aumentan en los 100 metros, mostrando el patrón antes mencionado.

Después del análisis de cada sitio se ha observado una variación en los patrones de los diferentes gremios. Sin embargo existe consistencia en los patrones de aquellos usados como indicadores. Es así

que los gremios de los insectívoros terrestres y frugívoros grandes se muestran como los más sensibles en casi todos los sitios, especialmente en la banda de los 25 m donde las densidades se mantienen bajas y no recuperan los valores iniciales.

Los insectívoros terrestres son de especial importancia ya que son considerados como indicadores debido a su dependencia de hábitats con presencia de bosque. Además, los insectívoros han demostrado ser altamente sensibles a los impactos humanos en otros estudios (Canaday 1997; Canaday & Rivadeneyra 2001; Thiollay 1999), siendo los más afectados en la primera fase de los procesos de deforestación y posterior efecto de borde.

La apertura de una vía en el medio del bosque se considera como un "gap" (área abierta dentro del bosque producida naturalmente por la caída de árboles) artificial grande que actúa como una barrera o un filtro para la dispersión, donde las especies de interior de bosque se ven renuentes de cruzar, a diferencia de "gaps" naturales (Thiollay 1999). Esta barrera afecta particularmente a los insectívoros terrestres, aves pequeñas de sotobosque, cuyas densidades dentro de los 25 metros son bajas. Inclusive se ha observado a frugívoros grandes llegar al borde del DDV y darse la vuelta sin cruzar.

Estos caminos también crean un efecto de borde interno, largo y abrupto. El efecto de borde implica cambios en las condiciones microclimáticas, en la estructura de la vegetación, favorece la invasión de especies que no son típicas de interior de bosque (p.e. *Zonotrichia capensis* y *Phrygilus unicolor* en Guarumos), e incrementa la tasas de depredación (Thiollay 1999). Los cambios microclimáticos actúan incrementando la cantidad de exposición solar en el suelo de áreas deforestadas y en los bordes. Estos cambios se ven acompañados con cambios en las poblaciones de aves insectívoras, ya que se ha visto que los insectos incrementan en abundancia y diversidad con la humedad. Debido a que los insectívoros presentan mayor especialización alimenticia que otros gremios, son entonces más sensibles a los cambios particulares de las poblaciones sobre las que ellos se alimentan (Canaday 1997).

Por otro lado, el aumento de luz solar en el área deforestada, favorece a algunas plantas en las primeras etapas de la sucesión, las mismas que producen abundantes frutos adecuados para los frugívoros de niveles bajos. Con esta referencia, esperamos que las abundancias de las aves frugívoras aumenten en el futuro, a medida que la vegetación se recupera. Sin embargo, los frugívoros grandes se pueden ver afectados por la falta de alimento y agujeros para anidar (Thiollay 1999). Este efecto es más severo en el área de estudio ya que árboles apropiados para la anidación tienden a caerse rápidamente debido a lo fuertes que son las pendientes del sector. Adicionalmente, la vulnerabilidad de los frugívoros puede estar en algunos casos también relacionada al tamaño del cuerpo. Los frugívoros grandes parecen ser más vulnerables debido a su restricción a hábitats específicos (Kattan et al. 1994)

También se ha evidenciado que los insectívoros y en especial los frugívoros declinan con la presión de cacería (Thiollay 1999). Aunque no existió observación directa de cacería por parte del equipo de campo de CECIA, sí hubieron comentarios de trabajadores sobre algunos casos en que los dueños de las propiedades (únicas personas que pudieron tener acceso al DDV) fueron encontrados cazando aves. Posiblemente un buen porcentaje de los decrecimientos poblacionales en las primeras etapas de la construcción del OCP fueron debidos al ruido y a la presencia de gran cantidad de trabajadores. La respuesta al ruido es debida probablemente a neofobia, reacción innata de evitar estímulos nuevos (Greenberg 1990). Este efecto parece poder afectar particularmente a las frugívoras grandes que tienen densidades poblacionales relativamente pequeñas (Kattan 1992). Las cuchillas sin embargo, constituyen un sitio importante de caza para especies rapaces. Con la apertura del DDV esta actividad se ve favorecida y la presencia de los frugívoros grandes podría ser mermada.

El ruido de la construcción interrumpe la comunicación, especialmente de un lado al otro del DDV, lo que estaría aislando a ciertas poblaciones acústicamente al interrumpir la atracción intraespecífica. El hecho que algunas especies prefieren las cuchillas para emitir sus cantos, ya que desde estos lugares tienen mayor difusión (Bohórquez & Stiles 2002) subraya la importancia de estos hábitats para la comunicación. Por lo tanto el ruido y la presencia de trabajadores están favoreciendo el efecto de borde, impidiendo la dispersión de las especies.

[[Conclusiones]]

En resumen, la respuesta de las aves a la alteración del bosque varía ampliamente entre grupos de especies o gremios. Estas respuestas pueden agruparse en: 1) especies que se ven favorecidas por las alteraciones humanas, incrementando sus números o extendiendo su distribución, 2) especies poco afectadas y 3) especies severamente afectadas. Según Thiollay (1999) el incremento de unas especies

no compensa la disminución de otras. La pérdida de especies sensibles en la riqueza total de un sitio puede enmascarar la invasión de especies adaptadas a condiciones alteradas (Thiollay 1999), razón por la cual se aconseja realizar un análisis por gremios como el presentado en este estudio.

En el caso de la construcción del OCP en los transectos estudiados se han identificado algunos factores con sus respectivos efectos en la avifauna del sector. La continuación de este monitoreo por dos años más va permitir una evaluación de impacto más acertada.

Agradecimientos

El Consorcio OCP Ecuador S.A. financió este estudio. El personal de Techint y OCP colaborará logísticamente con el equipo de monitoreo. R. Williams contribuyó al proyecto en los primeros meses. Asistentes de campo que participaron fueron L. Navarrete, F. Rodas, A. Solano, E. Freire, E. Guevara, T. Ghía, S. Salazar, T. Sánchez, M. Cuichán, J. Aguirre, M. Cevallos, M. Yáñez, K. Suntaxi y A. Lara, al igual que al L. Muñoz. Los monitores ambientales y ornitológicos B. Manguashca, F. Cáceres e I. Castro, contribuyeron con observaciones, y T. Dávila aportó con especial dedicación. Neblina Forest a través de M. Durán y M. Díaz brindaron apoyo logístico. Todo el personal de CECIA, en especial su directora S. Loo-Vela, dieron su apoyo incondicional y brindaron todas las facilidades durante el proyecto.

Referencias

- BirdLife International. 2000. Threatened birds of the world. Lynx Editions y BirdLife International. Barcelona y Cambridge.
- Bohórquez, C. & G. Stiles. 2002. The paradoxical social system of the Dusky Bush-Tanager (*Clorospingus semifuscus*): lekking in a nine-primaried oscine? *Journal of Field Ornithology*, 73(3):281-291.
- Canaday, C. 1997. Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation*, 77:63-77.
- Canaday, C. & J. Rivadeneyra. 2001. Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat. *Biodiversity and Conservation* 10: 567-595.
- Foreman, R.T. & M. Godron. 1986. Landscape ecology. J. Wiley and Sons, New York, New York, U.S.A.
- Greenberg, R. 1990. Ecological plasticity, neophobia, and resource use in birds. En M. L. Morrison; C.; J. Ralph; J. Verner & J.R. Jehl Jr. (Eds.). *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Studies in Avian Biology 13, p431-437.
- Kattan, G.H. 1992. Rarity and vulnerability: the birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology*, 6(1):64-70.
- Kattan, G.; H. Alvarez-López & M. Giraldo. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8: 138-146.
- Remsen, J.V., and D. A. Good. 1996. Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. *Auk*, 113:381-398.
- Thiollay, J.M. 1999. Responses of an avian community to rain forest degradation. *Biodiversity and Conservation*, 8:513-534.
- Tabla 1. Lista de especies de aves registradas (x) en las cinco áreas críticamente sensibles de la IBA de Mindo; los gremios son granívoros (Gr), carroñeros (Cñ), carnívoros (Ca), insectívoros voladores (InV), insectívoros de vuelo corto en áreas abiertas (InVcA), insectívoros de vuelo corto en áreas abiertas (InVcB), insectívoros pequeños que se alimentan de insectos en hojas de sotobosque (InPSH), insectívoros pequeños que se alimentan de insectos en las hojas de docel, insectívoros medianos que se alimentan de insectos en las hojas (InMH), insectívoros terrestres (InT), insectívoros que se alimentan sobre troncos (InTr), insectívoro grande que se alimenta de insectos en hojas de docel (InGHD), frugívoras pequeñas (FrPe), frugívoras medianas (FrMe), frugívoras grandes (FrGr), nectarívoras Trochilidae de pico corto (NeTC), nectarívoras Trochilidae de pico largo (NeTL), nectarívoras Paseriformes (NeP), omnívoras de sotobosque (OmSo) y omnívoras de docel (OmDo).
- Table 1. Species list of all registered birds (x) in the five areas sensitive to IBA in Mindo: The guilds are granívoros (Gr), carroñeros (Cñ), carnívoros (Ca), flying insectivorees (InV), insectivores with short

flight in open areas (InVcA), insectivores with short flight in open areas (InVcB), ismall insectivores picking insects from leaves in the understory (InPSH), small insectivores eating insects from canopy leaves and mid size insectivores picking insects from leaves (InMH), terrestrial insectivores (InT), insectivores feeding on trunks (InTr), large insectivores feeding on insects on canopy leaves (InGHD), frugívoras pequeñas (FrPe), frugívoras medianas (FrMe), large frugívoros (FrGr), nectarivorous Trochilidae with short beako (NeTC), nectarivorous Trochilidae with large beak (NeTL), nectarivorous Paserifomes (NeP), understory omnivores (OmSo) y canopy omnivores (OmDo).

| Nombre Científico | Gremio | Guarumos | El Campanario |
|---------------------------------|--------|----------|---------------|
| <i>Nothocercus julius</i> | Gr | x | x |
| <i>Cathartes aura</i> | Cñ | | x |
| <i>Chondrohierax uncinatus</i> | Ca | | x |
| <i>Oroaetus isidori</i> | Ca | x | x |
| <i>Micrastur ruficollis</i> | Ca | x | x |
| <i>Micrastur semitorquatus</i> | Ca | x | x |
| <i>Penelope montagnii</i> | FrGr | x | x |
| <i>Aburria aburri</i> | FrGr | | x |
| <i>Chamaepetes goudotii</i> | FrGr | x | x |
| <i>Odontophorus melanonotus</i> | Gr | x | x |
| <i>Columba fasciata</i> | FrGr | x | x |
| <i>Columba plumbea</i> | FrGr | x | x |
| <i>Geotrygon frenata</i> | FrGr | x | x |
| <i>Bolborhynchus lineola</i> | Gr | x | x |
| <i>Pionus sordidus</i> | FrGr | x | x |
| <i>Pionus seniloides</i> | FrGr | x | x |
| <i>Amazona mercenaria</i> | FrGr | x | x |
| <i>Piaya cayana</i> | InGDH | | x |
| <i>Otus albobularis</i> | Ca | x | x |

| | | | |
|-----------------------------------|-------|---|---|
| <i>Glaucidium jadinii</i> | Ca | x | x |
| <i>Strix virgata</i> | Ca | x | x |
| <i>Strix albitarsis</i> | Ca | x | x |
| | | | |
| <i>Lurocalis rufiventris</i> | InV | x | x |
| <i>Caprimulgus longirostris</i> | InVcA | x | |
| <i>Uropsalis segmentata</i> | InVcB | x | x |
| | | | |
| <i>Streptoprocne zonaris</i> | InV | x | x |
| <i>Cypseloides rutilus</i> | InV | x | x |
| | | | |
| <i>Phaethornis syrmatorphorus</i> | NeTL | x | x |
| <i>Doryfera ludovicae</i> | NeTL | x | x |
| <i>Colibri thalassinus</i> | NeTL | x | x |
| <i>Colibri coruscans</i> | NeTL | x | x |
| <i>Adelomyia melanogenys</i> | NeTC | x | x |
| <i>Heliodoxa rubinoides</i> | NeTL | x | |
| <i>Coeligena torquata</i> | NeTL | x | x |
| <i>Coeligena lutetiae</i> | NeTL | x | |
| <i>Ensifera ensifera</i> | NeTL | | x |
| <i>Boissonneaua flavescens</i> | NeTC | x | x |
| <i>Heliangelus strophianus</i> | NeTC | x | x |
| <i>Eriocnemis nigrivestis</i> | NeTC | x | |
| <i>Ocreatus underwoodii</i> | NeTC | x | x |
| <i>Lesbia nuna</i> | NeTC | x | |
| <i>Metallura tyrianthina</i> | NeTC | x | |
| <i>Aglaiocercus kingi</i> | NeTC | x | |
| <i>Chaetocercus mulsant</i> | NeTC | | x |
| | | | |
| <i>Pharomachrus antisianus</i> | FrGr | x | x |

| | | | |
|--|-------|---|---|
| <i>Pharomachrus auriceps</i> | FrGr | x | x |
| <i>Trogon personatus</i> | FrGr | x | x |
| <i>Hapaloptila castanea</i> | OmDo | | x |
| <i>Semnornis ramphastinus</i> | FrMe | x | x |
| <i>Andigena laminirostris</i> | FrGr | x | x |
| <i>Piculus rivolii</i> | InTr | x | x |
| <i>Veniliornis nigriceps</i> | InTr | x | x |
| <i>Campephilus pollens</i> | InTr | x | x |
| <i>Synallaxis azarae</i> | InPSH | x | x |
| <i>Synallaxis unirufa</i> | InPSH | x | x |
| <i>Hellmayrea gularis</i> | InPSH | x | x |
| <i>Margarornis squamiger</i> | InTr | x | x |
| <i>Premnoplex brunnescens</i> | InTr | | x |
| <i>Pseudocolaptes boissonneautii</i> | InTr | x | x |
| <i>Syndactyla subalaris</i> | InMH | | x |
| <i>Thripadectes holostictus</i> | InMH | x | x |
| <i>Dendrocincla tyrannina</i> | InTr | x | x |
| <i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i> | InTr | x | x |
| <i>Lepidocolaptes lachrymiger</i> | InTr | x | x |
| <i>Drymophila caudata</i> | InPDH | x | x |
| <i>Grallaria squamigera</i> | InT | x | x |
| <i>Grallaria ruficapilla</i> | InT | x | x |
| <i>Grallaria nuchalis</i> | InT | x | x |
| <i>Grallaria rufula</i> | InT | x | x |
| <i>Myornis senilis</i> | InT | x | x |

| | | | |
|------------------------------------|-------|---|---|
| <i>Scytalopus unicolor</i> | InT | x | x |
| <i>Scytalopus spillmanni</i> | InT | x | x |
| <i>Acropternis orthonyx</i> | InT | x | x |
| | | | |
| <i>Phyllomyias nigrocapillus</i> | InPDH | x | x |
| <i>Phyllomyias cinereiceps</i> | InPDH | x | x |
| <i>Phyllomyias uropygialis</i> | InPDH | x | x |
| <i>Elaenia albiceps</i> | FrPe | x | |
| <i>Mecocerculus poecilocercus</i> | InPDH | x | x |
| <i>Mionectes striaticollis</i> | FrPe | x | x |
| <i>Pseudotriccus ruficeps</i> | InPSH | x | x |
| <i>Poecilotriccus ruficeps</i> | InPSH | x | |
| <i>Myiophobus flavicans</i> | InVcB | | x |
| <i>Pyrrhomyias cinnamomea</i> | InVcA | x | x |
| <i>Myiophobus pulcher</i> | InVcB | x | x |
| <i>Contopus fumigatus</i> | InVcA | x | x |
| <i>Ochthoeca fumicolor</i> | InVcA | x | x |
| <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> | InVcA | x | x |
| <i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i> | InVcB | x | |
| <i>Ochthoeca frontalis</i> | InVcB | x | x |
| <i>Ochthoeca diadema</i> | InVcB | x | x |
| <i>Myiotheretes striaticollis</i> | InVcA | x | |
| <i>Myiotheretes fumigatus</i> | InVcB | x | x |
| <i>Myiodynastes chrysocephalus</i> | InVcA | | x |
| <i>Pachyramphus versicolor</i> | InVcA | x | x |
| <i>Pachyramphus homochrous</i> | InVcA | | x |
| | | | |
| <i>Ampelion rubrocristatus</i> | FrMe | x | x |
| <i>Pipreola riefferii</i> | FrMe | x | x |

| | | | |
|------------------------------------|-------|---|---|
| <i>Pipreola arcuata</i> | FrMe | x | x |
| <i>Rupicola peruviana</i> | FrGr | | x |
| | | | |
| <i>Cyanolyca turcosa</i> | OmDo | x | x |
| <i>Vireo leucophrys</i> | InPDH | x | x |
| | | | |
| <i>Myadestes ralloides</i> | FrMe | x | x |
| <i>Catharus fuscater</i> | FrMe | x | x |
| <i>Turdus fuscater</i> | OmSo | x | x |
| <i>Turdus serranus</i> | OmSo | x | x |
| | | | |
| <i>Notiochelidon murina</i> | InV | x | x |
| <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> | InV | x | x |
| | | | |
| <i>Cinnycerthia unirufa</i> | InPSH | x | x |
| <i>Cinnycerthia olivascens</i> | InPSH | x | x |
| <i>Thryothorus euophrys</i> | InPSH | x | x |
| <i>Troglodytes solstitialis</i> | InPDH | x | x |
| <i>Henicorhina leucophrys</i> | InPSH | x | x |
| | | | |
| <i>Dendroica fusca</i> | InPDH | x | x |
| <i>Myioborus miniatus</i> | InPDH | x | x |
| <i>Myioborus melanocephalus</i> | InPDH | x | x |
| <i>Basileuterus tristriatus</i> | InPSH | x | x |
| <i>Basileuterus nigrocristatus</i> | InPSH | x | x |
| <i>Basileuterus coronatus</i> | InPSH | x | x |
| | | | |
| <i>Euphonia xanthogaster</i> | FrPe | x | x |
| <i>Chlorophonia pyrrhophrys</i> | FrPe | | x |
| <i>Conirostrum cinereum</i> | NeP | x | |
| <i>Conirostrum sitticolor</i> | NeP | x | |
| <i>Conirostrum albifrons</i> | NeP | x | x |

| | | | |
|----------------------------------|-------|---|---|
| <i>Diglossopsis cyanea</i> | NeP | x | x |
| <i>Diglossa lafresnayii</i> | NeP | x | |
| <i>Diglossa humeralis</i> | NeP | | x |
| <i>Diglossa albilatera</i> | NeP | x | x |
| <i>Thlypopsis ornata</i> | InPSH | | x |
| <i>Pipraeidea melanonota</i> | FrPe | | x |
| <i>Tangara parzudakii</i> | FrPe | x | |
| <i>Tangara labradorides</i> | FrPe | | x |
| <i>Tangara ruficervix</i> | FrPe | x | x |
| <i>Tangara nigroviridis</i> | FrPe | x | x |
| <i>Tangara vassorii</i> | FrPe | x | x |
| <i>Iridosornis rufivertex</i> | FrPe | x | x |
| <i>Anisognathus igniventris</i> | FrMe | x | x |
| <i>Anisognathus somptuosus</i> | FrMe | x | x |
| <i>Anisognathus notabilis</i> | FrMe | | x |
| <i>Buthraupis montana</i> | FrMe | x | x |
| <i>Dubusia taeniata</i> | FrMe | x | x |
| <i>Thraupis cyanocephala</i> | FrPe | x | |
| <i>Piranga rubriceps</i> | FrMe | | x |
| <i>Chlorospingus semifuscus</i> | FrPe | x | x |
| <i>Hemispingus atropileus</i> | InPSH | x | x |
| <i>Hemispingus superciliaris</i> | InPSH | x | |
| <i>Hemispingus ochraceus</i> | InPSH | x | x |
| <i>Chlorornis riefferii</i> | FrMe | x | x |
| <i>Catamblyrhynchus diadema</i> | Gr | x | x |
| | | | |
| <i>Pheucticus chrysogaster</i> | Gr | x | |
| | | | |
| <i>Catamenia inornata</i> | Gr | | x |

| | | | |
|---------------------------------|------|-----|-----|
| <i>Haplospiza rustica</i> | Gr | x | |
| <i>Phrygilus unicolor</i> | Gr | x | x |
| <i>Atlapetes latinuchus</i> | OmSo | x | x |
| <i>Atlapetes tricolor</i> | OmSo | x | x |
| <i>Buarremon brunneinucha</i> | OmSo | x | x |
| <i>Buarremon torquatus</i> | OmSo | x | x |
| <i>Oreothraupis arremonops</i> | OmSo | x | x |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | OmA | x | x |
| | | | |
| <i>Amblycercus holosericeus</i> | OmDo | | x |
| <i>Molothrus oryzivorus</i> | OmDo | x | x |
| <i>Psarocolius angustifrons</i> | OmDo | x | x |
| TOTAL | | 139 | 142 |



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

The family Gesneriaceae as example for the Biological extinction in Western Ecuador.

La familia Gesneriaceae como ejemplo de Extinción biológica en el Occidente del Ecuador.

Lars Peter Kvist¹, Laurence E. Skog², John L. Clark^{3,2}, & Richard W. Dunn⁴

¹Section of Forestry, Institute of Biological Sciences, Department of Systematic Botany, University of Aarhus, Nordlandsvej 68, 8240 Risskov, Denmark (Author for correspondence: lars.kvist@biology.au.dk);

²Department of Systematic Biology/Botany, National Museum of Natural History, MRC-166, Smithsonian Institution, P.O. Box 37012, Washington, DC 20013-7013, U.S.A., ³Department of Biological Sciences, The George Washington University, 2023 G Street, NW, Washington, District of Columbia 20052, U.S.A., 411510 - 124th Terrace, Largo, Florida 33778, U.S.A.

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.287.1>

The family Gesneriaceae as example for the Biological extinction in Western Ecuador.

Abstract

A large component of the unique vegetation of western Ecuador is the Gesneriaceae. A total of 107 species of the family have been recorded as native to this area of ca. 80000 km², with 23 endemic to western lowland Ecuador. Forty-two of the 107 species have also been found on Andean slopes above 1000 m elevation in western Ecuador, 75 in western Colombia, 25 in Central America and 27 in the Amazon basin including upper eastern Andean slopes. Habitat destruction threatens 36 of the 107 species, and 24 of these species are rare or absent elsewhere, and are thus endangered in their entire range. The threatened Gesneriaceae of western Ecuador are mostly either restricted to isolated ridges covered with low elevation cloud forests or were distributed in the once extensive moist forests in the central, western and southern parts of the Ecuadorian coast. If the present deforestation rate continues, however, all but the most common and somewhat weedy species will be endangered. Also, if the Gesneriaceae are indicative of the status of the flora of flowering plants below 1000 m elevation in western lowland Ecuador, nearly 500 endemic species may be extinct or endangered in the region, and another 1000+ species may equally disappear from western Ecuador. Key words. Ecuador, Phytogeography, Gesneriaceae, Gasteranthus, Extinction, Endemism, Distribution.

Resumen

Un componente importante de la vegetación extraordinaria diversa de la costa de Ecuador, son las Gesneriaceae. De esa familia se ha registrado 107 especies nativas en un área de aproximadamente 80000 km², desde el nivel del mar hasta 1000 m. de altura. De estas 107 especies, 42 también crecen en las faldas andinas occidentales de Ecuador encima de 1000 m. de altura, y en Colombia oriental, Centro América y la cuenca Amazónica respectivamente se encuentran 75, 25 y 27 de las especies de la costa de Ecuador. La destrucción de hábitats amenazan 36 de las 107 especies, y 24 de las especies amenazadas son ausente o escaso afuera de la costa, y entonces están en peligro de extinción. La mayoría de las Gesneriaceae amenazadas del Ecuador occidental están limitadas a colinas aisladas cubiertas con bosques de neblina, o fueron distribuidas en los bosques antes distribuidos en las partes centrales, occidentales y del sur de la costa Ecuatoriana, en general zonas recibiendo entre 2000 y 3000 mm. precipitación anual, y actualmente convertido a agricultura. Al contrario, relativamente pocas especies de los bosques más húmedos en la parte norte de la costa esta amenazados, reflejando en parte, que la mayoría de estas especies estén distribuidas también en la parte occidental de Colombia, en muchos casos hasta Centro América. Sin embargo, si la tasa actual de deforestación sigue, todas excepto las más comunes y algunas especies herbosas estarían en peligro de extinción. Además, si las Gesneriaceae serán indicativas del estado de la flora de plantas florales de la costa de Ecuador, casi 500 especies endémicas pueden ser extintas o en peligro de extinción en la zona, y otras 1000+ especies pueden extinguirse de la costa de Ecuador. Palabras clave: Ecuador, Fitogeografía, Gesneriaceae, Gasteranthus, Extinción, Endemismo, Distribución.

Introduction

Western Ecuador is one of the places in the world where biodiversity is considered most at risk (e.g. Myers 1988, 1990; Parker & Carr 1992). For a relatively small area of ca. 80000 km², western Ecuador has several unique, geographically small, and isolated forest types (Harling 1979), a high percentage of plants known no where else, and is an area that has been severely deforested (Dodson & Gentry 1991; Sierra 1999; Valencia et al. 2000). Until now there have been few detailed studies of larger representative groups of plants or animals that may demonstrate the extent of extinction or endangerment apparently caused by habitat destruction in western Ecuador.

A large component of the vegetation of Western Ecuador is the Gesneriaceae, a flowering plant

family of mostly herbs, sub-shrubs, and epiphytes, often constituting a large and colorful element in tropical and subtropical rain- and cloud forests. The family has more than 2500 species with under half of them in the Neotropics, and in Ecuador there occur more than 210 species of Gesneriaceae (Skog & Kvist 1997), and 107 of these are or were native to the elevations below 1000 m in western Ecuador. Of the 107 species nearly half are usually epiphytic, and 23 are endemic to western lowland Ecuador (i.e. below 1000 m). A closer look at these 107 species has shown that more than a third of the Gesneriaceae flora of western Ecuador is already threatened, and that these species mainly occurred in low-elevation cloud forests and moist lowland forests, now mostly converted to agriculture.

Materials and Methods

The present study was stimulated partly by the revision of the Gesneriaceae genus *Gasteranthus* (Skog & Kvist 2000), a work which itself was inspired by the impressive number of apparently narrowly endemic taxa of *Gasteranthus* in western Ecuador. For example, six species of *Gasteranthus* had been reported to be endemic to the cloud forest at the same isolated ridge at 600 m elevation known as Centinela (Gentry & Dodson 1987; Gentry 1989, 1992; Dodson & Gentry 1991). The work on *Gasteranthus* confirmed that the genus has its diversity center in western Ecuador, and that many of its species are endangered. In addition, the recent discovery of another low elevation cloud forest in the Cordillera Mache-Chindul (Parker & Carr 1992) with many Gesneriaceae, e.g., five species of *Gasteranthus* (Skog & Kvist 2000) illustrated the richness of the former forest cover probably prevalent throughout much of Western Ecuador, as well as the threat that exists to the remaining remnant vegetation. This forest, surrounding the Bilsa Biological Reserve, is located in the coastal mountain range, Cordillera Mache-Chindul, south of the town of Esmeraldas. In 1996 the Bilsa Biological Reserve was included in the newly established 70000 hectare large Mache-Chindul Ecological Reserve.

Dodson & Gentry (1991) defined western lowland Ecuador ([Figure 1](#)) as the area between the Pacific to the west, the 900 m contour line of the western Andean Cordillera to the east, the Colombian border to the north, and the Peruvian border to the south, for a total area of ca. 80000 km². The inclusion of the Gesneriaceae found up to 1000 m elevation only expands the size of the study area marginally. By looking at the status of the Gesneriaceae in western Ecuador, and investigating the total distribution patterns of the species found in the area, we can demonstrate the extent to which the Gesneriaceae may be representative of the status of the entire flora in western Ecuador, as well as conservation priorities for the region.

Results and Discussion

Topography, climate, and phytogeographic isolation can together explain the unique vegetation of western lowland Ecuador. The Andes isolate the coast from the extensive Amazonian forests to the east. To the south the arid Peruvian coast is nearly devoid of any vegetation, except desert shrubs and dry forests near the Ecuadorian border. To the north, the Pacific coastal Chocó region of Colombia, is among the most humid places in the world, receiving annually more than 8000 mm of precipitation, resulting in wet/pluvial forest cover. The gradient between the climatic and vegetational extremes found in Peru and Colombia is consequently found in the relatively small intervening area of western lowland Ecuador. The driest areas in Ecuador along the Peruvian border and the southwestern coast are covered with desert thorn scrub forests ([Figure 1](#)). Further to the north, as well as closer to the Andean slopes, these desert scrub forests are first replaced by strongly seasonal, deciduous dry forests and thereafter by increasingly humid semi-evergreen and evergreen moist forests. Finally, wet forests defined as having more than 3000 mm of annual precipitation (according to Gentry 1978, 1982) stretch along the Andean slopes. The wet forests are extensive in the north near the Colombian border, but further to the south they gradually reduce to a narrow belt on the lower Andean slopes. Pluvial forests, defined as having more than 5000 mm of annual precipitation, are only found on the lower Andean slopes near the Colombian border.

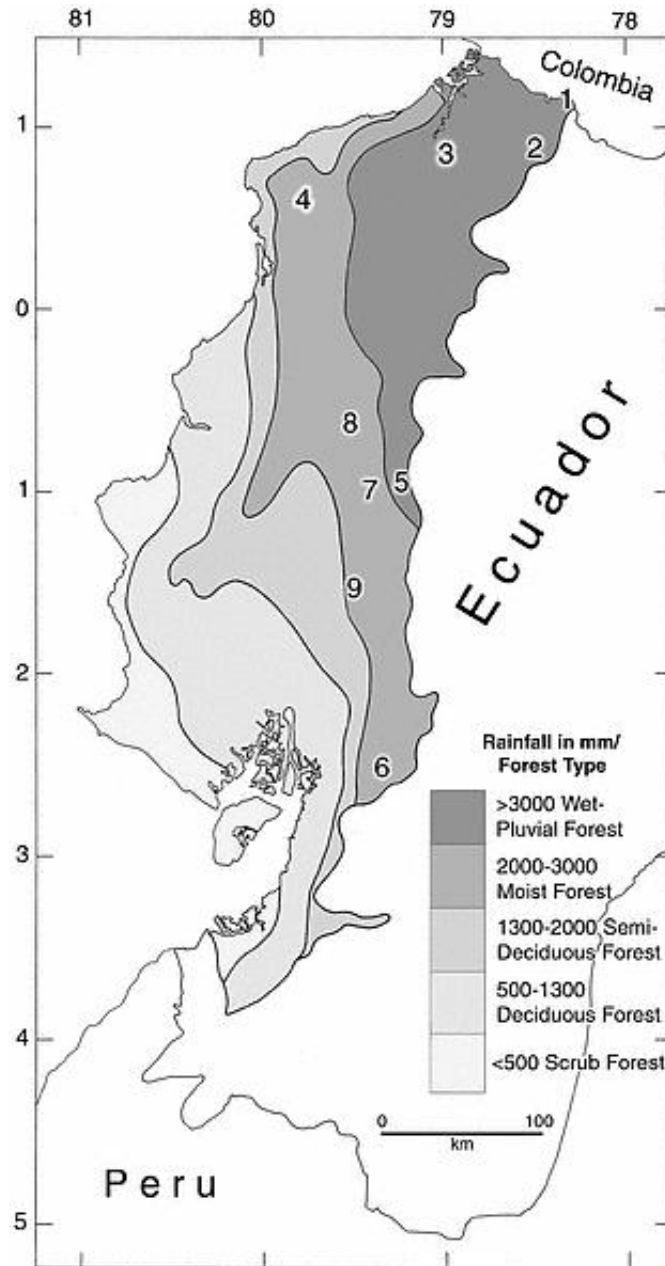


Figure 1. Map of western Ecuador below 1000 m elevation showing the distribution of pluvial, wet, moist, semi-deciduous, and deciduous forests. The localities referred to with numbers are the following: 1) San Marcos; 2) Lita; 3) Zapallo Grande; 4) Bilsa Biological Station; 5) Centinela Ridge; 6) Manta Real; 7) Río Palenque; 8) Congóma Grande; and 9) Jauneche.

Figura 1. Mapa del occidente de Ecuador abajo de 1000 m de altura mostrando la distribución de los bosques pluviales, húmedos, semi deciduo y deciduos. A las localidades referidas se le han consignado los siguientes números: 1) San Marcos; 2) Lita; 3) Zapallo Grande; 4) Bilsa Biological Station; 5) Centinela Ridge; 6) Manta Real; 7) Río Palenque; 8) Congóma Grande; and 9) Jauneche.



Figure 2. Contour map of Western Ecuador. Both the western Andean slopes and the much lower coastal Montañas de Mache appear. The isolated foothill range, including Centinela ridge, found in southern Pichincha and northern Los Ríos provinces, has been outlined with a box.

Figura 2. Mapa topográfico del Occidente del Ecuador. Se ve ambas las faldas Andinas occidentales y a largo de la costa el más bajo Montañas de Mache.

Local topography adds further variation to the climatic and vegetational variation in western Ecuador. Parallel to the coast stretches a range of coastal hills that rarely exceed 800 m in elevation, and along the Andean slopes isolated front ridges also rise nearly to this elevation (Figure 2). These ridges are almost constantly shrouded in clouds due to the orographic uplift of warm air from the Pacific Ocean. The constant layer of clouds may explain how forests having a unique higher elevation physiognomy are here present at remarkably low elevations. Foster (in Parker & Carr 1992) noticed that western Ecuador usually has two layers of clouds resulting in distinct low- and high elevation cloud forests. The low elevation cloud forests are located between ca. 500 and 900 m elevation and the latter from ca. 1800 m elevation and up to the tree limit. The low elevation cloud forests, in particular, are fairly small and for the most part geographically isolated. An example is Centinela Ridge, an isolated front range located approx. 20 km west of the Andean slopes (see (Figure 2), which formerly was covered with low elevation cloud forest, which now has been converted to agriculture (Dodson & Gentry 1991). Extant low-elevation cloud forests are found above 500 m in the Bilsa Biological Station area located in the coastal mountain range, the Cordillera Mache-Chindul (see (Figure 2). Nearer the sea, however, clouds may condense at even lower elevations on exposed slopes and hills rising less than 100 m above the surrounding landscape. Even the driest parts of southwestern Ecuador otherwise dominated by cacti and dry deciduous forests, may include small and scattered patches of luxuriant and green, more humid vegetation on low hills.

Deforestation and extant forests

Since World War II the Ecuadorian population has nearly quadrupled from about three million to more than 12 million inhabitants with the subsequent increase in demand for farmland. This demand in

combination with intensive road construction has resulted in colonization and extensive deforestation throughout the coastal region (Dodson & Gentry 1991). Thus, more than 95 % of the semi-deciduous and moist forests of the central and southern parts of the coast forests have disappeared because the climates and the soils of these areas are particularly suitable for intensive agriculture. Today these fertile soils are used mostly for large-scale, export-oriented production of bananas, cacao, and palm oil, rather than small-scale subsistence farms. The drier deciduous forests are protected to some extent by an unpredictable and scanty precipitation, but nearly all-extant dry forests are severely disturbed by grazing, firewood collection, charcoal production, lumber extraction, annual burning, and subsistence agriculture. Only in parts of Esmeraldas province and northern Manabí do some tracts of moist forest remain, while only small patches persist to the south. Apart from the established Sistema de Areas Protegidas the only protected areas are small patches of forest such as the Río Palenque Science Center [87 hectares] (Dodson & Gentry, 1978), Jauneche [130 hectares] (Dodson et al. 1985), La Perla Forest [250 hectares] and the Reserva ENDESA [85 hectares]. Just 25 years ago there still remained much wet forest in western Ecuador, but since then lumbering and road building have been particularly devastating. Logging operations were followed by colonization, which converted large tracts of forest to farming and cattle raising. Numerous scattered palms, however, still bear witness to the recent deforestation. What wet forest still remains begins north of the Guayllabamba River, on the border between the provinces of Pichincha and Imbabura, and stretches along the Andean foothills northward through Imbabura, Esmeraldas and Carchi provinces (Figure 3). Much of these forests are in an ecological reserve protecting the eastern, higher parts of the Cayapa River watershed, but wet forests also remain further down-river mostly in areas reserved for the Cayapa indigenous peoples. Further to the north on the Colombian border an established reserve, protecting the Awa indigenous people, may protect most of the Ecuadorian pluvial forests, as well as adjacent areas in Colombia, although a new road to the coast has facilitated encroachment into the remaining wet and pluvial forests outside the reserve, and very possibly also inside the reserve.

There now remains only one significant tract of humid forest south of the Esmeraldas-Guayllabamba River-system (Figure 3). In 1992 Conservation International reported the presence of ca. 200 km² of very humid forests in the Montañas de Mache south of the town of Esmeraldas, and the forest was rapidly being cut in from all sides. More recently CDC [Centro de Datos para la Conservación] (1995) reported 400 km of extant forest in this area. This forest has since become known as Bilsa for the river (headwaters of Río Bilsa) from where researchers first entered the area. Areas in Bilsa above ca. 500 m elevation are covered with low-elevation cloud forest. Fortunately a considerable part of this area has been purchased by the private conservation foundation "Jatun Sacha", to establish the currently 3000 ha Bilsa Biological Reserve. In 1996 a total of 70000 ha, including the Bilsa Biological Reserve, was included in the newly established Mache-Chindul Ecological Reserve, which should end the granting of timber concessions. However, the impact of colonists may not be significantly reduced as most of the reserve area was already disturbed and privately owned. Recently, too, a new road was completed on the western borders of the Reserva Ecológica Mache-Chindul along the coast of Esmeraldas, which will allow access for logging and colonization on the western side of the reserve. The flora at Bilsa Biological Station and surrounding areas has been intensively collected since 1994 (Clark 1997), and many species originally known only from the Centinela Ridge or other recently destroyed low elevation cloud forests, have been found to occur at the Bilsa Biological Reserve, as well as some apparently endemic species. According to Parker & Carr (1992) there also remain a few other low-elevation cloud forests in the coastal hills further to the south of Bilsa, as well as along the Andean slopes. Relatively few Gesneriaceae have been collected from these probably biologically diverse and unique forests, and since the report by Parker & Carr (1992) particularly the Andean slope forest remnants may have been destroyed.



Figure 3. Extant forest vegetation in western lowland Ecuador according to satellite imaging. Gray areas are those regions still covered with forest, while white areas have been deforested (or never had forest). Due to the dense cloud-cover no satellite-images were available of the very humid northeastern areas shaded with a lighter gray, but these areas remain mostly forested. Note the 1000 m contour line on the western Andean slopes.

Figura 3. Vegetación de bosque existente en el occidente bajo del Ecuador de acuerdo a imagen satelital. Las áreas grises son regiones cubiertas aún con bosque, mientras las zonas blancas han sido deforestadas (o que nunca han tenido bosque). Debido a la presencia de muchas nubes no había imagen satélite de zonas muy húmedas en el norte (mostrado con un gris mas claro), pero esas áreas todavía son boscosas. Nota la línea de contorno de 1000 m en las faldas andinas.

State of knowledge of western Ecuadorian Gesneriaceae

There may occur ca. 1200 Gesneriaceae in the New World, and the most species rich countries are Ecuador and Colombia with ca. 210 and 400 species, respectively (Skog & Kvist 1997; Kvist et al. 1998). Panama although smaller is also extremely rich for its size with 150 species (Skog 1979). The diversity of the Gesneriaceae generally correlates with increasing precipitation and humidity, and the family is

consequently particularly abundant in northwestern Ecuador, western and northwestern Colombia, and parts of Panama. The eastern Andean montane forests and adjacent wet lowland forests also have many species of Gesneriaceae, but relatively few species occur in Amazon forests away from the mountains. Approximately 50 % and 75 % of the species of Gesneriaceae found in Ecuador and Colombia (Kvist et al. 1998), respectively, belong to genera that are poorly known so that species delimitation is problematic. Fortunately, few taxonomic problems remain with the Gesneriaceae distributed in the western lowland Ecuador, making it meaningful to analyze the status and distribution of the species found in that region. The most speciose genus in Ecuador, *Columnea* with approx. 60 epiphytic species, was recently extensively studied (Kvist & Skog 1993; Smith 1994; Skog & Kvist 1994, 1998). *Gasteranthus* represented by 26 terrestrial species in western Ecuador, has just been revised (Skog & Kvist 2000), and the genera *Heppiella*, *Cremosperma*, *Reldia*, *Kohleria*, and *Pearcea* have also been studied recently (Kvist 1990; Kvist & Skog 1988, 1989, 1992, 1996). Others of the larger and often problematic genera, e.g., *Alloplectus*, *Drymonia*, and *Paradrymonia* are mostly represented by well-delimited species in the region. The poorest understood genera in lowland western Ecuador may be *Besleria* and *Monopyle*, but these genera may comprise fewer than 10 species, and *Nautilocalyx*, a particularly difficult genus in the Amazon basin, does not occur in the region.

A total of 109 species of Gesneriaceae have been recorded from elevations below 1000 m in western Ecuador. Two commonly cultivated but rarely collected species, *Episciacupreata*, and *Gloxinia perennis*, are probably not native to the region, and have been excluded from the analysis. This leaves 19 genera (of the 30 known from Ecuador) and 107 species, with *Columnea*, *Gasteranthus*, and *Drymonia* being the most speciose genera having 35, 15 and 14 species, respectively (Appendix A). A few of the 107 species, notably *Alloplectus ichthyoderma*, *Columneamastersonii*, *Gasteranthus columbianus*, *G. lateralis*, and *Heppiellaulmifolia*, are very rare below 1000 m elevation, but common, at least locally, at higher elevations in western Ecuador. Some of these species may thus only disperse occasionally to lower elevations, rather than be represented here with persistent populations. These latter species, however, are included in the analysis presented in Appendix A. Here, the conservation status of each of the 107 species native to western lowland Ecuador is estimated (in the columns 2 and 3). Also included in Appendix A is information on the geographical ranges of all 107 species (columns 4 to 7), the habitats of each of these species (columns 8 to 10), identity of the species recorded from nine western Ecuadorian forests (columns 1* to 9*), and which species are or have been in cultivation (column 10*). The geographical locations of the nine forests from where the Gesneriaceae have been recorded are indicated in Figure 1 (with the numbers 1 to 9), and Appendix B presents baseline data concerning each of these nine forest localities and the study of their Gesneriaceae. [[Tables 1 to 5]] summarize and present information from Appendix A.

[[Table 1]] summarizes the conservation status of the 107 species known from western lowland Ecuador, rated as Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, or Not Threatened (based on the estimates provided in column 2 of Appendix A). A species is presumed Critically endangered if maximally a single population are known to survive (we avoid the term extinct considering that even in severely deforested regions relict populations occasionally persist for some time in remnants of vegetation at slopes and in ravines). Endangered species are known or expected to remain in a few locations threatened by deforestation. Vulnerable species are relatively uncommon but occur in forest types of which some extensive tracts still remain, but will become endangered if the present deforestation continues, e.g., encroaching into the wet forests of the "Cotacachi-Cayapa Ecological Reserve" and the pluvial forests of the "Awa Ethnic Forest Reserve". Finally, Not Threatened species are common and widespread and may thrive in secondary forests or in even more disturbed or degraded vegetation, e.g., *Columnea angustata* and *C. byrsina* as epiphytes at isolated trees in pastures, and *Kohleria spicata* on exposed roadsides. The numbers of species referred to each of these four status categories appear in [[Table 1]]. Of the 107 species recorded from western lowland Ecuador 10 are estimated to be critically endangered in the region, 26 to be endangered, 45 to be vulnerable and only 26 are probably not threatened.

[[Table 1]] also summarizes the global conservation status of the 107 Gesneriaceae found in western Ecuador (based on the estimates provided in column 3 of Appendix A). Species endemic to western lowland Ecuador logically get the same local and global conservation status, but species found elsewhere are mostly presumed to be globally less threatened than locally in lowland western Ecuador. Columns 4

to 7 in Appendix A show which species found below 1000 m elevation in western Ecuador, which also have been recorded from the following areas: 1) Above 1000 m elevation in western Ecuador, 2) in western or northwestern Colombia, 3) in Central America, and 4) in the Amazon basin defined as any record east of the Andean range. The frequency of the species within each of these four geographical areas is ranked as Rare, Uncommon, Occasional, or Common. Less frequent, as well as less distributed, species (in columns 4 to 7 in Appendix A) are obviously estimated to be more globally at risk (in column 3) than more frequent and widespread species. Twenty-four of the 107 species are estimated to be globally critically endangered/ endangered ([Table 1]), compared to the 36 species estimated to be locally critically endangered/ endangered, and the corresponding numbers for globally vulnerable and not threatened species are 28 (vs. 45) and 55 (vs. 26), respectively.

| Status | Locally | Globally |
|--------------------------|---------|----------|
| a: Critically Endangered | 10 | 7 |
| b: Endangered | 26 | 17 |
| c: Vulnerable | 45 | 28 |
| d: Not Threatened | 26 | 55 |

Table 1. Conservation status of the 107 Gesneriaceae species recorded below 1000 m elevation in Western Ecuador, both locally and throughout their entire ranges (globally).

Tabla 1. Estado de Conservación de las 107 especies de Gesneriaceae registradas bajo 1000 m en el occidente de Ecuador, ambos local y global.

| | Lowland Endemic | Coastal Montane | Western Colombia | Central America | Amazon Basin |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Total number | 23 | 42 | 75 | 25 | 27 |
| a: Critically Endangered | 7 (7) | 2 (0) | 2 (0) | 1 (0) | 1 (0) |
| b: Endangered | 14 (14) | 2 (0) | 9 (2) | 4 (0) | 5 (0) |
| c: Vulnerable | 2 (2) | 21 (8) | 40 (21) | 6 (2) | 8 (4) |
| d: Not Threatened | 0 (0) | 17 (34) | 24 (52) | 14 (23) | 13 (23) |

Table 2. Conservation status of 23 Gesneriaceae species endemic in western lowland Ecuador, as well as the species shared with coastal montane forests of Ecuador, western and northwestern Colombia, Central America, and the Amazon basin. For all five species groups the numbers that are presumed to be critically endangered, endangered, vulnerable, and not threatened are given. The corresponding numbers for their global conservation status are shown in parentheses.

Tabla 2. Estado de Conservación de 23 especies de Gesneriaceae endémicas en el occidente bajo del Ecuador, así como también las especies compartidas con los bosques montañosos del Ecuador, Occidente y nor-occidente de Colombia, Centro América y la Cuenca Amazónica. Para los cinco grupos de especies son dados números de especies que se presumen que están en peligro de extinción, amenazadas, vulnerables, y no amenazadas. Los números correspondientes para su conservación global son mostrados en paréntesis.

[[Table 2]] summarizes data concerning the distributions of the 107 coastal lowland Gesneriaceae species elsewhere. Forty-two of the species have also been recorded from above 1000 m in western Ecuador, 75 from western and northwestern parts of Colombia, 25 from Central America, and 27 in the Amazon basin on the eastern side of the Andes. Twenty-five species occur in none of these four areas, but only 23 are endemic to western lowland Ecuador since *Columnea isernii* and *Columnea microsepala* both reach extreme northwestern Peru, and the latter also occurs in Venezuela. The conservation status of the 23 endemic species also appears in [[Table 2]]. Seven species are presumed to be critically endangered (probably mostly extinct) and another 14 species to be endangered, and the latter two species to be vulnerable, implying that ca. 90% of the endemic species apparently are extinct or endangered. [[Table 2]] also summarizes the conservation status within western lowland Ecuador of the

Gesneriaceae species the area shares with each of the four above-mentioned geographical areas. Relatively few of these are presumed to be critically endangered/ endangered in coastal lowland Ecuador (less than 25 % in all four cases), demonstrating that the endemic species of lowland western Ecuador are much more endangered than the more widely distributed species. Eleven species presumed to be locally extinct or endangered in lowland western Ecuador also occur in western Colombia, and a large number of vulnerable Ecuadorian species (40) also occur in the forests along the Pacific coast of Colombia. Many fewer endangered and vulnerable species occur in the other three areas, and it may be particularly remarkable that only two of the 36 Gesneriaceae species presumed to be critically endangered/ endangered below 1000 m elevation, have been recorded from western Andean slope forests above 1000 m. In addition, none of the 24 species presumed to be globally endangered/ endangered have been recorded here, from Central America or from the Amazon basin, while western lowland Ecuador shares two globally endangered species with western Colombia ([Table 2]). However, in the latter country these two species are both limited to the extreme southwest near the border with Ecuador in the department of Nariño.

| | Total | Wet-pluvial forest | Dry-moist forest | Cloud forest |
|-----------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------|
| Total number of species | 107 | 71 | 52 | 64 |
| Locally vulnerable | 45 | 38 | 10 | 20 |
| Locally endangered | 36 | 11 | 19 | 27 |
| Globally endangered | 24 | 3 | 13 | 20 |
| Endemic to coastal lowland | 23 | 5 | 13 | 19 |
| Main habitat of 23 endemics | -- | 3 | 8 | 12 |

Table 3. The numbers of Gesneriaceae species recorded from each of three forest categories in western lowland Ecuador (as well as total numbers), and the number that are vulnerable, endangered or critically endangered locally as well as globally, and endemic. The number of the 23 endemic species that have each of the three forest categories as their main habitat is also given.

Tabla 3. Los números de especies de Gesneriaceae registradas en cada uno de las tres categorías de bosques en el occidente bajo del Ecuador (así como también los números totales), y los números que son vulnerables, en peligro de extinción o en peligro crítico de extinción a nivel local así como también global, y endémicas. Los números de las 23 especies endémicas que tienen cada una de las tres categorías de bosques y su hábitat principal son dados también.

[Table 3] summarizes the forest categories in which the 107 species of Gesneriaceae have been recorded in lowland western Ecuador, and estimates how common they were in these forests before the massive deforestation began (based on the information provided in columns 8 to 10 in Appendix A). Three forest categories are distinguished: 1) wet and pluvial forests receiving more than 3000 mm rainfall annually; 2) dry to moist forests receiving less than 3000 mm annually; and 3) low-elevation cloud forests (precipitation undocumented but forests nearly permanently shrouded in clouds making them permanently humid). The number of Gesneriaceae species recorded from these three forest categories in lowland coastal Ecuador are 71, 52, and 64, respectively ([Table 3]), implying that most species occur in the wet forests, fewer in the cloud forests and even fewer in the moist forests. However, the 36 presumed extinct or endangered species predominantly occur in the two latter less speciose forest types. Only 11 of them have been recorded from wet (to pluvial) forests, while 19 and 27 have been recorded from moist (to dry) forests and cloud forests, respectively. The 24 species presumed to be globally extinct or endangered, as well as to the 23 endemic species of western lowland Ecuador, are also poorly represented in the wet forests, but strongly represented in the other two forest categories ([Table 3]). Cloud forests tend to be surrounded by moist or wet forests, and Gesneriaceae species primarily found in the latter forests will occasionally grow in cloud forests. Vice versa, species that are common in cloud forests are also often found in other forests, but here typically restricted to permanently humid places in ravines with streams or

near waterfalls rather than in the general understory. The principal habitat of the latter species thus is cloud forests, while ravines in other forest types may be characterized as secondary habitats. Low-elevation cloud forests is the principal habitat of 12 of the 23 species endemic to coastal lowland Ecuador, while the corresponding numbers for wet and moist forests are eight and three species, respectively ([Table 3]).

[Table 4] summarizes the number of Gesneriaceae species recorded from each of nine forest localities in western lowland Ecuador. These represent wet to pluvial, cloud, and moist forests (based on the columns 1* to 9* in Appendix A, with no. 1-3, 4-6, and 7-9 representing wet to pluvial, dry to moist, and cloud forests, respectively; according to information in Appendix B). The driest of the nine forests, the semi-deciduous forest at Jauneche, has many fewer species than the other eight more humid forests. The largest numbers of species have been recorded from the cloud forests of Bilsa, but this is probably partly because the Gesneriaceae have been sought particularly intensively here, and partly due to the much larger size of the Bilsa study site (e.g., 3000 ha. compared with 87 ha. in Río Palenque). It is likely that there in fact occur even more species in the pluvial to wet forests near the Colombian border, represented by San Marcos and Lita (Figure 1). In terms of the number of species Centinela Ridge, with 24 species, does not appear particularly diverse (although this forest almost certainly had additional species that probably never were recorded). Despite that fact the largest numbers of endemic (11) as well as presumed globally extinct and endangered species (11) and the second largest number of locally extinct or endangered species (12) have been recorded from Centinela Ridge. The corresponding numbers from Bilsa are nine, 10, and 14 respectively ([Table 4]). The values from Río Palenque are 10, nine and nine, and the remaining six localities have many fewer endangered and endemic species.

| | Number of species | Critically endangered or endangered | | Coastal lowland Endemics | |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|-------------|
| | | Local | Global | At coast | At locality |
| 1. San Marcos | 41 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 2. Lita | 38 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 3. Zapallo Grande | 30 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 4. Bilsa | 44 | 14 | 10 | 9 | 1 |
| 5. Centinela Ridge | 24 | 12 | 11 | 11 | 1 |
| 6. Manta Real | 19 | 6 | 2 | 2 | 0 |
| 7. Río Palenque | 29 | 9 | 9 | 10 | 0 |
| 8. Congóma Grande | 18 | 3 | 2 | 2 | 0 |
| 9. Jauneche | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Table 4. The number of Gesneriaceae species recorded from each of nine named forests areas in western lowland Ecuador, and the number of endangered and endemic species at each locality.

Tabla 4. El número de especies de Gesneriaceae registradas en cada una de los nueve bosques nombrados en el occidente bajo del Ecuador, y el número de especies que se presumen amenazadas o en peligro de extinción y especies endémicas en cada localidad.

[Table 5] summarizes the species native to western lowland Ecuador that are cultivated or previously have been in cultivation (based on column 10* in Appendix A). Fifty-four of the 107 species found in the region are currently in cultivation, but another 18 species previously grown have apparently disappeared from living collections. Four of the seven species that may be globally extinct in their native habitats have been cultivated. Two of these four species, *Gasteranthus atratus*, and *Paradrymonia lacera*, continue to be grown, and may thus in the future be re-introduced to natural habitats, but the remaining two species, *Columnnea asteroloma* and *Gasteranthus macrocalyx*, have apparently disappeared from all living collections, as well as from their natural habitats, and may thus be irrevocably

lost. [[Table 5]] also shows that the more common (not threatened) species are more likely to be in cultivation, than the rarer presumable extinct or endangered species. More than 80 % of the former group has been in cultivation (61 of 73 species) but only approx. 40 % of the latter group (10 of 24 species), and currently ca. 60 % and ca. 30 % of the two groups are in cultivation, respectively.

| | Cultivated currently | Cultivated previously | Total |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Total species number | 54 | 18 | 72 |
| A: Critically endangered (7) | 2 | 2 | 4 |
| B: Endangered (17) | 5 | 1 | 6 |
| C: Vulnerable (28) | 13 | 4 | 17 |
| D: Not Threatened (55) | 33 | 11 | 44 |

Table 5. Numbers of the 107 Gesneriaceae found in western lowland Ecuador currently and previously in cultivation, and the global conservation status of these species.

Tabla 5. Números de las 107 Gesneriaceae encontradas en el occidente bajo del Ecuador, actual y anterior en cultivo y el estado de conservación global de estas especies.

Pluvial and wet forests have a high diversity of Gesneriaceae. For example, in the pluvial forests of San Marcos (Fig. 1, number 1) ca. 40 % of the Ecuadorian lowland Gesneriaceae have been collected (Table 4), including some that may be restricted to exposed ridges with low-elevation cloud forests. San Marcos is located along the bordering river with Colombia, so it is no surprise that species found here also occur in Colombia. Lita and Zapallo Grande are nearly as humid as San Marcos, but located farther from the Colombian border (Fig.1, numbers 2 & 3). However, the species found in these two places also tend to occur northward into Colombia. The wet and pluvial forests thus have few Gesneriaceae species endemic to Ecuador, but in Colombia many of these species apparently are restricted to the adjacent southwestern department of Nariño. However, most of these shared species are distributed further northward along the Colombian Pacific coast, and a considerable number reach Central America. As a consequence, relatively few Gesneriaceae from the diverse wet and pluvial forests are presumed to be globally endangered/ endangered.

Fewer Gesneriaceae have been recorded from the once extensive moist and dry forests, i.e., forests receiving less than 3000 mm of annual precipitation. However, more than half of the species presumed to be endangered or extinct have been recorded from these forests, although fewer than half of the endemic species have these forests as their principal habitat (Table 3). The Gesneriaceae are abundant in the more humid of the moist forests. For example, 29 species of Gesneriaceae have been reported from Río Palenque with nearly 3000 mm of annual precipitation (Table 4). In contrast, only four species occur in Jauneche with 1800 mm of annual precipitation (Table 4), supporting the fact that it is the moist evergreen forests, with more than 2000 mm of precipitation that are rich in Gesneriaceae, and that few Gesneriaceae occur in the drier forests. Only two species, *Columnnea isernii* and *Sinningia warmingii*, appear to be adapted to a seasonal climate, probably being dormant during the dry season, and re-sprouting in the early part of the rainy season. Another three species, *Columnnea manabiana*, *C. microsepala*, and *C. schimpffii*, have also been collected mainly in areas with seasonal forests, but here they apparently grow in patches of more humid vegetation found on exposed hills and slopes.

Low elevation cloud forests harbor more than half of both the endemic and the globally extinct and endangered species (Table 3). Judging from the local floras of Gesneriaceae, there actually exist two floristically different types of low-elevation cloud forests in western Ecuador. The cloud forests observed on an exposed hill west of San Marcos near the Colombian border were remarkable in having six different species of the terrestrial genus *Cremosperma* (Kvist & Skog 1988), including three that have not been collected elsewhere in Ecuador, but all six occur in western Colombia. *Cremosperma* species are otherwise relatively rare in Ecuador. In the cloud forests further to the south and west, including Centinela Ridge, Manta Real, and the Bilsa Biological Station, only a single *Cremosperma* species occurs, and there instead the dominant terrestrial Gesneriaceae genus is *Gasteranthus*.

Unfortunately, cloud forests that may be rich in *Cremosperma* are poorly known, but the genus is diverse throughout Pacific slope Colombia, and here *Cremosperma* is also found mainly in low elevation cloud forests. Species found in low-elevation cloud forest with high *Cremosperma* diversity are thus likely also to occur in western Colombia. In contrast, the cloud forests where *Gasteranthus* is exceedingly well represented are apparently restricted to Ecuador, and have a particularly high percentage of endemic as well as endangered and species; e.g., half of the 24 species recorded from Centinela Ridge (Table 4). The distribution patterns of the Gesneriaceae thus strongly substantiate the claim by Dodson & Gentry (1991) that Centinela Ridge was in fact unique. This cloud forest apparently had more endangered and endemic species than any other correspondingly small forest in western Ecuador, and at least one Gesneriaceae species, *Gasteranthus extinctus*, may never have occurred elsewhere (Skog & Kvist 2000). Bilsa Biological Station is the only other of the nine localities that probably has a truly endemic species, in this case a recently discovered undescribed *Drymonia*. In contrast, two species that only have been collected from San Marcos and Zapallo Grande (Table 4) are both likely to have wider distributions, since extensive relatively similar forests surround these two localities.

in western Ecuador is truly remarkable. Of the 36 species in the genus 24 have been recorded from western Ecuador, and 15 of these from elevations below 1000 m elevation. *Gasteranthus* has actually both speciated below in the low-elevation cloud forests at approx. 600 m elevation, and above in the high-elevation cloud forests mostly between 1800 and 2200 m elevation. Ten species are adapted to low-elevation cloud forests and another different 12 species to high-elevation cloud forests, and the remaining few species have wider distributions in western Ecuador (Skog & Kvist 2000). The six species that were found at Centinela Ridge were all adapted to cloud forest, and five of them have also been found in other cloud forests mainly further to the south, including *G. carinatus* as far to the south as El Oro province. None of the six Centinela Ridge species, however, occur in the coastal hill cloud forests of the Bilsa Biological Station. Here, another four cloud forest adapted species occur, as well as a species that is more common and widespread in moist and wet forests. Three species found at the Bilsa Biological Station are endemic to the range of coastal hills, while the most common cloud forest species at Bilsa, *G. crispus*, has also been found along creeks in some wet and moist forests elsewhere in western Ecuador, e.g., at Río Palenque and Congóma Grande.

Dodson & Gentry (1991) suggest that there may have existed many "Centinelas" on isolated ridges along the Andean slopes, each with a large number of endemic and now mostly extinct species. If that statement is true a considerable number of *Gasteranthus* species may have gone extinct before they were ever collected. There may have existed a few more species of *Gasteranthus* in western Ecuador than those recognized in the recent revision (Skog & Kvist 2000), but we doubt that many unrecorded species have disappeared. Centinela Ridge and the Bilsa Biological Station cloud forest probably were the two richest low-elevation cloud forests in the region (ignoring possible extant more northern cloud forests along the still mostly unexplored lower western Andean slopes of the Imbabura, Esmeraldas and Carchi provinces). Contour maps of western Ecuador show that Centinela and adjacent ridges on the border between Pichincha and Los Ríos provinces, are the largest and most isolated low-elevation front ridges along the entire western Andean slope (Figure 2). In addition, the higher montane forests and cloud forests at the Andean slopes west of Centinela are also extraordinarily rich in Gesneriaceae, including another six *Gasteranthus* species (Skog & Kvist 2000). To the south the diversity of the Gesneriaceae decreases. In the low elevation cloud forest of Manta Real located 200 km south of Centinela Ridge on the border between Cañar and Azuay provinces (Figure 1) occur 18 mostly common and widespread Gesneriaceae, including only two western lowland Ecuador endemics, in contrast to 11 at Centinela Ridge (Table 4). Manta Real has only one species of *Gasteranthus*, and only three species of this genus have been found in Andean low-elevation cloud forests in southeastern Ecuador (in the provinces of Cañar, Azuay and El Oro), while Centinela Ridge had eight *Gasteranthus* species. It can be argued that the Bilsa cloud forest is probably the richest cloud forest that has existed in the coastal hill range. The Bilsa Biological Station is located in the northern part of the coastal hill range surrounded by the wettest lowland forests (Figure 1). To the south the ridges become surrounded by increasingly dry forests with much fewer Gesneriaceae, and probably also with fewer species of the other plant families that tend to speciate in isolated cloud forests. *Gasteranthus* also exemplifies this trend in the coastal hill range. Five species occur to the north in the provinces of

Esmeraldas and northern Manabí, but apparently only two *Gasteranthus* species occur in southern Manabí and adjacent northwestern Guayas (Figure 1).

Our estimates of the status of the species of Gesneriaceae found in western lowland Ecuador are based on our present, in many ways somewhat limited, knowledge of their distribution, taxonomy, and ecology. Additional collections and discoveries will thus probably prove that some species are, in reality, more common and widespread, and consequently less at risk than estimated here. Despite that limitation, it is probably not too pessimistic to estimate that more than a third of the species found in western lowland Ecuador are extinct or endangered in the region. Three factors add to that conclusion: 1) we have been taxonomically conservative interpreting poorly understood complexes as a single widespread and variable species, e.g., *Monopyle macrocarpa* and *Napeanthus robustus*, and future studies may thus circumscribe additional species in such complexes; 2) some additional rare and endemic Gesneriaceae will probably yet be discovered; and, 3) some extinct (or soon to be extinct) species may not be represented by any herbarium vouchers, or there may exist a few and relatively faulty vouchers that taxonomists will hesitate to assign species names. In the revision of *Gasteranthus* (Skog & Kvist 2000) a couple of odd, older collections are treated as extreme variants of recognized species, although these vouchers might in fact represent undescribed but probably already extinct species.

In 1991 Dodson & Gentry estimated that 6300 species of flowering plants are native to western lowland Ecuador, and that 20 % of them (or ca. 1260 species) are endemic to the region. Similar to the estimations of Dodson & Gentry we find that approx. 20 % of the Gesneriaceae are endemic, and that more than 90 % of the endemic species (20 of 22 species) are extinct or endangered. However, in contrast to the 1991 estimates of Dodson & Gentry, Joergensen & León (1999) and Valencia et al. (2000) reported 4463 plant species native to western lowland Ecuador (defined as below 1000 m) and that only ca. 538 species (or 12%) were endemic to the coastal region. This estimation is significantly less than the percentage of endemic plants to Ecuador as a whole (26% on average for all of Ecuador). If the Gesneriaceae are representative of the entire flora of flowering plants using the estimates from Dodson & Gentry, then more than 1000 endemic species may thus already be extinct or endangered in western lowland Ecuador, but using the figures from the more recent reports by Joergensen & León and Valencia et al. we arrive at a total of somewhere between 400 and 500. In addition, we find that more than a third of all the Gesneriaceae native to lowland western Ecuador may be extinct or endangered in the region, corresponding to more than 2000 species in the entire flora using the Dodson and Gentry estimates, but much less using the more recent data. Is the Gesneriaceae, in reality, representative of the status of the entire flora of lowland western Ecuador? The family is very well-represented in the severely threatened cloud forests, as well as in the moist evergreen forests that also have been largely destroyed, suggesting that the Gesneriaceae may be even more endangered, than the average resident of the local flora, which is borne out by comparing the numbers of endangered Gesneriaceae with the more recent figures. However, we may also come to the opposite conclusion that may be supported by the facts that the Gesneriaceae are nearly absent from the drier forests, which also have been seriously degraded, and that few Gesneriaceae from the wet and pluvial forests are estimated to be endangered, because the latter species tend to be relatively widespread (Table 3). Other families may thus have higher percentages of endemic and endangered species in Ecuadorian wet and pluvial forests than the Gesneriaceae. But, one fact that we are sure of is that the endemism for Gesneriaceae (20 % in coast Ecuador) is significantly higher than the most recent estimates for endemic plants in coastal Ecuador as an entity (12%). Therefore, Gesneriaceae may, on the average, be at least as endangered or more so than the entire local flora, suggesting a likely mass extinction of the above-mentioned proportions in western lowland Ecuador. It took a decade before the figures presented by Dodson & Gentry were looked at in depth. Current knowledge can also be shown compared to the previous decade by the example that in 1986 Gentry predicted that there were 90 endemic species on the single ridgeline of Centinela. Almost all of those narrow Centinela endemics have shown up in the Cordillera Mache-Chindul (Clark, pers. obs.) and Lita (Dodson & Gentry 1991). The results shown by Valencia et al. (2000) in the Libro Rojo reports that Centinela only comprised five endemic species, and not the 90 initially predicted by Gentry (1986).

Conclusions

More than a third of the 107 species of Gesneriaceae species found in western lowland Ecuador are estimated to be extinct or endangered, including nearly all 23 endemic species of the region. The status of the Gesneriaceae may be relatively representative of the status of the entire flora, suggesting a mass-extinction of flowering plants in western Ecuador. The conservation status thus is grim, but something can still be done.

The endangered Gesneriaceae are mostly found either in moist forest having an annual precipitation between 2000 and 3000 mm, or in low-elevation cloud forest. The last remnants of these forest types should immediately be identified and fully protected. These areas are mostly small, but Gesneriaceae are also often found in isolated areas of suitable habitats; most notably in the low-elevation cloud forests. Many species may thus survive even with only a small fraction of the original forest cover preserved. Habitats that already have been strongly disturbed should also be searched for patches of vegetation left on slopes and in ravines. Endangered species may still survive there, and the vegetation may recover given an adequate protection. The situation is worst along the Andean slopes where hardly any low-elevation cloud forests are known to survive, and the only hope thus may be the partial recovery of disturbed remnants, which urgently need to be located and protected. In fact, while finishing this paper one presumed extinct species, *Gasteranthus timidus*, was rediscovered in a cloud forest remnant in Los Ríos province. In the coastal hill range there remains low elevation cloud forest at the Bilsa Biological Station, at Cerro Pata de Pájaro, in the Machalilla National Park, and probably also in the little known Coloncho Hills southwest of Machalilla (Figure 1). It is evidently urgent to protect all these forests, and also to enforce the protection. In spite of the legal protection, subsistence activities have continued to degrade the forests in the Machalilla National Park, and timber companies may still succeed to reverse the recent establishment of the Mache-Chindul Ecological Reserve including the Bilsa Biological Station. There still remain (compare Figure 1 and 3) considerable tracts of wet and pluvial forests being highly diverse in Gesneriaceae and many other groups of plants as well. Harvesting for plywood extraction should not be allowed to devastate these biologically extremely rich forests. It is extremely important to protect and preserve the Cotocachi-Cayapa Ecological Reserve, which is floristically poorly known, but certainly protects a high percentage of the species found in wet forests.

It is also important to promote and support a sustainable, locally based management of the wet and humid forests surviving outside existing conservation units. The Gesneriaceae may be relatively good indicators of a successful forest resource management, which preserve much of the local biodiversity. Deforestation that interrupt nutrient- and water cycles and change the microclimate significantly, tend to eliminate all but a few hardy Gesneriaceae. However, Gesneriaceae are relatively tolerant of some disturbance, and many thrive in cocoa plantations and small clearings such as recuperating slash-and-burn fallow. Besides many other Gesneriaceae are found in extreme habitats such as exposed ridges, steep slopes, and ravines, little influenced by subsistence activities, but vulnerable to massive deforestation. The Awa Ethnic Forest Reserve located in the pluvial forests near the Colombian border exemplifies a community-based way of forest management, which allows much biodiversity to persist. In the Cayapa River system downstream from the Cotocachi-Cayapa Ecological Reserve Afro-Ecuadorians as well as populations of indigenous people manage both moist and wet forests.

Endangered Gesneriaceae in cultivation may be re-introduced into their natural habitats in the future. Growing plants of Gesneriaceae (commonly known as the African Violet family) is popular among many amateur growers, and about half of the species recorded in lowland western Ecuador are in cultivation, including three species that may be totally extinct in their natural habitats (Table 5). Unfortunately, another two presumed extinct species gradually disappeared from all living collections. More coordination and information among growers, both in botanical institutions and amateur growers will be necessary in order to limit the risk of losing endangered cultivated species. Endangered species should also be sought in order to locate possible surviving populations; an obvious place to search is at Centinela Ridge or nearby ridges. It is likely that remnant populations of the seven globally extinct or endangered species that once occurred here may remain, but probably not for much longer. Currently, only one of these seven species, the remarkable *Gasteranthus atratus*, remains in cultivation, but two of the others, *Columnea asteroloma* and *Gasteranthus macrocalyx*, had previously been in cultivation.

Acknowledgements

We are grateful to the staff and administration at the Ecuadorian National Herbarium (QCNE) for facilitating fieldwork in Ecuador, and to Paulina Mendoza-T. for accompanying us in the field in 1995. John Boggan (US) helped prepare Figure 1 and Alice Tangerini (US) adapted Figures 2 and 3 to the journal format. Flemming Skov kindly provided the base-line maps that served for elaborating the latter two maps. The Carlsberg Foundation, Denmark, financed research visits of the first author to the National Museum of Natural History, Washington DC, in 1996, as well as fieldwork in Ecuador and Colombia in 1995. The United States Peace Corps from 1995 to 1998 and a Fulbright Graduate Study and Research Abroad Scholarship from 2002 to 2003 funded fieldwork for the third author.

References

- Barfod, A.S. & L.P. Kvist. 1996. Comparative ethnobotanical studies of the Amerindian groups in Coastal Ecuador. *Royal Danish Academy of Sciences and Letters. Biol. Letters* 46: 168 pp.
- Cañadas C.L. 1983. El Mapa bioclimatico y ecologico del Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Quito, Ecuador. 209 pp.
- CDC (Centro de Datos para la Conservación). 1995. Estudio de alternativas de manejo de las montañas de Mache, Provincias de Esmeraldas y Manabí, Ecuador. Quito, Ecuador. 40 pp.
- Clark, J.L. 1997. Preliminary floristic inventory of the Bilsa Biological Station, Esmeraldas, Ecuador. Pp. 123-128 In: R. Valencia & H. Balslev (eds.). *Estudios sobre diversidad y ecología de plantas*, Memorias del 2. Simposio Ecuatoriano de Botánica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
1978. Flora of the Río Palenque Science Center, Los Ríos, Ecuador. *Selbyana* 4: 1-628.
- Dodson, C.H. & A.H. Gentry. 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 78: 273-295.
- & F M. Valverde. 1985. La Flora de Jauneche, Los Ríos, Ecuador. Banco Central del Ecuador, Quito. 512 pp.
- Gentry, A.H. 1978. Floristic knowledge and needs in Pacific tropical America. *Brittonia* 30: 134-153.
- Gentry, A.H. 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Chocó refuge. Pp. 112-136 in G.T. Prance (ed.), *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York.
- Gentry, A.H. 1986. Endemism in tropical vs. temperate plant communities. Pp. 153.181 in: Doulé, M. (ed.). *Conservation Biology*. Sinauer Press, Sunderland, Massachusetts.
- Gentry, A.H. 1989. Speciation in tropical forests. Pp. 113-134 in: Holm-Nielsen L.B.; I. Nielsen & H. Balslev (eds.). *Tropical forests: Botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press, London.
- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: Distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19-28.
- Gentry, A.H. & C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74: 205-233.
- Harling, G. 1979. The vegetation types of Ecuador - a brief survey. Pp. 165-174 in: Larsen K. & L. B. Holm-Nielsen (eds.), *Tropical Botany*. Academic Press, London.
- Joergensen, P.M. & León-Yanez, S. 1999n (eds.). Catalogue of Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press. 1181 pp.
- Kvist, L.P. 1986. Gesneriads and snake bite. *Gloxinian* 36(1): 8-13.
- Kvist, L.P. 1990. Revision of *Heppiella* (Gesneriaceae). *Syst. Bot.* 15: 720-735.
- Kvist, L.P. & L.E. Skog. 1988. The genus *Cremosperma* (Gesneriaceae) in Ecuador. *Nord. J. Bot.* 8: 259-269.
- Kvist, L.P. & L.E. Skog. 1989. Revision of *Reldia* (Gesneriaceae). *Nord. J. Bot.* 8: 601-611.
- Kvist, L.P. & L.E. Skog. 1992. Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). *Smithson. Contr. Bot.* 79: 1-83.
- Kvist, L.P. & L.E. Skog. 1993. The genus *Columnea* (Gesneriaceae) in Ecuador. *Allertonia* 6: 327-400.
- Kvist, L.P. & L.E. Skog. 1996. Revision of *Pearcea* (Gesneriaceae). *Smithson. Contr. Bot.* 84: 1-47.
- & M. Amaya. 1998. Los generos de Gesneriaceas de Colombia. *Caldasia* 20: 12-28.

Myers, N. 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist* 8: 187-208.

Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *The Environmentalist* 10: 243-256.

Parker, T.A. III & J.L. Carr, eds. 1992. Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and adjacent areas of southwestern Ecuador. RAP Working Papers 2. Conservation International, Washington, DC. 172 pp.

Sierra, R. (ed.) 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito, Ecuador.

Skog, L.E. 1979. Family 175: Gesneriaceae. in: Woodson, R.E. Jr. & R.W. Schery. Flora of Panama, Part IX. Ann. Missouri Bot. Gard. 65[1978]: 783-996.

Skog, L.E. & L.P. Kvist. 1994. Novae Gesneriaceae Neotropicarum VII: Five new Gesneriaceae from northwestern South America. *Brittonia* 46: 317-330.

Skog, L.E. & L.P. Kvist. 1997. The Gesneriaceae of Ecuador. Pp. 13-23 in: Valencia R. & H. Balslev (eds.). *Estudios sobre diversidad y ecología de plantas*, Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Skog, L.E. & L.P. Kvist. 1998. Novae Gesneriaceae Neotropicarum VIII: New combinations. *Novon* 7[1997]: 413-416.

Skog, L.E. & L.P. Kvist. 2000. Revision of *Gasteranthus* (Gesneriaceae). *Syst. Bot. Monogr.* 59. 118 pp.

section *Pentadenia* and section *Stygnanthe*(Gesneriaceae). *Syst. Bot. Monogr.* 44, 89 pp.

Valencia, R.; N. Pitman; S. León-Yáñez & P.M. Joergensen (eds.). 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

| Species: | Coast | | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bila | Ceni | Mant | Rio | Cong | Jaun |
|-------------------------|-------|--------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | Local | Global | Maritime | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| <i>Alloplectus</i> (9) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>albizonii</i> | e | d | C | B | | | B | B | B | | | X | | X | | X | X | X | X |
| <i>ichthyoderme</i> | a | d | D | D | C | D | | A | | | | | | | | | | | (s) |
| <i>melanocera</i> | b | e | | | B | B | A | | A | | | | | | | X | | | |
| <i>panamensis</i> | e | d | A | D | C | | B | | B | X | X | X | X | | | | | | (s) |
| <i>apracei</i> | d | d | C | B | | | C | | C | X | X | X | | | X | X | X | X | (s) |
| <i>hescheri</i> | e | d | D | D | | | C | | B | X | X | X | X | | | | | | |
| <i>tetragonoidea</i> | e | d | D | C | | D | A | | A | X | X | X | | | | | | | (s) |
| <i>sp. nov. f</i> | b | b | | | | | A | | | X | | | | | | | | | |
| <i>Besleria</i> (4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>barclayi</i> | e | d | | D | | | B | | | | | | X | | | | | | (s) |
| <i>miriana</i> | e | d | | | | C | B | | | | | | | | | | | | |
| <i>zuloagae</i> | d | d | C | C | | C | C | B | | X | | | | | | | | | (s) |
| <i>rambucaria</i> | b | d | | C | C | | B | | B | | | | | X | | X | | | |
| <i>Chrysanthema</i> (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>fridrichianiana</i> | d | d | | B | D | | B | C | | | | X | | | | | | | X X |
| <i>Colmanthe</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>crassifolia</i> | d | d | | D | C | D | B | D | B | | | X | X | | | | X | | X |
| <i>ultrana</i> | d | d | | B | C | D | A | C | B | | | X | | X | | | X | | X |
| <i>Colmanea</i> (35) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>angustata</i> | d | d | | C | B | C | C | D | C | | | X | X | X | X | | X | X | X |
| <i>asteroloma</i> | a | a | | | | | | A | A | | | | | | X | | X | | (s) |
| <i>bifidiata</i> | b | d | | C | | | B | | | | | X | | | | | | | (s) |
| <i>byrsina</i> | e | d | C | C | | | B | | | X | | | | | | | | | X |
| <i>ciliata</i> | e | e | C | | | A | A | | | | | | | | | | | | X |
| <i>colombiana</i> | b | e | | D | | | A | | | | | X | | | | | | | X |
| <i>alicioides</i> | e | e | | A | C | | B | | | | X | X | | | | | | | X |
| <i>eburnea</i> | d | d | D | C | | | C | D | C | X | X | X | X | | | | | X | X |
| <i>filifera</i> | e | e | | A | | | B | | | X | | | | | | | | | (s) |
| <i>fimbriatula</i> | e | e | | A | | | B | | | X | X | | | | | | | | (s) |
| <i>gigasifolia</i> | e | e | A | C | | | B | | | X | | | | | | | | | |
| <i>herthae</i> | b | b | | A | | | | B | B | | | | | | X | | X | | X |
| <i>laevis</i> | a | b | | | | | | A | | | | | | | | | | | |
| <i>salvagoriana</i> | e | d | | C | B | | A | | A | | X | | X | | | | | | X |
| <i>truncatula</i> | e | e | | C | | | B | C | A | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |

Table 6a. Gesneriaceae recorded below 1000 m elevation in western Ecuador, with information on their current status, their overall distributions, their habitats, their occurrence in 9 selected localities, and current or previous cultivation.

Tabla 6a. Las Gesneriaceae registradas debajo de 1000 m de altura en Ecuador occidental, y para cada especie información con respecto del estado de conservación actual, habitats, la presencia en 9 localidades particulares, y su existencia en cultivo actualmente o antes.

| Colomb: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* |
|-------------------------|----------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|-------|------|------|-----|------|-----|------|
| Species | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult |
| | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bilis | Cent | Mant | Rio | Cong | Jan | |
| | Local | Global | Mostrate | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| Cofanaea (15) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>laxa</i> | e | e | A | A | | | B | | | X | X | | | | | | | | |
| <i>lobata</i> | e | d | | D | | | A | | | X | | | | | | | | | |
| <i>longicauda</i> | e | d | | B | | | A | | | X | | | | | | | | | |
| <i>montana</i> | b | b | | | | | | B | | | | | | | | | | | X |
| <i>muticocaulis</i> | a | e | C | | | | A | | | | | | | | | | | | (n) |
| <i>radicalis</i> | d | d | D | C | | | A | C | B | | X | X | X | | | | | | X |
| <i>retor</i> | d | d | C | C | | | C | A | C | X | | | X | X | X | X | | | X |
| <i>microspala</i> | e | d | A | | | | | C | A | | | | | X | | | | | |
| <i>microphylla</i> | e | e | A | A | | | B | | B | X | X | | X | | | | | | X |
| <i>narinkana</i> | e | e | | A | | | A | | | X | | | | | | | | | (n) |
| <i>parviflora</i> | e | d | | D | | | B | | | | X | | | | | | | | (n) |
| <i>pitra</i> | d | d | D | D | | | D | D | C | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>parparivirginata</i> | e | e | | B | | | A | | | | | X | | | | | | | |
| <i>rubricaulis</i> | d | d | D | D | | | D | D | D | X | X | X | X | X | | X | X | | X |
| <i>rubricaulis</i> | b | b | | | | | A | | | | | X | | | | | | | |
| <i>rubricaulis</i> | e | d | | C | | | C | | | X | X | | | | | | | | X |
| <i>schlegelii</i> | b | b | | | | | | C | A | | | | | | X | | | | X |
| <i>spathulata</i> | d | d | B | A | | | B | D | C | | X | X | X | X | X | X | | | X |
| <i>ulata</i> | b | e | | A | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| <i>tenella</i> | e | d | A | C | | | C | | | X | X | | | | | | | | X |
| Cromolaena (9) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>caudata</i> | e | d | | C | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| <i>congruens</i> | e | d | A | B | | B | | | B | X | | | | | | | | | |
| <i>atraxitubum</i> | e | d | B | D | | | C | | A | X | | | | | | | | | |
| <i>humboldtii</i> | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | X |
| <i>muricoides</i> | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | |
| <i>subtile</i> | e | d | | B | | | A | | A | X | | | | | | | | | |
| <i>reclutoides</i> | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | |
| <i>sp. nov. A</i> | b | b | | | | | | | C | | | | X | X | X | | | | |
| <i>sp. nov. B</i> | e | e | | A | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| Dianella (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>affinis</i> | d | d | C | C | B | A | B | C | C | X | | X | X | X | X | X | X | | X |
| <i>racemiformis</i> | d | d | B | C | D | D | | C | B | | | X | | X | | | | X | X |
| <i>rubra</i> | d | d | B | A | A | D | B | C | B | X | | X | X | X | X | X | X | | X |

Table 6b. Gesneriaceae recorded below 1000 m elevation in western Ecuador, with information on their current status, their overall distributions, their habitats, their occurrence in 9 selected localities, and current or previous cultivation.

Tabla 6b. Las Gesneriaceae registradas debajo de 1000 m de altura en Ecuador occidental, y para cada especie información con respecto del estado de conservación actual, habitats, la presencia en 9 localidades particulares, y su existencia en cultivo actualmente o antes.

| Column: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* | |
|--------------------------|----------------|--------|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|--------------|------------------------------|------|----------|------------------|----------|-----|------|------|----|--------|-----|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult . | |
| Species | Coast | Range | Coastal Montan e | Pacific Colombia | Central America | Amazo n basin | Wet >3,000 | Moist <3,000 | Cloud Fog | San | Lita | Zap a | Cen Bils t | Man t | Rio | Cong | Jaun | | | |
| | Local | Global | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Drymonia</i> (14) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>alloplectoides</i> | d | d | | C | C | | C | C | A | | | X | X | | | X | X | | | X |
| <i>brochidodroma</i> | b | c | | A | | | A | | B | X | | X | | | | | | | | X |
| <i>coriacea</i> | d | d | B | C | C | | C | C | | | X | X | | | | X | X | | | X |
| <i>ecuadorensis</i> | b | b | | | | | | B | A | | | X | | | | X | | | | X |
| <i>killipi</i> | c | d | B | B | | | B | | | | | | | | | | | | | X |
| <i>lacinosia</i> | b | b | | | | | | A | A | | | X | | | | X | | | | X |
| <i>macrophylla</i> | c | d | A | C | D | C | A | B | A | | X | X | X | | | X | X | | | X |
| <i>rhodoloma</i> | b | b | | | | | B | B | A | | | X | | | | X | X | | | X |
| <i>serrulata</i> | d | d | | D | D | D | B | C | | X | X | X | | | X | X | | | | X |
| <i>norriaivae</i> | d | d | | C | C | | B | B | A | X | X | | X | X | | X | X | | | X |
| <i>variegata</i> | c | c | | C | | C | A | | | | | | | | | | | | | X |
| <i>warszewicziana</i> | d | d | B | C | D | D | B | B | | X | X | X | X | | | X | X | | | X |
| <i>sp. nov. A</i> | a | c | | B | | | | A | A | | | | | | | | | | | |
| <i>sp. nov. B</i> | b | b | | | | | | | A | | | | X | | | | | | | |
| <i>Gasteranthus</i> (15) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>atratus</i> | a | a | | | | | | | B | | | | X | | | | | | | X |
| <i>bilsaensis</i> | b | b | | | | | | | B | | | X | | | | | | | | |
| <i>calcaratus</i> | d | d | A | A | | C | B | C | B | | X | X | X | X | X | X | X | | | X |
| <i>carinatus</i> | a | a | | | | | | A | B | | | | X | | X | | | | | |
| <i>columbianus</i> | c | c | B | B | | | A | | | X | | | | | | | | | | |
| <i>corallinus</i> | c | d | C | B | | D | C | C | | X | X | X | | | | | | | | X |
| <i>crispus</i> | b | b | | | | | A | A | C | | | X | X | | X | X | | | | (x) |
| <i>extinctus</i> | a | a | | | | | | | A | | | | X | | | | | | | |
| <i>lateralis</i> | b | c | B | | | | A | | | | | | | | | | | | | |
| <i>macrocalyx</i> | a | a | | | | | | A | B | | | | X | | X | | | | | (x) |
| <i>perennis</i> | a | a | | | | | | | B | | | | X | | | | | | | |
| <i>quitensis</i> | d | d | D | C | | | C | B | | | X | | | | | | | | | |
| <i>tenellus</i> | b | b | | | | | | | A | | | X | | | | | | | | |
| <i>timidus</i> | b | b | | | | | | A | A | | | | X | | | | | | | |
| <i>villosus</i> | b | b | | A | | | | | B | | | X | | | | | | | | |

Table 6c. Gesneriaceae recorded below 1000 m elevation in western Ecuador, with information on their current status, their overall distributions, their habitats, their occurrence in 9 selected localities, and current or previous cultivation.

Tabla 6c. Las Gesneriaceae registradas debajo de 1000 m de altura en Ecuador occidental, y para cada especie información con respecto del estado de conservación actual, habitas, la presencia en 9 localidades particulares, y su existencia en cultivo actualmente o antes.

| Column: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* |
|-----------------------|----------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|-------|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult. |
| Species | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bilsa | Cent | Mant | Rio | Cong | Jaun | |
| | Local | Global | Moerane | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| <i>Guzmania</i> (7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>dissecta</i> | c | c | | A | | | B | B | C | X | | X | X | X | | X | | | X |
| <i>Happelia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>nitida</i> | c | d | D | D | | D | | A | | | | | | | | | | | (x) |
| <i>Kohleria</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>maculata</i> | c | d | B | D | | | B | | A | | X | | X | | | | | | X |
| <i>spicata</i> | d | d | D | D | D | B | C | D | | X | X | | X | | X | X | | | X |
| <i>villosa</i> | c | c | C | A | | | | B | B | | | | X | | | | | | X |
| <i>Monopyle</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>macrocarpa</i> | d | d | B | C | B | C | B | D | B | X | X | | X | X | X | | | X | X |
| <i>sodiroana</i> | c | c | | | | | B | B | C | X | X | X | X | X | | X | | | X |
| <i>Napostylis</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>apodema</i> | c | d | | D | D | C | | C | C | | | | X | | | | | | (x) |
| <i>robusta</i> | b | d | | B | C | C | | B | B | | | | X | X | X | | X | | (x) |
| <i>Nicomoria</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>rossii</i> | c | d | A | C | A | | B | | | X | X | | | | | | | | X |
| <i>Paradyrmia</i> (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>nitida</i> | c | c | | | | | B | | | | X | | | | | | | | X |
| <i>tyocyma</i> | b | b | | | | | | A | B | | | | X | X | | X | | | X |
| <i>lancea</i> | a | a | | | | | | A | A | | | | | | | | | | X |
| <i>Ptilocera</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>diversicata</i> | b | c | | | | A | | A | A | | | | | | X | | | | X |
| <i>Rehderia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>mixtaeflora</i> | b | d | | B | B | C | | | A | | | | X | | | | | | |
| <i>Stemodia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>warrenii</i> | b | d | A | | | D | | | A | | | | | | | | | | X |

Table 6d. Gesneriaceae recorded below 1000 m elevation in western Ecuador, with information on their current status, their overall distributions, their habitats, their occurrence in 9 selected localities, and current or previous cultivation.

Tabla 6d. Las Gesneriaceae registradas debajo de 1000 m de altura en Ecuador occidental, y para cada especie información con respecto del estado de conservación actual, habitas, la presencia en 9 localidades particulares, y su existencia en cultivo actualmente o antes.

Column 1 lists the 19 genera and the 107 species (for authorities see Joergensen & León (1999)) recorded as native to the area. Species endemic to lowland western Ecuador in bold.

Column 2 estimates their current status in lowland western Ecuador (local) and Column 3 their current overall status (global). The codes are the following: a) Critically endangered; b) Endangered; c) Vulnerable; and d) Not threatened.

Columns 4, 5, 6, and 7 indicate the species that have also been recorded in western Ecuador above 1,000 m elevation, in western or northwestern Colombia, in Central America, and in the Amazon basin (including the eastern Andean slopes), respectively. In addition, their frequency in these regions is indicated with the following codes: A) Rare; B) Uncommon; C) Occasional; and D) Common.

Column 8, 9, and 10 indicate the species in western lowland Ecuador that occur in pluvial or wet forests (precipitation >3000 mm), in dry or moist forests (precipitation <3000 mm), or in cloud forests (fog), respectively. In addition, their frequency in these habitats is indicated applying the same codes as in the Columns 4 to 7.

Columns 1* to 9* indicate the species that have been collected in each of the following nine localities located below 1000 m in western Ecuador: San Marcos, Lita, Zapallo Grande, Bilsa Biological Station, Centinela Ridge, Manta Real, Río Palenque, Congóma Grande, and Jauneche, respectively. Background data on these localities appear in Appendix B.

Column 10* indicates the species occurrence in cultivation, currently as well as previously (the latter marked in parentheses).

| Column 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* | |
|--------------------------|----------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|--------|------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-------|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | | Cult. |
| | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | C'loud | Sat | Lita | Zapa | Bils | Cent | Manr | Rio | Cong | Jain | | |
| | Local | Global | Montane | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | | |
| <i>Alloplectus</i> (8) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>dodsonii</i> | c | d | C | B | | | B | B | B | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| <i>ichtyoderma</i> | a | d | D | D | C | D | | A | | | | | | | | | | | (x) | |
| <i>medusaeater</i> | b | e | | | B | B | A | | A | | | | | | X | | | | | |
| <i>panamensis</i> | c | d | A | D | C | | B | | B | X | X | X | X | | | | | | (x) | |
| <i>sprucei</i> | d | d | C | B | | | C | | C | X | X | X | | X | X | X | X | X | (x) | |
| <i>teucherii</i> | c | d | D | D | | | C | | B | X | X | X | X | | | | | | | |
| <i>tetragonoides</i> | c | d | D | C | | D | A | | A | X | X | X | | | | | | | (x) | |
| <i>sp. nov. A</i> | b | b | | | | | A | | | X | | | | | | | | | | |
| <i>Besleria</i> (4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>harclayi</i> | c | d | | D | | | B | | | | | X | | | | | | | (x) | |
| <i>miniata</i> | c | d | | | | C | B | | | | | | | | | | | | | |
| <i>solanoides</i> | d | d | C | C | | C | C | B | | X | | | | | | | | | (x) | |
| <i>tambensis</i> | b | d | | C | C | | B | | B | | | X | | X | | | | | | |
| <i>Chrysotheca</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>friedrichstaliana</i> | d | d | | D | D | | B | C | | | | X | | | | | | | X X | |
| <i>Codonanthe</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>crassifolia</i> | d | d | | D | C | D | B | D | B | | | X | X | | | X | | | X | |
| <i>uleana</i> | d | d | | B | C | D | A | C | B | | X | | X | | | X | | | X | |
| <i>Columnnea</i> (35) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>angustata</i> | d | d | | C | B | C | C | D | C | | X | X | X | X | | X | X | | X | |
| <i>asteroloma</i> | a | a | | | | | | A | A | | | | | X | | X | | | (x) | |
| <i>bilabiata</i> | b | d | | C | | | B | | | | | X | | | | | | | (x) | |
| <i>byrsina</i> | e | d | C | C | | | B | | | X | | | | | | | | | X | |
| <i>ciliata</i> | e | e | C | | | A | A | | | | | | | | | | | | X | |
| <i>colombiana</i> | b | e | | B | | | A | | | | | X | | | | | | | X | |
| <i>dissimilis</i> | e | e | | A | C | | B | | | | X | X | | | | | | | X | |
| <i>eburnea</i> | d | d | D | C | | | C | D | C | X | X | X | X | | | | X | | X | |
| <i>filifera</i> | c | e | | A | | | B | | | X | | | | | | | | | (x) | |
| <i>fimbriatix</i> | e | e | | A | | | B | | | X | X | | | | | | | | (x) | |
| <i>gigantifolia</i> | e | e | A | C | | | B | | | X | | | | | | | | | | |
| <i>herthae</i> | b | b | | A | | | | B | B | | | | | X | | X | | | X | |
| <i>isernii</i> | a | b | | | | | | A | | | | | | | | | | | | |
| <i>kalbreyeriana</i> | e | d | | C | B | | A | | A | | X | | X | | | | | | X | |
| <i>kienastiana</i> | e | e | | C | | | B | C | A | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | |

Table 7a. Baseline data concerning 9 localities in western Ecuador. Figure 1 shows their location, and the species of Gesneriaceae recorded from each of the nine localities appear from Appendix A (Columns 1* to 9*) (Climatic data from Cañadas C. 1983).

Tabla 7a. Datos básicos con respecto de 9 localidades en el Ecuador occidental. La figura 1 muestra la ubicación de las localidades, y en el apéndice A (Columnas 1* a 9*) aparecen las especies de Gesneriaceae registradas en cada una de las 9 localidades (datos climáticos de Cañadas C. 1983).

| Column 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* |
|--------------------------|-----------------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-------|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult. |
| | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bils | Cem | Mant | Rio | Cong | Jaun | |
| | Local | Global | Montane | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| <i>Drymonia</i> (14) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>alloplectoides</i> | d | d | | C | C | | C | C | A | | | X | X | | | X | X | X |
| | <i>brochidodroma</i> | b | c | | A | | | A | | B | X | | X | | | | | | X |
| | <i>coxiacea</i> | d | d | B | C | C | | C | C | | | X | X | | | | X | X | X |
| | <i>ecuadorensis</i> | b | b | | | | | | B | A | | | X | | | | X | | X |
| | <i>kilipti</i> | c | d | B | B | | | B | | | | | | | | | | | X |
| | <i>lactinosa</i> | b | b | | | | | | A | A | | | X | | | | X | | X |
| | <i>macrophylla</i> | c | d | A | C | D | C | A | B | A | | X | X | X | | | X | X | X |
| | <i>rhodoloma</i> | b | b | | | | | | B | A | | | X | | | | X | X | X |
| | <i>serrulata</i> | d | d | | D | D | D | B | C | | X | X | X | | | X | X | | X |
| | <i>surriabaiae</i> | d | d | | C | C | | B | B | A | X | X | X | X | | | X | X | X |
| | <i>variegata</i> | c | c | | C | | C | A | | | | | | | | | | | X |
| | <i>warszewicziana</i> | d | d | B | C | D | D | B | B | | X | X | X | X | | | X | X | X |
| | <i>sp. Nov. A</i> | a | c | | B | | | | A | A | | | | | | | | | |
| | <i>sp. Nov. B</i> | b | b | | | | | | A | | | | X | | | | | | |
| <i>Gasteranthus</i> (15) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>atratus</i> | a | a | | | | | | | B | | | | X | | | | | X |
| | <i>bibaensis</i> | b | b | | | | | | | B | | | X | | | | | | |
| | <i>calcaratus</i> | d | d | A | A | | C | B | C | B | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | <i>carinatus</i> | a | a | | | | | | A | B | | | | X | | | X | | |
| | <i>columbianus</i> | c | c | B | B | | | A | | | X | | | | | | | | |
| | <i>corallinus</i> | c | d | C | B | | D | C | C | | X | X | X | | | | | | X |
| | <i>crispus</i> | b | b | | | | | A | A | C | | | | X | X | | X | X | (x) |
| | <i>eastwani</i> | a | a | | | | | | | A | | | | X | | | | | |
| | <i>lateralis</i> | b | c | B | | | | A | | | | | | | | | | | |
| | <i>macrocalyx</i> | a | a | | | | | | A | B | | | | X | | | X | | (x) |
| | <i>peruvius</i> | a | a | | | | | | | B | | | | X | | | | | |
| | <i>quiltensis</i> | d | d | D | C | | | C | B | | | X | | | | | | | |
| | <i>tenellus</i> | b | b | | | | | | | A | | | X | | | | | | |
| | <i>timidus</i> | b | b | | | | | | A | A | | | | X | | | | | |
| | <i>villosus</i> | b | b | | A | | | | | B | | | X | | | | | | |

Table 7b. Baseline data concerning 9 localities in western Ecuador. Figure 1 shows their location, and the species of Gesneriaceae recorded from each of the nine localities appear from Appendix A (Columns 1* to 9*) (Climatic data from Cañadas C. 1983).

Tabla 7b. Datos básicos con respecto de 9 localidades en el Ecuador occidental. La figura 1 muestra la ubicación de las localidades, y en el apéndice A (Columnas 1* a 9*) aparecen las especies de Gesneriaceae registradas en cada una de las 9 localidades (datos climáticos de Cañadas C. 1983).

| Column 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* |
|------------------------|----------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-------|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult. |
| | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bils | Cent | Mant | Rio | Cong | Jam | |
| | Local | Global | Montane | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| <i>Colhouwea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | e | e | A | A | | | B | | | X | X | | | | | | | | |
| | e | d | | D | | | A | | | X | | | | | | | | | |
| | e | d | | B | | | A | | | X | | | | | | | | | |
| | b | b | | | | | | B | | | | | | | | | | | X |
| | a | e | C | | | | A | | | | | | | | | | | | (x) |
| | d | d | D | C | | | A | C | B | | X | X | X | | | | | | X |
| | e | d | A | | | | | C | A | | | | | X | | | | | |
| | d | d | C | C | | | C | A | C | X | | | X | X | X | X | | | X |
| | e | e | A | A | | | B | | B | X | X | | X | | | | | | X |
| | e | e | | A | | | A | | | X | | | | | | | | | (x) |
| | e | d | | D | | | B | | | | X | | | | | | | | (x) |
| | d | d | D | D | | | D | D | C | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| | e | e | | B | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| | d | d | D | D | | | D | D | D | X | X | X | X | X | | X | X | | X |
| | b | b | | | | | A | | | | | X | | | | | | | |
| | e | d | | C | | | C | | | X | X | | | | | | | | X |
| | b | b | | | | | | C | A | | | | | X | | | | | X |
| | d | d | B | A | | | B | D | C | | X | X | X | X | X | X | | | X |
| | b | e | | A | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| | e | d | A | C | | | C | | | X | X | | | | | | | | X |
| <i>Cremosperma</i> (9) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | e | d | | C | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| | e | d | A | B | | B | | | B | X | | | | | | | | | |
| | e | d | B | D | | | C | | A | X | | | | | | | | | |
| | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | X |
| | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | |
| | e | d | | B | | | A | | A | X | | | | | | | | | |
| | e | e | | A | | | | | A | X | | | | | | | | | |
| | b | b | | | | | | | C | | | | X | X | X | | | | |
| | e | e | | A | | | A | | | | X | | | | | | | | |
| <i>Diastema</i> (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | d | d | C | C | B | A | B | C | C | X | | X | X | | X | | X | | X |
| | d | d | B | C | D | D | | C | B | | | | X | X | | | | X | X |
| | d | d | B | A | A | D | B | C | B | X | | X | X | | X | | X | | X |

Table 7c. Baseline data concerning 9 localities in western Ecuador. Figure 1 shows their location, and the species of Gesneriaceae recorded from each of the nine localities appear from Appendix A (Columns 1* to 9*) (Climatic data from Cañadas C. 1983).

Tabla 7c. Datos básicos con respecto de 9 localidades en el Ecuador occidental. La figura 1 muestra la ubicación de las localidades, y en el apéndice A (Columnas 1* a 9*) aparecen las especies de Gesneriaceae registradas en cada una de las 9 localidades (datos climáticos de Cañadas C. 1983).

| Column 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* |
|------------------------|----------------|--------|----------------------------|----------|---------|--------|-------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| | Current status | | Extra-coastal distribution | | | | Coastal forest habitats | | | Ecuadorian forest localities | | | | | | | | | Cult. |
| | Coast | Range | Coastal | Pacific | Central | Amazon | Wet | Moist | Cloud | San | Lita | Zapa | Bils | Cent | Mant | Rio | Cong | Jaun | |
| | Local | Global | Montane | Colombia | America | basin | >3,000 | <3,000 | Fog | | | | | | | | | | |
| <i>Gloxinia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>dodsonii</i> | c | c | | A | | | B | B | C | X | X | X | X | | X | | | | X |
| <i>Happtella</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>ulmifolia</i> | c | d | D | D | | D | | A | | | | | | | | | | | (x) |
| <i>Kohleria</i> (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>inaequalis</i> | c | d | B | D | | | B | | A | X | X | | | | | | | | X |
| <i>spicata</i> | d | d | D | D | D | B | C | D | | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| <i>villosa</i> | c | e | C | A | | | | B | B | | | X | | | | | | | X |
| <i>Monopyle</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>macrocarpa</i> | d | d | B | C | B | C | B | D | B | X | X | X | X | X | | | | X | X |
| <i>rodricana</i> | c | e | | | | | B | B | C | X | X | X | X | X | | X | | | X |
| <i>Napeanthus</i> (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>apodemus</i> | c | d | | D | D | C | | C | C | | | X | | | | | | | (x) |
| <i>robustus</i> | b | d | | B | C | C | | B | B | | | X | X | X | | X | | | (x) |
| <i>Neomortonia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>rosea</i> | c | d | A | C | A | | B | | | X | X | | | | | | | | X |
| <i>Paradytmia</i> (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>bivata</i> | c | e | | | | | B | | | X | | | | | | | | | X |
| <i>hypocrita</i> | b | b | | | | | | A | B | | | X | X | | X | | | | X |
| <i>lacera</i> | a | a | | | | | | A | A | | | | | | | | | | X |
| <i>Phinnea</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>divaricata</i> | b | e | | | | A | | A | A | | | | | | X | | | | X |
| <i>Reldia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>minutiflora</i> | b | d | | B | B | C | | | A | | | X | | | | | | | |
| <i>Suecungia</i> (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>warmingii</i> | b | d | A | | | D | | A | | | | | | | | | | | X |

Table 7d. Baseline data concerning 9 localities in western Ecuador. Figure 1 shows their location, and the species of Gesneriaceae recorded from each of the nine localities appear from Appendix A (Columns 1* to 9*) (Climatic data from Cañadas C. 1983).

Tabla 7d. Datos básicos con respecto de 9 localidades en el Ecuador occidental. La figura 1 muestra la ubicación de las localidades, y en el apéndice A (Columnas 1* a 9*) aparecen las especies de Gesneriaceae registradas en cada una de las 9 localidades (datos climáticos de Cañadas C. 1983).

Location: Carchi province. Valley located Andean slopes and a western front ridge.

Vegetation: Pluvial premontane forests and locally, above 800 m, cloud forests.

Status: Included in Awa Ethnic Forest Reserve, and managed by indigenous people.

Information: Fieldwork by Kvist in 1983 (Kvist 1986; Barfod & Kvist 1996), and more recent collections by many others.

Location: On the border between Imbabura, Carchi, and Esmeraldas provinces.

Status: No protection, rapidly being destroyed along Ibarra-San Lorenzo road.

Information: Visited by Dunn in 1995, Clark in 2001 and 2002; and by many other collectors in recent years.

Location: In Esmeraldas province along the Cayapa River.

Vegetation: Wet lowland rain forest and secondary vegetation.

Status: Not protected, managed by the Cayapa indigenous people and African-American villagers.

Information: Fieldwork by Kvist in 1982 and 1983 (Kvist 1986; Barfod & Kvist 1996).P

CLASS="western" ALIGN=JUSTIFY STYLE="margin-right: 0in; line-height: 100%"> Location: Southwestern Esmeraldas province south of the town of Esmeraldas.

Precipitation: Measured to 1500 mm, but not including fog.

Vegetation: Cloud forest above 500 m, and wet and moist forests below 500 m. Status: Ca. 3000 ha included in Bilsa Biological Station, and in 1996 included in the Mache-Chindul Ecological Reserve. Surrounding forests until now rapidly being destroyed, but the status of reserve may limit the destruction.

Information: Intensive field work by Clark and co-workers from 1994 (Clark 1997).

Location: Isolated ridge located on border between Pichincha and Los Ríos provinces.

Status: Converted to agriculture. Vegetation may survive on slopes and in ravines.

Information: Herbarium collections mostly made by Dodson and collaborators based at nearby Río Palenque Biological Station.

Location: On border between Cañar and Azuay provinces.

Information: Field work by Clark and Dunn in 1996 and Clark in 2001.

Location: In Los Ríos province between Santo Domingo and Quevedo, west of Centinela Ridge. P
CLASS="western" ALIGN=JUSTIFY STYLE="margin-right: 0in; line-height: 100%"> Status: Approx. 100
ha. of forest protected, but region otherwise deforested.

Information: Flora of Rio Palenque (Dodson & Gentry 1978).

Location: In Pichincha province, Colorado indigenous peoples reserve southwest of Santo Domingo.

Precipitation: Not known but probably somewhat less than in Santo Domingo de los Colorados (2900 mm) located 20 km towards the northeast.

Vegetation: Moist evergreen rain forest, but strongly disturbed.

Information: Field work by Kvist in 1982 and 1983 (Kvist 1986; Barfod & Kvist 1996).

Status: 138 ha. of forest protected, but region otherwise deforested.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Transformation of the vegetal cover in the high mountain of the cordillera oriental, Colombia.

Transformación de la cobertura vegetal en la alta montaña de la cordillera oriental de Colombia.

Cortés-S., Sandra Pilar^{1*}; Rangel-Ch., J. Orlando¹ & Serrano-V., Hernán²

¹Universidad Nacional de Colombia, Apartado aéreo 7495 Bogotá-Colombia,

Teléfono : 57(1) - 3165000 extensión 11512, Fax :

57(1) - 3165365, jerangel@ciencias.unal.edu.co;

²INSAT Ltda., Especialista en SIG y PR,

haserrano@yahoo.com

*autor para correspondencia, email : sanpicor@yahoo.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.322.1>

Transformation of the vegetal cover in the high mountain of the cordillera oriental, Colombia.

Resumen

Se estudió la transformación del paisaje en los páramos Cristales, Cuchilla El Choque, nacimiento del río Bogotá y zonas aledañas del altiplano cundiboyacense de Colombia, (5° 03' a 5° 18'N y 73° 21' a 73° 44' W). Se partió de la caracterización de la vegetación potencial que estuvo presente en el territorio (E0) y la cobertura vegetal actual (E1), la cual se interpretó con imágenes LANDSAT ETM, 2000. En la zona de influencia están representadas las regiones de vida Subandina (1000-2100 m) con 931 hectáreas (ha), con formaciones vegetales boscosas; Andina (2100-3200 m) con 44.158ha y cerca de 21 tipos de formaciones vegetales boscosas (dominadas principalmente por especies de *Weinmannia* L.); Franja baja del páramo o subpáramo, (3200-3500 m) con 5.076 ha y cerca de 39 formaciones vegetales entre rosetales (predominio de especies de *Espeletia* Mutis ex Bonpl.), pajonales, matorrales, bosquetes y 17 formaciones azonales. Luego del análisis espacial comparativo de las diferentes coberturas (E0 y E1) se distinguieron cambios y procesos de transformación en la cobertura vegetal, de origen natural y antrópico, así de las 50.164 ha (área total), el 59.7% ha sufrido transformación o conversión total de hábitat, el 10% presenta diferentes grados de alteración, el 4.68% está en regeneración, el 25.2% está en conservación. Los principales factores de transformación han sido la agricultura, la ganadería y las curtiembres. Palabras clave: Vegetación potencial, Conversión de hábitat, alteración, conservación, biodiversidad.

Abstract

We studied the transformation of the vegetal cover in the paramos Cristales, Cuchilla el Choque, nacimiento del río Bogotá and bordering zones at the cundiboyacense plateau - Colombia, (5° 03' a 5° 18'N y 73° 21' a 73° 44' W). We start from the characterization of the potential vegetation that was present in the territory (E0) and the present vegetal cover (E1), was interpreted with images LANDSAT ETM, 2000. In the zone of influence three life regions are represented: 1-Subandean (1000-2100m) with 931 hectares (ha), with wooded vegetation; 2-Andean (2100-3200 m) with 44.158ha and near 21 wooded vegetal types of formation (dominated mainly by species of *Weinmannia* L.). 3-Low paramo (subparamo), (3200-3500 m) with 5.076 ha and near 39 vegetal formation between rosetales (predominance of *Espeletia* Mutis ex Bonpl. species), bunch-grasses, scrubs, low forest and 17 azonal formations. Soon of the comparative space analysis of the different covers (E0 and E1) changes and processes of transformation were distinguished in the vegetal cover, of natural and antropic origin, that 50.164ha (total area), the 59,7% have undergone transformation or total habitat conversion, 10% present different alteration degrees, the 4,68% is in regeneration, the 25,2% is in conservation. The main factors of transformation have been agriculture, cattle ranch and tannery. Key words: Potential vegetation, habitat conversion, alteration, conservation, biodiversity.

Introducción

Vastos sectores del gradiente montañoso de la cordillera Oriental colombiana poseen ecosistemas naturales que se constituyen en remanentes que deben considerarse un patrimonio biológico y cultural cuya preservación y uso sostenible reclaman urgente atención. Uno de los casos más interesantes son los remanentes de bosque andino y los páramos del altiplano cundiboyacense (departamentos de Cundinamarca y Boyacá - Colombia).

En esta contribución se presentan los resultados de un nuevo enfoque metodológico de análisis multitemporal que tiene como punto de partida la interpretación de un escenario ecosistémico original reconstruido a partir del conocimiento que ya se tiene de los ambientes y las comunidades vegetales andinas y paramunas de Colombia, en contraste con las condiciones del mismo escenario, pero bajo las condiciones actuales de uso intensivo del territorio.

Materiales y Métodos

Dentro de los elementos que pueden ser estudiados en el paisaje están los cambios, los cuales se interpretan como la alteración de la estructura y función del mosaico ecológico a través del tiempo (Forman & Godron 1986). Estos cambios a su vez se evidencian en la cobertura vegetal que podemos considerar como el esqueleto de los ecosistemas terrestres.

En el caso de los páramos a estudiar, el escenario ecosistémico original fue reconstruido a partir de la interpretación de la distribución de las comunidades vegetales y sus rasgos ecológicos, fundamentados en el inventario de la vegetación natural del país (Rangel 1995 a , b , 1997, 2000; Cortés et al. 1999, 2000), con lo cual se elaboró un modelo que se denominó la vegetación potencial, y para el caso, corresponde a un tiempo o estado cero (E0), logrado a partir de modelamiento cartográfico, como se ve en la (Figura 1).

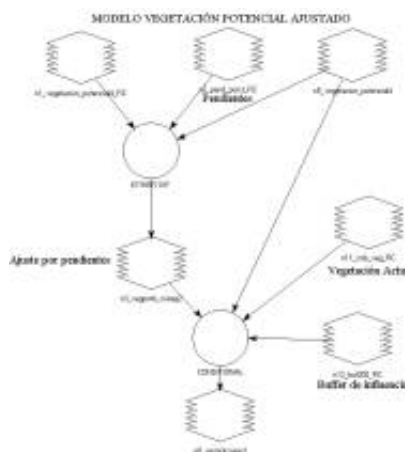


Figura 1. Modelo cartográfico para la obtención del mapa de vegetación potencial en el programa ERDAS 8.4.
Figure 1. Cartographic model to vegetation map obtention on the ERDAS 8.4. program.

El escenario ecosistémico actual se analizó a través de la interpretación visual de las coberturas del área de interés sobre imágenes de satélite LANDSAT-ETM pathrow's 856, 756 y 757 posteriores al año 1999, luego de mejorar su resolución espectral con la fusión de las bandas visible e infrarrojo vs. pancromática, para su análisis a una escala 1:25000.

En campo se realizaron verificaciones con GPS, fotografías, grabación en video y descripciones completas de las formaciones vegetales, especies dominantes y características del medio físico. Al final se obtuvo el mapa denominado coberturas actuales sobre el territorio, que corresponde a un estado uno (E1).

El enfoque metodológico que se aplicó para la definición de la vegetación potencial y actual se basó en un sistema jerárquico (Rangel 2000), el cual se aproxima a la definición de los ecosistemas a través de cuatro niveles básicos, los dos primeros niveles consisten en aplicar la formulación de Cuatrecasas (1958) y Rangel (1991) en cuanto a regiones y franjas de vida por altitud. El tercero se apoya en las características ambientales particulares (patrones climáticos, pendientes, etc.) y el cuarto criterio es fisionómico - florístico por evidencias regionales y locales comprobadas.

Para facilitar la comparación entre E0 y E1 la tipología proveniente de la aproximación florística y los tipos actuales se agruparon teniendo como criterio la fisionomía y condiciones de cobertura y uso así: bosques conservados, bosques intervenidos, matorrales, vegetación casmófito, vegetación de páramo, coberturas de tipo agropecuario y misceláneos que pueden tener predominio de rastrojos, plantaciones de exóticas, vegetación riparia y pastos. Se realizó un análisis espacial cruzando la información para identificar los diferentes procesos de cambio de la cobertura vegetal.

Área de estudio

La zona de estudio se localiza sobre el flanco este de la cordillera Oriental, al nororiente del altiplano de Bogotá en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Incluye 8 municipios (Villapinzón,

Chocontá, Machetá, Tibirita, Turmequé, Umbita, Pachavita y La Capilla) entre las coordenadas 5° 03' a 5° 18'N y 73° 21' a 73° 44' W (Figura 2).



Figura 2. Ubicación del Área de estudio.
Figure 2. Localization of the research Area.

Resultados

Según la propuesta de Cuatrecasas (1958) y los aportes de Rangel (1991) se puede establecer una zonificación de acuerdo a regiones y franjas de vida así:

| Región de vida | Altitud (m) |
|----------------|-------------------------|
| Ecuatorial | 0 – 1100 (0-1000) |
| Subandina | 1100 – 2350 (1000-2100) |
| Andina | 2350 – 3500 (2100-3200) |
| Paramuna | > 3500 (>3200) |

Tabla 1. Distribución de las Regiones de vida en Colombia.
Table 1. Life zones distribution at Colombia.

El gradiente altitudinal en el área de estudio está entre 2100 m y 3350 m, lo cual ya es indicio de una amplia diversidad de ecosistemas y tipos de vegetación.

La región de vida subandina en el área de estudio ocupa el 1.86% del territorio con vegetación zonal de tipo boscoso. La región de vida andina está mejor representada en la zona de estudio con 88% ([Tablas 2 y 3]) respecto al total del área (franja andina alta 24.02%, franja andina baja 64.01%), con cerca de 6 tipos de formaciones vegetales (bosques y bosquetes) en la zona semihúmeda y 15 formaciones vegetales boscosas y de matorral hacia las zona más húmeda, en los bosques de la franja andina alta dominan especies del género *Weinmannia* L.

La región de vida paramuna, esta representada en el área de estudio por el piso bajo o subpáramo y representa el 10.12% de la superficie, con cerca de 19 formaciones vegetales de rosetales y pajonales, 10 tipos diferentes de matorrales y bosquetes y cerca de 17 formaciones azonales, para un total de 46 tipos de vegetación. ([Tablas 2 y 3]).

La zona de estudio presenta una alta diversidad vegetal (potencial) beta, pues son cerca de 69 tipos diferentes de comunidades vegetales probables y de las cuales el 70% corresponde a las comunidades de páramo (Figura 3).

| Franjas de vida | Superficie (ha) | % |
|-----------------|-----------------|--------|
| Subandina | 931 | 1.86 |
| Andina alta | 12048 | 24.02 |
| Andina baja | 32110 | 64.01 |
| Subpáramo | 5075 | 10.12 |
| Total | 50164 | 100.00 |

Tabla 2. Superficie de las diferentes regiones y franjas de vida en el área de estudio, según gradiente altitudinal.
Table 2. Surface of different regions and life zones at the study area according altitudinal gradient.

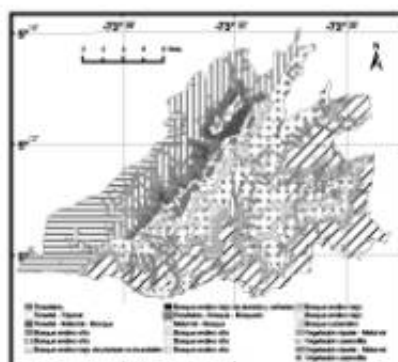


Figura 3. Vegetación potencial de los páramos Cristales, Cuchilla el Choque y nacimiento del río Bogotá.
Figure 3. Potential vegetation of páramos Cristales, Cuchilla el Choque and watershed head of Río Bogotá.

| Estado actual | Superficie (ha) | % |
|------------------------|-----------------|--------|
| Subandina | 34 | 0.07 |
| Andina (alta+baja) | 10862 | 21.65 |
| Subpáramo | 4158 | 8.29 |
| Cuerpos de agua | 49 | 0.10 |
| Actividad agropecuaria | 26067 | 51.96 |
| Zonas en deterioro | 8994 | 17.93 |
| Total | 50164 | 100.00 |

Tabla 3. Superficie actual de los ecosistemas originales y otras coberturas presentes en las diferentes regiones de vida.

Table 3. Actual surface of original ecosystems and other present covers at the different life zones.

En cuanto a la vegetación actual se pudo constatar la presencia de 23 de las comunidades vegetales esperadas y en términos comparativos con los tipos de vegetación que se esperaba encontrar hay un descenso marcado de área natural de la cobertura vegetal propia del bosque andino y subandino ([Tablas 2 y 3], (Figura 4).

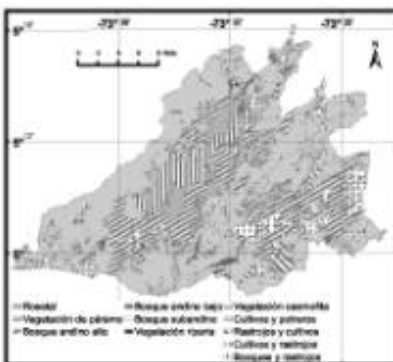


Figura 4. Vegetación actual en el área de estudio.
Figure 4. Actual vegetation at the study area.

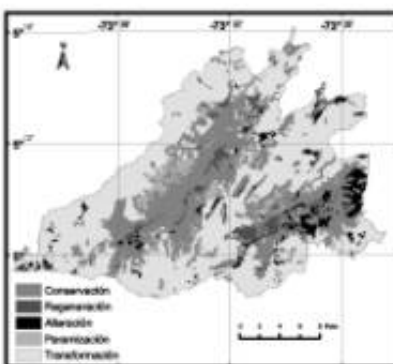


Figura 5. Transformación de la cobertura vegetal en el área de estudio.
Figure 5. Transformation of the vegetation on the research area.

Interpretación de los procesos de cambio de la cobertura vegetal

El análisis comparativo permitió definir el principal proceso que sufrió una condición original (E0) para llegar al estado actual (E1), los procesos de cambio identificados se detallan a continuación.

Conservación

Este proceso tiene lugar cuando los tipos de vegetación original (E0) según lo visto en el estado actual no han sufrido cambios y se mantiene la cobertura esperada; cabe aclarar que para fines de este estudio debe entenderse esto solo como el análisis de la cobertura y aspecto externo de los ecosistemas.

En el área de estudio persisten 12741 hectáreas (ha) (25.2% del área), de las cuales el 51% es bosque andino alto, el 21% es bosque andino bajo, el 0.3% es bosque subandino y el 17% corresponde a vegetación propia de páramo, el 6% corresponde a otros ecosistemas.

Regeneración: Son coberturas que permiten inferir procesos activos de sucesión vegetal de lo esperado respecto a lo observado, por ejemplo un matorral que ahora es un bosque. Cerca de 2347 ha (4.86%) muestran regeneración de la cobertura vegetal, donde el 58% tiende hacia recuperación de bosque y el valor restante a matorrales varios.

Alteración

Se presenta cuando la cobertura original presenta fragmentación y ya no es tan continua como en condiciones naturales, por ejemplo bosques o matorrales cerrados que en el estado actual son de tipo abierto, ralos o presentan combinación con otros tipos de cobertura como potreros, cultivos, matorrales bajos.

Este proceso puede presentarse combinado con otros procesos que deben su presencia a dinámicas sucesionales, por ejemplo: Alteración/Conservación, zonas que antes estaban cubiertas con

bosque y que ahora son matorrales y bosque, o en otro caso: Alteración/Regeneración: cuando persisten matorrales, pero actualmente muestran una cobertura mayor de apariencia boscosa.

Se presentan 3521 ha (7%) donde el 33% incluye a bosque andino alto, el 56% a bosque andino bajo, el 6% a vegetación riparia y un 3% a otros ecosistemas.

Paramización

Este es un caso particular de alteración en el cual zonas con matorrales y bosques de porte alto ceden su paso a vegetación arbustiva de páramo o a frailejonales y pajonales (Hernández 1997), lo cual suele suceder después de una quema o del abandono de cultivos y potreros sobre los 2700m.

Este proceso se identificó en cerca de 1555 ha (3% del territorio) y podría empezar a afectar a 770 ha que actualmente ya presentan alteración. De esta área el 98% debería estar con bosque andino alto y el área restante en bosque andino bajo.

Transformación

Se identifica cuando no quedan vestigios de la cobertura original esperada y en su lugar aparece otra condición que en estructura y en valor paisajístico es totalmente diferente como es el caso de un bosque que pasa a plantación de exóticas o a zona agropecuaria. En el área de estudio estos procesos se expresan en cerca de 30000 ha (59.7% del territorio), de las cuales 31.44% implicó pérdida de bosque andino alto, 53% de bosque andino bajo, 1.77 % de bosque subandino, 1.44% de ambientes de páramo y 12% de otro tipo de ecosistemas.

Discusión

El escenario de la vegetación potencial puede ubicarse en la época prehispánica, cuando la intervención que se presentaba era de bajo impacto en cuanto a la pérdida de la fisiognomía comunitaria (Herrera de Turbay 1984).

Actualmente se observan que cerca de 30000 ha (60% del territorio) han sido transformadas, de esta cantidad el 54% corresponde a lo que fueron bosques andinos bajos, el 32% bosques andinos altos, el 1.8 % bosque subandino y 1.4% afectó al páramo (Figura 5).

El mayor factor de cambio lo han constituido las actividades económicas realizadas por la población de los municipios en el área de directa influencia del páramo que son cerca de 23235 habitantes, con mayor proporción de población rural que urbana.

Las actividades económicas básicas son el cultivo de papa y hortalizas, la ganadería y la curtiembre de cueros. La papa al ser uno de los alimentos básicos de la canasta familiar de los colombianos, es un dinamizador de la economía, siendo Cundinamarca el primer departamento productor a nivel nacional, y Villapinzón el tercer municipio productor, lo cual ha presionado en forma drástica el cambio de uso del suelo.

La actividad industrial más representativa en los municipios de Villapinzón y Chocontá es el tratamiento de pieles (curtiembres), con una tradición de 150 años. Los primeros curtidores se ubicaron en las partes altas, por la riqueza en estas tierras de bosques con especies nativas tánicas como encenillos (especies del género *Weinmannia*) y robles (*Quercus humboldtii* Bonpl.); esta actividad ha sido un foco de conflictos debido al impacto ambiental que genera, por el uso intensivo de recursos naturales y por la contaminación con desechos orgánicos.

Dentro de los procesos de transformación diferenciados llama la atención la "paramización", actualmente cerca de un 3% del territorio antes cubierto por bosques andinos pasó a condición de subpáramo. Generalmente el proceso de paramización se da después de varias etapas (Hernández 1997), que comienzan con la selección, tala y extracción de los árboles de mayor porte, ya sea para leña, madera, carbón o para la obtención de cortezas tánicas destinadas a la curtiembre como ocurre en esta región con los encenillos.

Posteriormente sigue la eliminación del resto de arbustos para uso en leña y postes, y luego se propician quemadas para favorecer el enriquecimiento del suelo y mejorar el cultivo de papa. Con las primeras cosechas el terreno es abandonado y se dedica a pastoreo o a recuperación; algunos terrenos son abandonados y luego de un tiempo presentan abundancia de gramíneas y hierbas, luego pueden empezar a invadir especies de tierras altas como pajas (gramíneas del género *Calamagrostis* Adans.) y chites (arbustos del género *Hypericum* Kunth) y posteriormente frailejones como *Espeletopsis corymbosa* (Bonpl.) Cuatrec. y *Espeletia argentea* Bonpl. para el modelo sucesional de

esta zona, estas últimas son típicas de áreas del subpáramo y sectores clareados lo cual dispara su dispersión.

En cuanto al proceso de conservación, este se presenta en 12742 ha (25% del territorio), de esta superficie 51% corresponde a bosque andino alto, 21% a bosque andino bajo, 17% a ecosistemas de páramo y el porcentaje restante se distribuye entre otros tipos de cobertura vegetal.

Por reconocimiento de campo se evidenció solamente la presencia de 23 comunidades vegetales de cerca de 69 esperadas, por tanto a nivel de diversidad beta se habría perdido un valor cercano al 60%. La aproximación al estudio de la transformación de los páramos en el ambiente colombiano es de gran importancia en estos tiempos dado que se estima que Colombia posee a nivel mundial la zona más importante de páramos naturales, tanto por superficie como por diversidad (Rangel 2000), por tanto aportes como este permiten detectar las tendencias de cambio, con lo cual se pueden tomar a tiempo decisiones en pro del buen uso y la conservación de estos ecosistemas de alta montaña, de vital importancia para el mantenimiento de la diversidad biológica y eje crítico para el mantenimiento del régimen hídrico local y regional, entre otros servicios ambientales que brindan estos ambientes.

Agradecimientos

Esta investigación pudo desarrollarse en el marco del proyecto "Conservación y Manejo de los Páramos Los Cristales, Cuchilla El Choque y nacimiento del río Bogotá" requerido y financiado por las Corporaciones Autónomas Regionales de Cundinamarca (CAR) y de Chivor (CORPOCHIVOR), dentro de las políticas nacionales de protección de ecosistemas estratégicos. Agradecemos a INSAT Ltda. y al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia quienes en mutua cooperación realizaron este proyecto.

Referencias

- Cortés-S, S.P. & O. Rangel-CH. 1999. Los relictos de vegetación de la Sabana de Bogotá. En: Aguirre J. (ed) *Memorias del primer Congreso Colombiano de Botánica*. Universidad Nacional de Colombia, I.C.N. Medio CD.
- Cortés-S, S.P.; T.van der Hammen & J.O. Rangel. 2000. Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chía, Cundinamarca. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. Diciembre 23 (89): 529-564.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. 10 (40):221-268.
- Forman R.T. & M. Godron 1986. *Landscape Ecology*. Nueva York. Pág. 11.
- Hernández-C. J. 1997. Comentarios preliminares sobre la paramización en los Andes de Colombia. Premio a la vida y obra de un científico. Publicaciones de la FEN: 42-47. Bogotá.
- Herrera de Turbay, L.F. 1984. La actividad agrícola en la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), Perspectiva histórica. En: T.van der Hammen & P.Ruiz. (ed). *Estudios de ecosistemas Tropandinos*. Vol 2:501-530. Edt. Cramer, Berlin - Stuttgart.
- Rangel-CH, O. 1991. *Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia*. Tesis doctoral. Universidad de Ámsterdam.
- Rangel-CH, O. 1995a. La diversidad florística en el espacio Andino de Colombia. En: Churchill S., H.Balslev, E. Forero & J.Luteyn (eds). *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forest*. P.187-205. The New York Botanical Garden. New York.
- Rangel-CH, O. & H. Sturm. 1995b. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera oriental. En: L. E.Mora-O. & H. Sturm (eds). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque alto andino cordillera Oriental de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. *Colección Jorge Alvarez Lleras* N° 6: 47-70.
- Rangel-CH, O & A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica II*. Universidad Nacional de Colombia-IDEAM.59-87. Bogotá.
- Rangel-CH, O. (ed.).2000. *Colombia Diversidad Biótica III*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

The meaning of regeneration strategies and anthropogenic influence for the forest expansion in East African montane forest ecosystems - a modelling approach.

La importancia de estrategias de regeneración y influencia antropica por la expansión de bosques en el ecosistema del Bosque Montano del este de África - un modelo.

Kiefer, Stefan^{1*}; Bussmann, Rainer W.²

¹Triererstr. 28, 66265 Heusweiler, Germany, Email: skiefer@arcor.de;

²University of Hawaii at Manoa, 3860 Manoa Road, Honolulu, HI 96822-1180,

Email: bussmann@hawaii.edu

*corresponding

author

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.324.1>

The meaning of regeneration strategies and anthropogenic influence for the forest expansion in East African montane forest ecosystems - a modelling approach.

Abstract

During a two year field study the regenerations strategies of East African montane and submontane forests have been investigated. The compositions of growth forms and the floristic composition were recorded with the Relevée-method and with frequency analysis. From this data diversity indices were derived and completed by the point quarter method. These studies were carried out mainly on gaps, some data were collected from undisturbed forest patches. For a further classification of the disturbed patches the shadow distribution was measured with a data logger and an array of 16/32 light sensors. To measure the potential anthropogenic influence an energy survey was conducted. Interviews with the local communities shows how high the demand for products from the forest can be. This gained data shall be brought to a raster based model to simulate the changes of the forest expansion in time. With this model it will be possible to simulate the influence of human impact on the forest and to support the decision makers while making managing plans for forests in East Africa. With slide changes the model should be adaptable to other regions as well. Key Words: Regeneration Strategies, Modelling, Anthropogenic Influence

Resumen

Durante dos años de trabajo de campo se investigaron las estrategias de regeneración de bosques montanos y submontanos en el este de Afrecha. La composición florística y formas de crecimiento se registraron en relevés con análisis de frecuencia. Para esta diversidad de datos de elaboran índices y se completo por el método point-quarter. Estos estudios se concentraron en claros del bosque, con unas parcelas no perturbadas como control. Para una clasificación futuro de perturbaciones la distribución de sombra ha sido medido con un logger de datos y 16/32 sensores para luz. Para medir el impacto antropico se conducía entrevistas para evaluar el uso de recursos para energía. Las entrevistas en comunidades locales indican una demanda muy alta por productos del bosque. Los datos se incorporaran en un modelo raster para simulación de los cambios en el bosque por el tiempo. Se puede simular también el impacto humano en el bosque. El modelo puede soportar los administradores en sus decisiones de manejo en el Este de África. Con pequeñas modificaciones se puede usar el modelo en otras regiones también. Palabras Clave: Estrategias de Regeneracion, Modelos, Influencia Antropica

Introduction

In the literature, regeneration of Forests is usually directly linked to a cycle from disturbance to maturity (Watt 1947; Whitmore 1989). It is widely accepted, that disturbances (gaps or openings) are one key factor for Biodiversity, especially concerning shade-intolerant species (sensu Whitmore). Without openings, their diversity would be noticeably diminished (Brokaw et al. 1989; Whitmore 1989). It can be assumed, that shade-intolerant tree species plays a key role in the expansion of the forest, because they have the ability to form a forest at the edge of the forest. In this way, they create the conditions for the establishment of a forest of climax tree species (sensu Whitmore).

Since the 1980's much work has concentrated on gap ecology. Most studies were conducted in South America and South East Asia as well as in North America. Based on these results, the hypothesis is made, that the basic strategies of forest regeneration are applicable on all latitudes, and therefore in all forests. (Runkle 1989). One missing factor in these studies is the influence of human activities, because most studies are carried out under natural conditions. This means, in this context, without anthropogenic influences. In reality, anthropogenic influences in forests are hardly negligible, especially in equatorial countries, with the highest extension of highly divers rain forests. These forest communities represent the most vulnerable forest type, and are also believed to be the

key factor for climate regulation. These forests are also one of the major economic resources of tropical countries (Amelung 1992). Timber extraction, however, led to a vast deforestation in the last two decades, and left huge areas of damaged or degraded land (ITTO 2002). Human beings are an underestimated factor in forest regeneration. For these reasons, it is of paramount importance to take this most important factor for determining forest expansion, especially in tropical countries, into account. For Kakamega, an East African Montane Forest, the paradigm of gap phase regeneration is applied and combined with the influence of human activities. The severity of human activities is part of the regeneration mechanism. The need to recognize human beings as an important factor in the regeneration cycle, and as part of the ecosystem, is evident. Moreover, there are mainly remnants of forests left, which are under high pressure, in particular in highly populated areas. A modeling approach seems to be a necessary step to manage these observations.

Materials and Methods

The Study Area

Kakamega Forest, situated in the Western Province of Kenya, close to the Ugandan border, is believed to be the easternmost remnant of the Guineo-Congolian rain forest belt stretching from West Africa to as far as Uganda (Kokwaro 1988; KWS, 1994). It can also be seen as a transition zone between lowland rain forests of the Guineo-Congolian type and the highland Afromontane forests, containing species of both regimes (KIFCON, 1994). Kakamega forest lies at altitudes of 1500 to 1700 m on a mainly flat to slightly undulating terrain. With high variations in rainfall, it covers all ranges from semi deciduous to moist rain forest (1325 mm (Chapman et al. 1996) to 3500mm (Tsingalia 1988)).

Kakamega forest was gazetted with 19,792 ha in 1933 (personal communication with forest department). Actual estimates of its extension amount to 13,900 ha (Mutangah 1996).

Kakamega District is one of the areas with the highest population density of Kenya, with 369 p/km² (Ministry of Finance and Planning 1996).

In 1967, northern parts of the forest were transformed into a National Reserve under the management of the Kenya Wildlife Service, while the rest stayed as Nature Reserve under the management of the Forest Department. The forest is surrounded by approximately 70 settlements (KIFCON 1994; Mutangah 1996).

Methodology

To obtain the necessary data, vegetation analytical methods, as well as questionnaires to get data for the socio-economic, respectively anthropogenic, aspects, were used.

Lieberman et al. (1989) formulated an approach to consider a finer scale for categorizing gaps, than the usual approach of gaps and non-gaps. According to this source, a gap should be considered rather as a point on a continuum of different shadiness while variation in canopy composition and foliage provide different shade conditions. Therefore the "dendrocentric" approach seems to be a reasonable paradigm for further research in the field of regeneration (Lieberman et al. 1989).

The frequency-analyzing methods were found to meet the demanded tasks best by slightly changing this method to describe not only the vegetation composition, but also the regeneration mechanisms concerning the dendrocentric approach by arranging it circularly around certain trees in the circular frequency analysis.

Circular Frequency Analysis

Certain tree species were chosen for these observations. *Funtumia africana* and *Polyscias fulva* can be considered as typical pioneer species, while *Croton spec.* and *Olea capensis* are species from the early and mature climax phases. In addition the same survey was conducted on Gaps.

On small square plots of 2 x 2 m all tree seedlings (offspring < 10 cm height) were counted (Figure 1). 52 Plots were arranged around each tree base stand. The Plots were arranged on a line perpendicular to the base stand of the trees towards the 8 compass directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). On every line the plots were placed 2 m from each other, beginning 2 m from the tree base stand.

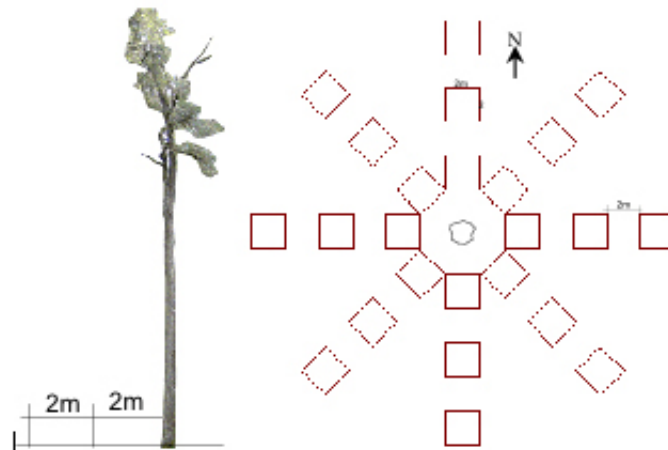


Figure 1. Circular Frequency Analysis, plot design
Figura 1. Analisis de frecuencia circular, diseno de las parcelas

Point Quarter Sampling

The Point Quarter Sampling provides a broad variety of useful information about stand structure. Apart from structural parameters diversity indices can be derived. For this study we concentrated on the Relative Frequency (RF) and the Importance Value Index (IVI) of the tree species, in addition to the Shannon Index for diversity.

The Point Quarter Sampling was conducted on 200 m transect lines. The start point of the transect was chosen arbitrarily, by choosing the most homogenous part of the forest. From this point towards the direction of most homogeneity the survey was conducted on sample points with a randomly chosen distance from each other. Randomly chosen distances were collected from random numbers between 1 and 10 multiplied by 2. Multiplication was used to avoid too close sample points. From each point DBH as well as distance from the point for the closest standing trees, in each quadrant of an imaginary circle around the sample point, with DBH >5 cm were measured. Double measured records were marked. The survey ended with the last distance >195 m from the starting point.

Analytical Methods

To describe the regeneration mechanisms, the relative frequencies and densities were calculated from the resulting data. Additionally a diversity index (Shannon-index) was calculated. For a direct comparison of sites the Importance Value Index was calculated. The application of the IVI-calculation for the circular frequency analysis has been changed slightly because the calculation of the basal area and density was not applicable. Therefore the calculation of the Importance Value Index (IVI) for the seedlings was slightly adjusted to the data.

Energy Survey

The probability of getting reliable data drops, when asking people for possibly illegal activities. Therefore this survey was carried out by a local counterpart, in the homes of the people. Moreover the questionnaires used for the survey were written in the mother tongue of the people, so that everybody could read or fill in the questionnaires himself. The Questions were limited to the construction manner of the house and fencing, and the daily, weekly or monthly demand for different energy resources. And information about who is responsible for the procurement of each resource used. For this study, the amount and kind of resource used have been deducted directly from a quantitative analysis of the answers.

Results

Mainly small gaps occur in the sample area, seldomly exceeding an extension of more than 600 m². Therefore the micro-mosaic approach and the dendrocentric paradigm are a good strategy for a survey of the mentioned area.

Regeneration survey

The results of the circular frequency analysis are shown in (Figure 2). The IVI for 25 most important seedling species depending on the sampled tree is plotted. *Olea capensis ssp. welwitschii* and *Croton megalocarpus* are typical climax species, although *C. megalocarpus* seems to be a transitional species from the secondary to climax phase. *Polyscias fulva* and *Funtumia africana* are considered to be pioneer species, whereas *P. fulva* demands bigger gaps with a higher amount of light than *F. africana*. So far in none of the Gaps a seedling or either sapling of *P. fulva* was recorded. As can be seen in (Figure 3) and (Figure 5).

P. fulva appears to be an important tree in the secondary forest, but in the seedling context it has no importance.

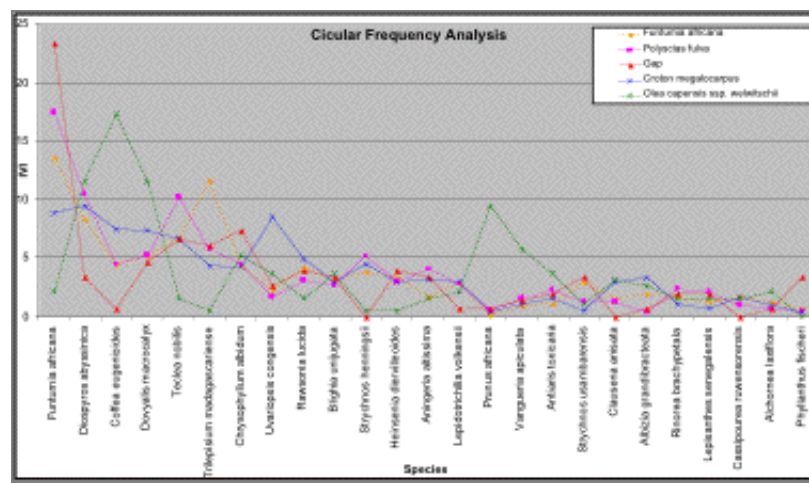


Figure 2. Importance Value Index of 25 most important seedling Species per plot (n=52)
 Figura 2. Índice de Valor Importancia de los 25 germinantes más importantes por parcela (n=52)

Comparing the records from the climax vegetation plots (*C. megalocarpus* and *O. capensis ssp. welwitschii*) with the secondary vegetation plots (*F. africana* and *C. megalocarpus*) the graph shows a clear opposite tendency of the importance of seedling species. *F. africana* seedlings play a major role in the regeneration of open areas and secondary regimes, whereas their role in the climax phases is only minor (the same is valid for *Trilepisium madagascariense* and *Strychnos heningsii*, but these species belong to the later building phase of the forest). In contrast, seedlings of *Diospyros abyssinica*, *Uvariopsis congensis* and *Prunus africana* appear in high importance under climax species, and show least importance in secondary regimes and in openings.

(Figure 3) shows the 25 most important species for regeneration, with regard to seedling establishment. Compared to the stand structure only *F. africana*, *T. nobilis* and *D. abyssinica* have a high regeneration success..

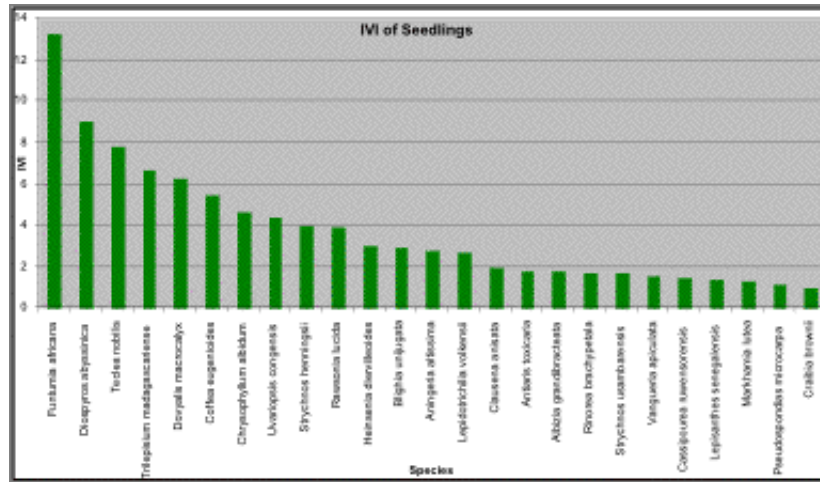


Figure 3. Importance Value Index of 25 most important seedling species from all plots (n=52)
 Figura 3. Índice de Valor Importancia de los 25 especies de germinantes más importantes de todas las parcela (n=52).

Concerning the regeneration structure of the different sampled regimes, (Figure 4) shows, that highest species numbers and therefore highest diversity occurs in the building phase. Openings and climax forest provide a lower diversity.

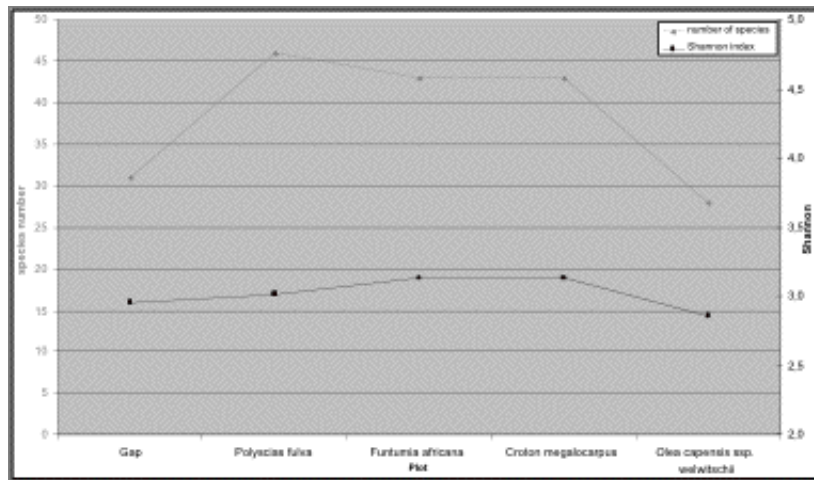


Figure 4. a) max. number of species of sampled plots; b) Shannon index of sampled plots (n=52)
 Figura 4. a) numero máximo de especies in las parcelas; b) Índice Shannon por parcelas (n=52)

Vegetation Survey (Figure 5)

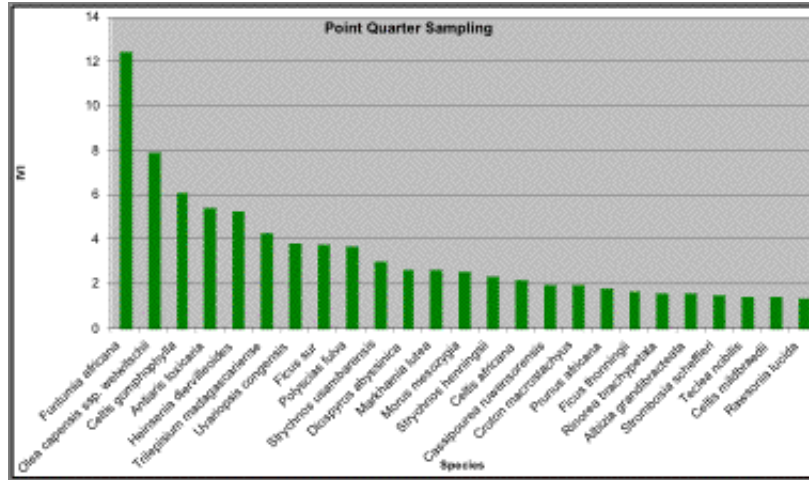


Figure 5. Importance Value Index of 25 most important tree Species of the sample area (n=140)
Figura 5. Índice de Valor Importancia de los 25 especies de arboles mas importantes en el area de estudio (n=107).

The stand structure of the sampled area gives a good picture of the claimed mosaic structure. The highest importance values are shared by pioneer as well as climax species. The highest Frequencies are reached by *F. africana*, followed by three climax species, namely *O. capensis ssp. welwitschii*, *Celtis gomphophylla*, *Heinsenia diervilleoides* (the latter a tree from the lower strata), and *Antiaris toxicaria*. Energy Survey (Figure 6)

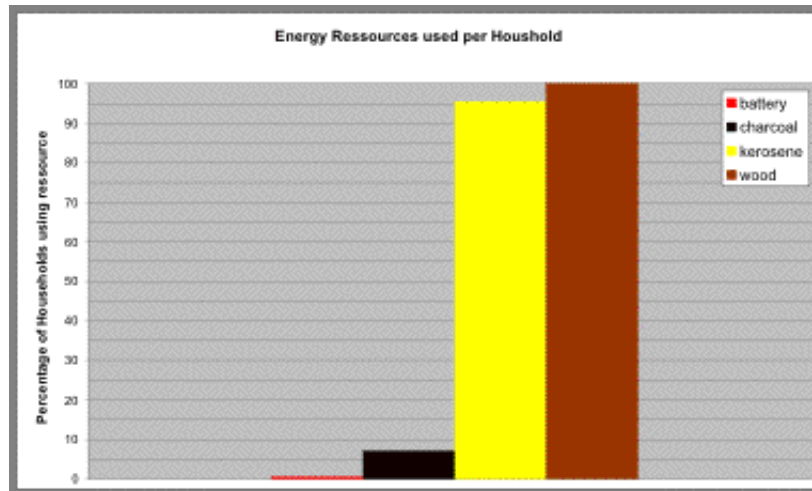


Figure 6. Resources demand
Figura 6. Demanda por recursos

The conducted questionnaire survey shows a very clear picture of the demands of the local people. Wood is used in 100% of the households, mainly for cooking purposes. A similar distribution has kerosene which is used mainly to provide light, but also sometimes for cooking. Charcoal plays a very minor role. Electricity and gas are not used at all, save for one household, which was using a battery.

Discussion

This study shows all known characteristics of the gap phase regeneration paradigm which was established in the mid of the 1980's. It can be concluded, that the sampling area follows these strategies, and moreover, the strategies, which certain species follow, can be indicated. The general mechanism how forest re-growth is initiated and runs can be deduced from the vegetation survey. In early literature there was a common sense, that regeneration follows a cycle of destruction rebuild and maturing (Watt 1947). Based on this, the authors developed the paradigm of the gap phase regeneration in the 1980's (Runkle 1989; Whitmore 1989). They claimed, that gaps are one of the most important factors causing diversity. Whitmore introduced the model of pioneer (or shade-intolerant) and climax (shade tolerant) species. While the climax species can regenerate on a wide range of ecological conditions, and pioneers are restricted to optimal conditions, in this context suitable light conditions. Runkle (1989) claims that the strategy of regeneration is the same on all latitudes, and that there are only differences in characterizing gaps. Lieberman et al. (1989) expanded this when they described their dendrocentric paradigm of a continuum from open to closed canopy, where even leaf shedding contributes to the gap phase regeneration cycle (Lieberman et al. 1989). It is proved, that species, which settled their offspring before or immediately after an opening of the canopy, have the highest regeneration success. The final success is determined, at least for the shade intolerant species, by the width of the opening, and therefore by the availability of light. Sometimes also their germination success depends on a high illumination (Canham 1989). Apart from light as a key factor for regeneration there are other parameters influencing establishment and regeneration success. Microclimate, edaphic and topographic factors, nutrients as well as allelopathic interactions and protecting structures play also a role for a successful upcoming of offspring. Especially gaps (sensu Watt 1980) provide these factors in a wide range and a high variation on the micro scale, e.g. an uprooted tree, high heterogeneity of the vegetation, tree debris, and so on. This provides different microclimatic conditions and protecting structures, with delivery of nutrients at the same time (Heinemann 2000). Taking all these factors into account led eventually to the conclusion of the theory of "Wounds in the Forest" (pers. obs.). Regeneration happens continuously, not only in big openings. The offspring of climax species persists for years in the shadow of the secondary canopy, waiting for suitable conditions, until the canopy degenerates and enables the upcoming plants to close the fissure. These fissures can be broader - the so-called gaps. It can be observed, that gaps behave like wounds, if we abstract the forest to a tissue. Usually the conditions in a forest provide growth of the typical plants of a given vegetation regime. In this way, a scar-less regeneration can happen. If the conditions are drastically changed, by opening the canopy widely, like a wound, there are new conditions. A thin layer, or crust, to cover the sensitive tissue, first covers the wound. The fallow will soon be covered by herbaceous plants, in the case of the sampling area mainly creepers. Where are the similarities? The crust prevents the tissue from drying out, so to say, to establish suitable microclimatic conditions. In the next stage Growth starts laterally where best climatic and nutrition conditions rule. In a small opening the lateral growth will soon establish conditions that allow mainly shade tolerant species to mature. Regeneration succeeds without scar. Bigger openings are different. The crust stage endures longer and a thicker crust develops. The latter is mainly composed from bigger herbs or shrubby vegetation. This provides lighter conditions, and is thus different from the first stage, because there are less ground covering plants. This enables the germination of pioneer species, if they were not already established before. A different vegetation composition can take place and forms as scar, which appears later on as mosaic brick in the canopy coverage. The larger the gap the more persistent the scar the higher the diversity (- as well as -diversity).

The application of these conclusions for the formulated question of this study leads to similarities of the expansion mechanisms and regeneration strategies, and their influence on these sequences. The latter is intrinsic and already mentioned. The anthropogenic influence is the most severe factor affecting nature and forests in particular. If we claim, that on the edges of the forest the same mechanisms as in gaps work, we can consider expansion of forest as closing of the big surrounding gap. Regarding the gap as a wound, the big surrounding gap is also the most sensitive part of regeneration and at the same time the most exposed part of the forest to human activities. Protection of the forest would claim protection of the vulnerable parts of the forest and use of the capable parts.

Because of the long time regeneration takes, and considering the fact, that most of the findings about

regeneration come from human excluded observations, we suggest to bring the known facts together with newly collected socio-economic data in a modeling approach, to provide suitable management strategies.

Acknowledgements

This study was conducted in the framework of BIOTA, with the support of the Federal Ministry of Education and research of the Federal Republic of Germany. We thank the Kenya Wildlife Service, Benson B. Chituy (local assistant), the Herbarium of the Nairobi University, especially Simon Mathenge and Patrick Mutiso, and Prof. Dr. John Onyango, Maseno University.

References

- Amelung, T. & M. Diehl. 1992. Deforestation of tropical rain forests: economic causes and impact on development. *Kieler Studien*, 241
- Brokaw, N. V. L. & S. M. Scheiner. 1989. Species composition in Gaps and structure of a tropical forest. *Ecology*, 70(3):538-541
- Bussmann, R. W. 1994. The forests of Mount Kenya (Kenya) - Destruction and Management of a Tropical Mountain Forest Ecosystem
- Canham, C. D. 1989. Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. *Ecology*, 70(3):548-550
- ITTO (International Tropical Timber Organization). 2002. ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forest. in: ITTO Policy Development Series, 13
- Kenya Indigenous forest conservation Programme (KIFCON) 1994. Kakamega forest - the Official Guide
- Kokwaro, J. O. 1988. Conservation status of Kakamega Forest in Kenya - the easternmost relict of the equatorial rainforests of Africa. Pp. 471-489 in: *Monographs Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden*, 25
- Lieberman, M.; D. Lieberman & R. Peralta. 1989. Forests are not just swiss cheese: canopy stereogeometry of non-gaps in tropical forests. *Ecology*, 70(3):550-552
- Mühlenberg, M. 1993: *Freilandökologie*
- Mutangah, J. G. 1996. An investigation of vegetation status and process in relation to human disturbance in Kakamega Forest, Western Kenya
- Runkle, J. R. 1989. Synchrony of regeneration, gaps and latitudinal differences in tree species diversity. *Ecology*, 70(3):546-547
- Tsingalia, M. H. 1988. Animals and the Regeneration of an African Rainforest Tree
- Whitmore, T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, 70(3):536-538



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Invasive grasses in the Galapagos Islands

Hierbas Invasivas en las Islas Galapagos

Simon Laegaard¹ & Paola Pozo García²

¹Herb. AAU, Build. 137, University, DK 8000 Aarhus, Denmark,
simon.laegaard@biology.au.dk;

²Herb. CDRS, Charles Darwin Research Station, Apart.
17-1-3891, Quito, Ecuador, ppozo@fcdarwin.org.ec

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.326.1>

Invasive grasses in the Galapagos Islands

Abstract

In the Galápagos Island, several grass species are very severely invasive now while others may become invasive in future. Laegaard in 2003 reported a total of 94 species of grasses from Galápagos. *Pennisetum purpureum* y *Panicum maximum* are probably now the most invasives grass species in inhabited islands as Santa Cruz, Isabela, and San Cristóbal. However there are also several other species that in our opinion are threatening to become seriously invasive. Key words: *Pennisetum purpureum*, pasto elefante, *Panicum maximum*, pasto guinea, *Cynodon nlemfuensis*.

Resumen

En las islas Galápagos, actualmente encontramos algunas gramíneas potencialmente invasivas, algunas se mantienen como las más severas, mientras que otras podrían volverse una amenaza en el futuro. Laegaard en el 2003, reportó un total de 94 especies de gramíneas en las islas. *Pennisetum purpureum* y *Panicum maximum* son probablemente la peor amenaza para las islas pobladas como Santa Cruz, Isabela y San Cristóbal. Sin embargo existe otro grupo de especies que para nuestra opinión amenazan con invadir seriamente los ecosistemas isleños. Palabras clave: *Pennisetum purpureum*, pasto elefante, *Panicum maximum*, pasto guinea, *Cynodon nlemfuensis*.

Introduction

Introduced plants are usually not considered very interesting for botanists. However, the present study is a part of an ongoing project of the Charles Darwin Research Station on introduced and invasive plant species in the Galápagos Islands. Invasive plants are a very serious threat to vegetation types in many parts of the world, both in natural and in secondary vegetation. They migrate into local vegetation and by competition can threaten or even eradicate local species. Both on local and world scale they are often just as destructive to native plant life and ecosystems as pollution from human activities.

In Galápagos several grass species are more or less invasive now - some very severely invasive - while others may become invasive in future. Therefore it is important, both scientifically and for the management, to know which species are there, when did they arrive and especially to know if they may be potentially invasive.

Textbooks and review articles, e.g. Williamson 1999, on invasive plants generally say that it is impossible to predict which species will become invasive in a certain area. Generally, this is correct. But from observations in the Galápagos and a knowledge of the behavior of some of the species in the mainland of Ecuador and elsewhere some of the species that are present now will be discussed with their characteristics and their potentiality as invaders.

Results and Discussion

A total of 94 species of grasses are at present reported from Galápagos, Laegaard 2003. We will never know for sure how many there were before the first humans visited the islands in 1535 and others settled to live there in 1832. According to Wiggins & Porter 1971, eleven species are endemic and are of course native and about 29 others can with some confidence be considered native. About 54 species have been introduced (Figure 1).

Some of these have been actively introduced for some purpose, for example, corn, sugar cane, and lemon grass for human consumption, several species of for cattle grazing and a few for ornamental or other purposes, e.g., various species for lawns and some bamboos. It is considered that about 21 species have been actively introduced. The rest, about 33 species, are considered to have been accidentally introduced as weeds. Most of these are annuals.

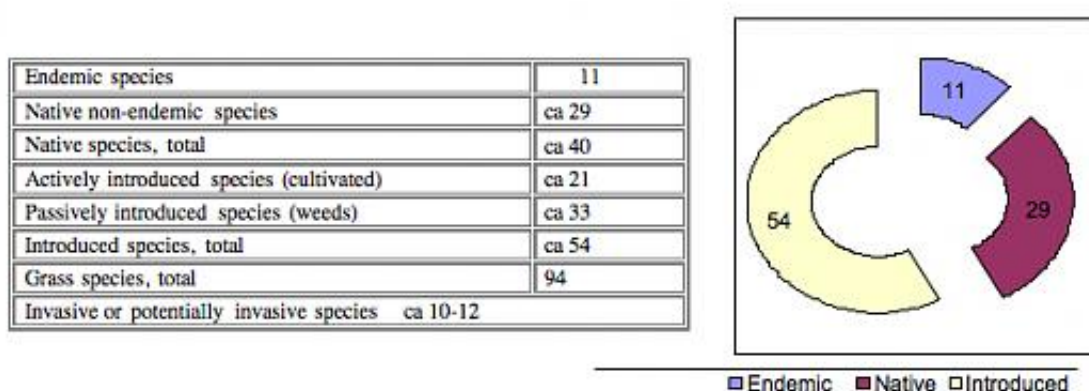


Figure 1. Number of grass species in the Galapagos islands
Figura 1. Numero de especies gramineas en las Islas Galapagos.

The majority of all grasses are light demanding and with sufficient light many of them are opportunistic, that is, when there is an open area they are often able to invade it before or at least together with other plants. On the other hand, some of these species are weak competitors, which means that over some time they will lose the struggle for light, water, and nutrients to other plants. But some are both opportunistic and strong competitors and among these we find the invasive species.

Pennisetum purpureum, pasto elefante, is probably now the most invasive grass species in and around cultivated areas of Santa Cruz, Isabela, and San Cristóbal. It is most common at mid-elevation and in open areas, especially in previously cultivated fields where it is "fighting" with other very severely invasive plants as *Rubus niveus* and *Psidium guayava*, Soria et al. (2002). It is not common in the dry, coastal lowland. It is high and dense, 2-5 m high, growing in loose tussocks with short rhizomes but also effectively reproducing by seeds.

Panicum maximum, pasto guinea or chilca, is also clearly an escape from cultivation; it is also invasive and often occurs with *Pennisetum purpureum* along roads etc. at mid-elevation. It is more resistant to drought than *Pennisetum purpureum* and is often rather common in the dry lowland. It is also forming loose tussocks and has effective seed reproduction.

These two species of grasses are the only ones that are now widely spread as invasives. However they are also the species that have been for the longest time in the Galápagos, both are included in the Flora of the Galápagos Islands from 1971, which only few of the following species are. During fieldwork in 2003 it was observed that while both are widespread as invasive in Santa Cruz and San Cristóbal they are more or less confined to fenced fields in Isabela - maybe because they were introduced later to that island.

Several other species of grasses are in our opinion threatening to become invasive. This is based on observations in Galápagos and often also in the mainland of Ecuador. They can sometimes be observed as dense stands along roads or in borders of fields. Some are spreading actively by rhizomes or stolons, others by seeds. It is acknowledged, that maybe only few of these will in future become seriously invasive but it is recommended that they are all kept under observation.

Cynodon nlemfuensis is of SE African origin, it is low growing, rarely more than 50 cm high, often without flowering and confined to propagation by its very long stolons. It is growing very dense and is a very strong competitor. In the mainland of Ecuador it is recently introduced but now well established as invasive from sea level to about 2000 m in areas with dry climate. In Galápagos it has only been observed in a couple of places but it is feared that it may in future become the most severely invasive of all grass species.

Digitaria eriantha, previously known as *D. decumbens* or *D. pentzii*, is also from SE Africa. The species has only very recently been recorded from the mainland of Ecuador (A.M. Vega, pers. comm.) but it has for several years been cultivated for grazing at mid-altitudes of S Cruz. It is widely naturalized along roads and trails here. It is low and rather soft and does not seem very strong as a competitor but it should

be kept under observation.

Urochloa mutica is widespread in Africa and has been spread by humans to all tropical regions, also the Americas, at an early stage. It is somewhat invasive in mainland Ecuador but only in areas with swamps or at least with moist ground. It has been observed at several places in Galápagos but as wet ecosystems are rare in the islands there is not much risk that it will become a serious invader.

Melinis minutiflora, pasto miel, is from E Africa. It is very widespread and invasive in dry parts of mainland Ecuador. It is considered one of the worst invasive plants in Hawaii. It has only been observed in few places in Galápagos. Here it forms very dense stands that more or less exclude other plants but it seems that so far it is not widely spreading. However it should be kept under strict observation and maybe eradicated if possible.

Urochloa (Brachiaria) decumbens and *U. brizantha* belong to a group of several rather similar species that have been introduced from tropical Africa to be cultivated for cattle grazing. Four species are cultivated and naturalized in the mainland of Ecuador but only two have been introduced to Galápagos, probably only a few years ago. So far none of them have spread much outside the sites where they are cultivated. But they should be kept under observation as experience in the mainland of Ecuador has shown that they can become seriously invasive.

Setaria sphacelata is also of African origin. Only in a couple of places in Galápagos it has been observed as cultivated for grazing. In the mainland of Ecuador it can become invasive but mainly at higher altitudes and in rather moist climate.

Axonopus micay is a native to the mountain regions of mainland Ecuador. It has recently been introduced to S Cruz where it has been sown in fenced fields for cattle grazing. We still do not know if it can become seriously invasive but there are indications that it is spreading by seeds to surrounding areas.

Zoysia matrella var. *pacifica* (also known as *Z. tenuifolia*) is a very low and dense grass that has been introduced for cultivation as lawns and has become rather common in several towns. It is known from the mainland of Ecuador that it can spread outside cultivated lawns and it may become invasive because of the very dense growth that more or less excludes other plants.

Chloris inflata is the only accidentally introduced annual, weedy grass that here is considered somewhat invasive. It is very common and forming dense stands in the towns of Puerto Ayora and Puerto Moreno and along some roads. It is very resistant to dry climate. In the very dry season of 2003 even many native grasses were not able to produce seeds but *Chloris inflata* was flowering profusely and producing numerous well developed seeds.

Leersia hexandra is a widespread species in all tropical regions. There are no previous records in the Galápagos but recently a large stand was found in Santa Cruz. It is not quite clear if it is native or accidentally introduced but it is here supposed that it is native. At least some of the stand has clear characteristics of invasiveness with very dense growth that more or less exclude other plants.

Paspalum vaginatum is native in the mainland of Ecuador and most probably also in Galápagos. In Isabela the species is common along coastal lagoons near Villamil but it has also invaded the town and is now dominant in many open areas as along roads, in waste places, etc. No explanation can be offered for this but it is clearly of interest for further studies.

Conclusions

It has been found that most of the invasive and potentially invasive grass species in Galápagos have been introduced for grazing of cattle and other domestic animals. It seems that the properties that make them tolerant to permanent grazing and some trampling are the same properties that make them strong competitors. Many have their origin in Africa. This is probably biased because most of all grasses that are cultivated for grazing in all tropical regions are of African origin. The reason for this may be that grasses of African savannas have through a long evolutionary history been subject to heavy grazing from numerous large herbivores.

References

- Laegaard, S. 2003. Galápagos Grasses & Sedges. Link from <http://herb132.bio.au.dk/> Simon Laegaard.
- Soria, M.C.; M.R. Gardener, & A. Tye 2002. Eradication of potentially invasive plants with limited distribution in the Galápagos Islands Pp. 287-292. In C.R. Veitch & M.N. Clout (eds.) *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*. Occ. Papers of IUCN *Spec. Surv. Com.* No 27. 414 pp.
- Wiggins, I.L. & D.M. Porter 1971. Flora of the Galápagos Islands. Stanford Univ. Press, 988 pp.
- Williamson, M. 1999. Invasions. *Ecography* 22: 5-12.



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 6(2)

Preliminary characterization of the aquatic ecosystems in Oyacachi and Muertepungu Basins.

Caracterización preliminar de los ecosistemas acuáticos de las cuencas del Río Oyacachi y la laguna de Muertepungu.

Esteban Terneus Jácome^{1*} & Juan José Vásquez Moscoso²

¹Fundación para la Investigación y Conservación de Ecosistemas Acuáticos AGUA, Dirección Postal: Calle 18 de septiembre E4-26 y Avenida Amazonas, Tlf: (523) 02 2375-712; 2909-428, email: terneusesteban@yahoo.es;

²Fundación para la Investigación y Conservación de Ecosistemas Acuáticos AGUA), Dirección postal: Calle Bruning S/n y pasaje "D" (Conocoto) Quito - Ecuador, Tlf: (523) 02 2343-599, email: Juanjo5@andinet.net

*Autor para correspondencia

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.349.1>

Preliminary characterization of the aquatic ecosystems in Oyacachi and Muertepungu Basins.

Resumen

Se realizó una caracterización abiótica de ecosistemas acuáticos en la Biorreserva del Cóndor a través de información secundaria. Posteriormente, se ejecutó un trabajo de validación a escala local, incluyendo datos biológicos y físico-químicos, de los macrohábitats correspondientes a la cota altitudinal de 3200 y 4000 m. Para esto se escogieron 15 puntos de muestreo, 13 en la zona de Oyacachi y dos en Muertepungu. Los datos obtenidos mostraron que el trabajo de caracterización abiótica, en general, diferencia pobremente la variabilidad existente de ecosistemas acuáticos para el rango altitudinal estudiado. Sin embargo, se encontraron ciertas tendencias de agrupamiento entre los puntos de muestreo, por lo que se sugieren algunas variables a tomar en cuenta como son: la geología, fuentes de agua y niveles de intervención para mejorar la caracterización abiótica existente. Palabras clave: abundancia, ríos, intervención, riqueza, similitud.

Abstract

The abiotic characterisations of freshwater ecosystems were carried out in the Cóndor Bioreserve. All information was gathered through out of secondary information. Forward local validation surveys were done including biological and physico-chemical variables of the macrohabitats belonging to altitudinal range between 3200 and 4000 m. In this way, 15 sample units were chosen 13 in Oyacachi and two in Muertepungu area. The data obtained showed that de work gathering, in general were poorly differentiates the existent variability of freshwater ecosystems in the altitude rage studied. However, some tendencies of similarity clustering between sample units were found, therefore, some variables such as geology, water springs and perturbation levels were suggested to be examined to improve the existent abiotic characterisation. Keywords: abundance, rivers, perturbation, richness, similitude.

Introducción

El Presente estudio tiene como meta realizar una validación parcial de los resultados obtenidos durante el proceso de caracterización abiótica de los ecosistemas acuáticos de la Biorreserva del Cóndor, realizado por Vásconez et al. (2002). Los datos obtenidos para esta caracterización abiótica fueron tomados a partir de información secundaria, generada por el proyecto "Conservación del Oso Andino" de EcoCiencia y datos hidrológicos generados por el INAMHI, motivo por el cual, se consideró importante contar con información primaria obtenida en el campo. Este proceso de análisis se basó en la propuesta desarrollada por varios estudios llevados a cabo por el "Freshwater Initiative Aquatic Ecology Team" de los Estados Unidos. En estos estudios se parte de la utilización de variables abióticas, dentro de un sistema de información geográfico (SIG), a fin de desarrollar una clasificación preliminar de ecosistemas acuáticos, que sirva como herramienta de manejo y como línea base para un mapeo y estudio de la biodiversidad acuática en un contexto Ecorregional o, en este caso, para un paisaje funcional Higgins et al. (1998). Sin embargo, en Vásconez et al. (2002), esta propuesta fue modificada en algunos aspectos debido a que la disponibilidad de información, así como, las condiciones y la dinámica de los ecosistemas acuáticos del Ecuador son diferentes a los de países de zonas templadas.

El trabajo previo que presenta Vásconez et al. (2002) cuenta con información de base, en la cual, se presentan los lineamientos de clasificación a una escala de paisaje. De aquí que este nivel de análisis deba ser complementado o respaldado con información biológica de los ecosistemas acuáticos que conforman la zona de estudio y que, a su vez, genere información a una escala local y regional Hawkins et al.(2000). Estudios realizados en ecosistemas acuáticos de las zonas de páramo en el Ecuador Jacobsen & Terneus (2001); Terneus (2002). demuestran la importancia de estos ecosistemas en términos de riqueza y diversidad de flora acuática. De igual manera, estudios realizados en los páramos del Volcán Chiles, Hare & Ramsay (2001); Prowse (2001); Weaver &

Rundle (2001) resaltan la importancia de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la salud de estos ecosistemas. Existe información adicional que considera los factores de variación altitudinal y las condiciones abióticas del ambiente donde se desarrollan los organismos acuáticos Jacobsen et al. (1997); Jacobsen & Encalada (1998) como elementos que definen los patrones de estructura, composición y distribución de las especies que se desarrollan en estos ambientes. Todos estos trabajos, proporcionan insumos que darán sustento al presente estudio.

Este proyecto pretende integrar la información biótica y abiótica generada y establecer similitudes entre los ambientes acuáticos objetos de estudio. Con esta base, se pretende confrontar estos ambientes acuáticos, con los distintos niveles de intervención humana que pudiere tener la zona de estudio. Al final, se intenta iniciar el proceso de identificación de especies potenciales, que podrían ser utilizadas como bioindicadores de calidad ambiental, permitiendo, a mediano plazo, generar un índice de calidad de agua para los ecosistemas acuáticos de los páramos del Ecuador.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se realizó en dos cuencas distintas. La primera corresponde a las cabeceras del río Oyacachi, en un rango altitudinal entre 3200 y 4000 m, y un área total de 187.5 Km². La segunda corresponde a la cuenca que alimenta la Laguna de Muertepungu, en la zona del Antisana, en un rango altitudinal entre 3900 y 4200 m, y un área total de 7.5 Km².

Oyacachi: La cuenca del Río Oyacachi, tiene una pendiente oeste-este que va desde más de 4000 m, en el nacimiento de este río en los páramos, hasta los 1800 m en la unión con el Río Santa María. La Comunidad de Oyacachi, se encuentra en este valle y está ubicada a 40 km al Este de Quito, pertenece a la Provincia de Napo, está situada dentro de los límites de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, en la ribera del río Oyacachi a 3200 m y cubre un área aproximada de 445 km² DIVA (2000). Esta comunidad tiene aproximadamente 600 habitantes Cuesta et al.(2003). Las ocupaciones principales son la agricultura y la ganadería. La tala de madera y la cría de truchas son también actividades importantes.

Muertepungu: La Laguna de Muertepungu se encuentra en la cordillera oriental de los Andes a 4000 m de altitud, se ubica al Sureste de la Parroquia de Píntag, en el cantón Quito, en la Provincia de Pichincha. La formación de esta laguna, así como de las lagunas de Secas, Marco Quingray y Tipo Pugru, está relacionada con la emisión de lava volcánica conocida como "flujo de lava de Antisanilla", la cual bloqueó la salida del agua por su posición de relleno en uno de los drenajes principales de la zona. La Laguna de Muertepungu se formó al inicio del derrame lávico. El flujo ocupó un valle glaciar a lo largo de 11 km FUNAN (1999).

El relieve es irregular y escarpado en el sector del flujo de lava de Antisanilla, e irregular con pendientes desde 45% en la parte alta y pequeños valles cerca de las lagunas. El sector del "Flujo de lava de Antisanilla" colinda con la Reserva Ecológica Antisana. Esta área cumple un papel muy importante en la supervivencia del Cóndor Andino. Además, funciona como un filtro para el agua que viene desde las lagunas superiores hacia Píntag FUNAN (1999).

A los 4000 m se encuentran los terrenos de la Asociación Pecuaria Santa Rosa de Muerte pungu, cuya extensión abarca aproximadamente 600 ha. La Asociación dispone de 200 cabezas de ganado de carne. No hay control sobre el pastoreo de ganado, las quemadas periódicas y la pesca. En particular, en el sector de las lagunas de Secas, no se ha reglamentado el desarrollo de los criaderos de truchas, ni de los asentamientos precarios de los concesionarios de canteras FUNAN (1999).

Selección de puntos de muestreo

Se tomaron datos bióticos y abióticos en 15 puntos de muestreo, los mismos que se seleccionaron en función de la variación de cotas altitudinales, de los clusters 14 y 16 (grupos de macrohábitats) establecidos en Vásconez et al. (2002) y posibles sitios de intervención humana. De estos puntos, 13 corresponden a la cuenca del Río Oyacachi, y dos a la cuenca que alimenta la Laguna de Muertepungu, en la zona del Antisana ([[Tabla 1]]).

Los dos puntos elegidos en la zona del Antisana, que no corresponden al análisis de cluster generado por Vásconez et al. (2002), fueron considerados porque brindarán información adicional, como testigos de comparación espacial, en relación con la zona de Oyacachi. Además, generarán información

base para la ejecución del plan de manejo de la zona de Muertepungu.

| Sitio | Punto | UTM | | Altitud |
|-------------------------------------|-------|---------|-----------|---------|
| Oyacachi | P11 | 818,753 | 9,972,541 | 3980 |
| Cluster 14 4000 msnm | P12 | 817,761 | 9,972,465 | 4010 |
| | P14 | 826,145 | 9,969,578 | 4099 |
| Oyacachi | P5 | 818,024 | 9,979,560 | 3700 |
| Cluster 14 3600 msnm | PGU | 821,616 | 9,979,176 | 3740 |
| | PSU | 820,550 | 9,977,625 | 3740 |
| Oyacachi | P10 | 822,148 | 9,973,281 | 3820 |
| Cluster 16 3800 msnm | P13 | 823,379 | 9,971,638 | 3856 |
| | P4n | 818,029 | 9,980,028 | 3690 |
| Oyacachi Cluster 16 3300 msnm | P2 | 824,286 | 9,977,566 | 3330 |
| | P3 | 824,184 | 9,977,200 | 3220 |
| | P8 | 822,243 | 9,976,323 | 3420 |
| | PIN | 824,219 | 9,976,729 | 3210 |
| Antisana | MP1 | 804,858 | 9,954,716 | 4121 |
| Muertepungu | MP2 | 804,604 | 9,954,102 | 3957 |

Tabla 1. Localización geográfica de los puntos de muestreo en las cuencas de Oyacachi y Muertepungu
Las coordenadas geográficas UTM corresponden a la Zona 17, Datum Provisional para Sudamérica de 1956. Los puntos están ordenados según los clusters y las cotas altitudinales.

Table 1. Geographic location of sampled sides in Oyacachi and Muertepungu water sheets
The geographic coordinates UTM belong to the 17 zone, Provisional datum from South America of 1956. The dots are ordered according to the clusters and altitudinal patterns.

De los 15 puntos de muestreo, cuatro se ubicaron en sitios correspondientes a la cota altitudinal de 3200 - 3400 m, formando parte del cluster 16. Seis puntos de muestreo se ubicaron en la cota altitudinal correspondiente a los 3600 - 3800 m, formando parte de los cluster 14 y 16. De los cinco últimos puntos, tres corresponden al cluster 14 y dos a Muertepungu, los mismos que se ubicaron en cotas altitudinales próximas a los 4000 m incluidos los puntos de Muertepungu ([Tabla 1]).

Recopilación de datos

En cada punto de muestreo se recopilaban tanto datos físico - químicos como biológicos:

Parámetros Físico - Químicos

Concentración y saturación de oxígeno *; pH (Potencial hidrógeno) *; Conductividad eléctrica *; Temperatura del agua *; Alcalinidad (medición en el laboratorio por titulación) *; Caudal y velocidad de corriente (método de dilución de NaCl) *; Caracterización física del sustrato. (tres transectos a lo ancho del río con al menos 60 puntos de identificación del sustrato presente en el lecho del río.); Pendiente del cauce (desnivel del espejo de agua en una distancia de 20 m).

*Para la medición de la mayoría de estos parámetros se utilizó un equipo Hydrolab Quanta.

Componente biológico

Se consideraron los grupos de plantas acuáticas y macroinvertebrados.

Plantas Acuáticas

Para determinar la riqueza y composición de especies en los 15 puntos de muestreo se utilizaron transectos de profundidad en línea Terneus (2002), los mismos que estuvieron ubicados a lo ancho del río y fueron divididos en subunidades de 1m x 1m. Dentro de cada subunidad de muestreo se identificó el número de especies presentes y sus formas de vida.

Para medir los cambios que podrían ocurrir en las comunidades de plantas acuáticas con relación al tiempo y por factores de intervención humana, en cada subunidad de muestreo, se realizó un análisis de estructura. Para esto se estimó porcentualmente la abundancia y cobertura de las especies presentes

dentro de cada subunidad.

Adicionalmente, se efectuaron registros cualitativos en algunos segmentos de río para complementar la información sobre la composición florística de la vegetación acuática en cada río. Las muestras fueron colectadas y preservadas en una solución de alcohol al 50% para su posterior identificación en el herbario QCA de la Universidad Católica.

Macroinvertebrados

Por estandarización, se eligieron puntos de muestreo con características físicas similares en caudal y composición del sustrato, en zonas de rápidos con una profundidad máxima de 40 cm. Esto debido a que los rápidos son hábitats con una diversidad más grande de organismos Allan (1996).

En estos puntos, se tomaron 12 submuestras del bentos, utilizando el sistema Surber (cuantitativas respecto a superficie, 200 cm²), en tres transectos de cuatro submuestras, a 0%, 25%, 50% y 75% del ancho del río. Además, se tomó una muestra de otros microhábitats existentes, utilizando la red D (cuantitativa respecto a tiempo, tres minutos). Las muestras fueron conservadas en alcohol etílico (>90%) para su posterior limpieza e identificación en laboratorios de la Universidad San Francisco de Quito. La limpieza de las muestras se realizó a simple vista. Su identificación, al nivel más fino posible, se realizó utilizando estereomicroscopios y las claves de Roldán (1996) y Fernández & Domínguez (2001).

Análisis de datos

Para el análisis de datos se aplicó estadística no paramétrica para definir tendencias en el comportamiento de los datos. Se usaron técnicas de agrupamiento utilizando índices de similitud para identificar grupos afines de microcuencas tanto en condiciones bióticas como abióticas Legendre & Vaudor (1991). Se aplicaron los índices de Sorensen para identificar ríos similares en la composición de especies y Steinhaus para identificar ríos similares en abundancias tanto de plantas como de macroinvertebrados Kent & Coker (1992). Al final, se integró toda la información ecológica aplicando un análisis canónico de correspondencias ter Braak & Smilauer (1986), con la finalidad de visualizar en contexto cual es el comportamiento de los datos, integrando en un solo análisis las relaciones entre variables bióticas, abióticas y puntos de muestreo.

Adicionalmente, se aplicó la fórmula del modelo de Michaelis - Menten Stryer (1985); Vásquez (2000) para estimar las tasas potenciales de macroinvertebrados presentes en los puntos de muestreo, así como para verificar la eficiencia del esfuerzo de muestreo realizado. Además, se emplearon los índices matemáticos de riqueza de Fisher-, de diversidad de Shannon-Wieners (H') y de equilibrio Pielou (J) Mangurran (1988); Rosenzweig (1995), para caracterizar a los ecosistemas acuáticos estudiados respecto a los parámetros mencionados y, conjuntamente con los índices biológicos EPT, ASPT Metcalfe (1989) y ASPI, para determinar su calidad ambiental y el grado de intervención en los mismos. El índice ASPI, utilizado en este documento, es una modificación realizada en el cálculo del índice ASPT para ponderar la abundancia de la taxa encontrada, con el fin de tener una apreciación más fina de las características de los ríos estudiados.

Resultados

Componente abiótico

Dentro de las variables abióticas analizadas, existen mayores diferencias en los valores de conductividad y alcalinidad en los ríos (P12, P13, P8 y Pin). El pH fue otra variable que presentó una variación considerable (7.30 - 8.21) entre todos los puntos de muestreo ([Tablas 2a y 2b]).

El análisis de similitud de variables abióticas (Figura 1) separa a los ríos en tres grupos. El primero está compuesto por dos ríos alrededor de la cota de los 4000 m, El segundo incluye a los ríos alrededor de la cota de los 3700 m, a uno de los ríos de la cota de 4000 m y a los dos ríos de la zona de Muertepungu. El tercer grupo está compuesto por los ríos alrededor de la cota de los 3300 m, En general, hay un patrón cuya tendencia tiene relación con la altitud (Figura 1).

Componente biótico

Plantas acuáticas

Se registró un total de 29 especies entre monocotiledóneas, dicotiledóneas, helechos y musgos, de las cuales 20 especies fueron tolerantes y tan solo nueve propiamente acuáticas. La forma de vida predominante fue la enraizada emergente con 13 especies, seguida por las enraizadas sumergidas con

nueve especies y las enraizadas flotantes con siete especies. Las especies que registraron la mayor abundancia y cobertura fueron *Gunnera magellanica*, *Sphagnum sp.1*, *Cotula minuta* y *Equisetum bogotense* ([Table 3]).

| Punto | Fecha | Hora | Tem | pH | Alcal | Cond | OD | OD% |
|-------|------------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|
| | dd/mm/aa | hh:mm | °C | | meq/L | mS/cm | mg/L | % |
| P11 | 27/02/2003 | 09:53 | 5.96 | 8.07 | 0.14 | 0.038 | 7.78 | 75.2 |
| P12 | 27/02/2003 | 14:00 | 7.02 | 8.10 | 0.46 | 0.070 | 6.80 | 89.0 |
| P14 | 24/02/2003 | 15:40 | 6.00 | 7.72 | - | 0.022 | 7.25 | 87.4 |
| P5 | 01/03/2003 | 09:55 | 8.45 | 7.74 | 0.05 | 0.078 | 7.44 | 97.2 |
| PGU | 28/02/2003 | 16:05 | 9.90 | 7.30 | 0.12 | 0.054 | 7.08 | 95.9 |
| PSU | 01/03/2003 | 14:30 | 7.15 | 7.62 | 0.14 | 0.040 | 6.80 | 87.1 |
| P10 | 28/02/2003 | 12:05 | 8.35 | 7.47 | 0.17 | 0.059 | 7.34 | 97.1 |
| P13 | 25/02/2003 | 11:35 | 9.15 | 7.34 | 0.58 | 0.093 | 6.75 | 91.0 |
| P4n | 01/03/2003 | 11:39 | 7.55 | 7.52 | 0.01 | 0.077 | 7.10 | 90.3 |
| P2 | 26/02/2003 | 09:30 | 8.38 | 8.07 | 0.54 | 0.087 | 7.29 | 90.9 |
| P3 | 26/02/2003 | 12:30 | 10.40 | 8.19 | 0.58 | 0.091 | 7.38 | 96.2 |
| P8 | 25/02/2003 | 17:08 | 9.83 | 8.21 | 0.79 | 0.146 | 7.52 | 98.0 |
| PIN | 26/02/2003 | 17:10 | 10.08 | 8.09 | 0.59 | 0.094 | 6.08 | 87.6 |
| MP1 | 03/04/2003 | 16:30 | 10.50 | 7.34 | 0.25 | 0.050 | 6.45 | 93.4 |
| MP2 | 04/04/2003 | 12:00 | 6.64 | 7.75 | 0.24 | 0.040 | 7.12 | 92.1 |

Tabla 2a. Variables abióticas registradas en los 15 ríos de estudio en las cuencas del Río Oyacachi y la laguna de Muertepungu.

Donde se detalla: Fecha de colección; Hora de colección; Tem, la temperatura en grados centígrados; pH, el potencial hidrógeno; Alcal, la alcalinidad, en miliequivalentes por litro; Cond, la conductividad eléctrica en mili siemens por centímetro; OD, la concentración de oxígeno en miligramos por litro; OD%, la saturación de oxígeno en porcentaje.

Table 2a. Abiotic variables recorded on the 15 rivers studied in the Oyacachi water sheet and Muertepungu Lake.

Were detailed: Collection data, Collection time; Tem, temperature in Celsius; pH, hydrogen potential; Alcal, alkalinity, in miniequivalent per liter; Cond, Conductivity in mili siemens per centimetre; OD, Oxygen concentration in milligrams per liter; OD%, the percentage of oxygen saturation.

Los patrones de distribución de las plantas acuáticas, en la gradiente altitudinal del estudio, fueron amplios. La mayoría de las especies se encontraron en al menos 12 de los 15 ríos muestreados. El análisis de similitud de distribución agrupa cuatro tipos de ríos, similares en su composición florística (Figura 2). Uno de los puntos de Muertepungu (MP1) registra una composición florística diferente.

Los patrones de abundancia y cobertura de las plantas acuáticas de los ríos estudiados, fueron similares (Figura 3). El dendrograma muestra la formación de cuatro grupos de ríos similares. Sin embargo, es importante resaltar que existe una división en dos grupos a un nivel superior.

Macroinvertebrados acuáticos

Se colectó un total de 13268 macroinvertebrados correspondientes a 36 especies agrupadas en cinco clases: (Oligochaeta, Hirudinea, Insecta, Arachnoidea y Bivalvia) y 18 morfotipos que podrían ser nuevas especies. Los grupos más abundantes fueron los Chironomidae, seguidos por Baetidae y por Leptoceridae ([Tabla 4]).

| Punto | Nivel % | Vmed m/s | Caudal L/s | Ancho m | Prof cm | Secc m ² |
|-------|------------|-------------|---------------|------------|------------|------------------------|
| P11 | 9.95 | 0.03 | 1.78 | 1.08 | 4.56 | 0.04 |
| P12 | 18.50 | 0.06 | 4.09 | 0.90 | 11.59 | 0.09 |
| P14 | 9.75 | 0.05 | 2.48 | 0.93 | 6.95 | 0.06 |
| P5 | 7.65 | 0.14 | 72.78 | 1.34 | 20.04 | 0.26 |
| PGU | 7.20 | 0.33 | 111.26 | 2.47 | 17.00 | 0.39 |
| PSU | 2.87 | 0.20 | 48.12 | 1.33 | 13.68 | 0.17 |
| P10 | 12.28 | 0.37 | 53.43 | 1.09 | 14.08 | 0.14 |
| P13 | 2.21 | 0.17 | 69.16 | 4.62 | 9.90 | 0.45 |
| P4n | 10.00 | 0.14 | 29.38 | 1.37 | 8.68 | 0.12 |
| P2 | 14.24 | 0.16 | 65.29 | 2.75 | 16.86 | 0.44 |
| P3 | 11.16 | 0.24 | 68.77 | 3.37 | 11.61 | 0.32 |
| P8 | 0.94 | 0.16 | 169.00 | 11.88 | 11.81 | 1.30 |
| PIN | 6.07 | 0.27 | 78.09 | 5.25 | 5.80 | 0.30 |
| MP1 | 10.05 | 0.14 | 15.09 | 2.70 | 6.64 | 0.18 |
| MP2 | 4.00 | 0.12 | 8.35 | 1.02 | 5.23 | 0.05 |

Tabla 2b. Variables abióticas registradas en los 15 puntos de muestreo en las cuencas del Río Oyacachi y la laguna de Muertepungu. Donde se detalla: Nivel, la pendiente del espejo de agua en el tramo de río estudiado, en porcentaje; Vmed, la velocidad media de la corriente, en metros por segundo; Caudal, el caudal en litros por segundo; Ancho, el ancho promedio en metros; Prof, la profundidad media en centímetros; Secc, la sección promedio de los ríos estudiados, en metros cuadrados.

Table 2b. Abiotic variables recorded in 15 sampled sides in the water sheets of Oyacachi River and Muertepungu Lake. Were detailed: Topography level, the shallow water slope within the river studied, represented in percentage value; Vmed, The water speed overage, in meters per second; The water flow in liters per second; The weight river in meters; The depth overage in centimetres; Secc, The shape overage of the rivers studied, in square meters.

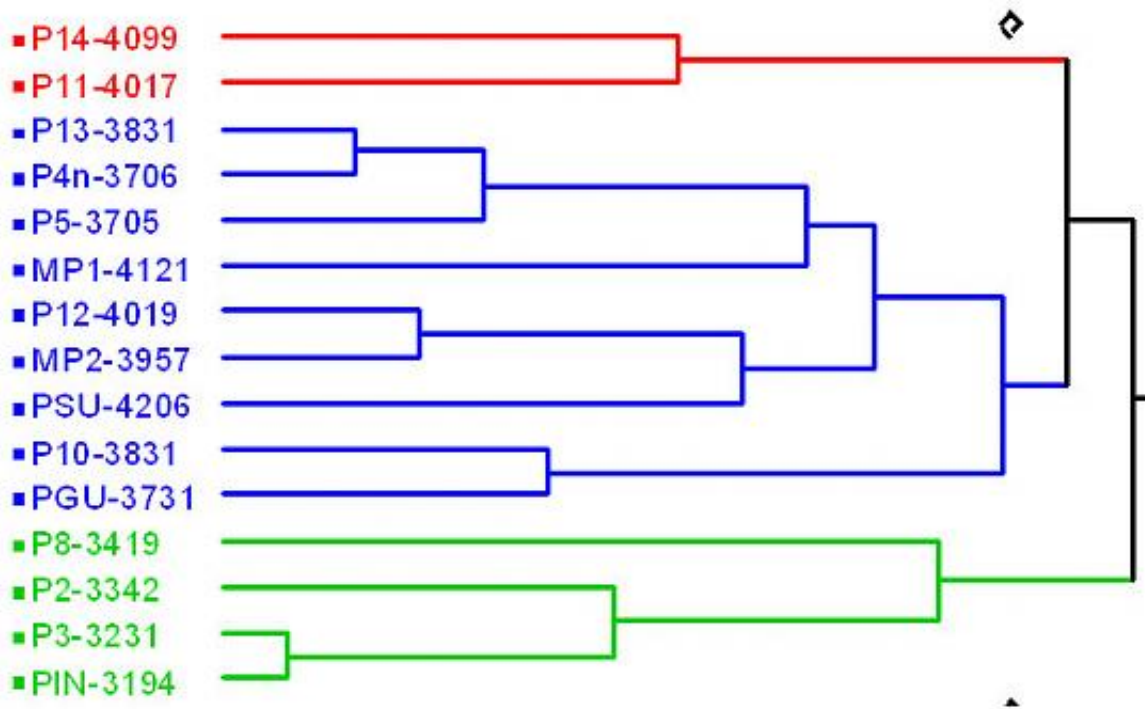


Figura 1. Análisis de similitud de variables abióticas registradas en los 15 puntos de muestreo de las cuencas de Oyacachi y Muertepungu.

Análisis de similitud basado en distancias euclidianas. En este caso la separación de los ríos tiene relación con la variación altitudinal como un factor que incluye variaciones en otros parámetros como la cantidad de oxígeno disuelto y su saturación y la dinámica de los ambientes por su relieve.

Figure 1. Similarity analysis of abiotic variables register in 15 sampled sides of Oyacachi and Muertepungu water sheets.

Similarity analysis based on Euclidian distances. In this case the rivers split is according with altitudinal variation as a factor, which include extra parameters like, dissolve oxygen concentration, their saturation and the environment dynamic.

| Especies | Código | F. V. | Cob (%) | Abu (%) |
|----------------------------------|--------|-------|---------|---------|
| <i>Gunnera magellanica</i> | A | EE | 8.9 | 36.5 |
| <i>Sphagnum sp.1</i> | B | ES | 13.3 | 29.9 |
| <i>Sphagnum sp.2</i> | C | ES | 0.6 | 3.6 |
| <i>Lachemilla paludicola</i> | D | EE | 3 | 20.6 |
| <i>Bacopa callitrichoides</i> | E | EF | 2.5 | 5.7 |
| <i>Micranthemum umbrosum</i> | F | EE | 1.1 | 8.6 |
| <i>Cotula australis</i> | G | EE | 2.3 | 6.1 |
| <i>Cotula minuta</i> | H | EE | 3.9 | 29.7 |
| <i>Carex crinalis</i> | I | EE | 1.6 | 3.3 |
| <i>Callitriche heterophylla</i> | J | EF | 3.3 | 20.2 |
| <i>Juncus stipulatus</i> | K | EF | 2 | 10.9 |
| <i>Marchantia sp.</i> | L | ES | 4 | 14 |
| <i>Equisetum bogotense</i> | M | EE | 5.7 | 25.1 |
| <i>Ranunculus flagelliformis</i> | N | EF | 1.5 | 6 |
| <i>Isolepis inundata</i> | O | ES | 4.9 | 18.6 |
| <i>Miryophyllum quitense</i> | P | ES | 2.9 | 3.3 |
| <i>Cardamine bonariensis</i> | Q | EF | 0.4 | 3.5 |
| <i>Lilaeopsis schaffneriana</i> | R | EE | 0.4 | 0.7 |
| <i>Hydrocotyle umbellata</i> | S | EE | 1.5 | 5.3 |
| <i>Nasturtium sp.</i> | T | EF | 0.6 | 1.3 |
| <i>Polygonum hydropteroides</i> | U | EF | 0.4 | 5.3 |
| <i>Rumex acetosella</i> | V | EE | 1.6 | 6.5 |
| <i>Eleocharis sp.</i> | W | EE | 3.5 | 14 |
| <i>Juncus sp.</i> | X | EE | 0.3 | 1.3 |
| <i>Isoetes novogranatensis</i> | CH | ES | 0.3 | 1 |
| <i>Isoetes sp. nov.</i> | LL | ES | 0.3 | 1.5 |
| <i>Isoetes sp. 1</i> | Y | ES | 0.1 | 0.1 |
| <i>Isoetes sp. 2</i> | Z | ES | 0.1 | 0.1 |
| <i>Poaceae</i> | ZZ | EE | 1.3 | 3 |

Tabla 3. Composición florística, formas de vida y estructura de las plantas acuáticas registradas en el estudio. Donde se detalla: F.V., Forma de vida (EE= enraizada emergente; ES= enraizada sumergida; EF= enraizada flotante); Cob (%), Cobertura relativa; Abu (%), Abundancia Relativa.

Table 3. Floristic composition, life forms and structure of the aquatic plants communities recorded through the study. Were detailed: F.V., Life form (EE= Emergent rooted; ES= Submersed rooted; EF= Floating rooted); Cob (%), Relative cover; Abu (%), Relative Abundance.

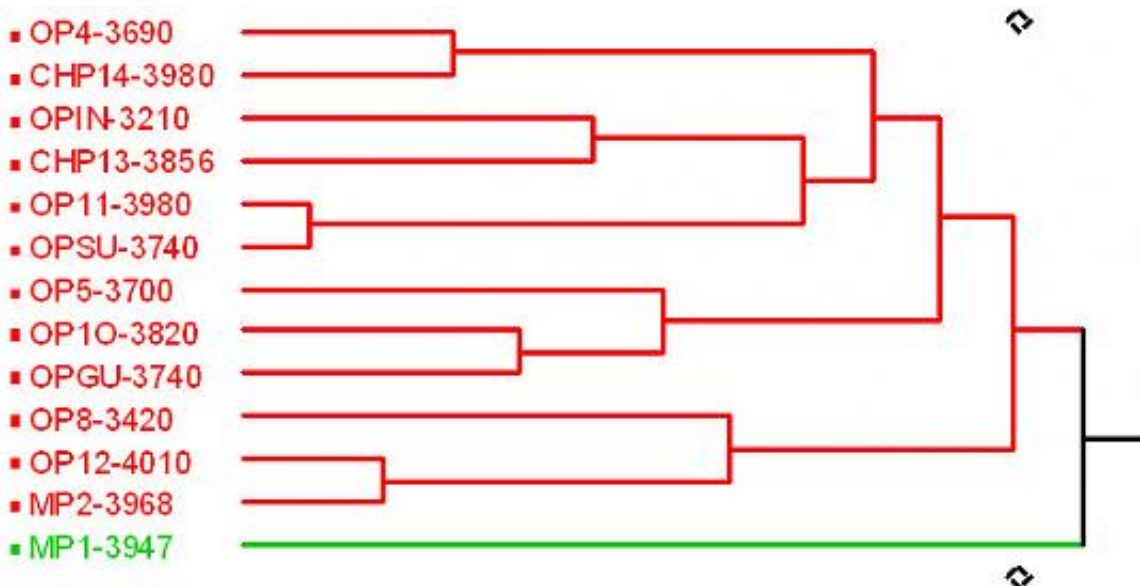


Figura 2. Análisis de Similitud de la distribución de plantas acuáticas registrada en 13 puntos de muestreo.
 Basado en el índice de Similitud: Sorensen (S8), con un valor de correlación pearson: 0.79. La separación del punto MP1 se manifiesta por la presencia de dos especies de Isoetaceae que no se encuentran en los ríos anteriores, lo que demuestra el buen estado de salud de los ambientes acuáticos en Muertepungu. Figure 2. Similarity index of aquatic plants distribution recorded in 13 sampled sides
 Based on Sorensen (S8) similarity index: The Pearson correlation value: 0.79. The split of MP1 sampled side express by the presence of two species of Isoetaceae, which do not exist in previous rivers. It means the good quality of aquatic environments in Muertepungu.

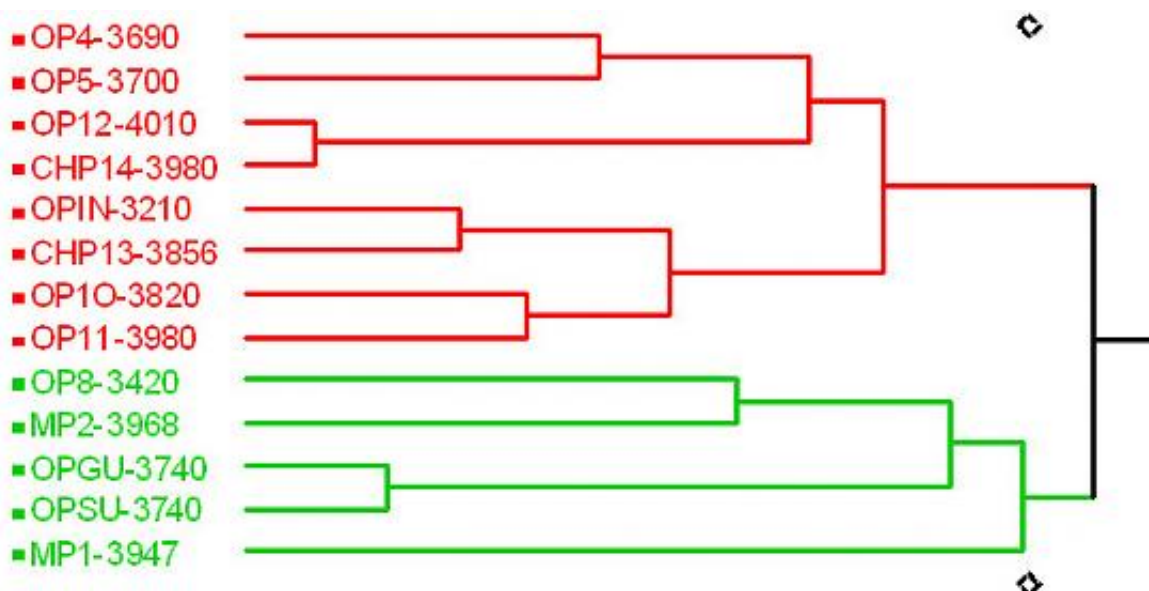


Figura 3. Análisis de similitud de la abundancia y cobertura de plantas acuáticas registrada en 13 puntos de muestreo
 Basado en el Índice de Similitud: Steinhaus: (S17), con un valor de correlación Pearson: 0.82.
 En este caso a pesar de existir dos grupos de ríos diferentes, estos no muestran un patrón de definición muy claro respecto a variables de altitud, intervención o físico-química del agua. Se sugiere entonces que los patrones de cobertura y abundancia en las plantas acuáticas de los ríos muestreados son similares.
 Figure 3. Similarity index of covert and abundance patterns of aquatic plants recorded in 13 sampled sides.
 Based on Steinhaus (S17) similarity index: The Pearson correlation value of 0.82. In this case there are two groups of different rivers; however those do not show definition patterns related with altitude, human impacts or water Physio-chemistry. There fore it suggest the covert and abundance patterns of aquatic plants in the sampled rivers are similar.

El análisis de similitud de distribución de macroinvertebrados (Figura 4) muestra una separación inicial en tres grupos. El primer grupo incluye los ríos de Muertepungu, separados de cuatro ríos de la cota de 3700 m de Oyacachi. El segundo grupo, incluye dos ríos de la cota de 4000 msnm y tres ríos de la cota de 3300 m, El último grupo contiene ríos de todo el rango altitudinal.

El análisis de similitud de los patrones de abundancia de macroinvertebrados (Figura 5) igualmente muestra una separación inicial en tres grupos de ríos. Los dos primeros contienen los ríos de Muertepungu y los de Oyacachi, de las cotas 4000 m y la mayoría de 3800 m y uno de la cota de 3300 m, El tercer grupo, contiene casi todos los ríos de la cota de 3300 msnm y uno de la cota superior.

La [[Tabla 5]] tiene una taxa esperada (Vm) con un promedio de 29 grupos y en su mayoría están incluidas en un rango entre 22 y 35 taxa. Es interesante destacar los altos valores de los ríos 12, 10 y 3, pertenecientes cada uno a una cota diferente establecida en el modelo experimental planteado. En la [[Tabla 5]] también son interesantes los resultados en los ríos 14, Gu y 2, pertenecientes cada uno a una cota diferente. En estos ríos, se necesita un esfuerzo de colección más amplio. Estos ríos tienen una alta variedad de microhábitats y/o contienen taxa con bajo número de individuos, difíciles de coleccionar.

| Cód. | Taxa | Total | Cód. | Taxa | Total | Cód. | Taxa | Total |
|------|-----------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|-------------------------------|--------|
| A01 | <i>Acari mf.1</i> | 71 | A20 | <i>Coleoptera mf.1 (Ad.)</i> | 1 | A43 | <i>Eph. Baetodes</i> | 29 |
| A02 | <i>Acari mf.2</i> | 14 | A21 | <i>Coleoptera mf.2 (Ad.)</i> | 2 | A44 | <i>Eph. Baetidae mf. bts*</i> | 688 |
| A03 | <i>Acari mf.3</i> | 25 | A22 | <i>Coleoptera mf.1</i> | 2 | A45 | <i>Eph. Leptohyphes</i> | 18 |
| A04 | <i>Bivalvia</i> | 11 | A23 | <i>Bleph. Limonicola sp.</i> | 4 | A46 | <i>Eph. Hagenulopsis</i> | 15 |
| A05 | <i>Hyalellidae (?)</i> | 423 | A24 | <i>Ceratopogonidae</i> | 406 | A47 | <i>Plecoptera</i> | 25 |
| A06 | <i>Hirudinea</i> | 217 | A25 | <i>Chironomidae</i> | 8,210 | A48 | <i>Tich. Glossosomatidae</i> | 41 |
| A07 | <i>Nematoda</i> | 17 | A26 | <i>Emp. Chelifera mf.1</i> | 26 | A49 | <i>Tich. Helicopsichidae</i> | 158 |
| A08 | <i>Oligochaeta</i> | 128 | A27 | <i>Emp. Chelifera mf.2</i> | 3 | A50 | <i>Tich. Hydrobiosidae</i> | 91 |
| A09 | <i>Planariidae</i> | 467 | A28 | <i>Emp. Hemerodromia</i> | 1 | A51 | <i>Tich. Hydropsychidae</i> | 4 |
| A10 | <i>Carabidae (Ad.)</i> | 1 | A29 | <i>Musc. Limnophora sp</i> | 2 | A52 | <i>Tich. Hydropsychidae</i> | 103 |
| A11 | <i>Curculionidae (Ad.)</i> | 1 | A30 | <i>Psy. Pericoma mf.1</i> | 11 | A53 | <i>Tich. Leptoceridae</i> | 527 |
| A12 | <i>Elm. Cyllepus (Ad.)</i> | 5 | A31 | <i>Psy. Pericoma mf.2</i> | 1 | A54 | <i>Tich. Odontoceridae</i> | 237 |
| A13 | <i>Elm. Macrelmis (Ad.)</i> | 28 | A32 | <i>Simuliidae</i> | 462 | A55 | <i>Otros Bichos</i> | 114 |
| A14 | <i>Elmidae (Ad.)</i> | 1 | A33 | <i>Tab. Tabanus</i> | 7 | | Total | 13,268 |
| A15 | <i>Elmidae mf.1</i> | 240 | A34 | <i>Tip. Limonia</i> | 39 | | | |
| A16 | <i>Elmidae mf.2</i> | 232 | A35 | <i>Tip. Molophilus mf.1</i> | 15 | | | |
| A17 | <i>Lampyridae</i> | 1 | A36 | <i>Tip. Molophilus mf.2</i> | 14 | | | |
| A18 | <i>Schirridae</i> | 78 | A37 | <i>Tip. Tipula mf.1</i> | 7 | | | |
| A19 | <i>Estafilinidae (Ad.)</i> | 1 | A38 | <i>Tip. Tipula mf.2</i> | 2 | | | |
| | | | A39 | <i>Tipulidae mf.1</i> | 12 | | | |
| | | | A40 | <i>Tipulidae mf.2</i> | 15 | | | |
| | | | A41 | <i>Tipulidae (Pupas)</i> | 1 | | | |
| | | | A42 | <i>Diptera (Pupas)</i> | 14 | | | |

Tabla 4.- Composición, abundancia y estadios de desarrollo de los macroinvertebrados colectados en los 15 puntos de muestreo en las cuencas de Oyacachi y Muertepungu

Donde se detalla: Cód., Código de los taxa, Taxa, enumeración de los distintos taxa; mf., denota el morfotipo; (?) duda sobre la identificación; (Ad.), adultos; mf.bts*, se refiere a los individuos de la familia Baetidae que corresponderían al antiguo género *Baetis* Roldán (1996), ahora separado en distintos géneros Fernández & Rodríguez (2001). En esta tabla se incluyen los taxa colectados tanto con el sistema Surber como con la Red "D". También se incluyen totales para cada taxon.

Table 4. Composition, abundance and growing stage of the Macroinvertebrates collected in 15 sampled sides in the Oyacachi and Muertepungu water sheets.

Were detailed: Cod., Taxon code; Taxa., Taxon numeration; mf., morphotype; (?), uncertainly identification; (Ad.), adults; mf.bts*, Baetidae Family members which belong to the oldest genus *Baeteís*Roldán (1996), now split in a different genus Fernández & Rodríguez (2001). In this table include the taxa were collected with surber and "D" net. Also included the overall values for each taxon.

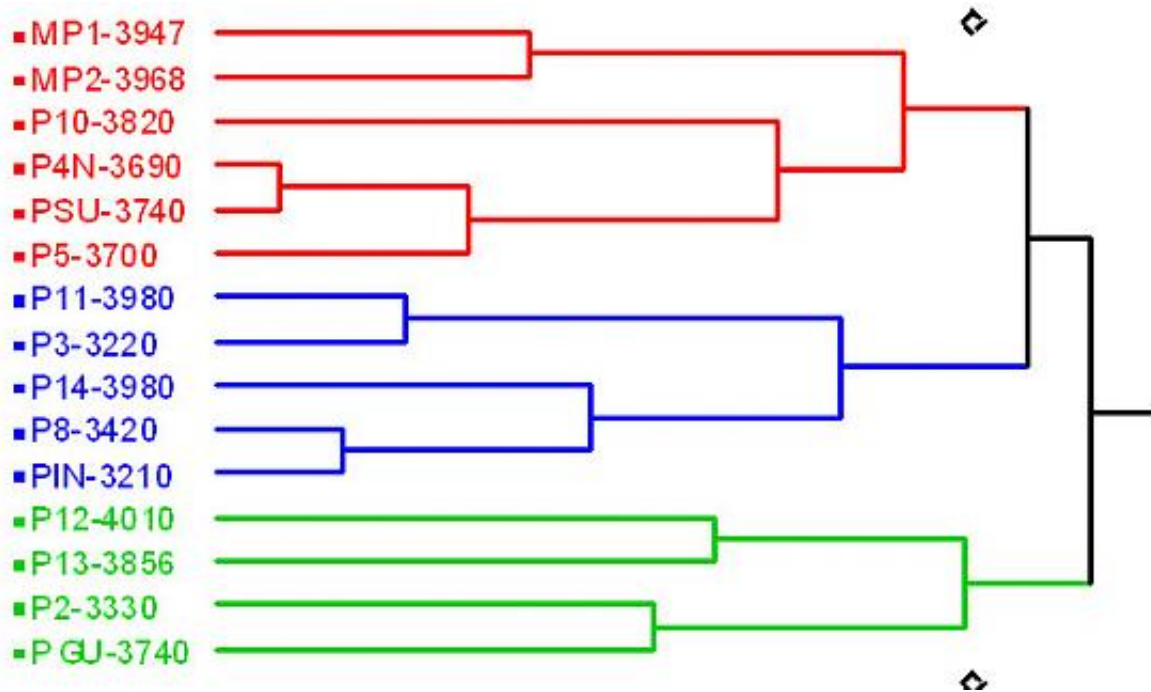


Figura 4. Análisis de similitud de distribución de macroinvertebrados acuáticos registrada en los 15 ríos estudiados. Basado en el Índice de Similitud: Sorensen (S8), con un valor de correlación Pearson: 0.47. En el análisis se observa tres grupos que presentan diferentes distribuciones en la taxa de macroinvertebrados. Sin embargo, dentro de cada grupo, la variación altitudinal es muy amplia por lo que no se tiene un patrón de distribución de macroinvertebrados claramente definido.

Figure 4. Similarity index of aquatic macroinvertebrates distribution recorded in 15 studied rivers. Based on Sorensen (S8) similarity index: the Pearson correlation value of 0.47. The analysis shows three groups, which present different distribution patterns in the macroinvertebrate taxa. However, within each group the altitudinal variation is high. Therefore the macroinvertebrate distribution patterns are not defined.

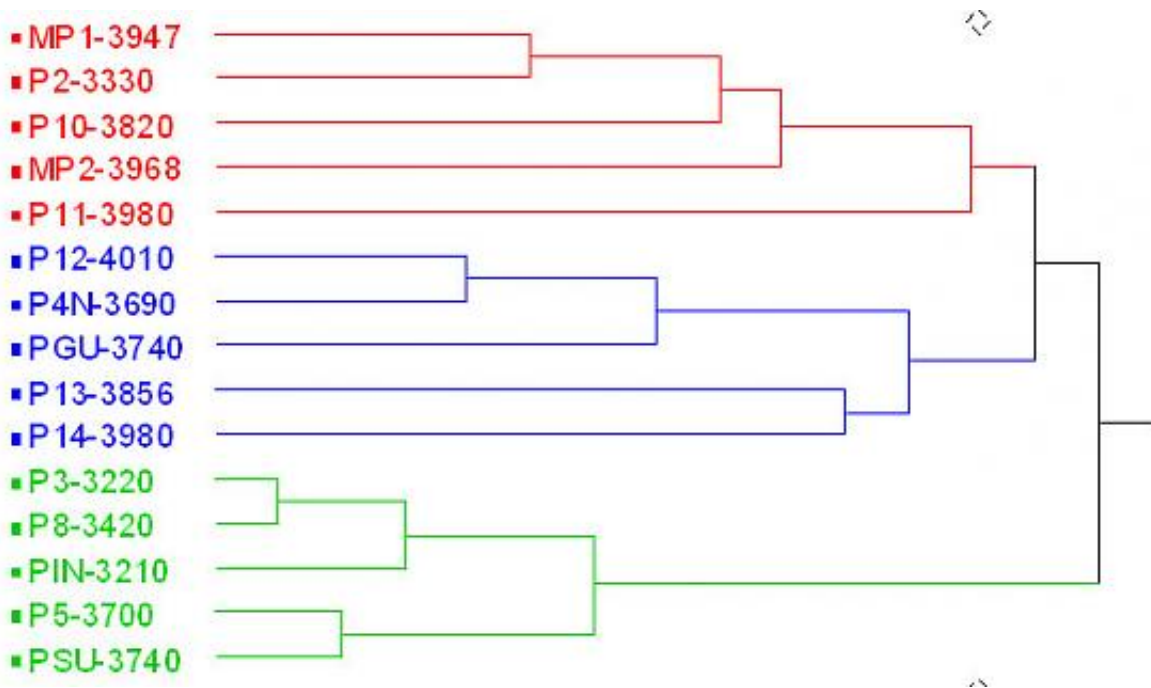


Figura 5. Análisis de similitud de abundancias de macroinvertebrados acuáticos registrada en los 15 puntos de muestreo.

Basado en el Índice de Similitud: Steinhaus (S17), con un valor de correlación Pearson: 0.81.

En la separación de grupos, se observa ciertas tendencias por los niveles de intervención, lo cual está definiendo la formación de grupos similares en la abundancia de macroinvertebrados.

Figure 5. The similarity analysis of aquatic macroinvertebrates abundance recorded in the 15 sampled sides. Based on Steinhaus (S17) similarity index: the Pearson correlation value of 0.81. The split groups show tendencies by human impact, which define the similarity groups of macroinvertebrates abundances.

| Punto | Vm | Km | Alfa | H' | J | ASPT | ASPI | %EPT |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| P11 | 24.19 | 4.27 | 4.64 | 2.02 | 0.70 | 6.09 | 5.82 | 0.35 |
| P12 | 37.25 | 3.85 | 5.84 | 2.01 | 0.60 | 5.54 | 5.13 | 0.35 |
| P14 | 29.76 | 7.43 | 5.28 | 1.72 | 0.58 | 6.38 | 3.72 | 0.53 |
| P5 | 21.40 | 1.47 | 4.15 | 2.03 | 0.69 | 5.50 | 3.81 | 0.26 |
| PGU | 30.99 | 6.06 | 7.12 | 2.21 | 0.73 | 4.75 | 4.07 | 0.18 |
| PSU | 31.57 | 4.69 | 4.55 | 1.61 | 0.51 | 5.21 | 3.24 | 0.20 |
| P10 | 36.21 | 2.79 | 5.80 | 2.00 | 0.59 | 5.20 | 3.73 | 0.20 |
| P13 | 27.11 | 3.66 | 3.70 | 0.95 | 0.31 | 5.80 | 2.64 | 0.08 |
| P4N | 29.56 | 4.62 | 6.78 | 2.44 | 0.79 | 4.64 | 3.96 | 0.44 |
| P2 | 30.80 | 6.78 | 3.60 | 0.65 | 0.22 | 5.40 | 2.41 | 0.05 |
| P3 | 42.89 | 5.93 | 5.53 | 0.86 | 0.25 | 5.00 | 2.29 | 0.04 |
| P8 | 25.82 | 4.95 | 2.90 | 0.34 | 0.12 | 4.70 | 2.07 | 0.01 |
| PIN | 27.24 | 4.64 | 3.26 | 0.76 | 0.25 | 4.10 | 2.39 | 0.00 |
| MP1 | 24.09 | 2.00 | 4.14 | 2.22 | 0.73 | 5.15 | 4.60 | 0.27 |
| MP2 | 26.61 | 1.95 | 4.75 | 2.33 | 0.74 | 5.47 | 5.88 | 0.35 |

Tabla 5. Resultado de índices matemáticos y bióticos en los 15 ríos de estudio de las cuencas del Río Oyacachi y la Laguna de Muertepungu.

Donde se detalla: Vm, número de taxa estimadas presentes en los ríos estudiados (Vm, fórmula de Michaelis-Menten); Km, número de submuestras necesarias para coleccionar la mitad de la taxa estimadas, presentes en los ríos estudiados (Km, fórmula de Michaelis-Menten); Alfa, valor del índice de riqueza Fishe-; H', valor del índice de diversidad Shannon-Wieners; J, valor del índice de equilibrio de Pielou; ASPT, valor de este índice; ASPI, valor del índice ASPT ponderado con relación al número de individuos colectados. %EPT, porcentaje de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Treichoptera, respecto al total de individuos colectados.

Table 5. The mathematic and biotic index results gathered in the 15 sampled sides in the water sheets of Oyacachi River and Muertepungu Lake.

Were detailed: Vm, The taxa predicted within the rivers studied (Vm, formula of Michaelis-Menten); Km, Sub samples number required to collect a half of predicted sampled within the rivers (Km, formula of Michaelis-Menten); Alfa, The richness index value Fishe-; H', The diversity index value Shannon-Wieners; J, The balance index value of Pielou; ASPT, this index value; ASPI, The value index of ponder ASPT related with collected specimens. %EPT, Orders percentage of Ephemeroptera, Plecoptera and Treichoptera, related with a total of specimens collected.

Los valores del índice ASTP ([Tabla 5]) muestran que los ríos estudiados tienen una buena calidad ambiental, si se los compara con los valores determinados por Vásconez (2000). Se observa además, que el río IN, es uno de los que tienen los valores más bajos. El índice ASPI, mucho más sensible que el anterior, hace una discriminación más fina de los ríos con relación a su calidad ambiental. Obsérvense los bajos valores obtenidos, en el río 13 (cota 3700 msnm) y en los ríos correspondientes a la cota de los 3300 m, El índice EPT ([Tabla 5]) discrimina a los ríos en el mismo sentido que el índice ASPI, confirmando la existencia de un deterioro ambiental en los ríos mencionados.

Patrones ecológicos

Plantas Acuáticas

El análisis canónico de correspondencias (CCA) integra los factores ecológicos principales que inciden en los patrones de distribución y composición de las plantas acuáticas. El análisis muestra que las variables de temperatura del agua, caudal, pH, conductividad eléctrica y tipo de substrato, están

definiendo los patrones antes mencionados (Figura 6). De acuerdo a la influencia de estas variables, se observa que la disposición de los ríos P10, P11, P12 y P13 están mayormente influenciados por las variaciones de pH y temperatura del agua, lo que los hace, a su vez, similares en su composición florística. Por otro lado, los ríos M2, P8, SU y P14 conforman otro grupo que está mayormente influenciado por las variaciones del caudal, lo que los hace similares entre sí en su composición florística. Existe un tercer grupo que está integrado por los ríos P4 y P5, los mismos que están influenciados por las variaciones en la conductividad y el pH del agua. Un último grupo está conformado por los ríos M1, GU e IN, los mismos que están mayormente influenciados por las variaciones en el tipo de sustrato. Al final se observa que el punto IN (intervenido) está separado del resto de grupos, mostrando características particulares con relación al resto de ríos (Figura 6).

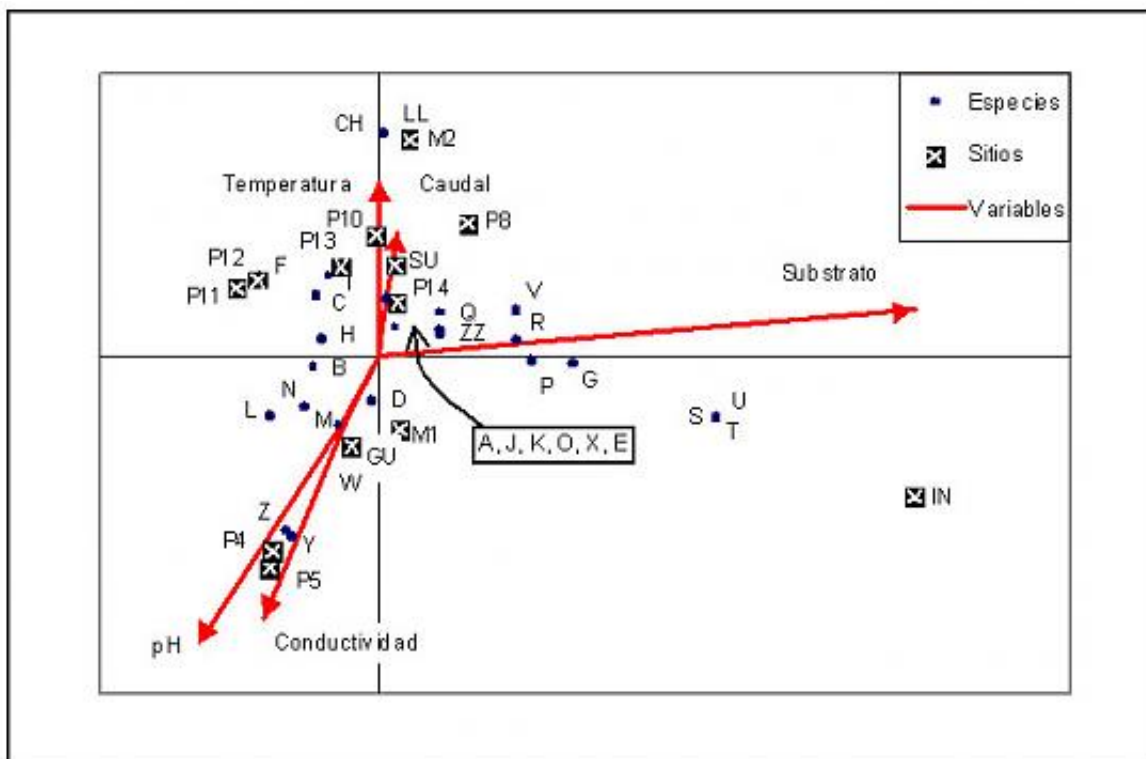


Figura 6. Análisis Canónico de Correspondencia (CCA) de Plantas Acuáticas registradas en 13 puntos de muestreo de las dos cuencas de estudio.

Donde se detalla: Los punto de muestreo; Las variables abióticas que inciden en los patrones de distribución y composición de las siguientes plantas acuáticas: A, Gun. mag.; B, Sphag. sp1.; C, Sphag. sp2.; D, Lachem.palu.; E, Bacop.callit.; F, Micrant. umb.; G, Cotu. mex.; H, Cot. min.; I, Carex crin.; J, Callit. heter.; K, Juncus stip.; L, Marchantia; M, Equis. bog.; N, Ranunc. flag.; O, Isol. inun.; P, Miryo. quit.; Q, Carda. bon.; R, Lilaea scil.; S, Hydro.umbel.; T, Nasturtium sp.; U, Polyg. hidrop.; V, Rumex acet.; W, Eleocharis sp.; X, Juncus sp.; Y, Isoe. novog.; Z, Isoe. sp.nov.; CH, Isoe. sp1; LL, Isoe. sp2; ZZ, Poaceae. Los códigos de las plantas acuáticas colectadas en este estudio se encuentran listados en la Tabla III.

Figure 6. Canonical Correspondence Analysis (CCA) of aquatic plants recorded in 13 sampled places of two water sheets studied.

Were detailed: the sampled sides; the abiotic variables which have incidence in the composition and distribution patterns of the following aquatic plants: A, Gun. mag.; B, Sphag. sp1.; C, Sphag. sp2.; D, Lachem.palu.; E, Bacop.callit.; F, Micrant. umb.; G, Cotu. mex.; H, Cot. min.; I, Carex crin.; J, Callit. heter.; K, Juncus stip.; L, Marchantia; M, Equis. bog.; N, Ranunc. flag.; O, Isol. inun.; P, Miryo. quit.; Q, Carda. bon.; R, Lilaea scil.; S, Hydro.umbel.; T, Nasturtium sp.; U, Polyg. hidrop.; V, Rumex acet.; W, Eleocharis sp.; X, Juncus sp.; Y, Isoe. novog.; Z, Isoe. sp.nov.; CH, Isoe. sp1; LL, Isoe. sp2; ZZ, Poaceae. The code of aquatic plants collected in this study had been listed in Table III.

El análisis canónico de correspondencias también muestra la preferencia de las especies por ocupar ambientes específicos. Se determina que las especies de *Isoetes* sp.1 (CH), *Isoetes* sp. 2 (LL), *Isoetes nobogranatensis* (Z) e *Isoetes* sp. nov (Y) prefieren crecer en ambientes pobres en

nutrientes, muy poco intervenidos y de excelente calidad de agua, como son los ríos P4, P5 y M2. Otros grupos de plantas que muestra preferencias por crecer en ambientes bastante limpios son los helechos musgos y hepáticas como *Equisetum bogotense* (M), *Sphagnum* sp. 1 (B), *Sphagnum* sp. 2 (C) y *Marchantia* (L). También se pudieron identificar especies como *Hydrocotyle umbellata* (S), *Nasturtium* sp. (T) y *Polygonum hydropiperoides* (U) que prefieren crecer en medios con mayor cantidad de nutrientes y que por consiguiente se encontraron en el río intervenido junto al pueblo de Oyacachi (Figura 6).

Macroinvertebrados

El análisis canónico de correspondencias (CCA) integra los factores ecológicos principales que inciden en los patrones de distribución y composición de los macroinvertebrados. El análisis muestra que las variables de pH, conductividad eléctrica, temperatura del agua, caudal y oxígeno disuelto, están definiendo los patrones antes mencionados (Figura 7). El análisis muestra un grupo de ríos conformados por P2, P3, P13 e IN, cuya variación en la composición y estructura de macroinvertebrados está influenciada por las variaciones en caudal y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto. Otro grupo está conformado por los ríos P5, P14 y GU, los mismos que están influenciados por las variaciones en el pH. El tercer grupo está conformado por los ríos P10, P11, P12 y P4, los mismos que están influenciados por las variaciones en el pH, temperatura y conductividad del agua. Al final se observa que los puntos de Muertepungu (M1 y M2) no guardan relación con los ríos de Oyacachi y se encuentran influenciados fuertemente por las variaciones del pH y la conductividad (Figura 7).

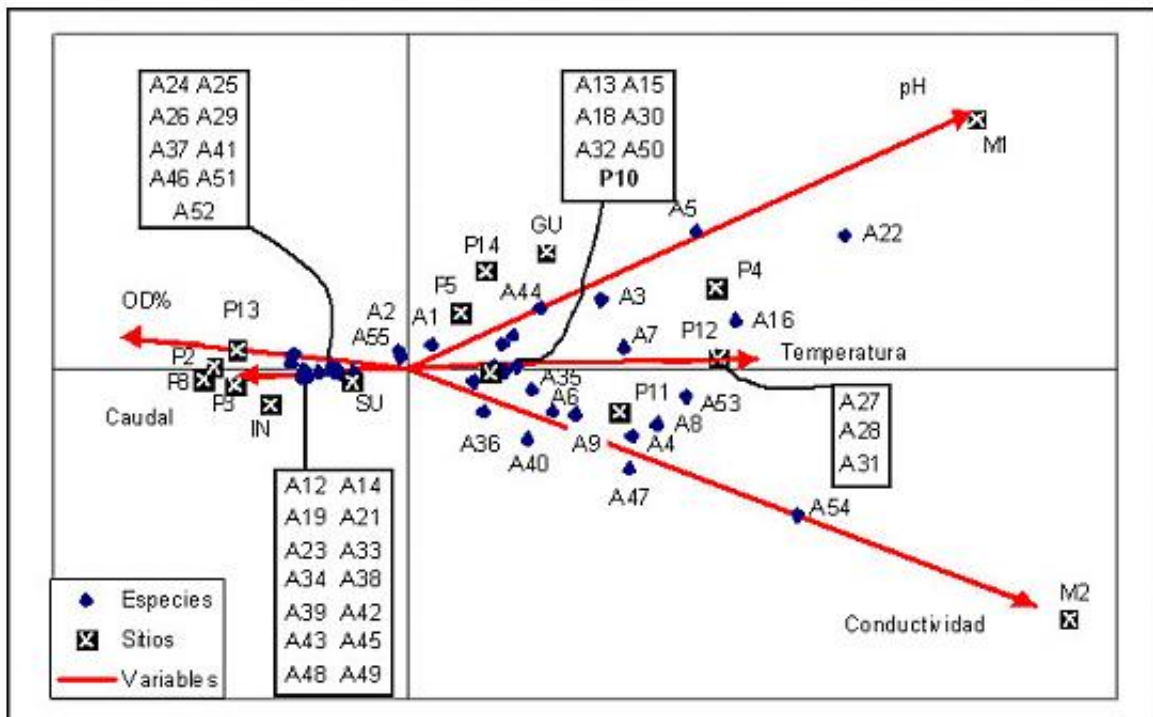


Figura 7. Análisis Canónico de Correspondencia (CCA) de Macroinvertebrados Acuáticos colectados en los 15 puntos de muestreo.

Donde se detalla: Los punto de muestreo; Las variables abióticas que inciden en los patrones de distribución y composición de los macroinvertebrados acuáticos encontrados, entre estos: A23, *Limonicola* spp.; A25, Chironomidae.; A43, *Baetodes* spp.; A44, Baetidae mf. *Baetis*; A45, *Lepohyphes* spp.; A46, *Hagenolpsis* spp. Los códigos de los macroinvertebrados acuáticos colectados en este estudio se encuentran listados en la Tabla IV.

Figure 7. Canonical Correspondence Analysis (CCA) of aquatic Macroinvertebrates recorded in 15 sampled places. Were detailed: the sampled sides; the abiotic variables which have incidence in the composition and distribution patterns of the following aquatic Macroinvertebrates: A23, *Limonicola* spp.; A25, Chironomidae.; A43, *Baetodes* spp.; A44, Baetidae mf. *Baetis*; A45, *Lepohyphes* spp.; A46, *Hagenolpsis* spp. The code of Macroinvertebrates collected in this study had been listed in Table IV.

El análisis canónico de correspondencia también muestra la preferencia de cierta taxa por ocupar ambientes específicos. Así, por ejemplo, se determina la presencia de *Baetodes* spp, *Lepohyphes* spp y *Limonicola* spp únicamente en la cota alrededor de los 3300 m, mientras que *Hagenolopsis* spp únicamente sobre la cota del los 3500 m, Así mismo se observa la preferencia de Baetidae morfotipo Baetis y de Odontoceridae por las cotas más altas dentro de este estudio (Figura 9). Existen otros taxa con ciertas tendencias espaciales, sin embargo, la escasa abundancia de algunos de ellos, así como el grado de intervención encontrado en la cota más baja, da cierto sesgo a esta información, por lo que no se la toma en cuenta en este apartado. Finalmente, es importante recalcar la gran abundancia de Chironomidae en los ríos que se considera enriquecidos, natural o artificialmente. Como se observa en el gráfico, todos los ríos enriquecidos y/o con cierto grado de intervención están separados del resto (ríos 2, 3, 8, IN y 13)(Figura 7).

Discusión

Patrones Abióticos

Las relaciones encontradas entre los ríos, con respecto a las variables abióticas utilizadas en este estudio no concuerdan con las condiciones definidas en la hipótesis de trabajo planteada. Hay una diferenciación, con relación a la altitud, mucho más específica que la establecida en Vásconez et al. (2002). Se podría definir una cota de cambio aproximadamente a los 3500 m, Se observa también la importancia de otros factores, correlacionados en diferente grado a la variable altitud, que influyen los patrones abióticos encontrados. La geología y el régimen hidrológico están entre las principales, teniendo en cuenta las relaciones establecidas respecto a pH, alcalinidad y conductividad eléctrica, así como respecto a substrato, caudal, temperatura y saturación de oxígeno.

Lamentablemente, la intervención humana tiene un papel importante en el área de estudio. Como se muestra en el dendrograma (Figura 1), la diferenciación de ríos en los grupos establecidos puede también estar relacionado con el impacto, por más leve que este sea ([Tabla 6]). El primer grupo de ríos corresponde a los ríos más alejados a las zonas de intervención, justamente por su poca accesibilidad. El segundo grupo corresponde a los ríos que tienen un primer nivel de intervención, cruzados por carreteras y por tanto más accesibles. El tercer grupo, extremadamente diferente en sus condiciones ambientales, corresponde a ríos que están ubicados en zonas cercanas a poblados.

| Punto | R | C | G | P |
|-------|---|---|---|---|
| P11 | - | - | - | - |
| P12 | - | - | - | - |
| P14 | - | - | - | - |
| P5 | X | - | - | - |
| PGU | - | X | X | - |
| PSU | - | X | - | - |
| P10 | - | X | - | - |
| P13 | X | X | - | - |
| P4N | X | - | - | - |
| P2 | - | - | X | X |
| P3 | X | X | X | X |
| P8 | - | - | X | X |
| PIN | X | X | X | X |
| MP1 | - | - | X | - |
| MP2 | - | - | X | - |

Tabla 6. Distintos tipos de impacto encontrados en los ríos estudiados de las cuencas de Oyacachi y Muertepungu
Donde se detalla: (R), Represas; (C), Carreteras; (G), Ganadería; (P) y Población
Table 6. Different kinds of impacts recorded in the sampled rivers of the Oyacachi and Muertepungu water sheets.
Were detailed: (R), Dams; (C), Roads; (G), Livestock; (P) and Population.

Patrones Bióticos

Plantas Acuáticas

La similitud encontrada en los patrones de cobertura y abundancia de especies de plantas acuáticas responde, principalmente, al tipo de reproducción asexual que manifiestan las diferentes especies, que en su mayoría, es de tipo vegetativo (rizomas, estolones y yemas abortivas), lo que les permite ocupar espacios vacíos creando una dominancia monoespecífica representada en una forma de crecimiento gregario McCreary (1991); Terneus (2002). Sin embargo, este crecimiento gregario podría resultar afectado por factores externos como los niveles de intervención en las zonas de estudio. Esto provoca que los nutrientes del substrato y las condiciones físico-químicas del agua se modifiquen, ocasionando cambios en los patrones de cobertura y abundancia de plantas acuáticas. Otro de los factores externos que modifica estos patrones es la inestabilidad de los ambientes lóticos, generado por las permanentes fluctuaciones del nivel de agua, lo que dificulta el establecimiento de las plantas acuáticas en las zonas de ribera Vannote et al. (1980).

Frente a esta inestabilidad de hábitats las plantas acuáticas han desarrollado una serie de adaptaciones que les permite resistir estos cambios drásticos de su entorno. Esta podría ser una de las razones para que la forma de vida enraizada emergente domine en la composición de la flora acuática. Por otro lado, la presencia de Isoetes, musgos y hepáticas demuestra que los ecosistemas se encuentran en buen estado ya que estos crecen únicamente en aguas puras y limpias Sculthorpe (1967). La división en dos grupos a un nivel superior (Figura 3), parece estar definida por niveles de intervención. El primer grupo, está formado por los ríos de Oyacachi que registraron intervención de obras de infraestructura e influencia de centros poblados, a excepción de los puntos 12 y 14 que muestran una similitud estrecha entre sí y que se encuentran separados del grupo. El segundo grupo, está formado por los ríos de Oyacachi y Muertepungu, los mismos que mostraron intervención con relación a actividades agrícolas y ganaderas.

Por otro lado, los patrones de distribución de las plantas acuáticas fueron bastante amplios por lo que no existe una influencia directa de la gradiente altitudinal a esta cota. La separación de uno de los ríos de Muertepungu, podría ser porque es el único río que presentó dos especies de Isoetes que no se encontraron en los demás ríos y que indica el buen estado de sus aguas. En definitiva, la mayoría de ríos comparten especies, lo que indica una fuerte relación con el origen geológico reciente de la cordillera de los Andes Sauer (1965); Steinitz-Kannan et al. (1983).

Al final, el análisis canónico de correspondencias confirma que la composición florística está determinada por los niveles de intervención que presentan los ríos, lo cual se manifiesta en la variación de la composición físico-química del agua y en el tipo de sedimento en el que crecen las plantas acuáticas. Los niveles de intervención mencionados responden a obras de infraestructura como carreteras y represas, lo cual ha creado mayores trastornos en los puntos P4 y P5 y también a actividades agrícolas, piscícolas y asentamientos humanos que han afectado más a los ríos P8, IN, M2 y M1.

La preferencia de hábitats mostrada por algunas especies, principalmente de helechos (*Isoetes* spp.) y musgos (*Sphagnum* spp.), pone de manifiesto la importancia de estos grupos como potenciales especies bioindicadoras de calidad ambiental. Sin duda alguna, existen otros factores externos que podrían estar modificando estos patrones, como por ejemplo la geología, que no se tomó en cuenta en este estudio. Esta variable, tiene que ver con algunos elementos físico-químicos del agua, factores relacionados con la composición geológica de la zona. Sin embargo, estas variaciones también pueden ser atribuidas a elementos de intervención.

Macroinvertebrados

Los esquemas de presencia, composición y abundancia de taxa no se ajustan al modelo establecido en Vásconez et al. (2002), al no coincidir con los grupos de macrohábitats establecidos en el trabajo mencionado (Clusters 14 y 16). Además, sí parece existir diferencias, tanto de riqueza como de abundancia de taxa, en relación con la altitud, en el rango altitudinal establecido en el estudio mencionado.

Se han encontrado diferencias entre los ríos alrededor de la cota de los 4000 m, aun cuando todos corresponden al cluster 14 Vásconez et al. (2002). Comparando estos ríos con el resto del grupo de ríos estudiados, existe una tendencia de patrones de mayor riqueza y menor abundancia de macroinvertebrados. Sin embargo, se necesitarían estudiar muchos más ríos para establecerla. La diferencia más marcada, encontrada en el río 12, parece tener relación con la composición geológica de la microcuenca que drena, así como a la posible influencia de un pequeño pantano. La diferencia entre los ríos 11 y 14 puede tener relación con diferencias en condiciones geográficas, tanto ambientales como bióticas, por ejemplo nivel de precipitación, cambios de temperatura, y la vegetación predominante en el área de drenaje, entre otras. Sin embargo, no existe información suficiente para establecer estas relaciones.

También se han encontrado diferencias entre los ríos alrededor de la cota de los 3700 m, Los patrones de similitud establecidos en estos ríos no corresponden a los clusters 14 y 16, definidos en Vásconez et al. (2002). Las similitudes encontradas, apuntan a que la distribución se relaciona con factores como la composición geológica del área de drenaje (ríos 10 y 13; 4 y GU; 5 y SU) e influencias geográficas como régimen hidrológico y climático (en especial ríos 4, 5, SU y GU). También se observa una posible influencia de zonas de pantano (ríos 4, 5, 10 y GU) y diferencias en la vegetación del área de drenaje (río SU).

La relación que mejor se ha definido corresponde a los ríos alrededor de la cota de 3300 m, Lamentablemente, en estos ríos se ha encontrado intervención, por lo que éste puede ser el factor que los aglutina en gran medida. Evidentemente la cercanía entre ellos y, por tanto, la similitud en las condiciones ambientales de éstos, es otro factor de similitud importante. Aún así, se puede destacar la diferencia de los ríos 2 y 8, respecto a los otros. Aparentemente estas diferencias tienen relación con el orden correspondiente a cada río.

El orden de los ríos es un factor determinante que debe ser tomado en cuenta en una caracterización abiótica de ecosistemas acuáticos Allan (1996); Higgins et al. (1998). Se encuentran similitudes entre los ríos 8 y 13 que apuntan en este sentido. Los dos ríos son el resultado de la influencia de muchas áreas de drenaje y, por tanto, representan la suma de estas condiciones. Los dos ríos presentan un enriquecimiento inusual. Por un lado, puede ser justamente el resultado de la acumulación de nutrientes provenientes de algunas cuencas. Por otro lado, se plantea la influencia de otro factor que puede tener gran importancia y que no se tomó en cuenta para este estudio y es la presencia de aguas minerales. La zona de Oyacachi tiene abundantes fuentes minerales que pueden contribuir enormemente con la composición química de las aguas de los ecosistemas acuáticos. Por consiguiente debe ser tomado en cuenta para futuros trabajos en la zona de estudio.

Es necesario recalcar la importancia que puede tener la geología en la zona de estudio. Es interesante encontrar un patrón de mayor abundancia en la zona de los ríos 10 y 13. Probablemente esto tenga relación directa con la geología de las cuencas involucradas, que distan poco entre sí. Un caso similar ya se mencionó respecto a los ríos 11 y 12, también muy próximos entre sí.

Las tendencias encontradas en el análisis canónico de correspondencia (Figura 7) separan a los ríos en dos grandes grupos. Esta separación tiene mucho que ver con la variable altitud, directamente correlacionada con el cambio de temperatura y la saturación de oxígeno, e indirecta en relación con la composición química del agua y el caudal de los ríos. En el primer grupo, compuesto por los ríos de la cota de 3300 m y dos de la de 3700 m, (13 y SU), evidentemente existe un componente de enriquecimiento, al tener la variable saturación de oxígeno gran fuerza en la separación de los ríos. El segundo grupo, compuesto por el resto de ríos, como se esperaba, es separado fuertemente por la variable temperatura. Sin embargo, las variables pH y conductividad presentan gran influencia en la distribución de los ríos (Figura 7). Es decir, que la geología tiene un papel importante en las diferencias encontradas entre los ríos estudiados. Posiblemente la influencia de las zonas de pantano también cobra un papel fundamental en este sentido. Es sumamente interesante la completa separación establecida para los ríos de Muertepungu. Es decir, se ve con facilidad que la escala espacial diferencia fuertemente a estos ríos del resto. Evidentemente esto implica diferencias con relación a clima, geología y posiblemente biogeografía.

A pesar de la existencia de un componente de intervención humana, la diferencia en la presencia de ciertos taxa entre cotas, superiores e inferiores a 3500 m, es importante. La intervención encontrada probablemente nos impide determinar diferencias más específicas. Como se mencionó, hay muchos

otros grupos que podrían estar definiendo tendencias importantes en la caracterización de los ecosistemas acuáticos de la zona. Sin embargo, su poca abundancia y su especificidad, impiden establecer patrones de distribución. Únicamente un estudio a largo plazo podría proveer de patrones de distribución más precisos, incluso con cálculos de probabilidad de presencia de taxa determinadas en condiciones abióticas específicas.

Los resultados obtenidos tienen sesgo en relación con el nivel de identificación alcanzado en este trabajo. La falta de información existente en nuestro medio, así como, la incapacidad de llegar a niveles de identificación más finos son obstáculos que impiden tener una idea aproximada de la diversidad existente en la zona. Por ejemplo, dentro de este estudio se colectaron 25 especímenes de Plecóptera. Este es un grupo que siempre presenta poca abundancia. Sin embargo, Stark (2001) reconoce la existencia de 41 especies de Plecópteros para el Ecuador, de las cuales 25 son nuevas para la ciencia. Estas descripciones se basan en especímenes colectados muchos años atrás y mantenidos en las colecciones de los museos National Museum of Natural History, Washington DC (USNM), Carnegie Museum of Natural History, Pittsburg, PA (CMNH) y en el de University of Missouri, Columbia (UM). Es sorprendente descubrir que prácticamente cada lugar en los que fueron colectados los especímenes aportó con una nueva especie. Igualmente puede ocurrir con el orden Ephemeroptera. Según Pescador et al. (2001), están registradas 375 especies para América del Sur, de las cuales 80% son endémicas. Además se cita a Perú como el tercer país con relación a riqueza encontrada, haciéndose notar que este puesto seguramente tiene relación con esfuerzos de colección diferenciales. En este sentido, es muy probable que Ecuador sea mega-diverso respecto a este grupo y simplemente no lo sabemos.

Grado de Intervención de Ecosistemas Acuáticos

Dentro del presente estudio, se trató, en lo posible, de realizar los muestreos en lugares prístinos o con baja intervención. Si se encontraba algún tipo de impacto, se hacía lo posible por tomar muestras en zonas no expuestas. Sin embargo, es interesante enumerar, en general, los tipos de intervención encontrados (Tabla VI). En la zona de estudio se encuentran represas, carreteras y ganadería e intervención, relacionadas directamente con la población de Oyacachi.

Es interesante mencionar que dentro de todos los análisis realizados, (estadísticos, índices matemáticos y biológicos) los ríos intervenidos se distinguen del resto. En este sentido, aunque en este estudio no se hayan podido definir patrones específicos de caracterización de los ecosistemas acuáticos, sí se han podido determinar ríos con intervención.

Los resultados del índice ASPT demuestran que estos ríos no presentan un grado de intervención muy alto, relacionándolos con los presentados por Vásquez (2000). Al final de este análisis utilizando los resultados de los índices matemáticos, Fisher, H' y J', y de los índices biológicos, ASPI y EPT, se pudo distinguir ríos con calificaciones pobres. Estos son el río 13 (Cluster 16, Cota 3700 msnm) y los ríos 2, 3, 8 y IN (Cluster 16, Cota 3300 msnm).

Tanto los ríos 8 y 13 son de orden superior, por lo que son sujetos a la influencia de todas las cuencas que drenan. Como se observa, sus puntuaciones son bajas (Tabla V). Los dos ríos presentan un enriquecimiento en sus aguas, que puede ser el resultado de la presencia de fuentes de aguas minerales en su cuenca de drenaje. En la cuenca alta del río 8 se observó directamente una de estas fuentes y, a la distancia, otras dos posibles. En el río 13 no se tuvo esta suerte. Sin embargo, teniendo en cuenta la cercanía del río 10, es decir, suponiendo que hay un componente geológico en la zona que enriquece a estos ríos, el enriquecimiento evidente del río 13 debe tener un componente extra que puede ser una fuente de aguas minerales. Por esto la importancia de tener en cuenta este factor para futuros estudios.

Por otro lado, los ríos 2, 3, IN y 8 tienen la directa influencia de la población de Oyacachi. Como se establece en la Tabla VI, el río 2 tiene influencia de pastoreo, el río (punto) 3 un represamiento aguas río arriba y la influencia de gente a su alrededor. El río (punto) IN, 470 m aguas abajo del punto 3, a más de las influencias establecidas para el punto 3, atraviesa la parte occidental de la población de Oyacachi, teniendo una influencia directa de la central hidroeléctrica y de las piscinas de truchas existentes en la población. El río 8 está rodeado de campos de pastoreo.

Variables para nueva caracterización abiótica

Ratificando el estudio de Vásquez et al. (2002), la altitud es la variable eje de toda la validación, relacionándose directamente con factores como temperatura y saturación de oxígeno e indirectamente

con pH, caudal, velocidad de corriente, entre otras. Sin embargo, el rango utilizado en Vásconez et al. (2002) parece ser amplio para predecir diferencias en las características de los ecosistemas en el área de estudio.

También se determinan tendencias que pondrían a Geología como una variable muy importante a tomar en cuenta en la zona de Oyacachi. Dentro de esta variable, o como una variable independiente, se deben tener en cuenta los puntos de afloramiento de aguas minerales y su influencia en determinadas cuencas.

Además, es fundamental, caracterizar a los ríos con relación al orden al que pertenecen, así como relacionarlos directamente con su área de drenaje. Es decir, detallar las influencias presentes en el área de drenaje. Por un lado, establecer la superficie drenada en el punto de muestreo. Por otro, establecer influencias en relación con pantanos, lagunas y tipo de vegetación. A pesar de que el trabajo de Vásconez et al. (2002) tiene un componente muy fuerte con relación a vegetación, carece del detalle suficiente que permita establecer esta relación para cuencas específicas. Una mejor caracterización podría basarse, por ejemplo, en las diferencias establecidas por Báez et al. (1999) y Valencia et al. (1999), con relación a páramo herbáceo y páramo húmedo (pantanos) y a la diferencia de vegetación en ciertas cuencas, como la presencia de bosque montano o bosques de páramo Báez et al. (1999).

Tomando en cuenta la complejidad de relaciones encontradas dentro del área de estudio, la variable más importante a tener en cuenta es intervención. En este esquema, se deben definir los tipos de intervención humana y, si es posible, el grado de ésta. De esta forma, se puede trabajar en problemas concretos con relación al manejo y conservación de ecosistemas acuáticos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al generoso aporte de la oficina de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, donación No. EDG-A-00-01-00023-00, a través del Programa Ecuador de The Nature Conservancy (TNC) junto al Proyecto Parques en Peligro (PeP). Tenemos mucha gratitud por el apoyo que continuamente nos brinda la gente del Programa Ecuador de TNC, en especial a S. Benítez y P. Arroyo.

Agradecemos a EcoCiencia, en especial a F. Cuesta y a G. Remache, por su apoyo en logística y en la generación de mapas. A Fundación Antisana, G. Mosquera y A. Ruiz, por su apoyo tanto en la negociación con la Asociación Pecuaria Santa Rosa de Muertpungu como en logística. A la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), en especial al Dr. G. Reck (ECOLAP, Instituto de Ecología Aplicada), a los Doctores H. Valdebenito y a P. Riera (Colegio de Ciencias de la Vida), por todo su apoyo en la utilización del espacio físico, de los equipos y materiales de la USFQ. Al Herbario QCA, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), en especial a H. Navarrete, por permitirnos utilizar las colecciones del herbario y equipo.

Agradecemos también a K. Podvin, M. O. Borja y S. Ordóñez (USFQ), así como a G. Proaño (PUCE), por su ayuda en la limpieza, separación e identificación de macroinvertebrados. Nuestro reconocimiento y agradecimiento a C. Carrasco, en otras circunstancias coautora de este trabajo, por todo el esfuerzo paciente y eficiente que ha volcado en este estudio.

Referencias

- Allan, J. F. 1996. Stream ecology: Structure and function of running waters. Ed. Chapman & Hall, Great Britain.
- Báez, S.; F. Cuesta & M. Peralvo. 1999. Caracterización vegetal de la cuenca alta del Río Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. EcoCiencia, Quito, Ecuador.
- Cuesta, F.; M. Peralvo & F. Van Manen. 2003. Andean bear habitat use in the Oyacachi River basin, Ecuador. *Ursus* 14: 00-00. "in press".
- Centro para la Investigación de la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales Andinos (DIVA). 2000. Oyacachi - La gente y la biodiversidad. Dinamarca y Ediciones Abya Yala, Ecuador. Primera Edición en español.
- Fernández, H.R. & E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Universidad Nacional de Tucumán,

Argentina.

Fundación Antisana (FUNAN). 1999. Estudio biofísico, socioeconómico y de alternativas de manejo del sector "Flujo de lava de Antisanilla". Proyecto Biorreserva del Cóndor. Quito, Ecuador.

Hare, J. & P. Ramsay. 2001. Aquatic invertebrate communities of Ecuadorian waterfall pools: The effect of altitude and associated variables. in: Ramsay, P. (ed.) Pp.193-200. *The Ecology of Volcán Chiles: High altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border*. Peble & Shell publications. Plymouth UK.

Hawkins, Ch.; R. Norris; J. Gerritsen; R. Hugues & S. Jackson et al. 2000. Evaluation of the use of landscape classifications for the prediction of freshwater biota: synthesis and recommendations. *The North American Benthological Society*. 19(3):541-556.

Higgins, J.; M. Lammert; M. Bryer; M. DePhillip & D. Grossman. 1998. Freshwater conservation in the great lakes basin: development and application of an aquatic community classification framework. The Nature Conservancy, Chicago IL, USA.

Jacobsen, D. & E. Terneus. 2001. Aquatic macrophytes in cool aseasonal and seasonal streams: a comparison between Ecuadorian highland and Danish lowland streams. *Aquatic Botany* 71:282-295.

Jacobsen, D. & A. Encalada. 1998. The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. *Arch. Hydrobiol.* (142) (1):53-70.

Jacobsen, D.; R. Schultz & A. Encalada. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater biology* 38:247-261.

Kent, M. & P. Coker. 1992. Vegetation description and analysis, a practical approach. Belhaven. Press London, UK.

Legendre, P. & A. Vaudor. 1991. The R- package: Clustering analysis. Département de Sciences Biologiques, Université de Montréal, Montréal, Canadá.

Mangurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurements. Ed. Chapman & Hall, Great Britain.

McCreary, N. 1991. Competition as a mechanism of submerged macrophyte community structure. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. *Aquatic Botany* 41:177-193.

Metcalfe, J.L. 1989. Biological Water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. *Environmental Pollution* 60: 101-139.

Pescador, M.L.; M.D. Hubbard & M.C. Zúñiga. 2001. The estatus of the taxonomy of the mayfly (Ephemeroptera) fauna of Southamerica. Pp. 37-42. in: E. Domínguez (ed.) *Trends in Research in Ephemeroptera y Plecoptera*. Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.

Prowse, G. 2001. The stream invertebrate communities of the Río Bobo, Volcán Chiles in: Ramsay, P. (ed.) Pp.185-192. *The Ecology of Volcán Chiles: High altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border*. Peble & shell publications. Plymouth UK.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Centro de Investigaciones, CIEN, Facultad de Ciencias Exactas y naturales, Universidad de Antioquia, Colombia.

Rosenzweig, M. L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press. Great Britain.

Sauer, W. 1965. Geología del Ecuador. Talleres gráficos del Ministerio de Educación, Quito-Ecuador.

Sculthorpe, C. D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. New York: St. Martin's Press.

Stark, B. 2001. Records and descriptions of Anacroneuria form Ecuador (Plecoptera: Perlidae), Scopolia. *Journal of the Slovenian Museum of Natural History*, No 46, Nov 2001, Schwarz d.o.o, Ljubljana, Slovenia.

Steinitz_Kannan, M.; P. Colinvaux & R. Kannan. 1983. Limnological studies in Ecuador: a survey of chemical and physical properties of Ecuadorian Lakes. *Hydrobiology* 65:61-103.

Stryer, L. 1985. Bioquímica. 2da Ed., Ed. Reverté S.A. Madrid, España.

Ter Braak, C. J. & P. Smilauer. 1986. CANOCO Reference manual and user's guide to canoco for windows. Wageningen: centre of biometry. Netherlands.

Terneus, E. 2002. Estructura y composición florística de las plantas acuáticas en 70 lagunas de

páramo y dos lagunas interandinas del Ecuador. Tesis de Doctorado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Valencia, R.; C. Cerón; W. Palacios & R. Sierra. 1999. Los sistemas de clasificación de la vegetación propuestos para el Ecuador. pp:19-28. en: Sierra, R. (Ed.), *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Vannote, R. L.; W. Minishal; W. Cummins; J. Sedell & C. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.

Vásconez, J. J. 2000. Resistencia a la contaminación orgánica de macroinvertebrados bentónicos en ríos de altura y de tierras bajas en Ecuador. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Vásconez, J.J.; G. Remache; F. Cuesta; E. Terneus; M. Peralvo & B. Ríos. 2002. Caracterización de ecosistemas acuáticos a través de variables abióticas de la vertiente oriental de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador. Fundación AGUA, The Nature Conservancy, Fundación EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Weaver, R. & S. Rundle. 2001. The influence of altitude on macroinvertebrate community assemblages in the Río Chilma and its tributaries, Volcán Chiles. in: Ramsay, P. (ed.) Pp.177-184. *The Ecology of Volcán Chiles: High altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border*. Peble & shell publications. Plymouth UK.