

Zonas áridas



Centro de Investigación de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima-Perú
Center for Arid Research, Agrarian National University, La Molina, Lima-Perú

ISSN 1013-445X
versión impresa

ISSN 1814 8921
versión electrónica

2005
N° 9



Leyenda de Carátula

Foto 1. Cabras en el bosque seco de llanura de Piura

Foto 2. Dominancia de Algarrobo en el bosque seco de llanura de Piura

Foto 3. Atardecer en el bosque seco de llanura de Piura

Foto 4 y 5. Dominancia de *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakhuisen en los bosques de montaña de Piura

Cover Legend

Photo 1. Goats in the lowland dry forest of Piura

Photo 2. Dominant Algarrobo in the lowland dry forest of Piura

Photo 3. Sunset in the lowland dry forest of Piura

Photos 4 and 5. Dominant *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakhuisen in the montane dry forests of Piura

Información General/ General Information

Zonas Áridas publica artículos originales referentes a los diversos aspectos de las zonas áridas y semiáridas a nivel mundial, con la finalidad de contribuir al mejor conocimiento de sus componentes naturales y sociales, y al manejo adecuado de sus recursos. Con este objeto acepta contribuciones sobre zonas áridas en los distintos campos de la ciencia básica y aplicada, en particular en: Biología, Ecología, Paleobiología, Antropología, Arqueología, Geología, Hidrología, Forestales, Agricultura, Climatología y Arquitectura referida a las zonas áridas. Esta Revista se inició en 1982 y tiene las siguientes secciones: Editorial, Artículos científicos, Revisiones y Notas Técnicas o Informativas. No se cobran gastos de publicación.

Las opiniones expresadas en esta revista son responsabilidad exclusiva de los autores.

Zonas Aridas publishes original articles with regard to the various ecological and cultural aspects of the arid and semi-arid zones at world-wide level, particularly those contributing to a better understanding of their natural and social components and the rational management of their resources. It accepts contributions about arid lands in the different scopes of basic and applied science, particularly in: Biology, Ecology, Paleobiology, Anthropology, Archaeology, Geology, Hidrology, Forestry, Agriculture, Climatology and Architecture of these formations. This journal was founded in 1982 and it has the following sections: Editorial, Research, Articles, Reviews and Technical or Informative Notes. It has no page charge.

Opinions and conclusions expressed in this journal are the sole responsibility of the contributing author(s).

ISSN 1013-445X (Versión impresa)

ISSN 1814-8921 (Versión electrónica)

Título Clave: Zonas áridas

Título Clave Abreviado: Zonas áridas

Biblioteca Nacional del Perú

Depósito Legal: 2003-5607

Dirección Postal/Mailing Address

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA)

Universidad Nacional Agraria La Molina

Camilo Carrillo 300 A, Lima 11, Perú

E-mail: cizaunalm@yahoo.com

Página Web: <http://www.lamolina.edu.pe/ciza>

Zonas Áridas

Publicada por el Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA)
Universidad Nacional Agraria La Molina
Published by the Center for Arid Lands Research (CIZA)
National Agrarian University La Molina

Director/ Director

MSc. Juan Torres Guevara

Editor Invitado/Guest Editor

MSc. Reynaldo Linares-Palomino

Editores/Editors

Biol. Sonia María González Molina
Dra. María de los Ángeles La Torre-Cuadros

Comité Científico/Scientific Committee

Dr. Eugene N. Anderson
University of California Riverside, EUA
E-mail: gene@ucr.edu

Dra. Norma Hilgert
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Argentina
E-mail: normahilgert@yahoo.com.ar

Dra. Egleé López Zent
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas,
Venezuela
E-mail: elopez@ivic.ve

Dr. Antonio Galán de Mera
Universidad San Pablo CEU, España
E-mail: agalmer@ceu.es

Dr. Carlos Galindo-Leal
Programa Bosques Mexicanos WWF, México
E-mail: cgalindo@wwfmex.org

Dr. Alejandro Casas
Instituto de Ecología, Universidad Nacional
Autónoma de México, México
E-mail: acasas@oikos.unam.mx

Dr. Gerald A. Islebe
El Colegio de la Frontera Sur, México
E-mail: gerald@ecosur-qroo.mx

Dr. Miguel Ángel Martínez Alfaro
Universidad Nacional Autónoma de México, México
E-mail: malfaro@mail.ibiologia.unam.mx

Dra. María Nery Urquiza Rodríguez
Grupo Nacional de Lucha contra de la Desertificación y la
Sequía, Cuba
E-mail: nerly@ama.cu

PhD. Toby Pennington
Royal Botanic Garden Edinburgh
Tropical Diversity Section
E-mail: t.pennington@rbge.org.uk

Diseño Carátula/ Cover Design

Gaby Matsumoto

CONTENIDO/CONTENTS

A LOS LECTORES/TO THE READERS

EDITORIAL

HERPETOFAUNA DEL BOSQUE SECO ECUATORIAL DE PERU: TAXONOMÍA, ECOLOGÍA Y BIOGEOGRAFÍA Pablo J. Venegas	9
CONOCIMIENTO SOBRE ESPECIES LEÑOSAS ÚTILES DEL BOSQUE CILIAR DEL RIACHO DO NAVIO, FLORESTA, PERNAMBUCO José Feitosa Isabelle Meunier & Ulysses De Albuquerque	25
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PUQUIOS COMO TECNOLOGÍA ADAPTADA PARA LA IRRIGACIÓN EN NASCA, PERÚ Konrad Berghuber & Christian R. Vogl	35
LAS ENCRUCIJADAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS EN EL ANÁLISIS DE PROCESOS CON DIMENSIONES BIO-GEO-FÍSICAS Y SOCIALES. LA COMPARACIÓN DE DOS CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN CHILE Y ARGENTINA Laura Torres, Rosa Garay, Elma Montaña, Gabriela Pastor, Rodrigo Fuster, Elena Abraham, Alejandro León & Eduardo Torres	51
DESERTIFICACIÓN POR MINERÍA METÁLICA EN PÁRAMOS Y BOSQUES DE NEBLINA DE NACIENTES DE CUENCA EN NORTE DE PERU Fidel Torres G	63
POVERTY AND NATURAL RESOURCE DEGRADATION: AGROPASTORALISM IN THE NORTHERN COAST OF PERU Abelardo Rodríguez, Raúl Alvarez & Margarita Uhlenbrock	83
MODELACIÓN DEL MANEJO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DEL BOSQUE SECO TROPICAL, COSTA RICA Víctor H. Meza Picado	107

ASOCIACIÓN DE CACTÁCEAS EN EL BOSQUE SECO DEL NORTE DEL PERÚ, ESTUDIOS DE CASO, LAS LOMAS, JAGUAY NEGRO Y COTO DE CAZA EL ANGOLO Ana Sabogal & Stefan Zerbe	125
---	-----

Notas Técnicas / Technical notes:

USO MÚLTIPLE DEL BOSQUE SECO DEL NORTE DEL PERÚ: ANÁLISIS DEL INGRESO Y AUTOCONSUMO Abelardo Rodríguez & Raúl Álvarez	131
--	-----

ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Mauro Mendoza	149
--	-----

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA ARBÓREA POTENCIAL Y LA ARQUITECTURA VEGETAL PARA UNA MEJOR PRODUCCIÓN CAPRINA EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA Margarita Uhlenbrock & Abelardo Rodríguez	161
---	-----

A LOS LECTORES

Una vez más nos convoca la Revista Zonas Áridas y esta vez con los bosques estacionalmente secos como tema central de nuestra publicación que cada día suma más amigos a esta comunidad de académicos unidos por las arenas, los atardeceres rojizos y esas culturas tan llenas de colores que han hecho del nomadismo, la transhumancia y el constante viajar algo que nos recuerda que la vida es un largo viaje en donde no interesa llegar sino el viajar y más aún en este año en que el CIZA cumple 30 años, 30 años de viajar, de ver llegar y partir jóvenes, 30 años armados a brazo partido, donde más han contado las pasiones, las ilusiones, los sueños que los materiales, equipos e infraestructura, pues, para soñar no las hemos necesitado sin que esto signifique no las hayamos extrañado.

El número ha sido conducido científicamente por Reynaldo Linares- Palomino, con la colaboración de María de los Ángeles La Torre Cuadros y la dirección de la Editora Sonia González Molina que por tercera vez soñó con ver este ejemplar, igualmente tenemos que destacar el valioso apoyo de nuestro Comité Científico, el Cuerpo de Árbitros, y la creatividad de Gaby Matsumoto responsable una vez más de la carátula de la revista, sin todos ellos no hubiéramos logrado llegar por tercera vez donde ustedes.

Nuestros autores invitados, con sus impecables artículos sobre bosques estacionalmente secos, desiertos, cuencas, culturas y desertificación constituyen el cuerpo central de esta entrega, a ellos y a ustedes nos debemos.

Esta edición se la hemos querido dedicar al Dr. Frederic Engel , uno de los fundadores del CIZA, e incansable investigador de las culturas precolombinas de los desiertos costeros de El Perú y a Margarita Uhlenbrock joven investigadora, que escribe sobre temas referidos al desierto de Sechura (Piura) en este número. Ambos ya no se encuentran físicamente con nosotros aunque, como, nos siguen acompañando.

Hemos querido aportar, una vez más, al conocimiento de estos hermosos ecosistemas, ojalá lo hayamos cumplido, eso lo dirán ustedes, lo que si les puedo asegurar es que lo hicimos con todo lo mejor de nosotros.

Juan Torres Guevara
Director CIZA

TO THE READERS

One more time the journal *Arid Zones* is brought to us and this time with seasonally dry forests as a central theme of our publication, which each day adds more friends to this community of academics united by the sands, the red sunsets and the cultures so full of colors that they have made nomadism, the transhumancia (transhumancy?) and the constant travel something that reminds us that life is a long journey where it's not the arrival at our destination that matters but rather the travel. This is even more pronounced in light of this year, in which CIZA turns thirty; thirty years of journeying, of seeing youth come and go, thirty years, "armados a brazo partido, donde más a contado las pasiones, las ilusiones, los sueños que los materiales, equipos e infraestructura, pues, para soñar no las hemos necesitado sin que esto signifique no las hayamos extrañado".

This edition has been scientifically driven by Reynaldo Linares-Palomino with the collaboration of María de los Ángeles La Torre Cuadros and the direction of the editor, Sonia González Molina, who for a third time dreamed of seeing this issue come together. We must also highlight the valuable support of our Scientific Committee, the Judging Body, and the creativity of Gaby Matsumoto, who is responsible one more time for the journal's cover design. Without all of these players we would not have been able to bring this to you for a third time.

Our guest authors, with their impeccable articles about seasonally dry forests, deserts, watersheds, cultures and desertification, constitute the central body of this work, and to them we are grateful.

We want to dedicate this edition to Dr. Frederic Engel, one of the founders of CIZA and a tireless researcher of pre-Columbian cultures of the coastal deserts of Peru, and to Margarita Uhlenbrock, a young researcher that writes about topics surrounding the desert of Sechura (Piura) in this issue. Both are no longer with us physically, but they still accompany us in spirit.

We have wanted to contribute, one more time, to the knowledge of these beautiful ecosystems; I hope that we have accomplished this, but you will have to decide this for yourselves. What I can assure you of is that we put our best into making it.

Juan Torres Guevara
Director CIZA

EDITORIAL

Los bosques estacionalmente secos (BES), o simplemente bosques secos, como son conocidos por la mayoría, constituyen uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. Sin embargo existen pocos estudios sobre los mismos y es recién en los últimos años que ha surgido interés de parte de biólogos y otros científicos en conocer con más detalles cómo funcionan. Los BES, distribuidos en el Neotrópico desde el norte de México hasta el norte de Argentina y sur del Brasil, son muy variables en cuanto a la composición de su flora y fauna. Es en México y algunos otros países de Centroamérica donde se conoce mejor este ecosistema. En el resto de países del Neotrópico es prácticamente nula la información biológica que se tiene. Esto es más grave aún considerando que en países como Colombia, Ecuador y Bolivia sólo quedan remanentes aislados de poca extensión, representando un mínimo porcentaje de lo que alguna vez hubo. Este refleja el claro impacto que tiene la presencia de los seres humanos en estos bosques. Desde hace siglos, y quizás milenios, los bosques secos y ecosistemas estacionales similares han sido un lugar preferencial para el establecimiento y desarrollo de diversas culturas. Esto se debe principalmente a que estos sitios tienen menos biomasa vegetal que los bosques lluviosos y por lo tanto son más fáciles de limpiar para agricultura. Por otro lado, el hecho de tener un clima estacional disminuye las probabilidades de plagas.

Como menciono líneas arriba, es recién en los últimos años que han aumentado las investigaciones en los BES, sin embargo, seguimos sin saber mucho de ellos. Con este número de Zonas Áridas, dedicado parcialmente a los BES, queremos contribuir a conocer mejor los ecosistemas de bosques secos del Neotrópico. Presentamos cinco artículos de la costa norte del Perú cubriendo temas como ecología de la vegetación (Sabogal & Zerbe), herpetología (Venegas), agropastoralismo (Rodríguez *et al.*), productividad primaria del bosque (Uhlenbrock & Rodríguez) y economía del uso del bosque (Rodríguez & Álvarez). Tenemos el agrado de presentar también contribuciones del Brasil sobre el conocimiento local de especies leñosas en Pernambuco (Ferraz *et al.*) y de Costa Rica sobre modelamiento del manejo silvicultural (Meza Picado).

Espero que este no sea el final de contribuciones referentes a los BES en la revista. Más aún, espero y tengo la confianza de que en el futuro tengamos una presencia permanente y amplia de artículos y notas sobre BES en Zonas Áridas.

Reynaldo Linares-Palomino
Editor invitado
Revista Zonas Áridas

EDITORIAL

Seasonally dry forests (SDF) or simply dry forests, as they are known by most people, are one of the most endangered ecosystems of the world. There are however very few studies made in SDF and it is just in the last few years that interest from biologists and other scientists has risen to know in a more detailed way how these ecosystems work. SDF, distributed in the Neotropical region from northern Mexico to northern Argentina and southern Brazil, have a very variable floristic and faunistic composition. And it is in Mexico and other Central-American countries where BES are best known. Information from other countries in the neotropical region is scant. This has big implications, especially when one considers that in countries like Colombia, Ecuador and Bolivia only small isolated patches of remnant vegetation exist, which represent a small percentage of the former extension of these forests. This shows mainly the impact human presence has had on the ecosystem. It is for centuries and maybe even millennia that dry forests and similar seasonal ecosystems have been a preferred place for the establishment and development of several cultures. The reason for this is that these places have fewer plant biomass than wetter forests and thus are far more easier to clear for agriculture. Additionally, having a seasonal climate diminishes the occurrence of plagues.

As mentioned above, it is just the last few years that interest in SDF research has risen. We are however far from having a good understanding of them. This issue of *Zonas Áridas*, dedicated partially to SDF, attempts to contribute to the knowledge we have on neotropical seasonally dry forests. We present five papers from the northern coast of Peru dealing with vegetation ecology (Sabogal & Zerbe), herpetology (Venegas), agropastoralism (Rodríguez *et al.*), forest primary productivity (Uhlenbrock & Rodríguez) and forest use economy (Rodríguez & Álvarez). We are delighted to include as well a contribution from Brazil about local knowledge of woody plants in Pernambuco (Ferraz *et al.*) and from Costa Rica about silvicultural management modelling (Meza Picado).

I hope that this issue will not be the last of contributions on SDF to the journal. Moreover, I expect and have confidence, that in future issues of *Zonas Áridas* we will have a permanent and wide-ranging presence of papers and notes about SDF.

Reynaldo Linares-Palomino
Guest Editor
Zonas Áridas Journal

HERPETOFAUNA DEL BOSQUE SECO ECUATORIAL DE PERU: TAXONOMIA, ECOLOGIA Y BIOGEOGRAFÍA

HERPETOFAUNA OF THE EQUATORIAL DRY FOREST OF PERU: TAXONOMY, ECOLOGY AND BIOGEOGRAPHY

Pablo J. Venegas¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú.

Alfonso Ugarte 93, Edificio Rivera del Mar, Pimentel. Chiclayo-Perú.

E. mail: sancarranca@yahoo.es¹

RESUMEN

La herpetofauna de la ecorregión del bosque seco ecuatorial de la vertiente del pacífico de Perú esta compuesta por 6 especies de anfibios y 33 especies de reptiles, de las cuales 2 especies de anfibios y 13 especies de reptiles son endémicas a esta ecorregión. Se describe el hábitat, microhábitat y actividad diaria de cada especie. Se describe también el patrón de distribución biogeográfico de la herpetofauna de esta ecorregión y su relación con la ecorregión del desierto del Pacífico y con los bosques montanos de la vertiente occidental de los Andes.

Palabras clave: biogeografía, bosque seco, ecología, especies endémicas, hábitat, herpetofauna, Perú, taxonomía

ABSTRACT

The herpetofauna of the equatorial dry forest ecoregion of the Peruvian pacific slope consists of 6 species of amphibians and 33 of reptiles, being of this total 2 amphibian species and 13 reptile's species endemics. The habitat, microhabitat and diel activity of each species is described. The biogeographic distribution pattern of the herpetofauna of this ecoregion and its relation with the pacific desert ecoregion and the montane forests of the occidental slope of the Andes is also described.

Key words: biogeography, dry forest, ecology, endemic species, habitat, herpetofauna, Perú, taxonomy

La ecorregión del Bosque Seco Ecuatorial (BSE) comprende una franja costera de 100 a 150 km de ancho (0°30' a 5° LS), desde la península de Santa Elena, el Golfo de Guayaquil y la Isla Puna en Ecuador, gran parte de los Departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad (7°40' LS), penetrando en las Vertientes Occidentales de los Andes hasta el valle del Marañón (9° LS) entre los Departamentos de Cajamarca y Amazonas (Brack, 1986).

Esta ecorregión, única en el mundo, ha sido estudiada principalmente en lo referente a las aves, donde se demuestra una alta tasa de endemismos (Stattersfield *et. al.*, 1998), siendo aun desconocida la diversidad de especies y tasa de endemismos de otros grupos taxonómicos.

Los reptiles de la costa de Perú, incluyendo algunas especies del bosque seco ecuatorial, han sido investigados con anterioridad por autores que proporcionan información básica sobre la taxonomía y ecología en lagartijas del género *Dicrodon* (Schmidt, 1957) y del género *Tropidurus* (Dixon & Wright, 1975), gekos del género *Phyllodactylus* (Dixon & Huey, 1970; Huey, 1979) y serpientes (Schmidt & Walker, 1943). Posteriormente, en la década de los noventa, el estudio de la herpetofauna en el noroeste del Perú se localizó principalmente en los bosques montanos de la vertiente occidental de los Andes (Cadle, 1989, 1990, 1991, 1995, 1998; Duellman & Wild, 1993), quedando el bosque seco ecuatorial como una zona de vacío de información.

Hasta el momento se tiene como referencia sobre la diversidad de la herpetofauna que habita el bosque seco ecuatorial dos especies de anfibios (Rodríguez *et al.*, 1993), 21 especies de reptiles (Carrillo & Icochea, 1995), así como 11 especies de anfibios y 29 reptiles registradas por Tello (1998).

Debido a la importancia de conservar esta ecorregión rica en endemismos y tratando de llenar el vacío de información referente a su herpetofauna, el presente artículo incluye: (I) un listado de su herpetofauna y comentarios acerca del estatus taxonómico de algunas de sus especies, (II) la distribución ecológica de sus especies, y (III) comentarios sobre la biogeografía y endemismo de sus especies. El mismo tiene como objetivos principales mejorar el conocimiento de la biodiversidad en el bosque seco ecuatorial e incrementar su importancia de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La ecorregión del Bosque Seco Ecuatorial según Brack (1986) comprende la vertiente occidental de los Andes del norte de Perú y sur de Ecuador, y el valle del río Marañón, en la vertiente oriental. Este estudio registra únicamente la herpetofauna de la vertiente occidental de Perú, sin incluir ninguna especie de la vertiente oriental (Valles del Marañón).

El bosque seco ecuatorial de la vertiente occidental esta ubicado en el noroeste de Perú y comprende gran parte de los Departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y una delgada franja ubicada en el extremo oeste de Cajamarca, entre la Provincia de Chongoyape (Lambayeque) y Chota (Cajamarca) (Figura. 1).

El área de estudio incluye gran parte del bosque seco ecuatorial de la vertiente occidental (Figura 1.), a excepción de tres localidades, el Coto de Caza del Angolo, Parque Nacional Cerros de Amotape y Zona Reservada de Tumbes.

El Bosque Seco Ecuatorial dentro del área de estudio fue dividido en dos tipos de hábitat basándose en sus formaciones vegetales y altitud. Se usó como referencia el mapa forestal del INRENA (1995) (ver Figura 1). Los hábitats resultantes son los siguientes:

1. Bosque Seco de Sabana

Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 300 msnm. y esta caracterizado por la presencia de algunas cactáceas (e.g. *Cereus* y *Armatocereus*) y por formaciones abiertas con árboles de *Acacia macracantha*, *Capparis* spp., *Parkinsonia praecox*, *Parkinsonia aculeata* y *Prosopis* spp. .Además, se encuentran en este hábitat formaciones boscosas densas (algarrobales) con predominancia de *Prosopis* spp.

2. Bosque Seco de Colina

Se encuentra desde los 400 hasta los 1500 msnm y esta compuesto por bosques caducifolios con predominancia de *Ceiba* sp., *Eriotheca* spp., *Erythrina* sp., *Ficus* sp., *Bursera graveolens*, y *Loxopterygium huasango*, así como vegetación epífita conformada por bromeliáceas y *Tillandsia* spp. .

Cabe mencionar que para el caso de altitud, se sigue la definición de Koepcke & Koepcke (1958), la cual considera como bosques montanos a la vegetación sobre los 1600 msnm y no la definición de Brack (1986), que los considera como la ecorregión “selva alta”. Asimismo, la ecorregión considerada por Brack (1986) como “bosque tropical del pacífico”, ubicada en el extremo noreste del departamento de Tumbes, ha sido considerada en el presente artículo como “bosque seco ecuatorial de la vertiente occidental”.

Obtención de datos

El trabajo de campo fue realizado entre Julio del 2001 y Octubre del 2005 y se concentró principalmente durante la temporada seca (entre los meses de Julio y Diciembre). Todas las especies registradas en este trabajo fueron capturadas manualmente, habiéndose registrado para cada individuo capturado la siguiente información: elevación (msnm), hora del día, hábitat y microhábitat, así como la vegetación asociada a cada localidad estudiada. Todas las especies capturadas fueron fotografiadas, colectándose una pequeña muestra testigo de solo aquellas especies que no pudieron ser satisfactoriamente identificadas en el campo.

Estos especímenes fueron depositados en la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MHNSM) y se encuentran citadas en el Apéndice I.

La identidad de las especies fotografiadas y de los especímenes colectados fue verificada por los siguientes herpetólogos: *Colostethus elachyhistus* y *Epipedobates tricolor* por Víctor Morales; *Eleutherodactylus lymani* por William Duellman, publicado en Venegas (2005); especies del género *Stenocercus* por Omar Torres; suborden Serpentes por Omar Pesantes y William Lamar. Las especies del género *Phyllodactylus* fueron identificadas usando las claves y descripciones de Dixon & Huey (1970). *Macropholidus ruthveni* fue identificada según Cadle (1995). Las especies *Microlophus occipitalis*, *M. koepckeorum* y *Polychrus femoralis*, así como todas las especies de la familia Teiidae fueron identificadas utilizando las claves de Peters & Donoso-Barros (1970).

Con la finalidad de facilitar el entendimiento de este artículo, se han realizado las siguientes abreviaciones: BSE (Bosque Seco Ecuatorial), BSEVOC (Bosque Seco Ecuatorial de la Vertiente occidental), BSVOR (Bosque Seco Ecuatorial de la Vertiente oriental), BSS (Bosque Seco de Sabana), BSC (Bosque Seco de Colina), DP (Desierto del Pacífico), BTP (Bosque Tropical del Pacífico), SA (Selva Alta), BM (Bosques Montanos), VOC (Vertiente Occidental) y VOR (Vertiente Oriental).

RESULTADOS

La herpetofauna del BSEVO esta compuesta por seis especies de anfibios (Orden Anura), distribuidas en 6 géneros agrupados en 3 familias y por 33 especies de reptiles (Orden Squamata: Suborden: Amphisbaenia (1), Saurios (18) y Serpentes (15)) distribuidas en 24 géneros, agrupados en 12 familias (ver Cuadro 1).

Taxonomía

A algunas especies, debido a su actual status taxonómico se les otorga los siguientes comentarios.

Alsophis elegans (Tschudii): Esta especie posee dos subespecies *A. elegans elegans* distribuida en la costa central y sur de Perú y *A. e. rufodorsatus* del sur de Ecuador y costa norte de Perú (Schmidt & Walker, 1943; Carrillo & Icochea, 1995). Dentro del área de estudio se considera a la subespecie *A. e. rufodorsatus* (Gunther).

Epipedobates tricolor (Boulenger): Registrado para el BSEVOC en la localidad de Canchaque (Duellman & Wild, 1993). Se encuentra mencionado en este artículo como *Epipedobates anthonyi* (Noble) de acuerdo con Graham *et al.* (2004), que considera a las poblaciones de *Epipedobates tricolor* del sur de Ecuador y noroeste de Perú como *Epipedobates anthonyi*.

Drymarchon corais melanurus (Dumeril, Bibron & Dumeril): Citado para los Departamentos de Piura y Tumbes por Carrillo & Icochea (1995). Es citado en este artículo según su nueva nomenclatura: *Drymarchon melanurus* (Wuster *et al.*, 2001).

Leptodeira septentrionalis (Kennicott): Esta especie distribuida desde Norteamérica hasta el centro de Perú posee cuatro subespecies (Duellman, 1958). Dentro del área de estudio se considera la subespecie *L. septentrionalis larcorum* distribuida en el noroeste de Perú (Schmidt & Walker, 1943; Duellman, 1958; Carrillo & Icochea, 1995).

Micrurus tschudii (Jan): Esta especie posee dos subespecies *M. tschudii tschudii* distribuido en el centro de Perú y *M. t. olsoni* (Schmidt & Schmidt) distribuido en el norte de Perú y sur de Ecuador (Campbell & Lamar, 2004). Dentro del área de estudio se considera la subespecie *M. t. olsoni*.

Oxyrhopus fitzingeri (Tschudii): esta especie posee dos subespecies *O. fitzingeri fitzingeri* distribuida en la costa central de Perú y *O. f. frizzelli* distribuida en la costa norte de Perú hasta sur de Ecuador (Schmidt & Walker, 1943; Carrillo & Icochea, 1995). Siguiendo la descripción original de Schmidt & Walker (1943) la subespecie *O. f. frizzelli* se diferencia únicamente de *O. f. fitzingeri* por un bajo número de escamas ventrales (227-236 ventrales y 77-94 caudales en *fitzingeri* Vs. 188-207 ventrales y 68-77 caudales en *frizzelli*). Tomando en cuenta el bajo número de individuos revisados de *O. f. fitzingeri* ($N=4$) en los que se basa dicha descripción es necesaria una revisión más detallada del estatus taxonómico de ambas especies, por lo que en el presente artículo se considera a *O. fitzingeri* como especie.

Physalaemus pustulatus (Shreve): Citado para el BSE de los Departamentos de Piura y Lambayeque en Rodríguez *et al.* (1993). Es citado en este artículo como *Physalaemus* sp. (Grupo *pustulatus*) debido a que aun no se ha definido su estatus taxonómico, de acuerdo con Cannatella *et al.* (1998) y Ron *et al.* (2004).

Stenocercus iridescens (Gunther): Distribuido desde el noroeste de Ecuador hasta el noroeste de Perú (Cadle, 1991) y registrado para el BSE (Carrillo & Icochea, 1995). Esta especie esta citada en este artículo como *Stenocercus puyango*, conforme su nueva nomenclatura según Torres-Carvajal (2005).

Distribución ecológica

Hábitat

La herpetofauna que alberga el BSEVOC presenta una distribución ecológica regida por dos tipos de hábitats (BSS y BSC) notoriamente distintos en cuanto a su composición vegetal y altitud (ver Materiales y Métodos). La distribución de los anfibios y reptiles en estos hábitats se encuentra cercanamente relacionada con los rangos de altitud en los que se encuentran dichos hábitats. Existe restricción a un solo tipo de hábitat en un importante número de especies (ver Cuadro 1).

De las seis especies de anfibios que ocurren en el BSEVOC, tres especies (*Bufo marinus*, *Leptodactylus labrosus* y *Physalaemus pustulatus*) se encuentran habitando los dos tipos de hábitats (BSS y BSC) y tres especies (*Colostethus elachyhistus*, *Epipedobates anthonyi* y *Eleutherodactylus lymani*) se encuentran restringidas al hábitat del BSC.

En el caso de los reptiles, de las 33 especies que ocurren en el BSEVOC, 16 especies (*Ameiva edracantha*, *Boa constrictor ortonii*, *Bothrops barnetti*, *Callopistes flavipunctatus*, *Drymarchon melanurus*, *Iguana iguana*, *Leptodeira septentrionalis*, *Leptotyflops subcrotilus*, *Mastigodryas heathii*, *Microlophus occipitalis*, *Micrurus mertensi*, *Oxybelis aeneus*, *Phylodactylus kofordi*, *Phyllodactylus inaequalis*, *Phyllodactylus reissii* y *Tantilla capistrata*) se encuentran distribuidas en ambos tipos de hábitats, siete especies (*Alsophis elegans*, *Amphisbaena occidentalis*, *Dicrodon guttulatum*, *Dicrodon holmbergi*, *Dicrodon heterolepis*, *Micrurus tschudii olsoni* y *Oxyrhopus fitzingeri*) se encuentran restringidas al BSS y diez especies (*Coniophanes longinquus*, *Dendrophidion brunneus*, *Leptophis depressirostris*, *Macropholidus ruthveni*, *Microlophus koepckeorum*, *Polychrus femoralis*, *Stenocercus chlorosticus*, *Stenocercus imitador*, *Stenocercus percultus* y *Stenocercus puyango*) restringidas al BSC.

Microhábitat y actividad diaria

En caso de los anfibios, debido a que el BSE es un ecosistema bastante árido que posee un nivel de precipitación anual bastante bajo, que varía entre 100 a 500 mm (Brack, 1986), sus especies ocupan microhábitats estrictamente cercanos a fuentes de agua permanente. Estas fuentes de agua permanente pueden ser de tres tipos (ríos, quebradas y jagüeyes) y equivalen en la Cuadro 1 al microhábitat ripario. La especie *Bufo marinus*, se encuentra en un microhábitat terrestre (=suelo en la Cuadro 1), el cual generalmente está ubicado en la cercanía o periferia de las fuentes de agua. Igualmente el microhábitat de hojarasca donde se registra *Epipedobates anthonyi* (Cuadro 1), se refiere específicamente a la hojarasca de higuerones (*Ficus* sp.), árboles comunes en las márgenes de la quebradas. La rana *Eleutherodactylus lymani* también fue encontrada usando como microhábitat las concentraciones de grandes bromelias (conocidas como achupallas por los pobladores locales) ubicadas en pendientes rocosas y acantilados. Para el caso de *Physalaemus* sp., esta especie, aparece en el BSE solo durante la temporada de lluvias (entre Febrero y Abril), usando como microhábitat a los márgenes de fuentes de agua pasajeras (pozas y riachuelos) formados por las lluvias (equivalente a suelo en la Cuadro 1).

Algunas especies de reptiles como *Boa constrictor ortonii*, *Drymarchon melanurus*, *Iguana iguana* y *Leptodeira septentrionalis* fueron registradas generalmente usando microhábitats ubicados en la periferia de fuentes agua (ríos, quebradas y jagüeyes), equivalente a periferia riparia en el Cuadro 1.

En lo referente a la actividad (Cuadro 1), todas las especies de saurios, a excepción de *Macropholidus ruthveni*, presentaron actividad diaria durante horas con disponibilidad de sol (entre la 1000 y las 1500 h). En el caso de la mayoría de serpientes y la lagartija *M. ruthveni*, estas mostraron actividad crepuscular (en la mañana entre las 0800 y 1000 h y en la tarde entre las 1600 y 1800 h) (e.g. *Alsophis elegans*, *Boa constrictor ortonii*, *Coniophanes longinquus*, *Drymarchon melanurus*, *Macropholidus ruthveni*, *Mastigodryas heathii*, *Micrurus mertensi*). Sin embargo, las especies de actividad crepuscular también mostraron actividad continua o corrida durante días ligeramente nublados. Algunas serpientes como *Dendrophidion brunneus* y *Oxybelis aeneus* fueron encontradas activas durante días soleados y ligeramente nublados, pero durante los días soleados siempre activas a la sombra. En el caso de *D. brunneus* fue únicamente encontrada en la hojarasca de quebradas totalmente sombreadas por una densa cobertura compuesta principalmente por higuerones (*Ficus sp.*) y palo blanco (*Celtis iguanea*), y en el caso de *O. aeneus*, fue activa dentro de arbustos y árboles pequeños a la sombra de árboles mas grandes. Otras especies como *B. c. ortonii* demostraron actividad esporádica durante todo el día e incluso durante la noche. En el caso de *Amphisbaena occidentalis*, debido a su microhábitat fosorial, fue imposible estimar sus horas de actividad, ya que todos los individuos encontrados durante este estudio se hallaron bajo piedras y grandes troncos.

Curiosamente, tres individuos de *A. occidentalis* fueron encontrados muertos durante días soleados, sobre terreno arenoso, entre las 1200 y 1300 h. Debido a que el cuerpo de estos individuos no mostraba ninguna marca de heridas que delataran algún intento predatorio, se sugiere que murieron por sobrecalentamiento de la arena, lo cual daría indicios de que esta especie posea probablemente actividad crepuscular.

Biogeografía

Patrón de distribución

A excepción de *Bufo marinus*, que se encuentra ampliamente distribuido en América (Campbell, 1998), todas las demás especies de anfibios del BSEVOC poseen rangos de distribución relativamente pequeños, ubicados entre norte de Perú y suroeste de Ecuador (hasta los 2760 msnm), demostrando un patrón de distribución fuertemente influenciado por la presencia de los BM, como en el caso de las especies *Colostethus elachyhistus* y *Eleutherodactylus lymani*. Ambas especies poseen rangos de distribución y altitudinales (de 451 hasta 3000 msnm) bastante similares, que incluye a los BSEVOC y BM del sur de Ecuador y norte de Perú, extendiéndose incluso hasta la VOR en los valles del Marañon (Duellman & Pramuk, 1999; Duellman, 2004; Venegas, 2005). Sin embargo, existe restricción al BSEVOC de Perú y Ecuador en las especies *Epipedobates anthonyi* (Duellman & Wild, 1993; Graham *et al.*, 2004) y *Leptodactylus labrusus* (Heyer & Peters, 1971), las cuales son endémicas de esta ecorregión. En la misma situación de endemismo para el BSEVOC podría encontrarse *Physalaemus sp.*, por tratarse de una especie no descrita.

En los reptiles, de las 33 especies que ocurren en el BSEVOC, solo cuatro especies (*Iguana iguana*, *Drymarchon melanurus*, *Leptophis depressirostris* y *Oxybelis aeneus*) poseen un amplio rango de distribución, que incluye Centroamérica (desde México) hasta la primera mitad de Sudamérica (Peters & Orejas-Miranda, 1970; Peters & Donoso-Barros, 1970; Wuster *et al.*, 2001). Curiosamente, la

distribución de estas especies a lo largo de la VOC de los Andes finaliza en el BSEVOC de Perú (ver Carrillo & Icochea, 1995; Venegas, en prensa).

Las veintinueve especies restantes de reptiles del BSEVOC poseen rangos de distribución en su mayoría restringidos a las VOC del norte de Perú y sur de Ecuador, e incluso solamente las VOC de Perú. La mayoría de estas especies presentan dos patrones de distribución que bien se encuentran relacionados al DP (en zonas bajas < 600 msnm) o a los BM (entre los 800 y 2600 msnm).

Son diecinueve las especies de reptiles del BSEVOC que habitan a su vez el DP. De estas, cinco especies (*Callopietes flavipunctatus*, *Dicrodon guttulatum*, *Micrurus mertensi*, *M. tschudii olsoni*, *Leptotyphlops subcrotillus*) son endémicas del BSEVOC de Perú y Ecuador (Peters & Orejas-Miranda, 1970; Peters & Donoso-Barros, 1974; Carrillo & Icochea, 1995; Campbell & Lamar, 2004), y otras cinco especies (*Amphisbaena occidentalis*, *Bothrops barnetti*, *Phyllodactylus inaequalis*, *P. kofordi* y *Tantilla capistrata*) son endémicas únicamente del BSEVOC de Perú (Peters & Donoso-Barros, 1974; Vanzolini, 1986; Campbell & Lamar, 2004). Por otro lado, nueve especies del BSEVOC (*Ameiva edracantha*, *Dicrodon heterolepis*, *D. holmbergi*, *Leptodeira septentrionalis*, *Mastigodryas heathii*, *Microlophus koepckeorum*, *M. occipitalis*, *Oxyrhopus fitzingeri*, *Phyllodactylus reissii*) poseen una distribución vertical más amplia, que se extiende a través del DP hasta el centro del Perú (Carrillo & Icochea, 1995).

Sin embargo, las especies *Boa constrictor ortonii*, *Polychrus femoralis* y *Stenocercus puyango* son endémicas del BSEVOC de Perú y Ecuador y no ocurren en el DP (Carrillo & Icochea, 1995; Peters & Donoso-Barros, 1970; Torres, 2005; P. Venegas obs. pers.).

Siete especies de reptiles del BSE ocurren también en los BM de la VOC. Estos poseen rangos de distribución restringidos al noroeste de Perú y sur de Ecuador, o bien únicamente al noroeste de Perú. Especies tales como *Macropholidus ruthveni*, *Stenocercus imitator*, *S. chlorosticus*, *S. percultus* y *Coniophanes longinquus*, son especies endémicas de los BM de la VOC de Perú, con una distribución restringida entre la cuenca alta del río Zaña (Cajamarca) y la cuenca del río Canchaque (Piura), a una altitud entre 1200 y 2600 msnm (Cadle, 1989; 1991; 1995). Con este mismo patrón de distribución, aunque extendiéndose hasta el sur de Ecuador encontramos a *Dendrophidion brunneus* (Lieb, 1988; Cadle, 1995). Estas seis últimas especies, poco comunes en el BSEVOC, se encuentran restringidas en los BSC, a la zona de contacto con los BM (entre los 800 y 1500 msnm), considerándoseles especies propias de los BM.

Síntesis biogeográfica

Con lo que se conoce hasta el momento sobre la distribución geográfica de las especies consideradas en este artículo, es notorio el limitado rango de distribución de estas, el cual se encuentra en su mayoría restringido al noroeste de Perú y sur de Ecuador. Se considera a 15 de las 39 especies de anfibios y reptiles registradas en este artículo como endémicas del BSEVOC, lo cual recalca la importancia biogeográfica de la herpetofauna de esta ecorregión. Además, siguiendo los patrones de distribución de los anfibios y reptiles anteriormente mencionados en el BSEVOC, es posible formar una visión preliminar compuesta por cuatro componentes que caracterizan a la herpetofauna del BSEVOC. Dichos componentes son los siguientes: (1) especies de amplia distribución en Centro y Sudamérica; (2) especies distribuidas a través del desierto del DP hasta el centro de Perú; (3) especies de los BM de la VOC de los Andes de Perú y Ecuador, y (4) especies endémicas del BSEVOC.

DISCUSIÓN

Resulta difícil hablar de especies de anfibios o reptiles que sean exclusivamente endémicos (o de forma estricta) al BSEVOC propiamente dicho, ya que esta ecorregión se encuentra rodeada de otras ecorregiones, las cuales no muestran un abrupto cambio en sus características de hábitat (vegetación o altitud) en las zonas de contacto.

Para el caso de las especies del BSEVOC que también ocurren en el DP (*Callopistes flavipunctatus*, *Dicrodon guttulatum*, *Micrurus mertensi*, *M. tschudii olsoni*, *Leptotyphlops subcrotillus*, *Amphisbaena occidentalis*, *Bothrops barnetti*, *Phyllodactylus inaequalis*, *P. kofordi* y *Tantilla capistrata*), estas son consideradas como endémicas del BSEVOC ya que su distribución en el DP no va más al sur del límite sur del BSEVOC, como si es el caso de *Ameiva edracantha*, *Dicrodon heterolepis*, *D. holmbergi*, *Leptodeira septentrionalis*, *Mastigodryas heathii*, *Microlophus koepckeorum*, *M. occipitalis*, *Oxyrhopus fitzingeri* y *Phyllodactylus reissii*, las cuales tienen su límite sur de distribución extendiéndose por el DP hasta el centro del Perú (departamentos de Ancash y Lima).

Se tiene muy poca información sobre la distribución vertical de muchas especies del BSEVOC, tales como *Bothrops barnetti*, de acuerdo con Campbell & Lamar (2004) o *Boa constrictor ortonii*.

La diversidad de la herpetofauna del BSEVOC podría aumentar considerablemente al estudiarse más a fondo los bosques secos de los Cerros de Amotape (Piura) y Zona Reservada de Tumbes, lo cual incrementaría el número de especies registradas por Tello (1998). Sugiriéndose que la herpetofauna de dichas localidades conocidas como Cordillera de Los Amotape posea especies bastante diferentes a las registradas en este artículo.

Se considera descartada la presencia de *S. eunetopsis*, registrada en el BSE por Carrillo & Icochea (1995), debido a que esta especie habita los BM húmedos a altitudes entre 2450 y 2600 msnm (localidad de Udimá, Cajamarca) en la cuenca alta del Río Zaña (Cadle, 1991).

Muchas de las especies registradas para el BSE según Carrillo & Icochea (1995), no son incluidas en este artículo, por tratarse de especies que habitan solo en el BSE del Valle del Marañón (BSEVOR) (e.g. *Liophis epinephelus*, *L. fraseri* (Dixon, 1989), *Microlophus stolzmanni* (Dixon & Wrigth, 1975), *Micrurus peruvianus* (Campbell & Lamar, 2004), *Phyllodactylus johnwrigthi* (Dixon & Huey, 1970)), o por ser registros cuestionables debido a que los especímenes existentes en la colección del MHNSM provienen de localidades que se encuentran fuera del BSE (e.g. *Boa constrictor longicauda*, *Mastigodryas boddaerti*, *Stenorhina degenhardtii* y *Sybinomorphus vagus*).

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Edgar Lehr y Víctor Morales por los comentarios y sugerencias al manuscrito. Así como a Fernando Angulo por corregir la redacción del manuscrito. A Jesús Córdova y Cesar Aguilar por permitirme revisar los especímenes de la colección del MHNSM. A las personas que me apoyaron en la identificación de los especímenes colectados, quienes han sido citados en el manuscrito. A Jeremy Flanagan, director de Pro Aves Perú y a la Asociación Cracidae Perú por el soporte económico en el campo. También a Heinz Plenge por su hospitalidad y facilidades brindadas en el Área de Conservación Privada Chaparrí. A Napoleón Duran, Javier Vallejos, Pedro Cáceres y Nazario Rojas por su valioso servicio de guía durante mi trabajo de campo. A Víctor Díaz, Orlando Pachéres y Antonio Cornejo por los especímenes e información de estos otorgada.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Brack, A.** 1986. Las ecorregiones del Perú. *Bol. Lima* 44: 57-70.
2. **Cadle, J. E.** 1989. A new species of *Coniophanes* (Serpentes: Colubridae) from northwestern Peru. *Herpetologica* 45(4): 411-424.
3. **Cadle, J. E.** 1991. Systematic of lizards of genus *Stenocercus* (Iguana: Tropicuridae) from northern Peru: new species and comments on relationship and distributions patterns. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 143: 1-96.
4. **Cadle, J. E.** 1998. A new species of lizard, genus *Stenocercus* (Iguania: Tropicuridae), from western Ecuador and Peru. *Bull. Mus. Com. Zoo.* 155(6): 257-297.
5. **Cadle, J. E. & R. McDiarmid.** 1990. Two new species of *Centrolenella* (Anura: Centrolenidae) from northwestern Peru. *Proc. Biol. Soc. Washington* 103(3): 746-768.
6. **Cadle, J. E. & P. Chuna M.** 1995. A new lizard of genus *Macropholidus* (Teiidae) from a relictual humid forest of northwestern Peru, and notes on *Macropholidus ruthveni* Noble. *Breviora* 501: 1-39.
7. **Campbell, J. A.** 1998. *Amphibian and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize.* University of Oklahoma press, Norman.
8. **Campbell, J. A. & W. W. Lamar.** 2004. *The venomous reptiles of the Western Hemisphere: Volume I.* Comstock Publishing Associates, Ithaca and London.
9. **Cannatella, D. C., D. M. Hillis, P. T. Chippindale, L. Weigt, A. S. Rand & M. J. Ryan.** 1998. Phylogeny of the frog of the *Physalaemus pustulosus* species group with an examination of data incongruence. *Sys. Biol.* 47: 311-335.
10. **Carrillo, N. & J. Icochea.** 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 49: 1-27.
11. **Dixon, J. R.** 1989. A key and checklist to the neotropical snakes of the genus *Liophis* with country list and maps. *Smith. Herp. Inf. Serv.* 79.
12. **Dixon, J. R. & R. B. Huey.** 1970. Systematic of the lizards of the gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America. *Cont. Sci.* 192: 1-77.
13. **Dixon, J. R. & J. W. Wright.** 1975. A review of the lizards of the Iguanid genus *Tropidurus* in Peru. *Cont. Sci.* 271: 1-39.
14. **Duellman, W. E.** 1958. A monographic study of the colubrid snake genus *Leptodeira*. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 114(1): 1-152.

15. Duellman, W. E. 2004. Frogs of the Genus *Colostethus* (Anura; Dendrobatidae) in the Andes of Northern Peru. *Sci. Pap. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas* 35:1-49.
16. Duellman, W. E. & E. R. Wild. 1993. Anuran amphibians from the cordillera of Huancabamba, northern Peru: Systematic, ecology and biogeography. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Occ. Pap.* 157: 1-53.
17. Duellman, W. E., & J. B. Pramuk. 1999. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) in the Andes of northern Peru. *Sci. Pap. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas* 13:1-78.
18. Graham, C. H., S. R. Ron, J. C. Santos, C. J. Schneider & C. Moritz. 2004. Integrating phylogenetics and environment niche models to explore speciation mechanism in Dendrobatid frog. *Evolution* 59(8): 1871-1893.
19. Heyer, W. R. & J. A. Peters. 1971. The frog of genus *Leptodactylus* in Ecuador. *Proc. Biol. Soc. Washington* 84(19): 163-170.
20. Huey, R. B. 1979. Parapatry and niche complementarity of Peruvian desert gekos (*Phyllodactylus*): The ambiguous role of competition. *Oecologia* 38: 249-259.
21. INRENA 1995. Mapa Forestal del Perú escala 1:1 000 000 con guía explicativa. Lima, Perú.
22. Koepcke, H. & M. Koepcke. 1958. Los restos de bosques en las vertientes occidentales de los Andes peruanos. *Bol. Com. Nac. Pro. Nat. Lima* 16: 22-30.
23. Lieb, C. A. 1988. Systematic status of the neotropical snakes *Dendrophidion dendrophis* and *D. nuchalis* (Colubridae). *Herpetologica* 44: 162-175.
24. Peters, J. A. & R. Donoso-Barros. 1970. Catalogue of the neotropical Squamata: Part II. Lizard and Amphisbaenians. *Bull. Unit. Stat. Nat. Mus.* 297: 1-293.
25. Peters, J. A. & B. Orejas-Miranda. 1970. Catalogue of the neotropical Squamata: Part I. Snakes. *Bull. Unit. Stat. Nat. Mus.* 297: 1-347.
26. Rodrigues, L., J. Cordova & J. Icochea. 1993. Lista preliminar de los anfibios del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 45: 1-22.
27. Ron, S. R., D. C. Cannatella & L. A. Coloma. 2004. Two new species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from western Ecuador. *Herpetologica* 60(2): 261-275.
28. Schmidt, K. P. & W. F. Walker. 1943. Snakes of the Peruvians coastal region. *Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool. Ser.* 24(27): 297-324.
29. Schmidt, K. P. 1957. Note of the genus *Dicrodon*. *Nat. Hist. Mus. Chicago* 39(9): 65-71.

30. Stattersfield, A., M. Crosby, A. Long & D. Wege. 1998. Endemic bird areas of the world – Priorities for biodiversity conservation. Bird Life Cons. Ser. 7.
31. Tello, V. G. 1998. Herpetofauna de la zona reservada de Tumbes. En: W. H. Wust, (Eds.), *La zona reservada de Tumbes: biodiversidad y diagnóstico socioeconómico*. 81-87. Australis, Lima, Perú.
32. Torres-Carvajal, O. 2005. A new species of iguanian lizard (*Stenocercus*) from the western lowlands of southern Ecuador and northern Peru. *Herpetologica* 61(1): 78-85.
33. Vanzolini, P. E. 1986. Addenda and corrigenda to the catalogue of neotropical Squamata. *Smith. Herp. Inf. Serv.* 70: 1-25.
34. Venegas, P. 2005. Geographic distribution. *Eleutherodactylus lymani*. *Herpetol. Rev.* 36(1): 73-74.
35. Venegas, P. J. (en prensa). Geographic distribution. *Leptophis depressirostris*. *Herpetol. Rev.*
36. Wuster, W., J. L. Yrausquin & A. Mijares-Urrutia. 2001. *A new species of indigo snake from northwestern Venezuela (Serpentes: Colubridae: Drymarchon)*. *Herpetol. J.* 11: 157-165.

Apéndice I

Especímenes examinados MHNSM

Amphisbaena occidentalis: Lambayeque: Jayanca, La Viña, 0 msnm, 23682; Lambayeque: Mochumi, 0 msnm, 23683. *Bothrops barnetti*: Lambayeque: Olmos, Las Pampas, 0 msnm, 23684; Corral de Arena, 0 msnm, 23685. *Colostethus elachyhistus*: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 450 msnm, 21893-98. *Dendrophidion brunneus*: Lambayeque: Laquipampa: quebrada Shambo, 900 msnm, 21891; Piura: Huarmaca: La Pachinga, 980 msnm, 23707. *Dicrodon guttulatum*: Lambayeque: Jayanca: La Viña, 0msnm, 23705. *Dicrodon heterolepis*: Lambayeque: Túcume, 0 msnm, 23706. *Eleutherodactylus lymani*: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 450 msnm, 21905; Laquipampa: quebrada Negrahuasi, 600 msnm, 23695; Salas: quebrada La Pilasca, 972 msnm, 23696; quebrada La Pescadera, 1327 msnm, 23699. *Epipedobates anthonyi*: Piura: Morropon: Serran, quebrada La Vega, 964 msnm, 23711. *Leptodactylus labrosus*: Piura: Huarmaca: quebrada San Isidro, 707 msnm, 23698. *Leptodeira septentrionalis*: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 480 msnm, 21900-01. *Leptophis depressirostris*: Lambayeque: Laquipampa: quebrada Negrahuasi, 600 msnm, 21536-37. *Leptotyphlops subcrotilus*: Lambayeque: Mochumi, 0 msnm, 21904. *Macropholidus ruthveni*: Piura: Huarmaca: La Pachinga, 974 msnm, (23694). *Mastigodryas beathii*: Lambayeque: Olmos: Las Pampas, 0 msnm, 23710. *Microlophus koepckeorum*: Piura: Huarmaca: quebrada San Isidro, 800 msnm, 23686; Chongoyape: Chaparri, 450 msnm, 23697. *Micrurus mertensi*: Lambayeque: Olmos: Las Pampas, 0 msnm, 23702. *M. tschudii olsoni*: Lambayeque: Jayanca: La Viña, 0 msnm, 23701. *Oxybelis aeneus*: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 450 msnm, 21899. *Oxyrhopus fitzingeri*: Lambayeque: Olmos: Las Pampas, 0 msnm, 23708.

Phyllodactylus kofordi: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 400 msnm, 23691-93. *Physalaemus sp.*: Lambayeque: Chongoyape: Chaparri, 530 msnm, 23700. *Stenocercus percultus*: Lambayeque: Laquipampa: quebrada Shambo, 900 msnm, 21890; Salas: quebrada Chirimoyo, 1073 msnm, 21886-89. *Stenocercus puyango*: Piura: Morropon: Serran, quebrada La Vega, 945 msnm, 23709; Huarmaca: quebrada San Isidro, 750 msnm, 23687-88. *Tantilla capistrata*: Lambayeque: Olmos: Las Pampas, 0 msnm, 23703; Illimo, 0 msnm, 23704.

Cuadro 1. Distribución ecológica de los anfibios y reptiles del BSEVOC de Perú

Hábitat: BSC= bosque seco de colina, BSS= bosque seco de sabana. Microhábitat: ARB= arbustos, BR= bromelias, F= fosorial, HR= hojarasca, RA= ramas de árboles, S= suelo, TA= tronco de los árboles, (PR)= periferia riparia. Actividad: D= diurna, N= nocturna, (AC)= actividad durante horas crepusculares, (ADDS)= actividad durante horas con disponibilidad de sol, (AS)= actividad bajo la sombra.

Clase Amphibia

Anura

Taxon	Familia	Hábitat	Microhábitat	Actividad
<i>Bufo marinus</i>	Bufonidae	BSS, BSC	S (PR)	N
<i>Colostethus elachyhistus</i>	Dendrobatidae	BSC	R	D
<i>Epipedobates anthonyi</i>	Dendrobatidae	BSC	R, HR	D
<i>Eleutherodactylus lymani</i>	Leptodactilidae	BSC	R, B	N
<i>Leptodactylus labrosus</i>	Leptodactilidae	BSC	R	N
<i>Physalaemus</i> sp.	Leptodactilidae	BSS, BSC	S	N

Clase Reptilia

Amphisbaenia y Sauria

Taxon	Familia	Hábitat	Microhábitat	Actividad
<i>Amphisbaena occidentalis</i>	Aphisbaenidae	BSS	F	D
<i>Phyllodactylus inaequalis</i>	Gekkonidae	BSS, BSC	TA	N
<i>Phyllodactylus kofordi</i>	Gekkonidae	BSS, BSC	TA, S	N
<i>Phyllodactylus reissii</i>	Gekkonidae	BSS, BSC	TA	N
<i>Macropholidus ruthveni</i>	Gymnophthalmidae	BSC	HR	D(AC)
<i>Iguana iguana</i>	Iguanidae	BSS, BSC	TA, RA(PR)	D(ADDS)
<i>Polychrus femoralis</i>	Polychrotidae	BSC	RA, ARB	D(ADDS)
<i>Ameiva edracantha</i>	Teiidae	BSS, BSC	S	D(ADDS)
<i>Callospistes flavipunctatus</i>	Teiidae	BSS, BSC	S	D(ADDS)
<i>Dicrodon guttulatatum</i>	Teiidae	BSS	S	D(ADDS)
<i>Dicrodon heterolepis</i>	Teiidae	BSS	S	D(ADDS)
<i>Dicrodon holmbergi</i>	Teiidae	BSS	S	D(ADDS)
<i>Microlophus koepckeorum</i>	Tropiduridae	BSC	S	D(ADDS)
<i>Microlophus occipitalis</i>	Tropiduridae	BSS, BSC	S	D(ADDS)
<i>Stenocercus chlorosticus</i>	Tropiduridae	BSC	TA	D(ADDS)
<i>Stenocercus imitator</i>	Tropiduridae	BSC	S	D(ADDS)
<i>Stenocercus percultus</i>	Tropiduridae	BSC	S	D(ADDS)
<i>Stenocercus puyango</i>	Tropiduridae	BSC	S	D(ADDS)

...continuación

Cuadro 1. Distribución ecológica de los anfibios y reptiles del BSEVOC de Perú

Hábitat: BSC= bosque seco de colina, BSS= bosque seco de sabana. Microhábitat: ARB= arbustos, BR= bromelias, F= fosorial, HR= hojarasca, RA= ramas de árboles, S= suelo, TA= tronco de los árboles, (PR)= periferia riparia. Actividad: D= diurna, N= nocturna, (AC)= actividad durante horas crepusculares, (ADDS)= actividad durante horas con disponibilidad de sol, (AS)= actividad bajo la sombra.

Serpentes

<i>Boa constrictor ortonii</i>	Boidae	BSS, BSC	S(PR)	D, N
<i>Alsophis elegans</i>	Colubridae	BSS	S	D(AC)
<i>Coniophanes longinquus</i>	Colubridae	BSC	S	D(AC)
<i>Dendrophidion brunneus</i>	Colubridae	BSC	HR(PR)	D(AS)
<i>Drymarchon melanurus</i>	Colubridae	BSS, BSC	S(PR)	D(AC)
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Colubridae	BSS, BSC	S(PR)	N
<i>Leptophis depressirostris</i>	Colubridae	BSC	RA, ARB	D(AC)
<i>Mastigodryas heathii</i>	Colubridae	BSS, BSC	S	D(AC)
<i>Oxybelis aeneus</i>	Colubridae	BSS, BSC	ARB	D(AC)(AS)
<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>	Colubridae	BSS	S	N
<i>Tantilla capistrata</i>	Colubridae	BSS, BSC	S	D(AC), N
<i>Micrurus mertensi</i>	Elapidae	BSS, BSC	S	D(AC)
<i>Micrurus tschudii olsoni</i>	Elapidae	BSS	S	D(AC)
<i>Leptotyphlops subcrotillus</i>	Leptotyphlopidae	BSS, BSC	F, S	D(AC)
<i>Bothrops barnetti</i>	Viperidae	BSS, BSC	S	N

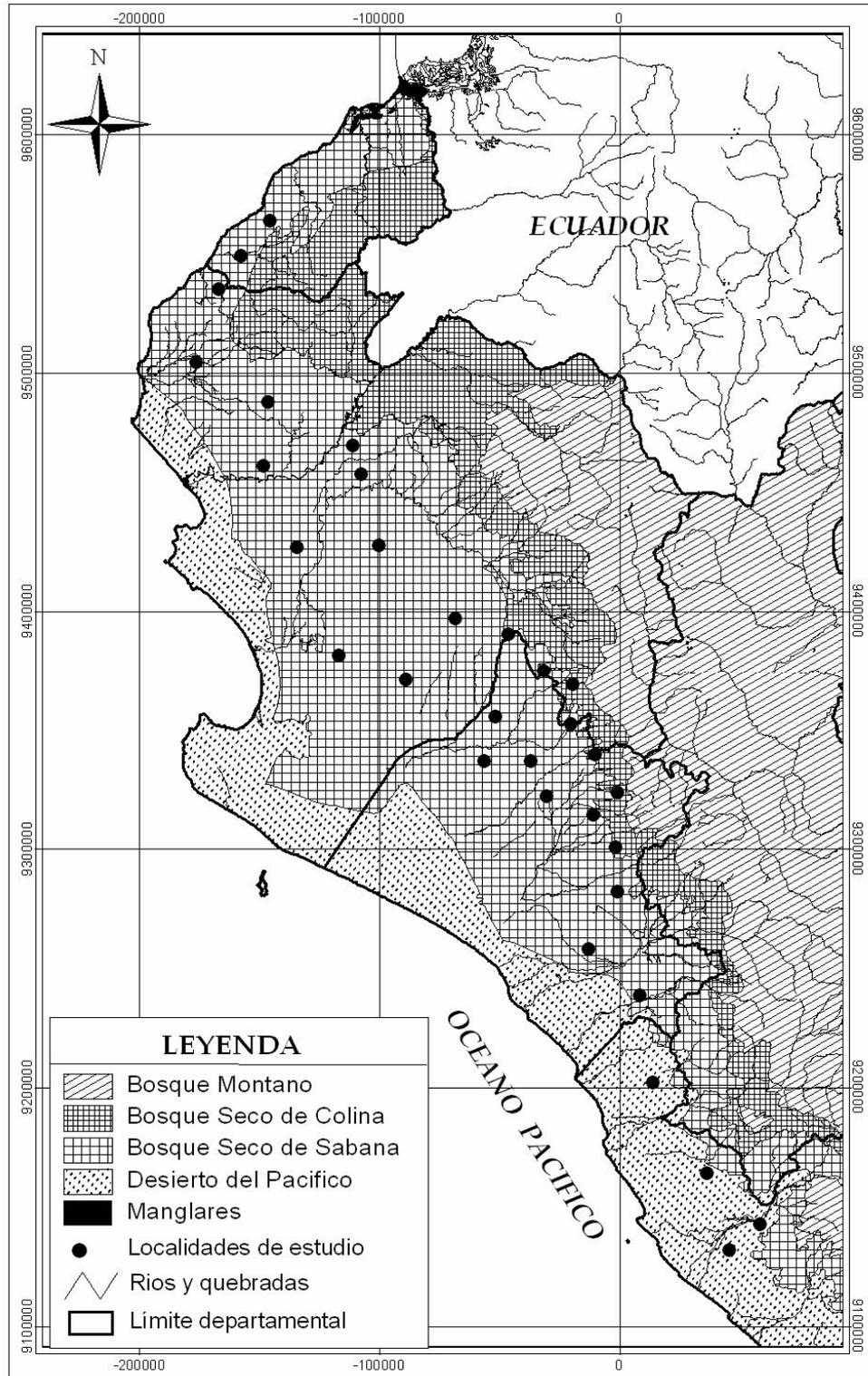


Figura 1. Bosque seco ecuatorial de la vertiente occidental de Perú y sus dos tipos de hábitat: bosque seco de sabana y bosque seco de colina

CONHECIMENTO SOBRE ESPÉCIES LENHOSAS ÚTEIS DA MATA CILIAR DO RIACHO DO NAVIO, FLORESTA, PERNAMBUCO

CONOCIMIENTO SOBRE ESPECIES LEÑOSAS ÚTILES DEL BOSQUE CILIAR DEL RIACHO DO NAVIO, FLORESTA, PERNAMBUCO

José Serafim Feitosa Ferraz^{1*}, Isabelle Maria Jacqueline Meunier², Ulysses Paulino De Albuquerque³

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Mestrado em Ciências Florestais. Departamento de Ciência Florestal, UFRPE, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos Recife, Pernambuco, Brasil – CEP 52050-260. ²UFRPE – Departamento de Ciência Florestal. ³ UFRPE – Departamento de Biologia.

*E. Mail : ze_ferraz@ig.com.br

RESUMO

Este trabalho foi realizado a partir de levantamento do conhecimento tradicional sobre plantas lenhosas das matas ciliares do riacho do Navio, em Floresta, Pernambuco, Brasil. Foram entrevistados 46 informantes, sendo que 16 foram indicados como informantes-chave sobre o uso de plantas pela própria comunidade local. Os entrevistados citaram 34 espécies lenhosas nativas úteis, empregadas na alimentação, em construções domésticas e rurais, como combustível (lenha e carvão), forragem para o gado, como medicinais, em tecnologia e em usos não madeireiros de outros tipos. *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Tabebuia aurea* foram as espécies consideradas mais versáteis, por serem citadas em maior número de categorias de uso. Ao todo, foram relacionados 41 diferentes tipos de uso para as plantas nativas do local, sendo que o maior número de citações foi atribuído às forrageiras arbóreas. O maior conhecimento de espécies forrageiras e medicinais foi considerado o diferencial dos entrevistados considerados informantes-chave, que relacionaram maior quantidade de espécies úteis e maior diversidade de usos. As mulheres mostraram conhecer mais sobre os usos

medicinais do que os homens e, apenas entre os informantes-chave, entrevistados do sexo masculino apresentaram maior proporção de citações de uso tecnológico do que as mulheres. A vocação para forragem foi identificada como uma oportunidade para a conservação das matas ciliares do riacho do Navio, assim como os usos medicinais e como alimentação humana, que precisam ser valorizados. Por outro lado, o suprimento de madeiras para construções, fornecimento de energia e manufatura de produtos precisa ser garantido por meio do manejo sustentável das espécies mais usadas, em áreas onde seja possível a exploração, pois se trata de necessidade importante para a comunidade.

Palavras chave: Etnobotânica; Matas ciliares, usos da caatinga, usos tradicionais

RESUMEN

Este trabajo fue realizado a partir de un rescate del conocimiento tradicional sobre plantas leñosas de los bosques ciliares del Riacho do Navio, en la Floresta, Pernambuco, Brasil. Fueron entrevistados 46 informantes, siendo 16 los informantes clave en el uso de plantas designados por la propia comunidad. Los entrevistados citaron 34 especies leñosas nativas útiles, empleadas en la alimentación, en construcciones domésticas y rurales, como combustible (leña y carbón), forraje para el ganado, como medicinal, en tecnología y en usos no madereros de otros tipos. *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* y *Tabebuia aurea* fueron las especies consideradas más versátiles, por ser citadas en mayor número de categorías de uso.

En total, fueron relacionados 40 diferentes tipos de uso para las plantas nativas del local, siendo que el mayor número de citas fue atribuido a las forrajeras arbóreas. El mayor conocimiento de especies forrajeras y medicinales fue considerado el diferencial de los entrevistados considerados informantes clave, que relacionaron mayor cantidad de especies útiles y mayor diversidad de usos. Las mujeres mostraron conocer más sobre los usos medicinales que los hombres y, apenas entre los informantes clave, entrevistados del sexo masculino presentaron mayor proporción de citas de uso tecnológico que las mujeres. La aptitud forrajera fue identificada como una oportunidad para la conservación de los bosques ciliares del riachuelo do Navio así como los usos medicinales y como alimentación humana, que requieren ser valorizados. Por otro lado, el abastecimiento de maderas para construcciones, fuente de energía y manufatura de productos necesita ser garantizado con el manejo sustentable de las especies más usadas, en áreas donde sea posible la exploración, pues se trata de una necesidad importante para la comunidad.

Palabras clave: Bosques ciliares; Etnobotánica; usos da caatinga; usos tradicionales

ABSTRACT

This research was done beginning with a rescue of traditional knowledge about woody plants in the ciliary forests of Riacho do Navio, in Floresta, Pernambuco, Brazil. A total of 46 informants were interviewed, with 16 of them being key informants in the use of plants designated by their own community. The interviewees cited 34 useful native woody species used for consumption, house and rural construction, fuel (firewood and carbon), forage for livestock, medicine, technology and in other types of non-wood uses. *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* and *Tabebuia aurea* are the species that were considered most versatile as they were included in the largest number of use categories.

In total, 40 different types of uses for local native plants were related, with the largest number of uses being attributed to arboreal forages. The greatest knowledge of forage and

medicinal species was considered as the differential of the interviewees that were considered to be key informants, which related the largest quantity of useful species and the highest diversity of uses. Women were shown to know more about medicinal uses than men and, only among the key informants, interviewees of masculine gender presented a higher proportion of attributing technological uses than women. Forage aptitude was identified as an opportunity for the conservation of ciliary forests of the riachuelo do Navio as well as for medicinal and human food uses, which need to be given value. On the other side, the supply of wood for construction, for sources of energy and for product manufacturing needs to be guaranteed with sustainable management of the most used species in areas where exploration is possible, as this deals with an important necessity for the community.

Key words: ciliary forests, ethnobotany, caatinga uses, traditional uses

A *caatinga* ocupa uma área de aproximadamente 935 mil km² do território brasileiro (Rodal & Sampaio, 2002) e é o tipo de vegetação característica da região semi-árida que abrange a maior parte do Nordeste do Brasil. O termo *caatinga*, de etimologia indígena significando mata aberta e clara, é utilizado para designar áreas com uma vegetação reconhecidamente xerófila, onde a água disponível às plantas procede de chuvas concentradas em curto período do ano e cujos solos são incapazes de acumular água (Fernandes, 1998).

A utilização da vegetação nativa da região semi-árida brasileira vem ocorrendo há séculos, seja pela extração seletiva das espécies de maior interesse, seja pela utilização das áreas de caatinga para pastagem extensiva, em regime de sobre-pastoreio, ou ainda, pelo desmatamento para a implantação de culturas agrícolas e pastagens cultivadas. Esses modos de exploração não têm se mostrado capaz de atender à demanda por produtos florestais sem pôr em risco o equilíbrio dos ecossistemas.

Atualmente, a cobertura vegetal no semi-árido nordestino está reduzida a menos de 50% da área original dos Estados e a taxa anual de desmatamento é de aproximadamente meio milhão de hectares (Campello *et al.* 1999), sendo as áreas protegidas consideradas insuficientes (CNRBC, 2004).

Mesmo sofrendo os efeitos da antropização e das longas estiagens, o bioma caatinga possui uma rica diversidade ainda a ser estudada, inclusive no que se refere ao conhecimento local sobre os recursos vegetais, bem como os usos que as populações faziam, fazem e poderão fazer dos recursos. Sua flora ainda é pouco conhecida (Sampaio & Gamarra-Rojas, 2002) e as lacunas de informações têm reflexos negativos para a sua conservação (Tabarelli & Vicente, 2002).

As peculiaridades fisionômicas das matas ciliares da caatinga foram observadas por Andrade-Lima (1981). Para Ab'Saber (2000), no Nordeste seco, ocorrem "matinhas beiradeiras" nas beiras de córregos e rios intermitentes sazonários nos sertões secos interiores de Pernambuco, Bahia e Paraíba (Ab'Saber, 2000). Os desmatamentos nesse tipo de vegetação acabam por comprometer seriamente as suas funções na proteção aos mananciais, abrigo para a fauna, regulação climática e formação de corredores ecológicos que ajudam a manter contato entre fragmentos florestais preservados (Barbosa, 1996).

De acordo com Albuquerque (2002), para se garantir a conservação da biodiversidade é necessário incluir o conhecimento das populações locais, uma vez que vários estudos comprovaram que essas populações possuem um conhecimento refinado do ambiente em que vivem. Para o autor, existe um estreito relacionamento entre as pessoas e as plantas, podendo as primeiras intervir na distribuição das mesmas, afetando a sua

abundância. Assim, a valorização do saber popular é essencial na conservação da biodiversidade, pois permite conhecer melhor o uso das espécies nativas e, conseqüentemente, identificar as pressões a que elas estão submetidas, sendo este um aspecto muito importante ao se traçar ações que visem conciliar as demandas das populações com a disponibilidade dos recursos naturais.

Para Diegues & Arruda (2001), no Brasil existem dois tipos de populações tradicionais: a indígena e a não indígena. As populações não indígenas são representadas, entre outros, pelos sertanejos/vaqueiros, que ocupam a orla descontínua do agreste e avançam no semi-árido atingindo os campos cerrados do Brasil Central, normalmente vivendo do cultivo de roças de subsistência, atividades extrativistas e pecuária, apresentando grande dispersão espacial entre seus assentamentos e pelo uso, entre os homens, de vestimenta típica no campo (perneiras, guarda-peito e gibão).

A área onde foi realizado esse estudo abriga uma população cuja subsistência sempre foi ligada à terra e seus recursos, desenvolvendo a pecuária e a agricultura familiar. Essa relação com os recursos naturais locais permite supor que a vegetação às margens do riacho do Navio tenha importância no fornecimento de produtos madeireiros e não madeireiros para as atividades humanas, podendo ser aproveitada em modelos de uso sustentável, com vistas à sua conservação. Esse trabalho pretendeu avaliar o conhecimento da população local sobre as espécies lenhosas que constituem a mata ciliar do riacho do Navio, comparar o conhecimento de informantes-chave locais e da comunidade em geral sobre usos dessa vegetação e discutir as implicações desses usos na conservação do recurso florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

A área objeto do estudo localiza-se a 42 km da sede do município de Floresta, nas proximidades do riacho do Navio. O município de Floresta encontra-se no semi-árido de Pernambuco, Brasil, a 432,2 km do Recife, com latitude 8°35'60"S e longitude 38°34'05"W (IBGE, 2000).

Na mesorregião do São Francisco pernambucano, onde se encontra o município, as precipitações pluviométricas quase nunca são superiores a 500 mm anuais, temperaturas médias ficam entre 24°C e 26°C e a umidade relativa do ar é baixa, com média anual inferior a 70%. O clima nessa mesorregião é do tipo BSHW' semi-árido, com estação seca bem definida e com chuvas concentradas sobretudo no verão (CONDEPE, 1998).

A condução dos estudos etnobotânicos se deu por meio de observação direta e entrevistas semi-estruturadas, realizadas com 16 pessoas consideradas informantes-chave no conhecimento e uso das plantas das matas ciliares do riacho do Navio e com 30 chefes de família do distrito de Airi, localizado próximo às

margens desse riacho, representando a comunidade em geral. As espécies citadas tiveram material botânico coletado e foram identificadas por especialistas. A ocorrência dessas espécies na mata ciliar foi verificada em campo, por meio de observações em remanescentes razoavelmente conservados.

As frequências de citações por categoria de uso entre informantes-chave e comunidade em geral e entre informantes do sexo masculino e feminino, foram comparadas pelo teste de qui-quadrado (χ^2), a nível de 5% de probabilidade, conforme Beiguelman (1996).

O índice de Shannon e a equitatividade de Pielou, calculados conforme Magurran (1988), foram empregados para estimar a diversidade de uso, segundo procedimento relatado por Begossi (1996), e foram comparados os valores estimados nas duas categorias de informantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os informantes-chave entrevistados identificaram usos para 34 espécies nativas lenhosas, pertencentes a 17 famílias, das quais as mais importantes em número de espécies citadas foram Mimosaceae (5 espécies), Caesalpiniaceae (4 espécies), Fabaceae (4 espécies), Euphorbiaceae (4 espécies) e Anacardiaceae (3 espécies). Já a comunidade em geral citou 31 espécies, todas também mencionadas pelos informantes-chave (Tabela 1).

As espécies que foram associadas aos maiores números de categorias de uso foram *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Tabebuia aurea*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*, *Crataeva tapia*, *Piptadenia zehntneri* e *Sideroxylon obtusifolium*. Três espécies não tiveram usos conhecidos entre as pessoas da comunidade em geral, mas foram citadas pelos informantes-chave pelos seus usos medicinais e forrageiros (*Pithecellobium diversifolium* e *Capparis flexuosa*) ou apenas medicinal (*Parkinsonia aculeata*).

Foram relacionados 40 diferentes tipos de usos citados por informantes-chave e 28 pela comunidade em geral (Tabela 2). O tipo de uso que recebeu maior número de citações dos informantes-chave entrevistados foi alimento de criação, seguido por alimento humano, mourão, estaca de cerca, tábuas e tratamento de distúrbios respiratórios. Na comunidade em geral, alimento de criação foi também o tipo de uso mais citado, mas com média de referências por entrevistado muito inferior a dos informantes-chave, vindo em seguida lenha, mourão, estaca de cerca e cerca de faxina. Percebe-se que há uma maior preocupação com o uso madeireiro do recurso florestal entre a comunidade em geral, sendo o uso da lenha retirada das matas ciliares justificado pelos informantes pelo alto preço do botijão de gás, embora tenham afirmado serem usados apenas os galhos secos.

Alguns usos mais específicos mencionados pelos informantes-chave, principalmente tecnológicos e medicinais, não foram relacionados pela comunidade em geral.

O número de espécies úteis conhecidas não se correlacionou à idade dos entrevistados em ambas amostras de informantes, idade que variou de 55 a 87 anos entre os informantes-chave, e de 27 e 84 anos, na comunidade em geral.

Avaliando o número de citações por categoria de uso, a de construções domésticas recebeu maior número de citações entre os informantes-chave (Tabela 3). Em seguida, as categorias mais citadas pelos informantes-chave foram tecnologia, forragem e medicinal. Entre a comunidade em geral, as construções domésticas também obtiveram maior número de citações, seguida por tecnologia, construções rurais e energéticos.

O número de citações por categoria de uso mostrou-se relacionado ao tipo de entrevistado, sendo o valor de qui-quadrado (χ^2) significativo a nível de 5% ($\chi^2 = 82,06$). As categorias construções rurais, energéticos e outros usos não madeireiros, tiveram maior proporção de citações entre os entrevistados da comunidade em geral, enquanto as categorias forragem e medicinal foram mais citadas entre os informantes-chave.

Entre informantes-chave, houve influência dos sexos nas proporções das citações nas categorias medicinal e tecnologia, com maior frequência de informação sobre usos tecnológicos entre os informantes-chave do sexo masculino e de medicinais entre os informantes-chave do sexo feminino (Tabela 4). Entre a comunidade em geral, apenas na categoria medicinal houve maior proporção de citações por mulheres.

Os números de espécies citadas por entrevistado nas duas amostras (informantes-chaves e comunidade em geral) mostraram-se diferentes estatisticamente ao nível de 5% ($t=4,31$) variando de 13 a 26, com média de 18, entre os informantes-chave, e de 8 a 19, com média de 13, entre a comunidade em geral do distrito do Airi.

As diversidades de usos das plantas lenhosas nas duas amostras de entrevistados, expressas por meio do índice de Shannon e da equitatividade, calculadas com base no número de citações, estão representados na Tabela 5. Foi observada a existência de diferença significativa ao nível de 5% entre os índices estimados nas duas amostras ($t=7,33$), permitindo concluir que a diversidade de plantas lenhosas conhecidas pelos informante-chave foi superior estatisticamente à diversidade de plantas conhecidas pela comunidade em geral.

Observa-se que na comunidade em geral o valor da equitatividade foi discretamente inferior, expressando o maior conhecimento de usos concentrado em algumas espécies.

DISCUSSÃO

O uso das árvores para variados fins fez com que a comunidade local desenvolvesse conhecimento sobre as espécies nativas ocorrentes na mata ciliar, podendo esse conhecimento, segundo Lykke (2000), auxiliar no desenvolvimento de estratégias de manejo. O número de espécies conhecidas foi elevado, quando comparado ao reportado por Albuquerque&Andrade (2002), que observaram 21 espécies lenhosas úteis mencionadas em um estudo realizado na caatinga pernambucana, e é superior ao número de espécies encontradas no inventário da vegetação da área estudada, relatado por Ferraz (2004), no qual foram registradas 24 espécies arbóreas. Esse número considerado elevado confirma a suposição desses autores de que, em regiões semi-áridas, as árvores têm maior uso por se constituírem em recurso permanente, enquanto as espécies herbáceas estão ausentes na estação seca.

A maioria das citações referiu-se ao uso como alimento para a criação de ovinos, caprinos e bovinos. A vegetação lenhosa às margens do riacho do Navio tem, assim, vocação predominante como forragem, evidenciando a importância da pecuária como atividade de subsistência e a sua influência na formação do conhecimento.

Os usos medicinais, quando avaliados em uma única categoria, reuniram grande número de espécies e de citações, mas o conhecimento de espécies arbóreas medicinais pareceu mais restrito às pessoas consideradas informantes-chave e concentrou-se principalmente nas mulheres. O maior conhecimento das mulheres sobre usos medicinais das plantas já foi apontado por Caniogo & Siebert (1998) e advém principalmente do fato delas assumirem os cuidados pela saúde da família, especialmente das crianças.

Os usos madeireiros tiveram maior peso entre a comunidade em geral e as diferenças significativas entre as proporções de citações para as diferentes categorias de uso evidenciaram um maior conhecimento dos informantes-chave das plantas forrageiras e medicinais, enquanto a comunidade em geral associou o uso da vegetação lenhosa às construções rurais e como energético, sendo que construções domésticas e tecnologias foram categorias de usos valorizadas de forma semelhante tanto por informantes-chave quanto pela comunidade.

Os índices de diversidade e equitatividade de espécies úteis conhecidas podem ser considerados baixos, tomando-se por comparação os resultados apresentados por Begossi (1996). Os valores dos índices de Shannon ficaram próximos aos mais baixos relatados pela autora, como o obtido na Nicarágua ($H' = 2,99 \text{ nats/ind}$, segundo Dennis, 1988, *apud* Begossi, 1996), e os de equitatividade se encontraram na faixa entre baixa e moderada. Vale ressaltar que as informações de riqueza, diversidade e equitatividade na presente pesquisa (Tabela 4) focam apenas a vegetação lenhosa da mata ciliar de caatinga, formação vegetal considerada de mais baixa diversidade de espécies arbóreas do que as formações florestais úmidas, relatadas pela autora.

Entre os entrevistados, os informantes-chave mostraram conhecer maior quantidade de espécies lenhosas úteis e maior diversidade de usos. Essa condição de especialista, atribuída pela própria comunidade, parece ser devida ao conhecimento adquirido sobre as plantas forrageiras e medicinais.

Espécies que têm grande valor madeireiro e que caracterizam a mata ciliar precisam ser objeto de cuidados especiais para que se garanta sua sobrevivência no ambiente. Por outro lado, a manutenção de áreas protegidas às margens do riacho pode ser promovida incentivando o manejo adequado da vegetação como pastagem e valorizando o uso sustentável das espécies pelas suas indicações fitoterápicas, que precisam ser pesquisadas entre as mulheres do local e divulgadas entre a comunidade, para que não se percam. Também a valorização dos frutos nativos de *Spondias tuberosa*, *Crataeva tapia*, *Sideroxylon obtusifolium* e *Geoffroea spinosa* pode contribuir para a diversificação e segurança alimentar, resgate dos conhecimentos tradicionais e conservação dessas espécies.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Ab'saber, A. N. 2000. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). En: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (org.) *Matas ciliares conservação e recuperação*. 15-25. EDUSP. São Paulo.
2. Albuquerque, U. P. 2002. Introdução. En: ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, A. G. C.; LINS E SILVA, A. C. B.; SILVA, V. A. (org.) *Atualidades em etnobotânica e etnoecologia*. 9 -16. Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia. Recife.
3. Albuquerque, U. P. & Andrade, L. H. C. 2002. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 16(3): 273 – 285.
4. Andrade-Lima, D. 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira de Botânica* (4):149-153.
5. Barbosa, L. M. 1996. Ecological significance of gallery forests, including biodiversity. En: IMAÑA-ENCINAS, J.; KLEINN, C. (org.) *Proceedings: International Symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to Gallery Forests*. 157-190. Editora Universidade de Brasília. Brasília.
6. Begossi, A. 1996. Use of ecological methods in ethnobotany: diversity índices. *Economic Botany* 30(3):280-289.
7. Beiguelman, B. 1996. *Curso prático de bioestatística*. Revista brasileira de genética. Ribeirão Preto.
8. Campello, F. B.; Gariglio, M. A.; Silva, J. A. & Leal, A. M. A. 1999. *Diagnóstico florestal da Região Nordeste*. Projeto IBAMA/PNUD/BRA/93/033. Natal.(Boletim Técnico n. 2).
9. Caniogo, S. & Siebert, S. F. 1998. Medicinal plant ecology, knowledge and conservation in Kalimantan, Indonésia. *Economic Botany* 52(3):229-250.
10. CNRBC. 2004. *Cenários para o bioma caatinga*. Recife: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga/Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco.
11. CONDEPE. 1998. *Monografia Regional: Mesorregião do São Francisco pernambucano*. Governo do Estado de Pernambuco-Condepe. Recife.
12. Diegues, A. C. & Arruda, R. S. V. 2001. *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas do Brasil, São Paulo.
13. Fernández, A. 1998. *Fitogeografia brasileira*. Multigraf Editora. Fortaleza.
14. Ferraz, J. S. F. 2004. *Uso e diversidade da vegetação lenhosa às margens do Riacho do Navio, no município de Floresta – PE*. Imprensa Universitária da UFRPE. Recife. (Dissertação do Mestrado em Ciência Florestal)
15. IBGE. 2000. Censo 2000 Site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 de novembro de 2003.
16. Lykke, A. M. 2000. Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woody-savanna in Senegal. *Journal of Environmental Management*. (59):107-120.
17. Magurran, A. E. 1998. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey.
18. Rodal, M. J. N. & Sampaio, E. V. S. B. 2002. A vegetação do bioma caatinga. En: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (org.) *Vegetação e Flora da Caatinga*.9-40. APNE/ CNIP. Recife.
19. Sampaio, E. V. S. B. & Gamarra-Rojas, C. F. L. 2002. Uso das plantas em Pernambuco. En: Tabarelli, M., Silva, J. M. C. (org.) *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. 633-645. Editora Massangana. Recife.

Tabela 1. Relação das espécies vegetais nativas lenhosas usadas e suas categorias de uso citadas pelos entrevistados do riacho do Navio, em Floresta, PE

Espécies	Família	Categorias de uso ^(a)
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Smith	Fabaceae	CDO, MED, TEC
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Benan. var. <i>cebil</i> (Griseb) Altschul.	Mimosaceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ENE, OUN
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Apocynaceae	CDO, CRU, MED, TEC, ENE
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Caesalpinaceae	CRU, MED, FOR, TEC
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Caesalpinaceae	CDO, CRU, MED, FOR, ENE, OUN
<i>Capparis flexuosa</i> L.	Capparaceae	MED, FOR
<i>Celtis</i> aff. <i>glycicarpa</i> Mart. ex Miq.	Ulmaceae	FOR
<i>Cnidocolus quercifolius</i> (Müll. Arg.) Pax. & Hoffm.)	Euphorbiaceae	MED, FOR, TEC, ENE, ALI
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillett	Burseraceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ENE
<i>Crataeva tapia</i> L.	Capparaceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ALI
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	Euphorbiaceae	CDO, CRU, MED
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	CDO, CRU, FOR
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Fabaceae	CRU, MED, TEC
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Fabaceae	FOR, ALI
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae	CDO, MED, TEC, ALI
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	Fabaceae	CRU, FOR, TEC
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	FOR
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	Celastraceae	CRU, MED
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Mimosaceae	CRU, MED, FOR, ENE
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ENE, OUN
<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & Grimes	Mimosaceae	MED, FOR
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Caesalpinaceae	MED
<i>Piptadenia zehntneri</i> Harms	Mimosaceae	CDO, CRU, FOR, TEC, ENE, OUN
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	Mimosaceae	MED, FOR
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	FOR
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Anacardiaceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ENE, OUN
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) Penn.	Sapotaceae	CRU, MED, FOR, TEC, ENE, ALI
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Anacardiaceae	MED, FOR, TEC, ENE, ALI
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Bignoniaceae	CDO, CRU, MED, FOR, TEC, ENE
<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae	CDO, MED, TEC
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Polygonaceae	CDO, CRU, FOR, TEC, OUN
<i>Vitex gardnerianum</i> Schauer	Verbenaceae	CDO, CRU, FOR
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	MED
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	MED, FOR, TEC, ENE, ALI

^(a)Convenções: CDO: construção doméstica; CRU: construção rural; MED: medicinal; FOR: forragem; ALI: alimentação; TEC: tecnologia; ENE: energético; OUN: outros usos não madeireiros

Tabela 2. Totais e médias de citações por tipo de uso das espécies lenhosas do riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil, entre informantes-chave e a comunidade em peral

	Tipos de uso	Categoria ^(a)	Número de citações dos informantes-chave	Médias por informantes-chave	Número de citações da comunidade em peral	Médias da comunidade em peral
1	Alimento de criação	FOR	119	7,44	84	2,80
2	Alimento humano	ALI	48	3,00	39	1,30
3	Mourão/estaca de cerca	CRU	46	2,88	75	2,50
4	Tábua	CDO	41	2,56	53	1,77
5	Tratamento de desordens respiratórias	MED	40	2,50	29	0,97
6	Cabo de ferramenta	TEC	39	2,44	46	1,53
7	Lenha	ENE	36	2,25	83	2,77
8	Carvão	ENE	33	2,06	49	1,63
9	Cerca faxina	CRU	31	1,94	62	2,07
10	Linha/viga/trave	CDO	30	1,88	35	1,17
11	Carroça/carro-de-boi	TEC	28	1,75	49	1,63
12	Caibros	CDO	26	1,63	34	1,13
13	Móveis	TEC	26	1,63	37	1,23
14	Taipa	CDO	24	1,50	29	0,97
15	Porta/portada/janela	CDO	20	1,25	37	1,23
16	Tratamento de problemas do sistema digestivo	MED	15	0,94	5	0,17
17	Tratamento de problemas causados por pancadas	MED	15	0,94	2	0,07
18	Tratamento de inflamações	MED	13	0,81	11	0,37
19	Tratamento de desordens urológicas	MED	12	0,75	1	0,03
20	Cabo de arma	TEC	10	0,63	10	0,33
21	Ripa	CDO	9	0,56	21	0,70
22	Curtir couro	OUN	9	0,56	13	0,43
23	Gamela/cocho	TEC	7	0,44	0	0,00
24	Resina	OUN	6	0,38	47	1,57
25	Cancela	CRU	5	0,31	0	0,00
26	Cruz de cemitério	TEC	5	0,31	0	0,00
27	Cinza	OUN	5	0,31	0	0,00
28	Colher de pau	TEC	4	0,25	0	0,00
29	Abortivo	MED	4	0,25	0	0,00
30	Cosmético	MED	4	0,25	2	0,07
31	Cavalete (bóia)	TEC	3	0,19	0	0,00
32	Sistema nervoso	MED	3	0,19	1	0,03
33	Expelir a placenta no parto	MED	3	0,19	1	0,03
34	Mão de pilão/vara	TEC	2	0,13	0	0,00
35	Tratamento de dor de coluna	MED	2	0,13	2	0,07
36	Cerca de ramo	CRU	1	0,06	0	0,00
37	Tampa de garrafa	TEC	1	0,06	0	0,00
38	Antiofídico	MED	1	0,06	0	0,00
39	Tratamento de dor reumática	MED	1	0,06	0	0,00
40	Produção de leite (animal)	MED	1	0,06	0	0,00
41	Tratamento de doenças do sangue	MED	0	0,00	1	0,03

(a) Categorias de uso: CDO: construção doméstica; CRU: construção rural; MED: medicinal; FOR: forragem; ALI: alimentação; TEC: tecnologia; ENE: energético; OUN: outros usos não madeireiros

Tabela 3. Número de citações por sexo e categoria de uso, com respectivos valores de qui-quadrado (χ^2), para os informantes-chave e comunidade em geral do riacho do Navio, em Floresta, PE

Categorias de uso	Informantes-chave			Comunidade em geral		
	Homens (n=10)	Mulheres (n=6)	χ^2	Homens (n=20)	Mulheres (n=10)	χ^2
Alimentação	28	20	0,001	26	13	0,571
Construções domésticas	89	61	0,041	149	60	0,067
Construções rurais	48	34	0,000	99	38	0,002
Energéticos	39	31	0,226	91	41	0,653
Forragem	72	47	0,194	66	18	1,752
Medicinal	53	61	6,791*	31	23	5,789*
Outros usos não madeireiros	12	8	0,018	43	17	0,005
Tecnologia	85	40	4,631*	109	33	1,538
Total	426	302	11,902	614	243	10,376

*Valor de χ^2 significativo a nível de 5% de probabilidade

Tabela 4. Distribuição do número de citações por categorias de uso entre os informantes-chave e a comunidade em geral para a vegetação lenhosa do riacho do Navio, em Floresta, PE

Categorias de uso	Informantes-chave		Comunidade em geral	
	Número de citações	%	Número de citações	%
Alimentação	48	6,6	39	4,6
Construções domésticas	150	20,6	209	24,3
Construções rurais	83	11,4	137	15,9
Energéticos	69	9,5	132	15,4
Forragem	119	16,4	84	9,8
Medicinal	114	15,7	54	6,3
Outros usos não madeireiros	20	2,8	60	7,0
Tecnologia	125	17,2	142	16,5
Total geral	728	100,0	857	100,0

Tabela 5. Riqueza (número de espécies conhecidas), índices de diversidade de Shannon (H') e equitatividade de usos de plantas no riacho do Navio, em Floresta, PE

	Número de entrevistados	Riqueza	Número de citações	H' Base 10	H' base e	Equitatividade
Informantes-chave	16	34	728	1,33	3,06	0,87
Comunidade em geral	30	31	857	1,19	2,75	0,80

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PUQUIOS COMO TECNOLOGÍA ADAPTADA PARA LA IRRIGACIÓN EN NASCA, PERÚ

Konrad Berghuber^{1*} y Christian R. Vogl²

¹ Doctorado en el Instituto de Agricultura Orgánica, Universidad de las Ciencias Agrícolas, Gregor Mendelstraße 33, 1180 Viena, Austria. ² AO Univ. Prof. del Instituto de Agricultura Orgánica, Universidad de las Ciencias Agrícolas, Gregor Mendelstraße 33, 1180 Viena, Austria.

*E. mail: k.berg@gmx.at

RESUMEN

Los puquios de Nasca funcionan como pozos horizontales y se hallan ubicados en los valles Aja, Tierras Blancas, Nasca, Taruga y Las Trancas en la costa sur del Perú. Los puquios extraen agua desde un horizonte subterráneo con agua a la superficie. Este agua es usada para la irrigación de los campos. Se cree que la gente de la zona de Nasca construyó los puquios entre los años 500 y 600 d.C. El presente trabajo investiga la importancia actual de los puquios, su administración, factores que causan su uso o su abandono y cómo su mantenimiento es organizado.

En la región de Nasca se realizaron observaciones y entrevistas con usuarios y representantes de organizaciones administrativas como el Instituto Nacional de Cultura o la Junta de Usuarios. Las entrevistas dieron a conocer que los puquios son solo un método entre muchos disponibles localmente para extraer el agua. La existencia de los puquios en el futuro se encuentra en peligro a causa de la abertura legal e ilegal de pozos nuevos. Otro problema es la falta del mantenimiento de los puquios. También el mal tratamiento de los puquios de mucha gente en la región está causando peligro para su futuro.

Palabras clave: acueductos, desierto, irrigación, Nasca, puquios

ABSTRACT

The puquios of Nasca are "horizontal" wells, which are located in the valleys Aja, Tierras Blancas, Nasca, Taruga and Las Trancas on the Peruvian south coast. They produce water that flows subterranean to the surface of the earth. This water is used for agricultural irrigation purposes. It is believed that the people of the Nasca built them in the years 500 to 600 after Christ. The present thesis investigates the actual importance of the puquios, their administration, facts that are causing their use or no use and how their maintenance is organized.

In the region of Nasca, observations were made and interviews were conducted with users of the puquios and representatives from administrative organizations such as the National Cultural Institute or The Union of the Water Users. From these interviews it became clear that the puquios are only one of many local water extraction methods available. The future existence of the puquios is in danger because of the legal and illegal building of wells. An other problem is the general lack of maintenance of the puquios. Also the mistreatment of the puquios from many people in the region causes danger for their future.

Key words: puquios, aqueduct, irrigation, Nasca, dessert

INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo el agua escasea o sólo está disponible en cantidades muy pequeñas. En ese caso, para posibilitar el cultivo de plantas hay que irrigar los campos, y para eso hay que buscar fuentes de agua en la zona. La región de la costa sur del Perú es una de las zonas más secas del mundo, y es mayormente desértica. Allí se cuenta con muy pocas lluvias durante el año. Sólo en los valles a lo largo de la costa, como en Lima, Cañete, Pisco, Chincha o Ica, se encuentra agua en los ríos que vienen de los Andes. En muchos de estos valles los ríos llevan agua durante todo el año, y por eso se puede regar siempre. En la provincia de Nasca la situación es distinta a la de otros valles de la costa sur, porque esta zona del desierto costero peruano es aún más seca.

Desde hace mucho tiempo el riego ha sido un gran problema en la zona, ya que los ríos de los valles no llevan agua durante todo el año. Para resolver este problema, los antepasados nasqueños descubrieron la existencia de agua en el subsuelo, la localizaron y extrajeron del subsuelo. Lo último les resultaba difícil, sobre todo porque entonces no disponían de tecnología apropiada para bombear el agua.

Pero los antiguos nasqueños crearon un método para extraer el agua desde el subsuelo por medio de una red impresionante de puquios que se encuentra en cuatro valles de la provincia de Nasca, y que se extiende a casi todas las partes de los valles. Esta red de puquios, que es parecida a las galerías filtrantes en España o a las qanats del medio oriente, siguen existiendo hoy en día, y, en parte, siguen todavía en funcionamiento. El nombre puquio es una palabra quechua que quiere decir “manantial natural”. Los puquios de Nasca no son una obra natural sino humana. Se usa también el nombre “acueducto” o “galería filtrante” para denominarlos, que es, de hecho, más correcto (Schreiber & Lancho Rojas, 1988).

Se ha llevado a cabo varios estudios sobre el tema durante el siglo pasado. Algunos de los más importantes son los de Toribio Mejía Xesspe del Museo Nacional de Antropología y Arqueología de Lima (Mejía Xesspe, 1939), de Gonzáles García (1978), del ingeniero de la Universidad Nacional de Ingeniería Alberto Regal (Regal, 1943) y el del sacerdote Alberto Rossel Castro (Rossel Castro, 1977). Todos ellos estudiaron y describieron solo unos pocos de los puquios desde un punto de vista técnico e hidráulico. Los estudios más recientes y más completos son los de Schreiber & Lancho Rojas (1988, 1995, 2003). En estos estudios ellos describen todos los puquios y entre otros muy bien su funcionamiento.

Los puquios funcionan como pozos horizontales, y son un sistema de zanjas abiertas (Figura 1) y galerías subterráneas (Figura 2) en las que entra el agua por filtración desde un horizonte con agua subterránea. El nivel freático tiene un nivel más o menos paralelo a la superficie, y para tocar esta capa freática solamente es necesario cavar una zanja o un socavón en un ángulo casi horizontal hasta que intercepte la capa freática. El socavón y la zanja por la que pasa el agua después de la infiltración tienen en su comienzo una altura de entre tres y diez o más metros, y sólo tienen el gradiente necesario para que el agua permanezca en movimiento (Schreiber & Lancho Rojas, 1988). En su final, en el punto en donde el agua llega a la superficie, la mayoría de los puquios tiene una cocha, similar a un lago pequeño o a una piscina, en el caso de que sus paredes estén reforzadas con concreto. En las cochas, el agua se almacena antes de su uso para la irrigación de campos de cultivo. Si un puquio no tiene cocha el agua pasa directamente a los canales de irrigación, que se llaman acequias (Schreiber & Lancho Rojas, 1995, Lazo, 1997).

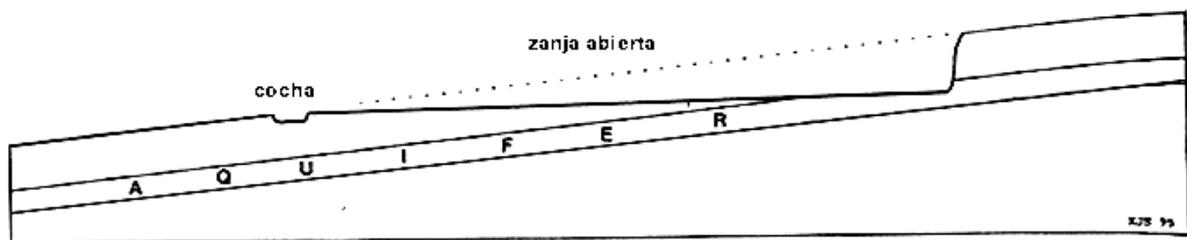


Figura 1. Puquio tipo zanja abierta o tajo abierto (Lazo, 1997)

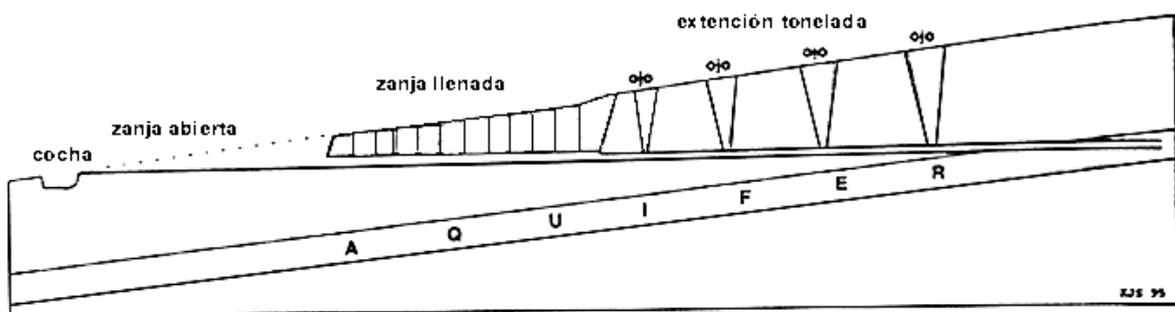


Figura 2. Puquio tipo zanja llenada o socavón y puquio con extensión tonelada (Lazo, 1997)

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los puquios de Nasca se hallan ubicados en los valles de los ríos Aja, Tierras Blancas, Nasca, Taruga y Las Trancas en la costa sur de Perú (Figura 3). Estos ríos forman parte de la cuenca del Gran Río de Nasca (Schreiber & Lancho Rojas, 2003). Esta cuenca políticamente forma parte de las provincias de Palpa, Nasca, Lucanas y Castrovirreyna, pertenecientes las dos primeras al departamento de Ica y las dos últimas a los departamentos de Ayacucho y Huancavelica, y cubre en total una extensión de 10,750 km². Geográficamente, sus puntos extremos se encuentran entre los paralelos 13°44' y 15°04' de latitud sur y los meridianos 74°22' y 75°26' de longitud oeste de Greenwich (ONERN, 1971). La ubicación de la zona de los puquios se localiza en el paralelo 14°49'58" de latitud sur y meridiano 74°58'40" de longitud oeste de Greenwich. La quebrada de Nasca pertenece políticamente al distrito de Nasca, provincia de Nasca, departamento de Ica, región Los Libertadores – Wari (Dolorier, 1992).

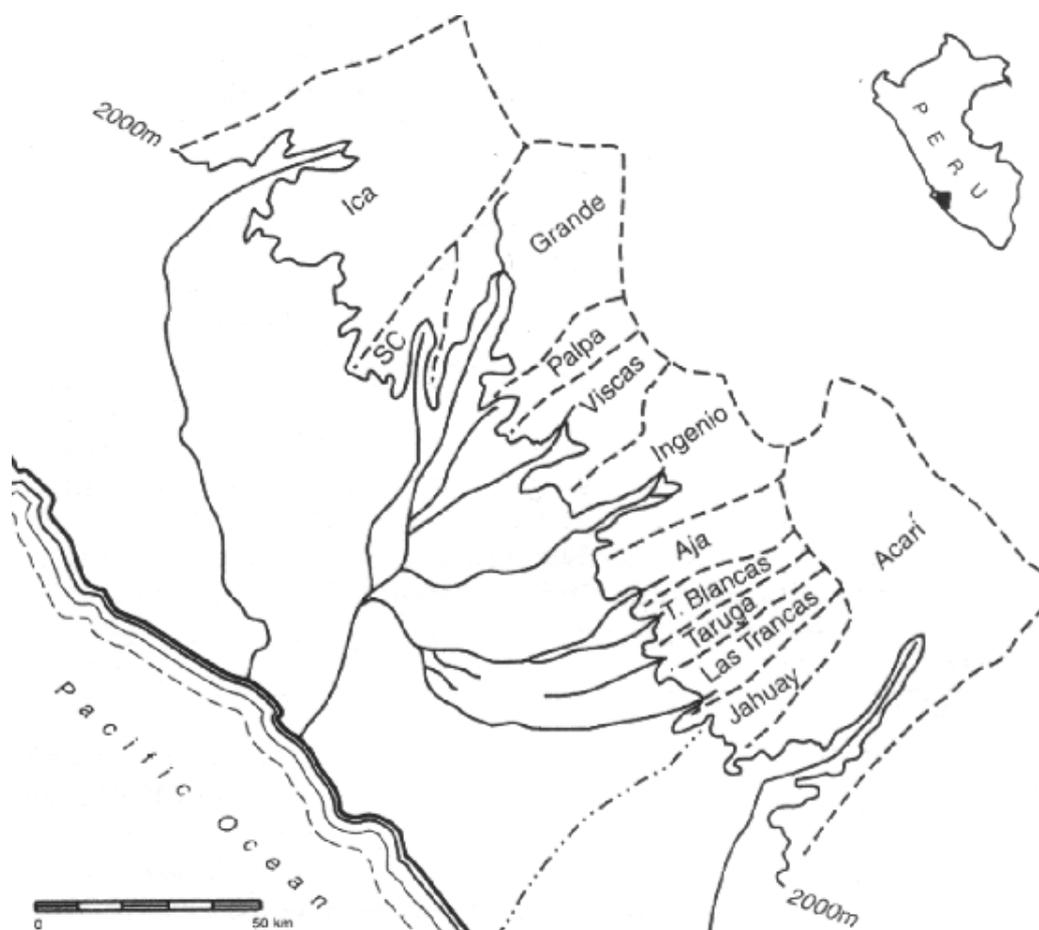


Figura 3. Los ríos de la cuenca del Gran Río de Nasca (Schreiber & Lancho Rojas, 2003)

Los ríos de los cuatro valles en los que se encuentran los puquios de Nasca son los brazos meridionales del drenaje del Río Grande de Nasca. El caudal de los brazos meridionales es muy pequeño debido a que los tiene una vertiente muy pequeña y el agua pasa por pendientes de gran gradiente. También tienen pocos brazos. El suelo de estas pendientes lleva grandes cantidades de ceniza volcánica, que es muy porosa y absorbe mucho la lluvia que recibe (Schreiber & Lancho Rojas, 2003).

Métodos

Las investigaciones para el presente trabajo tuvieron lugar en área de estudio entre enero y junio de 2004. En una primera fase de las investigaciones se buscó bibliografía peruana e internacional sobre el tema de los puquios de Nasca.

En una segunda fase durante una estancia en el área de estudio los primeros datos fueron obtenidos por medio de observaciones directas, como visitas a los puquios en el campo, observaciones participativas y entrevistas semi-estructuradas. Así, durante toda la estancia en Nasca se visitaron los puquios de los distintos valles de la cuenca del río Nasca. Para encontrar los puquios se obtuvo la ayuda de la gente de la Junta de Usuarios y se utilizaron los planos del libro de Schreiber & Lancho Rojas (2003). Para formarse una idea de la administración de los puquios se acompañó a la gente de la Junta de Usuarios varias veces en sus salidas al terreno para resolver problemas relacionados con los puquios o cuando tuvieron lugar asambleas con los agricultores. En el caso del mantenimiento y de la limpieza de los puquios se mantuvieron reuniones con los representantes de los puquios para tener la posibilidad de participar en el mantenimiento.

En una tercera fase se realizó una entrevista semi-estructurada con 14 representantes de distintos puquios, con tres delegados de algunos puquios cuyo funcionamiento es defectuoso, con los oficiales de la Junta de Usuarios y con el ingeniero del Instituto Nacional de Cultura (INC) para aclarar asuntos legales, administrativos y técnicos.

RESULTADOS

Situación actual de los puquios

Schreiber & Lancho Rojas (2003) mencionan en su publicación un total de 37 puquios (5 en el Sector de Riego Nasca - Comisión de Regantes Nasca Alto, 25 en la zona de las Comisiones de Regantes Aja y Tierras Blancas del mismo Sector de Riego, 2 en el Sector de Riego Las Trancas - Comisión de Regantes Taruga y 5 en la zona de la Comisión de Regantes Trancas Alto del mismo Sector de Riego).

Los datos actuales de la Junta de Usuarios del Sub-distrito de Riego Nasca (Cuadro 1) no divergen mucho de los de dicha publicación. Sólo en las zonas de las Comisiones de Regantes de Aja y Tierras Blancas y en Trancas Alto la Junta de Usuarios menciona en cada caso un puquio menos. En total la Junta de Usuarios contabiliza 35 puquios.

En el marco de las visitas del campo, el autor del presente trabajo conoció 37 puquios, 15 de los cuales se encontraron secos, deteriorados o fuera del servicio regular en el verano 2004 (Cuadro 2). Esto es debido al mal uso de los puquios, a la sequía del verano 2004 en Nasca y al fenómeno “El Niño” del año 1998.

El caudal de los puquios es variable según los años. Depende mucho de la temporada de las lluvias en el altiplano. Los años que allí llueve mucho los puquios se secan más tarde. También los propios puquios tienen cada uno un régimen distinto. Algunos llevan agua durante sólo unos pocos meses, otros, unos pocos, no se secan en todo el año. Los que nunca se secan son los puquios llamados Orcona, Aja, Achaco y Pampón.

La administración de los puquios y de sus aguas

Los puquios son fuentes de agua y monumentos históricos. Los asuntos del agua son regulados por la Ley General de Aguas, los de los monumentos históricos por la Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación. En consecuencia, se pueden aplicar ambas leyes en el caso de los puquios, con algunas dificultades de coordinación entre ellas, porque la Ley General de Aguas es administrada por el Ministerio de Agricultura (MIA) y su órgano subordinado, el Distrito de Riego, y por la Junta de Usuarios, que es una organización paraestatal; mientras que la Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación es administrada por el Instituto Nacional de Cultura (INC) que es también estatal. La Junta de Usuarios solamente administra las aguas, conjuntamente con el Distrito de Riego. El INC es el que administra la infraestructura.

La Junta de Usuarios es un organismo paraestatal lo que significa que es privada, pero normalizada por el Estado, que la somete a un reglamento. La Junta maneja la infraestructura y realiza los presupuestos. Para garantizar un funcionamiento apropiado de la Junta de Usuarios ésta es supervisada y fiscalizada por el Estado, concretamente por el Distrito de Riego del MIA. Paralelamente, el INC tiene por ley injerencia en lo que se llama el área intangible, que es una zona donde se hallan ubicados monumentos históricos, en este caso los puquios, la cual se debe proteger, o sea, que no está permitido el ingreso en estos lugares para que no sean destruidos o se malogren. Cuando surgen problemas concretos en estas áreas intangibles el INC coordina con la Administración Técnica del Distrito de Riego y con la Junta de Usuarios, para, de alguna manera, solucionar los problemas y proteger y conservar los puquios.

Factores que causan el uso o abandono de los puquios

- El mantenimiento

Es el factor clave para lograr un uso de los puquios con éxito. Consiste en retirar las plantas de los ojos o de la parte a tajo abierto, sacar la basura de esta parte o retirar los derrumbes en la galería subterránea o sitios encochados a lo largo de la parte a tajo abierto. De no realizarse estas labores se obtiene cada vez menos agua del puquio. Si se reduce el caudal del puquio disminuye también la cantidad de terreno que cada usuario puede regar con este agua y, en consecuencia, el beneficio obtenido del puquio por los usuarios.

- El dinero

El dinero, o mejor dicho, la falta de dinero, es un motivo muy importante para que todavía existan muchos puquios en uso en la zona de Nasca. Los puquios son una infraestructura que existe desde hace ya mucho tiempo en los valles de Nasca, por lo que no hay que invertir dinero para abrir una fuente de agua o para sacar agua del subsuelo. La gran mayoría de los agricultores de Nasca, Taruga o Tierras Blancas no disponen de mucho dinero y no pueden invertir, por ejemplo, en excavar pozos.

- La modificación de puquios

En la época de los terratenientes se podía modificar los puquios. Por lo general se cerró la parte a tajo abierto por completo o parcialmente, y se instalaron tuberías de concreto a lo largo de todo su trayecto, bien en la galería subterránea, bien en la parte cerrada del tajo abierto. Desde un punto de vista agrícola estas modificaciones los hacen más eficaces que los puquios que permanecen en su estado original.

- Los pozos y los pozos cochas

En los valles donde hay, según la Junta de Usuarios, se han abierto unos 1000 pozos y varias decenas de pozos cochas. Estos pozos y pozos cochas que ya existen y la apertura de nuevos es, en muchos casos, un gran problema para la supervivencia de los puquios, sobre todo si se encuentran muy cerca de los puquios. Ya que los pozos son generalmente mucho más profundos que los puquios, lo que hace bajar el nivel del agua.

Por ejemplo se hicieron dos pozos tubulares cerca de un puquio que se llama Totoral, de cada uno de ellos se extrae 60 l/s. “Ahora de este puquio sólo sale agua cuando hay buenas descargas de aguas temporales. En la actualidad este puquio está seco.”

- La destrucción de puquios o partes de ellos

Esta destrucción se da por la naturaleza, los hombres y los animales. La fuerza destructiva de la naturaleza se percibe en Nasca con terremotos e inundaciones. En 1998, con el fenómeno “El Niño”, los ríos llevaban tanta agua que ésta se desbordó. Por lo que entró mucha agua en las galerías de los puquios cercanos a los ríos, destruyendo algunas de ellas. Por otro lado, los hombres destruyen sobre todo las orillas de los puquios. Esto sucede cuando la gente baja a la orilla del agua para bañarse o lavar ropa. Los agricultores también colaboran en la destrucción de los puquios cuando cierran los ojos de las galerías que se encuentran en su chacra y siembran sus cultivos demasiado cerca de los puquios, y a causa de esto se desliza arena hacia la galería subterránea por las raíces de las plantas y la entierra. El desagüe del riego de las chacras, que corre hacia el puquio y descarga en su orilla, causa derrumbes en ella y también entierra el puquio. Por último, los animales también destruyen los puquios. Los pastores de los rebaños conducen a sus animales a los puquios para que coman el pasto que crece en las orillas a lo largo de los puquios y beban el agua.

- La “partida”

El Estado peruano u otros Estados y organizaciones envían dinero de manera irregular para realizar proyectos de rehabilitación o limpieza en uno o más puquios. A esta financiación le llamamos partida. Con este dinero se paga a la gente que ejecuta trabajos. Lo que sucede es que en muchos puquios los usuarios prefieren esperar hasta que llegue la próxima partida en vez de hacer la limpieza y el mantenimiento por su cuenta cuando es necesario y según la ley que los obliga a ello. La consecuencia de esto es que no se mantiene el puquio si no hay partida, o sólo se hace de forma muy superficial y desinteresada.

- La falta de agua

La cantidad de agua que botan los puquios depende de la lluvia en la altura, los Andes y se incrementa por el caudal de los ríos. Cuando hay sequía en la región por la falta de lluvia en los Andes los ríos llevan poca agua, o ninguna. Como consecuencia no pueden contribuir al caudal de los puquios y estos se secan. La falta de agua se nota primero en los puquios pequeños, en los que están alejados de los ríos al margen de los valles y en los que se hallan ubicados en la parte baja del valle. Lo único que se puede hacer en este caso es esperar al próximo verano y confiar en que entonces vuelva el agua.

- La mita

Usar el agua de los puquios significa compartirlo. Cada usuario tiene sólo la posibilidad de regar su chacra durante el tiempo que le concede su mita que depende de la cantidad de usuarios que riegan con el agua del puquio, de la cantidad del terreno que tiene cada uno y de la cantidad del agua que proporciona el puquio. Por eso la mita es distinta en cada puquio. Normalmente, cada usuario puede utilizar el agua entre un par de horas y dos o tres días. Esto se repite cada una o dos semanas. Muchos agricultores no quieren esperar hasta que les toque la mita y tampoco les gusta regar sólo un pedazo de su chacra; por eso, muchas veces, si tienen dinero, excavan su propio pozo.

El mantenimiento y la limpieza de los puquios

Un mantenimiento regular es vital para el funcionamiento de los puquios. Si no se entra regularmente a las galerías y se quitan los derrumbes o se despejan los puntos bloqueados, cada año sale menos agua de la boca de la galería, hasta que la única posibilidad que queda para aprovechar el agua del puquio es bombearla desde los ojos, donde el agua está encochada en la galería. Y si no se limpia regularmente la parte a tajo abierto o la cocha, a lo largo de los años no queda sitio para que el agua corra hacia la cocha o las acequias. Así, los puquios se malogran cada año más hasta que quedan abandonados, como ha ocurrido ya en algunos casos.

Los usuarios de cada puquio eligen un representante, que también está encargado de organizar los trabajos de mantenimiento. Para eso debe coordinarse con los demás usuarios e informarles de cuándo van a tener lugar los trabajos de limpieza y mantenimiento del puquio. Entonces, los agricultores tienen la posibilidad de hacer los trabajos ellos mismos o contratar peones.

Cada puquio tiene sus propias costumbres, la cantidad y la temporada de las limpiezas y del mantenimiento difiere un poco entre ellos. En varios puquios se realiza el mantenimiento una o dos veces al año. En general se elige la temporada entre agosto y enero para el mantenimiento, sobre todo de las partes subterráneas, porque en esta época los puquios llevan menos agua y algunos ya se han secado, lo que facilita el acceso a las galerías. En la temporada que los puquios llevan mucha agua entrar a la galería es casi imposible a causa de la falta de espacio.

Normalmente se comienzan los trabajos de mantenimiento y limpieza en la parte más baja del puquio, la cocha. Desde allí, se trabaja contra corriente hacia la parte superior; se recorre primero la parte a tajo abierto y después se entra en la galería por la boca, desde donde se trabaja recorriendo los ojos. En la cocha la limpieza consiste en retirar la vegetación y extraer el barro del fondo. En la parte a tajo abierto primero hay que cortar los arbustos y las hierbas de las orillas y después cortar y extraer las hierbas que hayan crecido en el agua misma y las raíces de la orilla que bloqueen el cauce del agua. Después se draga el barro que se haya acumulado en el fondo del puquio. La parte más dura del mantenimiento es limpiar la parte subterránea del puquio, la galería. Hay que extraer las raíces de las plantas que crecen al lado del puquio y el barro y demás materiales que se hayan acumulado en el suelo y transportarlo todo al exterior. Para realizar esta tarea, la gente tiene que acceder a la galería.

Los trabajos de mantenimiento y limpieza son trabajos solitarios y todos los usuarios tienen la obligación de participar o contratar a alguien que lo haga. La Ley General de Aguas prevé multas para los agricultores que no cumplan con esta obligación además de que son excluidos de la lista que distribuye las horas de riego. Eso significa que no obtienen agua para regar sus chacras hasta que hayan regularizado sus deberes. Para ello pueden pagar su jornal de trabajo o realizar los trabajos que los otros usuarios les adjudiquen. El agua se les corta, por ejemplo, durante uno o dos meses, pero también puede durar hasta un año.

Los puquios son utilizados por mucha gente como los vecinos, los agricultores o los pastores de los rebaños, y los diferentes usos como bañarse, lavar ropa o bajar los animales de los rebaños los ensucian y malogran. Pero las personas que tienen que mantenerlos y limpiarlos son exclusivamente los agricultores que usan sus aguas para el riego de las chacras. Y como el Estado es el dueño de todas las aguas del Perú, los usuarios de los puquios tienen además que pagar por el uso del agua. Pagan una tarifa fijada por metro cúbico.

El dinero obtenido de esta manera se reparte entre varias instituciones. El 15% pasa al Ministerio de Agricultura, un porcentaje se destina a la Junta Nacional de Usuarios del Perú, que tiene su base en Lima. En Nasca se queda un 84%, del cual una parte es para la Junta de Usuarios y otra

para las Comisiones de Regantes. Del dinero que queda para la Junta de Usuarios, una parte se invierte en las distintas obras de infraestructura de riego que se realizan en los valles. El problema de estas inversiones es que con el dinero recaudado la Junta de Usuarios sólo puede realizar mejoras de la infraestructura con carácter duradero, como por ejemplo compuertas. Lo que no se puede llevar a cabo en los puquios porque están considerados como patrimonio cultural.

Otra fuente de ingreso que proviene de los puquios es el producto de las entradas que tienen que pagar los turistas para visitar el puquio Cantalloc. Estas entradas las cobra y administra la municipalidad de Nasca y ellos, según la gente del INC, no invierten el dinero en revalorizar, proteger y conservar los puquios.

Por lo tanto, a pesar de que se obtienen ingresos de los puquios, finalmente no queda dinero para invertirlo en su conservación. La consecuencia es que los usuarios tienen que llevar a cabo los trabajos sin recibir compensación económica.

DISCUSIÓN

Si los agricultores tuvieran en el futuro más dinero, todos abrirían su propio pozo privado para usarlo en vez de los puquios. Lo que hacen los agricultores que tienen dinero. Cuando se habla con la gente en las chacras, muchos sueñan con tener un pozo propio para poder regar más terreno pero excavar y mantener en funcionamiento un pozo es costoso hay que alquilar maquinaria y comprar un motor y carburante. A pesar de la actual situación económica en el Perú en general, y en Nasca en particular, la gente encontrada y entrevistada piensa que la situación podría mejorar en el futuro, es decir, que van a ganar más dinero. Si ocurre esto es de suponer que una tecnología como la de los puquios no resultará muy atractiva, teniendo en cuenta que precisa de tanto trabajo no remunerado.

Sin un plano general para cada uno de los valles donde se encuentran ubicados los puquios, en el que se indiquen los puntos donde se pueden excavar pozos de manera que no reduzcan el agua de los puquios, la gran mayoría de éstos se secará en el futuro y desaparecerá.

Cuando se habla de la apertura legal de pozos y pozos cochas se encuentran varios problemas. Uno de ellos en la zona de Nasca es que no se conoce bien el movimiento del agua en el subsuelo ni cómo se influyen recíprocamente las distintas tomas de agua subterránea. Algunos de los entrevistados dicen, que sólo hay que ir al Ministerio de Agricultura y comprar el derecho para poder abrir un pozo nuevo, indicar el sitio donde se quiere excavar y normalmente se puede abrir el pozo sin que se realice ningún tipo de estudio de la posible influencia sobre el caudal de un puquio. Según la gente de la Junta de Usuarios desde hace unos pocos años la Administración Técnica del Ministerio de Agricultura, a través de un programa de la Intendencia de Agua,

empezó a monitorear anualmente algunos puquios para fijar las zonas donde se pueden hacer pozos sin que haya interferencias con otras fuentes hídricas. Además del problema de la apertura legal de pozos y pozos cochas esta el de las aperturas ilegales.

Sin una mejora de la organización entre los usuarios, los demás agricultores y las personas que usan el agua de los puquios, un mantenimiento duradero de éstos es imposible. Los puquios son usados por mucha gente de diferentes maneras. La responsabilidad del funcionamiento de los puquios la tienen sólo los agricultores que usan su agua para el riego. Esta separación entre el uso y la responsabilidad causa muchos problemas. Es necesario que se distribuya la responsabilidad del mantenimiento para poder conseguir un mejor funcionamiento del mismo. Eso quiere decir que todo aquel que use el agua de los puquios, sea para regar las chacras, para abrevar las animales, para lavar ropa o para bañarse, debe también ser responsable del mantenimiento.

Para lograr esto los Comités de Regantes deben incluir también a los vecinos de los puquios, tanto a los dueños de las chacras al lado de los puquios como a la gente que vive en su cercanía y a los dueños de los rebaños para que de acuerdo con la intensidad del uso del agua del puquio, también deberían participar en los trabajos de limpieza y mantenimiento de los puquios o pagar a alguien para que lo haga. Así la limpieza y el mantenimiento de los puquios también sería más fácil y el mantenimiento fuera duradero. Se podría dejar accesos para que la gente o los rebaños alcancen la orilla de manera que arrojen menos tierra o piedras al interior del puquio y así se estropearían menos las orillas. También se podría intentar preparar zonas en las que el agua tenga una profundidad suficiente para bañarse o para lavar ropa sin encochar los puquios.

Con una mejora de la organización entre los distintos grupos de usuarios, un mejor conocimiento de los movimientos del agua subterránea en la región de los puquios y en una sociedad dando valor al patrimonio cultural, estas grandes construcciones para la extracción del agua que son los puquios de Nasca pueden ser usados y visitados en el futuro como les corresponde.

Agradecimientos

El autor agradece especialmente a los compañeros de las entrevistas y a los oficiales de la Junta de Usuarios de Sub-Distrito de Riego Nasca y del Instituto Nacional de Cultura Nasca por su colaboración en la fase de campo de este estudio. Así también quiero agradecer al ingeniero Guillermo Aguirre y a la Universidad Nacional Agraria La Molina por ayudarme en la orientación en el Perú y por apoyarme con diferente infraestructura. Un agradecimiento especial a Elena Valdés Luján por la corrección del español del presente trabajo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Dolorier Manzaneda, N.** 1992. Determinación de los criterios hidráulicos y topográficos utilizados en el diseño de los acueductos de Nazca. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
2. **González García, F.** 1978. Los acueductos incaicos de Nazca. En: Ravines R. (Ed.): Tecnología Andina. 129-157. Instituto Estudios Peruanos (IEP), Lima.
3. **Junta de Usuarios del Sub-Distrito de Riego Nasca** 2004. Pozos cochas localizadas y/o denominadas en las valles de Aja, Nasca y Las Trancas y puquios usados hoy día. Junta de Usuarios del Sub-Distrito de Riego Nasca. Nasca.
4. **Lazo, K.** 1997. Water paleotechnologies of Perú. University of Texas at Austin. <http://www.me.utexas.edu/~uer/peru/peru2.html#puquios> (17.8.2003).
5. **Mejía Xesspe, T.** 1939. Acueductos y caminos antiguos de la hoya del Río Grande de Nasca. En: Actos y trabajos científicos del XXVII° congreso internacional de americanistas. 559-569. Museo Nacional de Antropología y Arqueología. Lima.
6. **ONERN-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales** 1971. Inventario, evaluación, y uso racional de los recursos naturales de la costa. ONERN. Lima.
7. **Regal, A.** 1943. Los acueductos precolombinos de Nasca. Rev. Univ. Católica del Perú. XI (4,5):201-213.
8. **Rossel Castro, A.** 1977. Galerías filtrantes de la hoya de Río Grande de Nasca. En: Rossel Castro, A.(Ed.), Arqueología sur del Perú. 167-194. Editorial Universo, Lima.
9. **Schreiber, K. & J. Lancho Rojas.** 1988. Los puquios de Nasca: un sistema de galerías filtrantes. Bol. de Lima (59):51-62.
10. **Schreiber, K. & J. Lancho Rojas.** 1995. The puquios of Nasca. Lat. Am. Ant. 6(3):229-254.
11. **Schreiber, K. & J. Lancho Rojas.** 2003. The puquios of Nasca. Lexington Books. Maryland.

Cuadro 1. Puquios usados hoy día (Junta de Usuarios, 2004)

N°	Sector de riego	Comisión de regantes	Nombre del puquio	N° de usuarios	Hectarias	Qmax [l/s]	Qmin [l/s]	Long. T.A. [m]	Long. Gal. [m]
1	Nasca	Aja	Orcona	39	185.91	90	20	310	216
2			Bijuna	17	70.66	70	12	236	185
3			Cortes	8	23.64	20	8	244	57
4			Tejeje	4	32.16	35	10	370	152
5			Huachauca	13	76.30	60	12	649	453
6			San Mauricio - Cuncumayo	9	50.29	25	5	537	
7			Aja	36	141.63	84	15	1390	266
8			Curve	15	65.04	35	8	541	
9			Anglia	1	70.55	35	10	479	163
10			Achaco	25	268.71	72	20	1894	
11			La Joya	5	27.00	0	0	280	
12			Llicuas	15	82.50	45	10	272	370
13			Pickiman	9	47.25	0	0	349	278
14		Bisambra	38	149.61	60	5	209	1710	
15		San Marcelo	10	82.00	15	8	337	96	
16		Cantayo	18	102.26	50	10	102	447	
17		Santo Cristo	12	47.80	20	7	301	220	
18		Gobernadora	16	46.87	40	10	124	372	
19		Pangaravi	6	31.18	25	7	810	207	
20		Ramirez	5	25.21	30	9	85	370	
21		San Antonio de Pangaravi	5	56.95	40	8	488	32	
22		Huayrona	29	168.06	35	12	494	498	
23		Majorito	17	92.32	40	8	823		
24		Majoro	17	116.83	45	10	907	282	
25		Ocongalla	7	59.25	80	15	592		
26		Agua Santa	12	165.79	60	12	552		
27		Soysonguito	3	98.71	30	5	597		
28		Conventillo	1	70.74	30	10	560		
29		San Antonio	1	277.00	30	10	305	212	
30	Las Trancas	Trancas Alto	Total	3	55.30	0	0	96	468
31			Pampon	6	72.75	75	15	280	664
32			El Pino	11	50.15	36	10	436	277
33		Copara	14	95.95	42	11	215	835	
34		Taruga	San Carlos	5	28.58	25	5	66	325
35			Santa Maria	1	29.00	25	5	219	425
	Total:			427	3063.95				

Cuadro 2. Estado del mantenimiento encontrado de los puquios en el verano 2004

Nombre del puquio	Estado del mantenimiento	Nombre del puquio	Estado del mantenimiento	Nombre del puquio	Estado del mantenimiento
Orcona	bien	Pickiman	muy mal	Agua Santa	bien
Bijuna	muy mal	Bisambra	regular	Soysonguito	regular
Cortes	muy mal	San Marcelo	mal	Conventillo	regular
Tejeje	bien	Cantayo	muy bien	San Antonio - Soysongo	regular
Huachauca	muy bien	Santo Cristo	regular	Totalal	muy mal
San Mauricio – Cuncumayo	regular	Gobernadora	regular	Pampon	regular
Aja	muy bien	Pangaravi	muy mal	El Pino	regular
Aja Alto	muy mal	Ramirez o Callanal	mal	Copara	bien
Curve	muy bien	San Antonio de Pangaravi	bien	Chauchilla	muy bien
Anglia	muy bien	Huayrona	muy mal	San Carlos	regular
Achaco	bien	Majorito	regular	Santa Maria	regular
La Joya	mal	Majoro	regular		
Llicuas	bien	Ocongalla	muy bien		

LAS ENCRUCIJADAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS EN EL ANÁLISIS DE PROCESOS CON DIMENSIONES BIO-GEO-FÍSICAS Y SOCIALES.

LA COMPARACIÓN DE DOS CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN CHILE Y ARGENTINA

Laura Torres^{1*}, Rosa Garay², Elma Montaña¹, Gabriela Pastor¹, Rodrigo Fuster², Elena Abraham¹, Alejandro León¹ y Eduardo Torres¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial, Instituto Argentino de Zonas Áridas, Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Mendoza, Argentina.

*Adrián Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín (CP: 5500), Mendoza, Argentina.
Telf.00-54-261- 4280080

²Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, La Pintana, Santiago de Chile.

*E. mail: ltorres@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

El presente artículo presenta las reflexiones metodológicas a las que se arribó como resultado del proyecto "A Comparative Study of Modern Irrigation Water Systems and Rural Poverty in the Limarí Basin, Chile and the Tunuyán Basin, Argentina: Institutional and Socio-Economic Aspects", desarrollado con financiamiento del International Water Management Institute y apoyo del Proyecto CYTED, entre los años 2003 y 2005.

El objetivo del proyecto consistía en evaluar y comparar el impacto que las políticas de riego habían tenido en mitigar la pobreza rural en dos cuencas hidrográficas. Para el análisis se tomaban los casos de la cuenca del Río Limarí (IV Región, Chile) y la cuenca del Río Tunuyán (Mendoza, Argentina). En ese contexto se reunieron dos equipos de investigación de conformaciones interdisciplinarias.

En su diseño original, el proyecto preveía responder las hipótesis centrales mediante el uso intensivo de la metodología cuantitativa. Sin embargo, dificultades halladas a lo largo del camino y una necesaria redefinición del problema de investigación, hicieron deseable enriquecer el diseño original articulando los métodos cuantitativos y cualitativos.

Ya finalizado el trabajo, el presente artículo da cuenta de las discusiones generadas al interior del equipo y considera las capacidades de la combinación de estas metodologías en el análisis de procesos ambientales/ territoriales en el nivel regional y transnacional. Se presenta el diseño original del proyecto, las dificultades halladas en el proceso y se describe la articulación metodológica realizada.

Hacia el final se presentan algunas consideraciones acerca de las potencialidades que presenta la combinación de metodologías para profundizar los análisis contextuales, relacionales y estructurales, enriquecer las hipótesis y facilitar la comparación de diversos casos. Se advierte además sobre la conveniencia de incorporar los métodos cualitativos en estudios que abarcan grandes dimensiones territoriales.

Palabras clave: Argentina, Chile, políticas de riego, pobreza rural, sistemas de riego

ABSTRACT

The present article aims at introducing the methodological reflections reached upon after the project named "Comparative Study of Modern Irrigation Water Systems and Rural Poverty in the Limarí Basin, Chile and the Tunuyán Basin, Argentina: Institutional and Socio-Economic Aspects". This project was developed thanks to the financial support of the International Water Management Institute and the backing up of a CYTED Project between 2003 and 2005.

The aim of the project was assessing and comparing the impact that irrigation policies had had on relieving rural poverty along two hydrographic basins: the Limarí River basin (IV Region in Chile) and the Tunuyán River basin (in Mendoza, Argentina). Two interdisciplinary research groups met within this objective.

On the first stages of the project, an intensive use of quantitative methodology was expected to respond to the central hypotheses. However, a redefinition of the research problem was necessary and an interrelation among quantitative and qualitative methods was achieved to enrich the original design.

The present article recounts the discussions held within the groups, thus acknowledging the capacities arising from the combination of these methodologies for environmental and territorial processes appraisal at regional and transnational levels. The original design of the project is presented, in addition to the impediments appearing during the process, to lastly give an account of the methodological interrelation carried out.

Towards the end, in order to enrich the existing hypotheses and paving the way towards the assessment of various cases, we claim as meritorious the combination of methodologies for delving into contextual, relational and structural analyses. The convenience to include qualitative methods in research works carried out in large territories is highlighted.

Key words: Argentina, Chile, rural poverty, water policies, water system

A lo largo de 2004, equipos de investigación de la Universidad de Chile y del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (CRICyT¹ – Mendoza, Argentina) asumieron el desafío conjunto de proceder con un proyecto de investigación que comparaba procesos que asociaban los sistemas de riego a la pobreza rural en casos a ambos lados de la cordillera de los Andes.

El proyecto de referencia se denominaba “A Comparative Study of Modern Irrigation Water Systems and Rural Poverty in the Limarí Basin, Chile and the Tunuyán Basin, Argentina: Institutional and Socio-Economic Aspects”, y se desarrolló con financiamiento del International Water Management Institute (IWMI)² y en el marco de un proyecto CYTED³. Como objetivo central, el proyecto se proponía “*analizar el impacto que las inversiones y políticas en materia de riego, habían tenido en la mitigación de las situaciones de pobreza rural que afectan a ambos países*”.

En ese contexto se asociaron dos grupos de investigación con una característica común: la de tener ambos conformaciones eminentemente interdisciplinarias, en el marco de las cuales se ponían en diálogo las ciencias sociales y las ciencias físico-biológicas. Sociólogos ambientales, planificadores regionales, estudiosos del patrimonio y trabajadores sociales chilenos y argentinos conformaron el equipo binacional conjuntamente con economistas ambientales, hidrólogos, agrónomos, geógrafos y geomorfólogos.

Habiéndose alcanzado las fases de finales del proyecto⁴, el presente artículo busca dar cuenta y someter a discusión una serie de reflexiones de carácter metodológico por las que los equipos atravesaron y que trascienden la experiencia puntual del proyecto en cuestión por haber modificado las concepciones y las prácticas metodológicas de los equipos y de los investigadores.

Guiados por este objetivo, procederemos primero a exponer las particularidades del diseño metodológico inicial del proyecto, las complejidades que fueron haciéndose evidentes en el curso de la investigación, las reflexiones realizadas por los equipos en torno a las posibilidades de superarlas y las decisiones finales respecto de la triangulación metodológica adoptada para salvarlas.

El proyecto inicial y sus preguntas

Tal como se mencionara, el proyecto se encaminaba a analizar las relaciones existentes entre las políticas de riego y la pobreza rural. A este interés se sumaba la necesidad de analizar el fenómeno en una perspectiva diacrónica, capaz de develar el peso diferencial que las inversiones habían tenido en diferentes momentos históricos de cada uno de los países considerados.

Dada la evolución de las políticas públicas en ambos países, se definió como período temporal significativo las últimas dos décadas, estableciéndose una ventana de análisis entre 1980 y 2000. Aunque no de manera sincrónica, a lo largo de esos 20 años ambos países vivieron un cambio de modelo de Estado, pasando en

¹ Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

² <http://www.iwmi.cgiar.org/>

³ El trabajo conjunto de los equipos de investigación del IADIZA y de la Universidad de Chile se produjo en el marco del proyecto “Indicadores y tecnologías apropiadas de uso sustentable del agua en las tierras secas de Iberoamérica”, Subprograma XVII de CYTED

⁴ Avances sobre estas reflexiones metodológicas, efectuadas al promediar el proyecto, fueron presentadas en la ponencia “De los números a las palabras... Triangulación metodológica en un proyecto de investigación comparativo en comunidades rurales de Chile y Argentina”, presentada en las *IV Jornadas de Etimología y Métodos Cualitativos*, IDES, Buenos Aires, Ed. CD ISBN 987-21625-0-6.

ambos casos de gobiernos más intervencionistas a otros que liberalizan las respectivas economías. Así, se preveía que considerar ese período temporal permitiría apreciar cómo se habían comportado las políticas de riego y, particularmente, cómo habían impactado en la pobreza rural.

Se trataba así de comprender cómo y en qué medida las inversiones en los “modernos sistemas de riego” de ambos países habían incidido en el desarrollo agrícola y si las mejoras encaradas en esos ámbitos se habían traducido en la mitigación de la pobreza de la población rural comprometida. Este entramado de preguntas se justificaba por su parte en que en ambos casos, la relación entre políticas de riego + inversiones en riego + desarrollo agrícola + superación de la pobreza se daba por sentada y aceptada, hallándose no pocas veces como justificación frente a la aparente necesidad de encarar nuevas, y cada vez más costosas, obras públicas de riego.

En la primera etapa de trabajo, la hipótesis central en torno a la cual se definió el problema de investigación respondía básicamente al esquema que presentamos en la Figura 1:

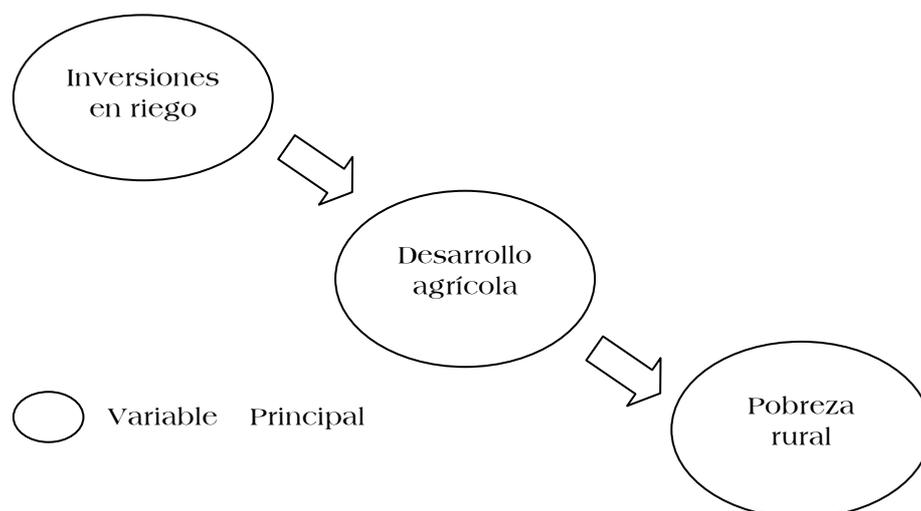


Figura 1.
Hipótesis central del proyecto

Así definida la hipótesis de trabajo, resultaba claro que a los efectos de analizar en qué medida las inversiones en infraestructura y en apoyo a la producción agrícola, formuladas como motores del desarrollo local, habían logrado mitigar condiciones de pobreza rural existente, se deberían poner en tensión empírica tres variables principales: (1) inversiones en riego, (2) desarrollo agrícola y (3) pobreza rural.

Ahora bien, tempranamente y en el marco de sucesivas reuniones de trabajo integrando ambos equipos, se advirtió que en los dos países tanto el desarrollo agrícola como las situaciones de pobreza rural, se veían impactadas no sólo por las inversiones en riego, sino también y fundamentalmente por una serie de programas directos con focalización en la mitigación de la pobreza, que más de las veces asumían la forma de subsidios. En otras palabras, más allá de que las inversiones en riego pudiesen tener algún impacto en el desarrollo agrícola y en la superación de la pobreza en Chile o en Argentina, era obvio que

los subsidios directos tenían un impacto directo que debía ser valorado. La necesidad de deslindar en qué medida o proporción el desarrollo agrícola y la pobreza eran impactados por unos y otros programas (inversiones en riego o subsidios directos) resultaba central a la verificación de la hipótesis, dado que no considerar estas acciones podría implicar que se arribara a conclusiones erróneas resultantes de atribuir efectos supletorios a las inversiones en sí mismas.

Como consecuencia necesaria, se determinó que a las variables ya citadas se les incorporaran dos más, pasando a un diseño algo más complejo que se presenta en la Figura 2.

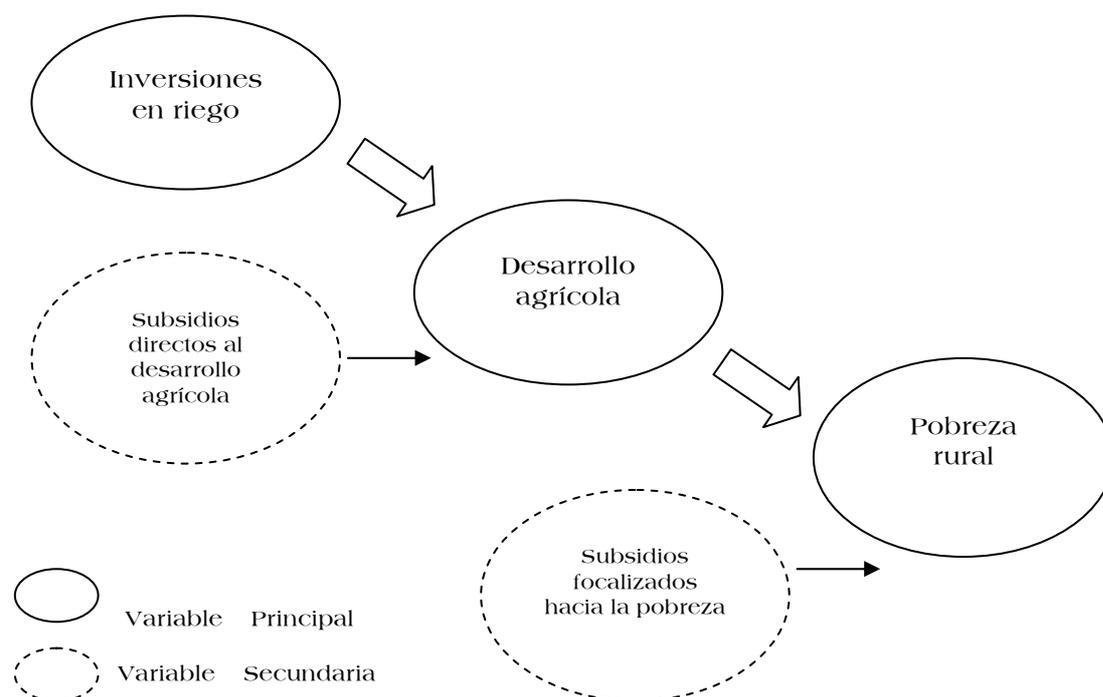


Figura 2. Redefinición de la hipótesis central del proyecto

En este esquema, quedaron finalmente definidos cinco ejes de investigación que serían objeto de correlaciones posteriores a los efectos de identificar las relaciones entre las variables a lo largo de los 20 años analizados.

Cabe señalar que los vínculos entre las políticas de riego y la pobreza rural son centrales en las regiones consideradas, dado que el manejo del agua constituye uno de los principales factores de desarrollo e incide directamente en la calidad de vida de los pobladores. La idea subyacente en el proyecto consistía en la necesidad de incorporar los conceptos de pobreza y calidad de vida, en ámbitos tradicionalmente tecnocráticos, dominados por el concepto de "obra" en el sentido más material del término y por ingenieros hidráulicos o civiles más que por sociólogos o antropólogos.

El problema en torno al cual se definió el proyecto se dificultaba por su naturaleza comparativa, puesto que se trataba de arribar a conclusiones a partir de la comparación de las situaciones de dos cuencas hidrológicas: la cuenca del Río Limarí en la IV Región de Chile y la cuenca del Río Tunuyán, en la provincia de Mendoza en Argentina.

El sentido de la comparación estaba justamente dado porque Chile y Argentina poseen sistemas de propiedad y uso del agua diferentes entre sí. En el sistema chileno, la propiedad de la tierra y el uso del agua están sujetos a dos mercados independientes: el “mercado de aguas” y el inmobiliario. En Argentina, agua y tierra son elementos inseparables (el agua es “inherente” a la tierra), de suerte tal que ambas se regulan en un mismo mercado, el de las tierras. En este caso el agua acompaña a la propiedad y no al propietario y es utilizada sólo en la propiedad que tiene derechos, lo que pone un obstáculo a la “concentración” de los derechos de uso del agua.

Por su parte, al interior de América Latina el “éxito chileno” es bien conocido. Son varios los países que han tenido a este país como modelo de políticas a imitar. La esfera del agua no ha permanecido ajena a esta suerte de fascinación que provoca Chile y, en el marco de los debates relativos a las reformas en los regímenes de administración del agua en diversos países de América Latina, existe una discusión respecto de los efectos de la aplicación del Código de Aguas chileno de 1981 (ver, por ejemplo, Dourojeanni y Jouravlev, 1999). Argentina, y particularmente la provincia de Mendoza, se suma a esta discusión y se cuestiona sobre los escasos incentivos que el régimen de inherencia ofrece a los productores para que mejoren su eficiencia en el riego. Bajo este hilo argumental, y en beneficio de quienes en Argentina promueven el mercado de agua al estilo chileno, es claro que la inherencia no estimula potenciales ahorros de agua que podrían realizarse en caso de que los volúmenes no utilizados pudieran ser aplicados a otras tierras diferentes de aquellas para las cuales el uso del agua ha sido asignada como derecho de riego “inherente”. Así, en el trasfondo del análisis de las relaciones entre los sistemas modernos de riego y la pobreza rural subyacía la comparación de los modelos de administración y, a medida que las discusiones del equipo avanzaban, emergían nuevas preguntas que redefinían el problema de investigación hacia las situaciones de concentración del uso del recurso en manos de los actores más poderosos –que supuestamente se producirían con mercado de agua- y a los efectos de un modelo supuestamente más equitativo, en el caso argentino.

Como se mencionó, se estimó que trabajar con una profundidad de 20 años sería útil para correlacionar la evolución de las variables mencionadas, pero también significativo respecto de la comparación, ya que permitiría obtener conclusiones respecto de los modelos de Estado y las políticas económicas aplicadas en dos países.

Las similitudes de los casos y sus implicancias metodológicas

Al interior de cada uno de los países se optó por trabajar a partir de un caso de estudio (Stake, 1995; Valles, 2000; Yin, 1994) conformados cada uno de ellos por una cuenca. Comenzado el estudio, fueron varias las similitudes observadas que podrían servir como ejes de tensión:

1. Ambas regiones poseen características similares en cuanto a sus dotaciones y disponibilidades generales de recursos hídricos. En términos generales, se trata de sistemas ubicados en la franja de tierras secas que se extiende desde México hasta la Patagonia argentina vertebrándose en torno a la Cordillera de los Andes. En ambos casos, las posibilidades de desarrollo se encuentran, en buena medida, sujetas a las alternativas que otorga el manejo de los recursos hídricos (Pouget *et al.*, 1996).

Por ese motivo, tanto en la cuenca del río Limarí (Chile) como en la del río Tunuyán (Argentina), las políticas de riego son centrales y básicas respecto de las posibilidades de desarrollar con éxito diversas actividades económicas. Las fuertes relaciones naturaleza-sociedad existentes en ambos casos determinaron, en gran medida, un diseño metodológico que se planteó desde un comienzo la articulación de variables del medio biofísico con otras propias de la esfera social.

2. De allí se desprende otra característica común: ambas zonas poseen sistemas hídricos sobre los que se han realizado fuertes inversiones, además de una cantidad de obras menores (MOP, 1978 y DGI, Gobierno de Mendoza, Argentina). En ambos casos los caudales han sido regulados mediante la construcción de represas: el sistema interconectado de diques y reservorios *Recoleta-Cogotí-La Paloma* en la cuenca del Limarí y el dique-embalse *El Carrizal* en la del Tunuyán. Se trata de fuertes intervenciones que definen partes altas de las cuencas, en las que los escurrimientos dependen principalmente de las precipitaciones y los aportes de los deshielos, y zonas bajas en las que los caudales dependen de las erogaciones establecidas para los diques por los sistemas de administración del agua. Esta singularidad común se reflejó igualmente en la metodología adoptada aportando a la comparación de los casos, ya no sólo en términos de la hipótesis central sino también respecto del espaciamiento de los fenómenos, definida a partir de su pertenencia a las zonas reguladas y no reguladas -altas y bajas- de las respectivas cuencas.
3. Finalmente, otra característica compartida se refiere a los profundos contrastes económicos, sociales y territoriales que ambas regiones expresan. En ambos casos la ocupación del territorio se produce de manera fragmentada en espacios regados e intensamente ocupados que contrastan con espacios “vacíos”, “despoblados”, “improductivos” que constituyen verdaderos “espacios invisibles”, que soportan actividades de subsistencia y que no figuran entre las prioridades de gran parte de las sociedades locales (Montaña *et al.*, 2005). Así, la pobreza rural más extrema constituye el marco (y espacialmente la periferia) de enclaves productivos altamente tecnificados que de suyo suponen una fuerte concentración de capital. De allí la conveniencia de espaciar los fenómenos en unidades espaciales de análisis diferentes de las jurisdicciones administrativas –reproducidas por las fuentes censales- y de adoptar técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Primeros pasos, primeras dificultades

Puesto en marcha en diciembre de 2003, el proyecto finalizó a comienzos de 2005, cabiendo entonces una serie de reflexiones que exceden sus contenidos temáticos y que hacen foco en sus dimensiones metodológicas.

En su primer diseño, el proyecto mantuvo una fuerte presencia del enfoque cuantitativo dado que justamente se pretendía explicar si las inversiones en riego aumentaban el desarrollo agrícola y finalmente si disminuían o atenuaban las situaciones de pobreza rural. Sin embargo, rápidamente emergieron inconvenientes y dificultades que motivaron una serie de reflexiones en torno a la estrategia metodológica utilizada y con relación a las técnicas propuestas en las fases iniciales del proyecto. Entre ellas se destacan:

1. Las complejidades inherentes a los fenómenos estudiados

Luego de algunas entrevistas en profundidad que permitieron ajustar el cuerpo de hipótesis de partida, la etapa inicial del proyecto centró sus esfuerzos en identificar indicadores para las cinco variables principales y relevar la información estadística disponible. Ya con datos cuantitativos, se planeaba correlacionarlos a los efectos de obtener conclusiones sobre las relaciones existentes entre las inversiones en infraestructura de riego, el desarrollo agrícola y la pobreza rural. Se relevaron así series estadísticas sobre cantidad y tipo de obras de riego, montos totales de las inversiones, ente que financió las obras, montos dedicados a políticas agrícolas de fomento, población pobre, entre otras.

En los casos en los que se obtuvo la información, por ejemplo en lo referido a los montos invertidos en infraestructuras de riego, se observó que si bien los montos totales de las inversiones eran datos útiles e imprescindibles, no alcanzaban a explicar la naturaleza de las inversiones. Resultó que no siempre las inversiones eran realizadas por el Estado y que se trataba a veces de obras realizadas por el Estado con fondos aportados por los mismos usuarios, hecho que nos situaba frente a políticas de riego de naturaleza distinta a la del Estado benefactor. Fue necesario entonces indagar sobre los actores de estas inversiones (por ejemplo en relación con quiénes pagaban y quiénes se beneficiaban) y no siempre se encontraron datos cuantitativos que diesen cuenta adecuadamente de este nivel de información.

Algo similar ocurrió con los datos estadísticos sobre desarrollo agrícola (variaciones en las superficies cultivadas o de los volúmenes producidos): las series estadísticas no permitían discriminar los fenómenos observados por tipos de productores (República de Chile, 1976, 1997 y estadísticas del IDR⁵ y DEIE⁶ para Argentina). Esto representaba un problema serio para el proyecto dada la heterogeneidad de las tipologías de productores presentes. Nuevamente, se advirtió la necesidad de discriminar a los actores de estos datos.

En el caso de los datos referidos a políticas de fomento agrícola, éstos expresaban una cantidad de mejoras relativas a los sistemas de riego conjuntamente con otras que lo excedían, tales como telas antigranizo, compra de maquinarias, compra de fertilizantes y agroquímicos. Otra vez, se advirtió la necesidad de contar con información complementaria para profundizar lo obtenido mediante el análisis cuantitativo.

2. La naturaleza de la pobreza rural y los instrumentos utilizados para medirla

Para ambos países se disponía de datos de pobreza (encuestas CASEN 1987, 1990, 1992, 1994, 1998 y 2000 para Chile e INDEC para Argentina), para los cuales una similar construcción de los indicadores aparecía como un signo auspicioso. Sin embargo, una vez iniciado el análisis y enriquecido con trabajo de campo se advirtió que para ambos casos los indicadores utilizados estaban diseñados para evaluar situaciones de pobreza urbana principalmente, resultando incompletos –si no inadecuados– para la medición de la pobreza rural. Un ejemplo de esto es la consideración en ambos países del *piso de tierra* como un indicador que encuadraba a un hogar rural como *pobre*. Así, se estaba corriendo el riesgo de estimar muchos más pobres de los que efectivamente vivían “su situación” como una de pobreza. Por lo anterior, la pobreza se tornaba una arista mucho más problemática de lo esperado.

⁵ Instituto de Desarrollo Rural, Gobierno de Mendoza

⁶ Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas

3. Déficit en la disponibilidad de información estadística comparable para el período estudiado

Específicamente para el caso de Chile no existían datos sobre pobreza rural con una profundidad de 20 años. Según las fuentes disponibles, era posible determinar número de hogares pobres rurales y urbanos para el año 2000, pero estas distinciones no eran factibles para los años 1990 y 1980. Dado que esta información era necesaria para correlacionarla posteriormente con las inversiones en obras de riego, no se lograba completar las bases de datos mínimas necesarias para resolver el caso y, menos aún, para permitir luego la comparación de las dos cuencas.

Para Argentina existían datos censales de pobreza para 1980, 1991 y 2001, pero para estas dos últimas fechas la discriminación entre pobreza urbana y rural sólo podía ser efectuada a partir de una discriminación cuestionable entre unidades espaciales rurales y urbanas. Así es como, si bien los datos pudieron construirse, no resultaban confiables, al menos no al extremo de servir de base para la elaboración de conclusiones sólidas.

Como consecuencia de estas situaciones, los datos estadísticos eran insuficientes para responder a las preguntas de la investigación en cada uno de los casos y, menos aún, para lograr comparaciones a lo largo del período estudiado, al menos para uno de los ejes de tensión más importantes: la pobreza rural.

4. “Opacidad” de la información disponible

Dentro de este mismo eje y específicamente para el caso argentino, se descubrió que la información estadística de pobreza no comprendía la gran cantidad de trabajadores rurales catalogados como “migrantes golondrinas” que operan cautivos de sistemas clandestinos e ilegales de explotación de mano de obra temporaria. La consideración de esta fuerza de trabajo era, por otro lado, central para explicar la dinámica económica de las explotaciones agrícolas en tanto incidía fuertemente en la fijación de parámetros del mercado de trabajo en los períodos de cosecha⁷. Era básicamente esta población no registrada lo que imprimía a los datos un carácter de “opacidad”.

Mientras que no se presentaban mayores problemas para trabajar con indicadores referidos al medio biofísico, los problemas aparecían con la información del ámbito social y en la articulación de ambos. Básicamente, era el método lo que comenzaba a ponerse en duda: por un lado las bases de datos eran incompletas y en muchos casos inconsistentes, y se notó además que no brindaban el nivel de detalle que el objetivo requería. Se hacía evidente la necesidad de trabajar a escalas más reducidas que permitieran aprehender no sólo valores totales de pobreza, recursos volcados a inversiones de riego y montos dedicados a políticas de fomento agrícola, sino además analizar la naturaleza de los emprendimientos productivos que cada zona poseía, las tipologías de sus productores, la caracterización de los actores incluidos en las estadísticas de pobreza, las articulaciones entre los diversos actores, en particular las características del mercado de trabajo, los mecanismos a través de los cuales las mejoras en el sistema de riego alcanzan a propietarios y no propietarios, regantes y no regantes, y finalmente las condiciones de pobreza que se asocian a las distintas situaciones.

⁷ Para el caso argentino, se observó que las condiciones del mercado de trabajo eran de fundamental importancia para explicar las condiciones de la pobreza rural de la población rural no propietaria de tierra.

El replanteo metodológico: la triangulación

Si bien en un primer momento se pensó en la posibilidad de profundizar la búsqueda de información sobre la base del diseño cuantitativo mediante un muestreo probabilístico, siempre teniendo en vista alcanzar los niveles de profundidad requeridos, rápidamente se advirtió que tal estrategia no era viable con el caudal de recursos de que disponía el proyecto. Peor aún, aunque se asumieran los altos costos suplementarios que suponía generar esa información, existían dudas sobre la adecuación de la información obtenida respecto de la búsqueda. Comenzaba a delinearse un perfil metodológico más allá del análisis de curvas de tendencias y distribuciones de variables. Se hacía imprescindible comprender la dinámica de un sistema complejo que ponía en tensión no sólo inversiones y obras de riego, sino que lo hacía con relación a actores concretos y con dinámicas sutiles no siempre fáciles de reflejar en números.

Por razones de escalas y de profundidad en el análisis se decidió recurrir a una triangulación de metodologías cuantitativas y cualitativas con vistas a aprehender las complejidades que la aplicación de las metodologías cuantitativas no traslucían por sí mismas (Creswell, 1994; Creswell *et al.*, 1997).

La combinación de metodologías y, particularmente la incorporación de las cualitativas, se mostraba no sólo viable sino también ajustada a los requerimientos de profundidad planteados en el proyecto, al mismo tiempo que abría la posibilidad de incorporar las “visiones desde dentro” (Geertz, 1973; Guber, 1991) de los actores sociales implicados.

Para los investigadores que se desempeñaban en el ámbito de las ciencias sociales, el salto no sólo era interesante, sino también desafiante. Percibir los sentidos de las prácticas rurales, comprender cómo se manifiestan las situaciones de pobreza rural, entender los sistemas de circulación de los inmigrantes ilegales y, posteriormente, articular esta información con la obtenida de fuentes estadísticas, se tornó un verdadero desafío.

Si para los científicos sociales el cambio de rumbo metodológico constituía un desafío, para los investigadores provenientes de las ciencias duras esta alternativa se presentaba como un salto al vacío. Con una formación que privilegiaba la utilización del método científico en su versión más ortodoxa, la opción no aparecía igualmente confiable para quienes trabajaban habitualmente con métodos cuantitativos, acostumbrados a apoyarse en la “confiabilidad” de los datos numéricos. Esta situación dio lugar a ricas discusiones que permitieron a unos comprender las visiones de los otros (en ambos sentidos) y que concluyeron, finalmente, en la decisión de implementar una estrategia de triangulación integradora de métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas en el que el abordaje cualitativo serviría para nutrir de estos sentidos ausentes a las bases de datos cuantitativas.

Para ello fue necesario identificar y caracterizar *actores relevantes*, construir *categorías de análisis* que dieran cuenta de los procesos en curso y que permitieran establecer criterios para un tratamiento comparativo, aplicarlas en terreno mediante técnicas tales como *entrevistas en profundidad* (Kvale, 1996; Rubin y Rubin, 1995; Guber, 1991; Yuni y Urbano, 1999) y *entrevistas grupales* (Krueger, 1994), observación participante e historias de vida (Delgado y Gutiérrez, 1995, Taylor y Bogdan, 1987). Esta identificación y construcción de categorías partió de la evidencia cuantitativa, se ajustó con la evidencia cualitativa recogida en terreno para, finalmente, llegar a explicaciones contextualizadas desde la mirada de los sujetos de estudio (Geertz, 1973; Geertz, 1988; Glaser y Strauss, 1999; Vayda, 1983).

Terminado el proceso se observa que los métodos cualitativos han resultando útiles para profundizar los análisis contextuales, relacionales y estructurales, enriquecer las hipótesis de trabajo y sugerir otras nuevas, facilitar la comparación de los casos e incrementar los niveles de fiabilidad de los resultados.

Más allá de las necesidades específicas de este proyecto que llevaron a emplear métodos cualitativos para resolver las situaciones particulares, se advierte la conveniencia de incorporarlos para comprender los fenómenos, procesos y patrones estudiados en términos de una realidad compleja y dinámica de sistemas que articulan procesos sociales y bio-geo-físicos históricamente determinados (Burch y Deluca, 1984; Burdge, 1998; Machlis, 1994; Machlis *et al.*, 1997).

Las lecciones aprendidas

De la mano de estos señalamientos, es particularmente interesante advertir sobre la posibilidad de que disciplinas científicas que habitualmente trabajan con métodos cuantitativos -y que en general basan sólo en éstos sus procedimientos de análisis- se enriquezcan de estas fructíferas combinaciones, situación que no implica necesariamente restar la tan preciada “calidad científica” de los resultados.

Las lecciones aprendidas en el desarrollo de este proyecto no difieren de lo ya discutido en la bibliografía sobre problemas de metodología de investigación en ciencias sociales (Korn, 2004), pero esta experiencia las transformó de “sabias reflexiones ajenas” a un reto que estará permanentemente presente en futuros trabajos... y asumiendo el riesgo de que el éxito no está asegurado.

Finalmente, quedó claro que antes de definir el derrotero metodológico de una investigación, en particular en una cuyo objeto sea un proceso que articule dimensiones bio-geo-físicas y sociales, es necesario construir cuidadosamente el problema que esta abordará y asegurarse de conocer profundamente su naturaleza. Si esta base es sólida, no habrán mayores preocupaciones sobre la medida o el orden en el que se utilicen técnicas “cuali” y “cuanti” y menos aún, dudas sobre la rigurosidad del método o la calidad de los resultados.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Burch, William R. and Donald R. DeLuca** .1984. *Measuring the Social Impact of Natural Resource Policies*. New Mexico: University of New Mexico Press.
2. **Burdge, Rabel J.** 1994. 1998. *A Conceptual Approach to Social Impact Assessment* (Revised edition). Middleton, Wisconsin: Social Ecology Press.
3. **Creswell, John W.** 1994. *Research Design: Qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
4. **Delgado, Juan Manuel y Juan Gutiérrez** (Eds.) 1995, *Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Editorial Síntesis. S.A.
5. **Dourajanni, Axel y Andrei Jouravlev** .1999. *El Código de Aguas de Chile: Entre la Ideología y la Realidad*. CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile: CEPAL.
6. **Geertz, Clifford** .1973. *La Interpretación de las Culturas*. Barcelona: Editorial Gedisa, S.A.
7. **Geertz, Clifford**. 1988. *Works and Lives: The Anthropologist as Author*. Stanford: Stanford University Press.
8. **Glaser, Barney G. and Anselm L. Strauss**. 1999 (1967): *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for qualitative research*. New York: Aldine de Gruyter.
9. **Guber, Rosana** .1991. *El Salvaje Metropolitano*. Buenos Aires: Legasa.
10. **Korn, Francis**. 2004. *Ciencias sociales a pesar de sí mismas*, Nota periodística sobre su propio libro *Investigación social: Errores eruditos y otras consideraciones*, en: *Ñ Revista de Cultura, Clarín*, 31 de diciembre de 2004, pp.22.
11. **Krueger, Richard A.** 1994. *Focus Groups: A practical guide for applied research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
12. **Kvale, Steinar** .1996. *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing*. Thousand Oaks: Sage Publications.
13. **Machlis, Gary** .1994. *The contribution of sociology to biodiversity research and management*. *Biological Conservation* 62, 161-170.
14. **Machlis, Gary E., Jo Ellen Force and William R. Burch, Jr.** 1997. *The Human Ecosystem: Part I. The Human Ecosystem as an Organizing Concept in Ecosystem Management, Society and Natural Resources* 10: 347-367.
15. **Ministerio de Obras Públicas (MOP)** .1978. *Memoria 90 años 1887/1977 1888/1978*. Santiago, Chile.

16. **Montaña, Elma, Laura M. Torres, Elena M. Abraham, Eduardo Torres y Gabriela Pastor.** 2005. *Los espacios invisibles. Subordinación, marginalidad y exclusión de los territorios no irrigados en las tierras secas de Mendoza, Argentina*, aceptado para su publicación primer semestre 2005 en la Revista Región y Sociedad, Sonora, México.
17. **Pickett, S. T.A., William R. Burch, Jr., Shawn E. Dalton, Timothy W. Foresman, Morgan Grove, and Rowan Rowntree .**1997. *A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas*, Urban Ecosystems 1, 185-199.
18. **Pouget, M. J., Caviedes, E., Hamelin, P., Remy, D. Mathieu, R., Lira,V. y Alvarez, D.**1996. *Ambiente Árido y Desarrollo Sustentable. La Provincia del Limarí*. Centro de Estudio de Zonas Áridas, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile y Institut Français de Recherche Scintifique pour le Développement en Coopération, ORSTOM. Santiago, Chile.
19. **República de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas.** 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Ed. CD-ROM.
20. **República de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas.** 1975-1976. V Censo Nacional Agropecuario. Nivel: Nacional, Cuarta Región de Coquimbo y Provincia de Limarí.
21. **Rubin, Herbert J. and Irene S. Rubin.** 1995. *The Art of Hearing Data*. Thousand Oaks: Sage Publications.
22. **Stake, Robert E.** 1995. *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
23. **Strauss, Anselm and Juliet Corbin.** 1998. *Basics of Qualitative Research; Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks: Sage Publications.
24. **Taylor S. J., y R. Bogdan.** 1987. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
25. **Valles, M. S.** 1999. *Técnicas cualitativas de investigación social: Reflexión metodológica y práctica profesional*, Madrid: Editorial Síntesis.
26. **Vayda, Andrew P.** 1983. *Progressive Contextualization: Methods for research in Human Ecology*, Human Ecology 11(3): 265-281.
27. **Yin, Robert K.** 1994. *Case Study Research: Design and Methods*. Second Edition. Thousand Oaks: Sage Publications.
28. **Yuni, J. y C. Urbano.** 1999. *Mapas y Herramientas para Conocer la Escuela. Investigación Etnográfica e Investigación-Acción*, Córdoba: Ed. Brujas.

DESERTIFICACIÓN POR MINERÍA METALICA EN PARAMOS Y BOSQUES DE NEBLINA DE NACIENTES DE CUENCA EN NORTE DE PERU

Fidel Torres G ^{1*}

¹ Biólogo – Fisiología Vegetal

*E. mail: tr9096@ec-red.com

RESUMEN

En las nacientes de dos grandes cuencas de los Andes del norte peruano en el departamento de Piura, donde se originan los ríos Quiroz (hacia el Pacífico) y Chinchipe (hacia el Atlántico) se ubica un ecosistema de páramos y bosques de neblina que además de constituir un zona de alta complejidad biológica y concentración de endemismos como consecuencia de un accidente geológico denominado Deflexión Huancabamba, constituyen la fuente de abastecimiento de agua en cantidad y calidad, especialmente a la cuenca bajas del Quiroz que ecológicamente es una región semiárida dominada por formaciones vegetales de bosques secos e intensa actividad agrícola dinamizada por sistema regulados de riego que represan las aguas que aporta este río.

En la actualidad existe una planificación de grandes proporciones de explotación de minerales metálicos en el territorio de las cuatro cuencas que dinamizan el ciclo hidrológico de este departamento. El más relevante de estos Proyectos que se

pretende emprender es de extracción de cobre mediante la tecnología de tajos abiertos en las zonas de bosques de neblina y páramos de las nacientes de los ríos Quiroz y Chinchipe, lo que generaría un inevitable proceso de desertificación en una de las zonas de mayor actividad agraria y presencia de bosques naturales en el norte del Perú.

La minería metálica como actividad extractiva de alta intensidad, en un escenario caracterizado por sequías periódicas, no sólo competirá con él por el agua que también requiere en grandes cantidades, sino además provocará disminución de su disponibilidad e inevitable contaminación. Y durante los eventos EL NIÑO característicos de esta región del país, se convertirá en la fuente de dispersión de la contaminación que genera a través de todo el sistema acuífero superficial y subterráneo.

Palabras clave: bosques secos, bosques de neblina, endemismo, minería metálica, nacientes de cuenca, páramos

DESERTIFICACIÓN EN EL PERU

Generalmente los problemas de desertificación en el Perú, asociados a las actividades mineras se abordan sobre procesos de deterioro en marcha. En el caso de Piura, este problema se aborda desde el enfoque de capacidad preventiva ante amenazas o riesgos inminentes de desertificación, como consecuencia del balance y evaluación de las condiciones, conveniencias y oportunidades para tomar decisiones sobre la conservación y aprovechamiento de recursos estratégicos como las nacientes de los sistemas acuíferos, de las que depende la vida y estructura económica de esta región sustentada en el agro.

LOS BOSQUES MONTANOS (PÁRAMOS Y BOSQUES DE NEBLINA) DE AYABACA Y HUANCABAMBA: nacientes de la cuenca del río Quiroz (Piura) y de la cuenca del río Chinchipe (Cajamarca).

Según Brack & Plenge (2002) este tipo de bosque está distribuido entre los 1,300 y los 2,500 metros sobre el nivel del mar, y se caracteriza por su persistente humedad y precipitación. Gran cantidad de plantas cubren los troncos y ramas de los árboles como musgos, helechos, orquídeas y piñas silvestres (Bromeliaceae); además de plantas trepadoras. Están atravesados por numerosas cascadas estrechas y las pendientes muy pronunciadas. El estrato arbóreo no es muy alto pero sí muy enmarañado, abundando los helechos arborescentes de hasta 15 metros de altura.

La biodiversidad de los bosques de neblina es sorprendente. Comparados con los bosques de la selva baja, los bosques de la selva alta y especialmente los nublados, han sido escasamente estudiados, de tal modo que se sabe relativamente poco de ellos. En verdad, cada nuevo inventario añade nuevas especies, ocurrencias inesperadas o nuevos valores o usos.

Amanzo *et al.* (2003) en su estudio biológico del Santuario Tabaconas-Namballe, remarcan la trascendencia de los bosques montanos sudamericanos, en los que se encuentran los del norte peruano (Piura-Cajamarca), como formaciones vegetales de extrema importancia por su biodiversidad, recursos hídricos, protección que dan a las cuencas y beneficios económicos que de ellos se derivan. Se sostiene que recientemente se ha postulado que los bosques montanos son tan o más diversos que los bosques húmedos tropicales teniendo mayor número de especies endémicas, y por ello requieren urgentes medidas para su investigación y protección.

Los páramos andinos llamados también Jalcas en el norte del Perú (3,000 - 3,200 hasta 4,500 msnm) conforman un corredor de vegetación que atraviesa Sudamérica desde Venezuela hasta el norte de Perú. El Foro Mundial para la Naturaleza (WWF), incluye a los bosques montanos de Venezuela, Colombia, Ecuador y el Norte del Perú dentro de las 200 ecorregiones más importantes del mundo por ser un centro de diversidad y endemismos. Este conjunto de ecosistemas ha sido denominado Complejo Ecorregional Andes del Norte (CEAN) y está compuesto por 11 ecorregiones (siete de bosques y cuatro de páramos) cubriendo un total de 49 millones de hectáreas que se extienden a lo largo de 2,000 km desde la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) y la Cordillera de Mérida (Venezuela), hasta el Abra de Porculla en la depresión Huancabamba en el norte del Perú. El CEAN alberga casi la mitad de la diversidad biológica de angiospermas (Amanzo *et al.*, 2003).

Weberbauer (1936) se refiere a la Jalca o páramo del norte peruano, como aquella parte situada encima del límite de la agricultura, que de los 6° 30' hacia el norte desciende hasta los 3,400 msnm, zona donde indudablemente existen relaciones florísticas entre la jalca y los páramos del Ecuador. El descenso altitudinal de los Andes hacia el norte hace que diversas especies de *Brachyotum*, y sobre todo de *Hypericum laricifolia* (arbustos) marquen la transición entre el pajonal de la jalca y la vegetación del piso adyacente.

Los departamentos de Piura y Cajamarca albergan los bosques montanos y páramos del límite sur del CEAN.

Piura y Cajamarca incluyen la mayor parte de la denominada Depresión Huancabamba, el punto más bajo de la Cordillera de los Andes entre Colombia y Chile, conocido como el Abra de Porculla (Duellman & Pramuk, 1999; cita de Amanzo). La gran heterogeneidad de las condiciones físicas y ambientales de los bosques montanos en general han producido en ellos una gran complejidad pudiéndose hallar un gran número de especies habitando áreas muy pequeñas (especies endémicas) o segregadas en diferentes bandas altitudinales (Amanzo *et al.*, 2003).

HUANCABAMBA, CENTRO DE EVOLUCIÓN DE DIVERSIDAD

La Deflexión de Huancabamba o lo que también Hocquenghem (1998) denomina la “Transversal Huancabamba”, cumple un rol preponderante en la especificidad de estos bosques montanos, constituye un corredor donde la cordillera de los Andes presenta una menor altitud media de sus cumbres, con el abra de Porculla a sólo 2,144 metros sobre el nivel del mar (msnm), que marca un cambio de orientación del eje general del edificio andino y una modificación de las características de la cadena. Al norte del Abra de Porculla, los Andes norteños y la Sierra piurana muestran una organización totalmente diferente, con una historia diferente de la cordillera de los Andes. Esta transversal Huancabamba, según Hocquenghem, define un límite meridional significativo entre los Andes centrales y los norteños, que influye sobre la circulación del aire y de las corrientes marinas, determinando en parte el clima particular de este territorio.

La región que circunda la Deflexión, ha sido ampliamente reconocida como una fuente de diversidad primaria en muchos grupos de plantas. En el Perú sabemos que las plantas con flores llegan a 17,000 especies con más de 8,000 endémicas. En la región de la Deflexión (departamentos de Piura, Cajamarca y Amazonas) se cuenta con no menos de 715 especies endémicas que representan alrededor del 20% del endemismo para todo el país, pero en menos de un 8% de superficie. De esta manera, la región correspondiente a la Deflexión Huancabamba es un mosaico ambiental extremadamente complejo. Tal vez más variado que cualquier otra región de los Andes. Su complejidad fisiográfica ha conducido generalmente a un pobre entendimiento de su importancia como una barrera potencial para animales montanos y su descendencia de plantas, y como un corredor potencial para la flora y fauna de las vertientes del Pacífico y del Amazonas (Sagástegui *et al.*, 1999; 2003)

PARÁMOS Y BOSQUES DE NEBLINA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL DEPARTAMENTO DE PIURA EN EL NORTE PERUANO

El paisaje dominante de la cordillera andina donde se originan las cuencas de los ríos Quiroz y Chinchipe (fotos) es el de los bosques de neblina o montanos (Sagástegui *et al.*, 2003) que se acercan a sus cumbres donde se integran a los arbustos de vegetación altoandina denominada jalca o páramo (Weberbauer, 1936). Estas formaciones vegetales, además de su especial biodiversidad, constituyen una zona de captura de abundante humedad y precipitaciones y control de la calidad (limpieza) y el flujo de agua que drena hacia las zonas bajas de las cuencas que nacen de ellas, tanto hacia el río Blanco que forma parte de la naciente del río Chinchipe (Jaén y San Ignacio en Cajamarca); como hacia los ríos Tomayacu y Aranza, nacientes del río Quiroz (Ayabaca en Piura) (Figuras 1 y 2). Otro servicio ambiental de este ecosistema es también el de fijación de carbono y de belleza escénica como parte de la calidad de vida de las comunidades que viven en su entorno.

Este complejo de bosques montanos (páramos y bosques de neblina), por estar rodeado de la ecorregión de la selva alta en todas las direcciones cardinales, genera condición de “aislamiento” para ser centro de especiación endémica (especies vegetales únicas de estos ecosistemas).

De esta ecorregión dependen todas las actividades económicas y humanas de importantes áreas agrarias y otras formaciones naturales de las partes bajas de las cuencas. Especialmente por el lado de Piura, la parte baja del Quiroz recibe de 70 a 80 mm de precipitación anual, lo que la califica como zona árida. La causa climática que explica la capacidad de suministro de agua de los páramos y bosques de neblina se puede visualizar con gran claridad en el mapa de ISOYETAS o de precipitaciones anuales prevalecientes en dichos ecosistemas, donde se registran entre 1 800 y los 2 000 mm (1.8 a 2 metros) de lluvia cada año (Figura 3) (ATA, UNP, UNL. 2003); es decir, el equivalente a la mitad de lluvia recibida por la Costa de Piura en los fenómenos EL NIÑO de 1983 y 1998, lo que explica la importancia de esta cuenca y porque en el estudio realizado por el Proyecto Binacional (peruano-ecuatoriano) de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo-Chira (ATA, UNP, UNL, 2003) se señala a esta zona de los páramos de Muchcapan-Guarinjas, como áreas naturales potenciales para conservación (Figura 4), hoy inexplicablemente concesionadas para exploración de extracción de cobre.

El valor de este tipo de bosques, desde el sentir de sus comunidades propietarias y desde el enfoque del manejo de cuencas, representa un estratégico ACTIVO económico, por sus implicancias directas en las actividades agrícolas y pecuarias de las poblaciones de las partes bajas de la cuenca, que dependen de los flujos regulares de agua que se originan en ellos.

El Consorcio formado por la Universidad Nacional de Piura/PDL, la Agencia Española de Cooperación Internacional AECI y la Unidad de Gestión de Cuencas UNIGECC (2005) ha desarrollado un interesante Proyecto sobre la: VALORACION ECONÓMICA DE RECURSOS NATURALES EN LA CUENCA BINACIONAL CATAMAYO-CHIRA del cual uno de sus componentes es la: VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO; con el objetivo de contribuir al ordenamiento, manejo y desarrollo armónico y sostenible de la cuenca binacional, a la que pertenece la del Quiroz, y su área de influencia.

Según el estudio, los recursos hídricos son valorados económicamente considerando parámetros ambientales desde la captación del agua hasta su retorno al sistema hidrológico.

Sostiene que el tipo de vegetación más eficaz para la prestación del servicio ambiental hídrico es de tipo arbóreo, multiestratificado y nativo, tanto por la acción amortiguadora que ejercen sus copas como por la profundidad que alcanzan sus raíces. Dentro de esta vegetación, adquieren mayor importancia el bosque nublado y el ecosistema páramo. Ecosistemas complejos y delicados que generan servicios ambientales con diferentes tipos de valor.

Esta vegetación conforma el área proveedora del servicio ambiental hídrico de la cuenca Catamayo Chira y se ubica en la parte media y alta de la cuenca, la mayoría en las montañas neblinosas y siempre verdes. Esta es el área en que se cumple la función ambiental de regulación de los flujos de agua que permite generar el servicio ambiental.

En la parte peruana, el área proveedora del servicio ambiental hídrico la constituye la cuenca alta del río Quiroz-Ayabaca, que corresponde a los bosques de neblina y jalcas.

Cerca de las tres cuartas partes de la vegetación de importancia para la provisión del servicio ambiental se encuentra en el lado ecuatoriano de la cuenca.

La cuenca baja se beneficia del agua que proviene de las partes alta y media. El recurso hídrico se convierte en un bien ambiental que tiene implícito un beneficio positivo, producto de la acción que ejerce la vegetación de alta y muy alta aptitud para la provisión del agua, que se concentra en las subcuencas Quiroz, Catamayo y Macará, agua que se utiliza en la parte baja de la cuenca peruana como: agua potable, agua de riego, hidroeléctrica, industria, acuicultura, recreación, etc.

Los de la cuenca baja se benefician del agua que proviene de las partes alta y media, y por ende son los potenciales demandantes del servicio ambiental del recurso hídrico, mientras que los de la cuenca alta son los propietarios y/u oferentes del servicio ambiental del recurso agua.

DESERTIFICACIÓN, EFECTO INEVITABLE SI SE REALIZA EXPLOTACIÓN MINERA CUPRÍFERA EN LOS PÁRAMOS Y BOSQUES DE NEBLINA DE LAS NACIENTES DE CUENCA DEL QUIROZ (Ayabaca) Y CHINCHIPE (Huancabamba)

La existencia de concesiones minero-metálicas en estos delicados ecosistemas de nacientes de cuencas (Figura 5) constituye una seria amenaza a su existencia. Esta situación se ha generado a pesar de que organismos oficiales y acreditados que han estudiado el potencial de dichas zonas, las han señalado como áreas naturales potenciales para protección, como también lo ha declarado el Proyecto Binacional Catamayo-Chira (ATA, UNP, UNL. 2003) en su estudio ambiental de la cuenca binacional Catamayo-Chira; y de otra parte, el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) las ha integrado como Áreas Priorizadas para la Conservación en el Plan Director del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

Los Páramos de Muchcapán – Huarinjas, señalados por el Proyecto Binacional Catamayo-Chira (2004) y sus bosques de neblina, son los ecosistemas o formaciones vegetales de montaña que permiten que el río Quiroz abastezca al reservorio de San Lorenzo y las 50,000 ha agropecuarias que irriga, tanto en cantidad como en calidad de agua, a pesar de los dos últimos años de sequía en la zona de costa de Piura (2003-2004), especialmente el 2004, considerado como uno de los más secos en los últimos 36 años (Proyecto Chira-Piura, 2004). Los daños que se pueda causar en este sistema hidrológico podrían hacer no viable el proyecto de reservorios satélite de compensación Santa Rosa y Vilcazán, ante el proceso de sedimentación del reservorio principal de San Lorenzo y así asegurar el futuro del agua y operatividad del sistema regulado; ello sólo será posible utilizando también aguas del río Quiroz.

La protección de esta cuenca es de carácter estratégico, por representar la única fuente de agua en territorio peruano dentro de la Cuenca Binacional. La disponibilidad de agua que demanda un gran sector del agro de Piura, regulada por el reservorio de Poechos que represa al río Chira (Catamayo en territorio ecuatoriano), tiene sus nacientes en los Andes del país vecino. Ello significa que el Perú no puede ejercer planificación futura sobre el agua que ingresa a Poechos debido que no tiene injerencia en el uso futuro que Ecuador pueda hacer de las aguas que se originan y discurren en su territorio.

Este escenario hace que la pretensión de explotar minerales en las nacientes del Quiroz, como también del Chinchipe, ponga en serio riesgo de desertificación a ambas cuencas. Por el lado de Piura, ello

significa la pérdida de las ventajas comparativas y posibilidades de competencia de su agricultura liderada por cultivos de exportación como mango, banano, limón, azúcar, café de carácter orgánico y otros, cuyo futuro inmediato dependerá de la inocuidad y carácter ecológico de su producción.

COMPETENCIA POR AGUA EN PERIODOS DE ESCASEZ

La razón que acentúa la impertinencia de la minería metálica en las zonas de formación de los ríos, se basa en que por la ubicación de los tajos abiertos, que sería la tecnología a usar, no sólo se eliminaría la cobertura que capta, retiene y regula el flujo de agua, sino que además estas operaciones también demandan agua, que ya en estos momentos escasea por encontrarnos en un ciclo seco entre EL NIÑO 1997-98 y el siguiente. Si en este escenario hídrico el sistema agrario se dispone a tomar medidas restrictivas y de planificación de racionamiento para la campaña agrícola 2005-06, un nuevo sector demandante de agua como estas empresas extractivas generaría serios conflictos con el sector productivo, porque además del uso masivo de agua, las operaciones de extracción disminuirían ostensiblemente el aporte de agua y lo que finalmente fluya quedaría inevitablemente contaminado por los relaves mineros.

DEMANDA DE AGUA DE LAS OPERACIONES DE EXTRACCIÓN DE COBRE A TAJO ABIERTO

Solamente la operación de río Blanco, según Monterrico Metals (2005), pretende extraer 20 millones de toneladas de mineral por año, para producir 200,000 toneladas de cobre concentrado por año, en los primeros 5 a 10 años, utilizando la tecnología de concentración por flotación. De acuerdo a los estándares de Chile (Lagos y Andía, 2000), en el proceso de concentración la demanda mínima de agua es de 30 m³ por tonelada de cobre y la máxima de 162 m³ por tonelada de cobre; es decir, anualmente consumirían aproximadamente entre 6 a 32 millones de m³ de agua que incluso se incrementaría a partir del décimo año. Si se hace el cálculo desde el criterio de consumo de agua por tonelada seca de mineral a tratar que ingresa a las plantas concentradoras, el volumen de agua varía entre 0,36 y 1 m³/ton. seca (Vega, 1999), es decir, anualmente el gasto sería de 7,2 a 20 millones de metros cúbicos.

Estas cantidades pueden ser mayores si se considera que los cálculos hechos según los estándares de la minería de cobre en Chile (Lagos & Andía, 2000) han sido elaborados para el caso de un mineral de 1.62% de ley mientras que la ley del mineral de río Blanco es de 1.13%, lo que demandaría un consumo proporcional mayor de agua.

DECISIÓN ESTRATÉGICA ANTE EL RIESGO

La ciudad peruana de Piura es la mayor demandante potencial de recurso hídrico de la cuenca binacional Catamayo-Chira para uso poblacional, a pesar de que espacialmente se encuentra fuera de ella.

La mayor cantidad de agua usada en la cuenca proviene de fuentes hídricas superficiales. La demanda hídrica de la cuenca proyectada al año 2006, es de 4,165 millones de m³ y para el 2026 será de 5,082 millones de m³. De esta demanda total, alrededor del 22.46% se da en territorio ecuatoriano y el 77.44% en territorio peruano. Esta proporción aumenta progresivamente al ritmo de la ampliación de

la frontera agrícola proyectada, de 58.4% (año 2001) a 67% (año 2006). Sin embargo es importante considerar que el 63.1% del agua aportado por la cuenca binacional, proviene de la naciente que se encuentra en territorio ecuatoriano, el resto es suministrado principalmente por la cuenca del río Quiroz.

Este es un escenario evidente de dependencia de un país respecto a otro en el abastecimiento del recurso clave económico AGUA, sobre el que no se puede tener control en el caso de futuras iniciativas de uso de agua en territorio ecuatoriano.

Por ello, entre las principales recomendaciones de su estudio sobre la oferta y demanda en la Cuenca Catamayo-Chira, el Proyecto propone promover la implementación de proyectos para la conservación de suelos y agua en la parte alta de la cuenca, que permita regular los flujos de agua durante el año en la cuenca, disminuir los sólidos que transporta el agua; todo orientado a que los daños por las crecidas o sequías sean menores.

Conclusión que coincide con el Diagnóstico Socio-Ambiental y Ecológico de la Cuenca Alta del Río Quiroz, realizado por ProAvesPerú y el Gobierno Local de Pacaipampa (Flanagan, *et al.*, 2004), en el que se sustenta que la diversidad del páramo y bosques montanos de la cuenca alta del río Quiroz debe conservarse de manera prioritaria por tratarse de ecosistemas muy frágiles y vulnerables a la acción antrópica. Acciones que deben ser lideradas por las Comunidades involucradas para garantizar su sostenibilidad.

Estas recomendación tienen amplia validez, si sea considera lo expuesto por Monterrico Metals que de acuerdo a su estudio de prefactibilidad, la tecnología de minado a usar sería de tajo abierto simple, lo que implicaría la eliminación de la cobertura vegetal en extensas zonas que como señala Steinmüller (1999) de INGEMMET, las operaciones de extracción con esta técnica afectan irreversiblemente a los sistemas acuíferos, lo que significa que en los regulares periodos secos que atraviesa Piura, que la hace declararse en emergencia, la disponibilidad de agua tendría mayores restricciones, además de que su calidad ya no sería garantizada. Y de otra parte, estas zonas descubiertas de su protección vegetal, bajo la presión pluvial del fenómeno EL NIÑO, se convertirían en fuentes de dispersión de contaminación aguas abajo por las redes hídricas superficiales y subterráneas, que es una consecuencia inevitable en este tipo de minería cuando se desarrolla en sitios cercanos a ríos (Steinmüller, 1999)

En estas condiciones de creciente expansión de la superficie agrícola, incremento poblacional, disminución de los volúmenes de agua disponible, con tendencias al incremento de la temperatura y déficit de precipitaciones por el cambio climático, los riesgos de poner en marcha un proceso severo de desertificación son elevados si no se planifica con extrema precaución las intervenciones humanas en las zonas de captación y distribución de agua.

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), la Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira – Piura (AACHCHP) y el Gobierno Regional de Piura presentaron, en agosto del 2005, los logros alcanzados sobre el “CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGENDA DE LA REGIÓN PIURA”; allí, el principio básico propuesto señala la necesidad de adaptarse al cambio climático, pues ello significa que “...de lo que hoy se haga, dependen los efectos e impactos futuros del cambio climático en la vida de la región”. Y ello es precisamente el aporte que las comunidades de Ayabaca y Huancabamba están haciendo a la región, al evitar una acción destructiva en las nacientes de las cuencas del Quiroz y del Chinchipe, que las tendencias climáticas en Piura, la alternancia de sequías con intensas

precipitaciones, se encargarían de transformar en desastre. Su defensa del ambiente es un ejemplo concreto del soporte social requerido por el proceso de adaptación frente al cambio climático. Bajo el principio de que “los desastres no son naturales” la actividad de extracción minera en las nacientes de cuenca, sería una inadaptación de Piura ante el cambio climático.

OTROS ECOSISTEMAS AMENAZADOS: los bosques secos y valles agrícolas de las partes bajas de las cuencas

Otro escenario amenazado es el de las partes bajas de las cuencas de los ríos Chira y Piura, donde se encuentran las formaciones vegetales de bosques secos (Figuras 6 y 7), cuya cobertura vegetal expresa la capacidad de almacenamiento de sus acuíferos subterráneos constituyendo a su vez la protección natural que los sostiene, por su efecto regulador de la intensa radiación solar y velocidad de vientos predominantes en esta región (Gushiken, 1994 y Mendoza, 1998).

Estos bosques constituyen el espacio vital de 30,000 familias (INRENA, 2005), que se convierte en una oportunidad económica en cada evento EL NIÑO, por la capacidad de este ecosistema de renovarse en su productividad primaria y composición florística y faunística por el significativo aporte de agua que periódicamente genera dicho evento climático, pudiendo modificarse el paisaje, de bosque ralo de arenal con pocos árboles (Sechura) a un tapiz herbáceo de 50% a 75% de cobertura y pasar de cero a 170 kg de materia seca vegetal por hectárea en 6 meses; mientras, en el bosque denso (Tambogrande) la cobertura alcanza 75% a 100%, con producción de materia seca vegetal herbácea de 650 kg. por hectárea en 6 meses. Registrándose además 41 especies en el bosque ralo y 25 en el denso, la mayor parte pertenecientes a la Familia Poaceae y Fabaceae con buen potencial de forraje (Cárdenas, 1998).

De otra parte, en base a sus estudios de productividad e inventarios forestales, el Proyecto Algarrobo de INRENA ha construido un cuadro de soporte del bosque (Cuadro 1), a partir del cual se puede observar las diferentes potencialidades de producción de algarroba que tienen los diferentes tipos de bosque y su capacidad para soportar ganadería ovina o caprina con destino a los mercados locales, además de la crianza apícola, actualmente con gran demanda en el mercado de exportación (Cuba, 1998).

El algarrobo es en sí mismo un recurso genético de alta ventaja comparativa, por la oportunidad que representa la transformación de su fruto (la algarroba) como una opción de creación de riqueza sostenible. Según investigación de la Universidad de Piura, los componentes de interés nutricional y/o industrial son los azúcares solubles de la pulpa (46%), la fibra alimentaria de la pulpa y carozo (32% y 74% respectivamente), la goma alimentaria de la semilla (32%) y las proteínas del germen (58%) (Ruiz *et al.*, 1998). De otra parte, cada 100 g de producto comestible, contiene 12 g de proteína, 450 mg de calcio (sólo superado por la leche y queso de vaca), 617 mg de fósforo (no superado por otra fuente vegetal o animal) y 6.6 mg de hierro (valor similar al de los frijoles) (FAO, 2005).

El ecosistema bosques secos tiene una importante diversidad de especies de la que se obtienen productos no maderables aún poco conocidos y estudiados, que constituye otra oportunidad de satisfacer la demanda de productos naturales de carácter medicinal, alimenticio e industrial que es cada vez mayor. Estos productos no maderables deben constituirse en nuevas alternativas de generación de ingresos de los sistemas productivos familiares; una especie representativa de ellos, con mucho potencial, es el ceibo *Ceiba trichistrandum* (Otivo, 1999)

La intensa actividad agraria en estas partes de la cuenca, está condicionada por la capacidad reguladora climática e hídrica que los bosques ejercen en su entorno. El servicio ecológico que ofrecen no captar agua, como lo hacen, las nacientes, sino de retenerla (regularla) en los acuíferos subterráneos, al interceptar la intensa radiación y velocidad del viento característicos de estas zonas.

Pero esto depende también del manejo sostenible y rentable que del bosque logren las familias que lo habitan, como parte de una estrategia mayor de gestión de cuencas, cuya desestructuración acarrearía un inevitable desequilibrio hidrológico en las aguas superficiales y subterráneas, además del incremento del avance del desierto por la intensificación de los vientos.

La fragilidad del bosque seco frente a procesos de desertificación se expresa en la intensa evapotranspiración que se registra en él donde en zonas de bosques semidensos la pérdida de agua por evaporación anual es de 4 a 8 veces superior al agua recibida por las precipitaciones anuales, pero en zonas de bosque ralo, la pérdida de agua superficial puede llegar a ser 16 a 32 veces de lo que se recibe por precipitaciones (Gushiken, 1994). Esto demuestra la íntima dependencia existente entre el algarrobal y el acuífero subterráneo. Estos árboles viven de esta agua subterránea y a su vez la mantienen, disminuyendo la radiación directa sobre la superficie, y la velocidad de los vientos.

El requerimiento de grandes volúmenes de agua para el procesamiento de minerales tomados del acuífero (3 m³ de agua por tonelada de material removido en el caso de oro), tendría efectos negativos en el bosque, a una dimensión mayor que la provocada por la agricultura que usaba riego por pozos (Hocquenghem, 1998).

Según el estudio del potencial eólico del Perú, Piura es la segunda región con mayor velocidad de vientos en el Perú, sus valores promedio anuales son de 4.5 m/sg, superables únicamente por el departamento de Lambayeque. Estos valores varían de acuerdo a los lugares y a los ciclos mensuales y diarios. En Tambogrande y Chulucanas se registran intensos vientos como consecuencia de las zonas de baja presión que se forman en estos lugares. El movimiento ascensional del aire caliente alcanza hasta 1.5 km de altura para luego dispersarse y descender aleatoriamente en la región. La desaparición de la cobertura vegetal arbórea aumentaría significativamente la velocidad de los vientos locales. En caso de desarrollarse proyectos mineros en las zonas concesionadas (Figura 8), los vientos constituirían una fuerza rápida e incontrolable de dispersión de partículas contaminantes en la atmósfera.

Las grandes superficies de concesiones minero-metalíferas afectarían a cuatro tipos de bosque seco: Bosque Seco Semi denso de montaña como los de Montero; Bosque Seco Denso de Colinas como el de Suyo; Bosque Seco Semi denso de llanura, como los de San Lorenzo, Lancones y Tambogrande, y Bosque Seco Semi denso de colina, como los de Paimas; complejo recurso forestal en el que se ha realizado enormes inversiones privadas y estatales para su manejo y conservación como ecosistema emblemático de esta región y ambiente en el que viven más de 30,000 familias.

La actual ventaja comparativa de limpieza ambiental para la comercialización de productos agrícolas de carácter orgánico como el café, banano, azúcar, mango, limón y otros, en desarrollo en el exigente mercado internacional, se vería afectada irreversiblemente si se registrara contaminación atmosférica e hídrica con sustancias químicas provenientes de la minería metálica.

Considerando que el río Quiroz aporta agua a los reservorios de Poechos y San Lorenzo, la pretensión de explotar minerales en sus nacientes pone en serio riesgo de desertificación a esta cuenca de Piura y afectaría a las ventajas comparativas y posibilidades de competencia de su agricultura liderada por cultivos de exportación como el mango, banano, limón, azúcar, café y otros cuyo futuro inmediato dependerá de la inocuidad y carácter ecológico de su producción. Se debe tomar en cuenta además que parte del patrón ambiental de esta región son las periódicas sequías interrumpidas por el fenómeno de EL NIÑO, situaciones climáticas que generan actualmente complejos esfuerzos sociales y tecnológicos para manejar la escasez hídrica, como también para resistir los efectos negativos iniciales de las intensas lluvias. En ambos escenarios climáticos, una actividad extractiva que no sólo competiría fuertemente por agua sino que además, por su propia actividad, disminuiría su disponibilidad al eliminar la cobertura vegetal que la capta, bajo condiciones de EL NIÑO, sería también la principal fuente de contaminación de todo el sistema hidrológico superficial y subterráneo de esta región. La actividad minera no sería de una sola empresa, ni un solo punto de explotación mineral, sino de una red de potenciales emprendimiento de extracción de metales con tecnología de tajo abierto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Amanzo, J., R. Acosta, C. Aguilar, K. Eckhardt, S. Baldeon y T. Pequeño.** 2003. Evaluación Biológica Rápida del Santuario Nacional Tabaconas – Namballe y Zonas Aledañas. Informe WWF-OP: QM-91. WWF e INRENA. Diciembre 2003. Perú.
2. **Asesores Técnicos Asociados (ATA), Universidad Nacional de Piura, Universidad Nacional de Loja.** 2003. Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo-Chira.
3. **Brack, A. & Plenge H.** 2002. PERU MARAVILLOSO. Edit EPENSA, Lima; Perú.
4. **Cárdenas, C.** 1998. "El impacto del evento EL NIÑO en la productividad primaria de los bosques secos de algarrobo de Sechura y Tambo Grande. Diciembre 1997 – junio 1998". Tesis Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima; Perú.
5. **Cuba, A.** 1999. "Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la costa norte del Perú: El Proyecto Algarrobo" (41-61). En: BOSQUES SECOS Y DESERTIFICACIÓN. Memorias del Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo-INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA. Lima, Perú. 419 p.
6. **FAO.** 2005. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina.. Oficina Regional de la FAO para América Latina. www.rlc.fao.org/bases/alimento
7. **Flanagan, J.; L. Albán, Paul Viñas, A. More, W. Zelada y A. Díaz.** 2003. Diagnóstico Socio-Ambiental y Ecológico de la Cuenca Alta del Río Quiroz: INFORME FINAL. ProAvesPerú y el Gobierno Local de Pacaipampa.
8. **Gushiken, S.** 1994. "Estructura y análisis de los algarrobales de Sechura y Tambo Graande". Tesis Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima; Perú.

9. **Hocquenghem, Anne Marie.** 1998. Para Vencer a la Muerte. CNRS – PICS (Centro Nacional de la Investigación Científica – Programa Internacional de Cooperación Científica); IFEA (Instituto Francés de Estudios Andinos) e INCAH (Instituto de la Naturaleza y el Conocimiento Ambiental Humano). Lluvia Editores, Lima-Perú; 445 p.
10. **INRENA, Proyecto Algarrobo.** 2003. Mapa de los Bosques Secos del Departamento de Piura. Memoria Descriptiva. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales; Proyecto Algarrobo.
11. **INRENA.** 2005. PLAN NACIONAL DE REFORESTACION.
12. **Lagos, G. y M. Andía.** 2000. Análisis de sensibilidad del valor del Costo Ambiental del Recurso Doméstico - EDRC. Pontificia Universidad Católica. Chile.
13. **Meza, N.** 2004. TLC PERÚ – EE.UU; Estados-Nación y Empresas Transnacionales. En: Nos+Otros; N° 4 julio-agosto 2004.
14. **Monterrico Metals PLC.** 2005. Project Rio Blanco. <http://www.monterrico.co.uk/>.
15. **Otivo, J.** 1999. Un sistema sostenible de aprovechamiento del bosque seco: productos no maderables. En: BOSQUES SECOS Y DESERTIFICACIÓN. Memorias del Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo-INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA. Lima, Perú. 419 p.
16. **Proyecto Chira-Piura.** 2004. Masas mensuales del río Chira en la Estación "ardilla" (millones de m³). Informe ante el Consejo Regional de la Dirección Regional Agraria.
17. **Ruiz, W., G. Cruz y N. Grados.** 1998. Aprovechamiento integral de la algarroba (*Prosopis* spp) como medio para impulsar y promover el desarrollo sostenible de los bosques secos de la Región Grau. En: Cuba, A., A. Silva y C. Cornejo (Compilación), Bosques secos y desertificación; Memorias del Seminario Internacional (91-106). INRENA-Proyecto Algarrobo, Perú.
18. **Sagástequi, Abundio; Dillon, Michael; Sánchez, Isidoro; Leiva, Segundo y Lizama, Pedro.** 1999. Diversidad Florística del Norte del Perú; tomo I. Fondo Editorial Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo-Perú 228 pp.
19. **Sagástequi, Abundio; Sánchez, Isidoro; Zapata, Mario y Dillon, Michael.** 2003. Diversidad Florística del Norte del Perú; tomo II. Fondo Editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo, Perú; 305 pp.
20. **Steinmüller, K.** 1999. DEPOSITOS METÁLICOS EN EL PERÚ: Su metalogenia, sus modelos, su exploración y el medio ambiente. INGEMMET, Lima; Perú.
21. **Vega, A.** 1999. Minería y Medio Ambiente. Guía Didáctica de Educación Ambiental. Ministerio de Educación de Chile.
22. **Weberbauer, A.** 1936. Fitogeografía de los Andes Peruanos (traducción: Oscar Tovar. In: MacBRIDE, J.F (de) Flora of Peru. Field Mus. Nat. His. Bot. Ser. 13-81. Chicago). En: La Flora Peruana. Enciclopedia Temática del Perú. Editorial Milla Batres. Bogotá, Colombia.

Figura 1. BOSQUE DE NEBLINA DE LA CUENCA DEL RÍO BLANCO (1,600 – 2,400 msnm):
Carmen de la Frontera; Prov. Huancabamba – Piura
(Fotos: F. Torres G.)



Densa vegetación cubre los fustes de los árboles



El bosque de neblina regula flujos y limpieza
del agua proveniente de los páramos de las
cumbres por encima de los 3,000 msnm



Vegetación (Bromeliaceas) de alta humedad del bosque
de neblina de la zona de Río Blanco

Helechos arborescentes son
indicadores del carácter primario
de esta formación vegetal de alta
biodiversidad



Desertificación por minería metálica en Paramos y Bosques de Neblina de nacientes de Cuenca en Norte de Perú

Zonas Áridas Nº 9 2005

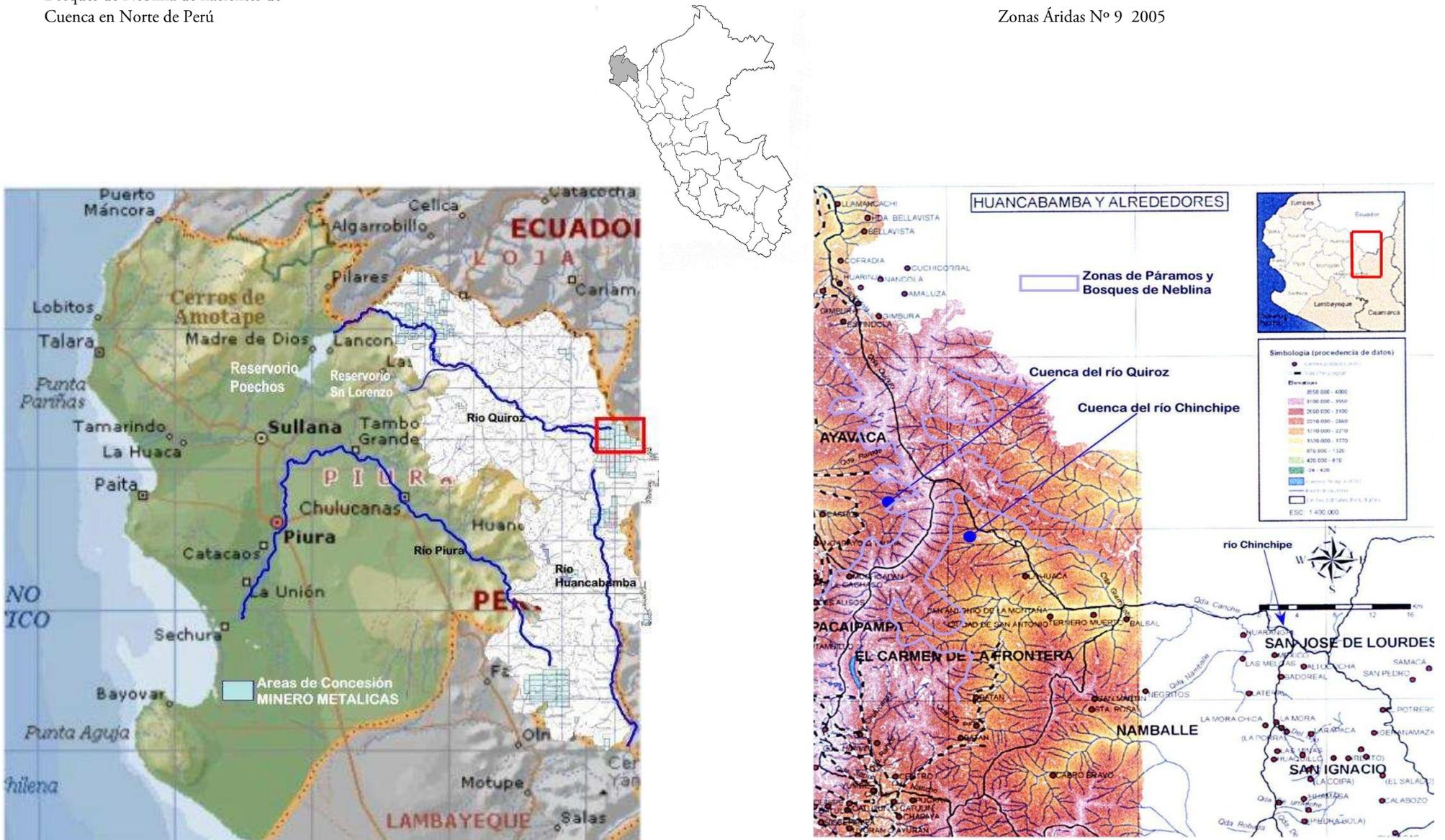


Figura 2. Mapa de páramos y bosques de neblina en la Cordillera Andina de Piura: Ayabaca y Huancabamba

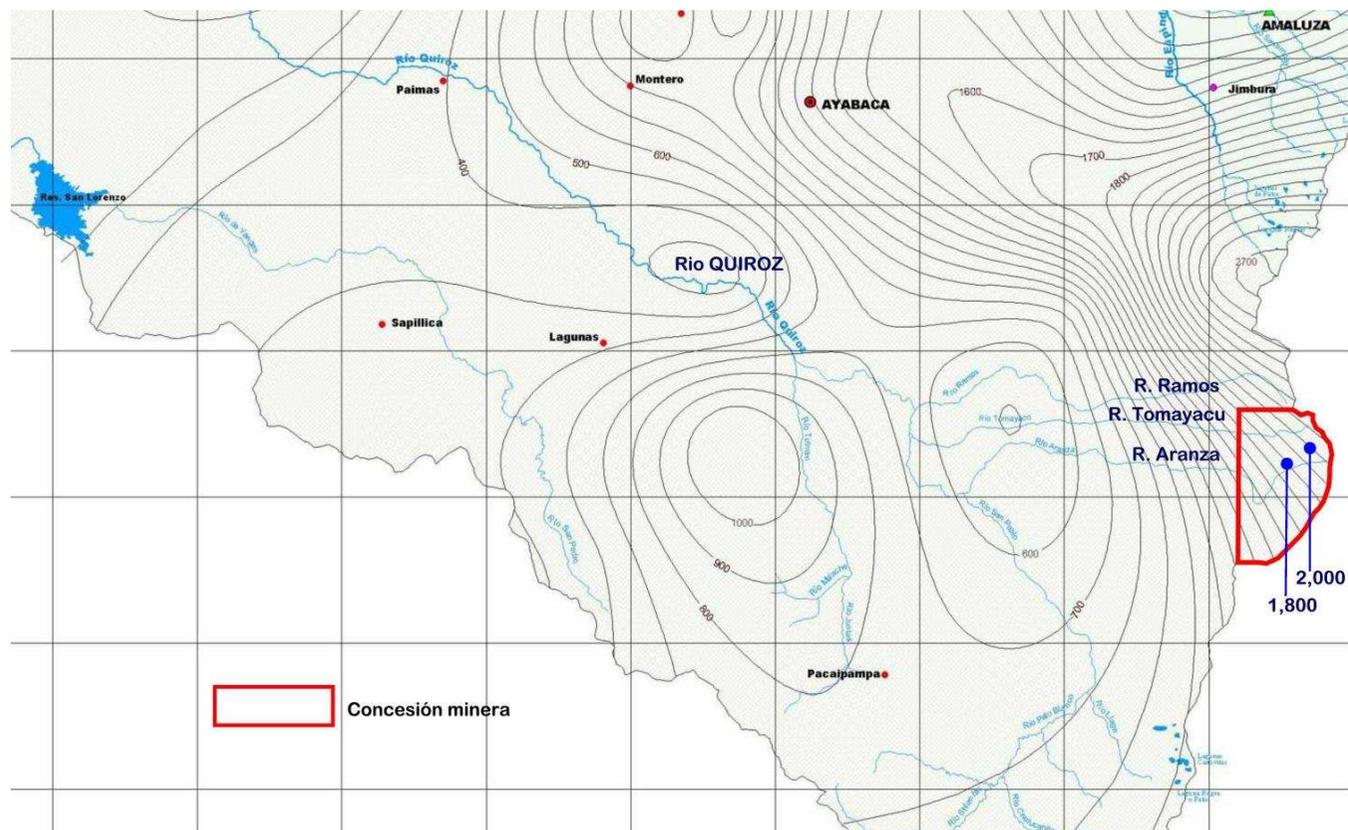


Figura 3. Isoyetas en los Páramos de Muchcapan-Guarinjas
(Fuente: ATA, UNP, UNL. 2003)

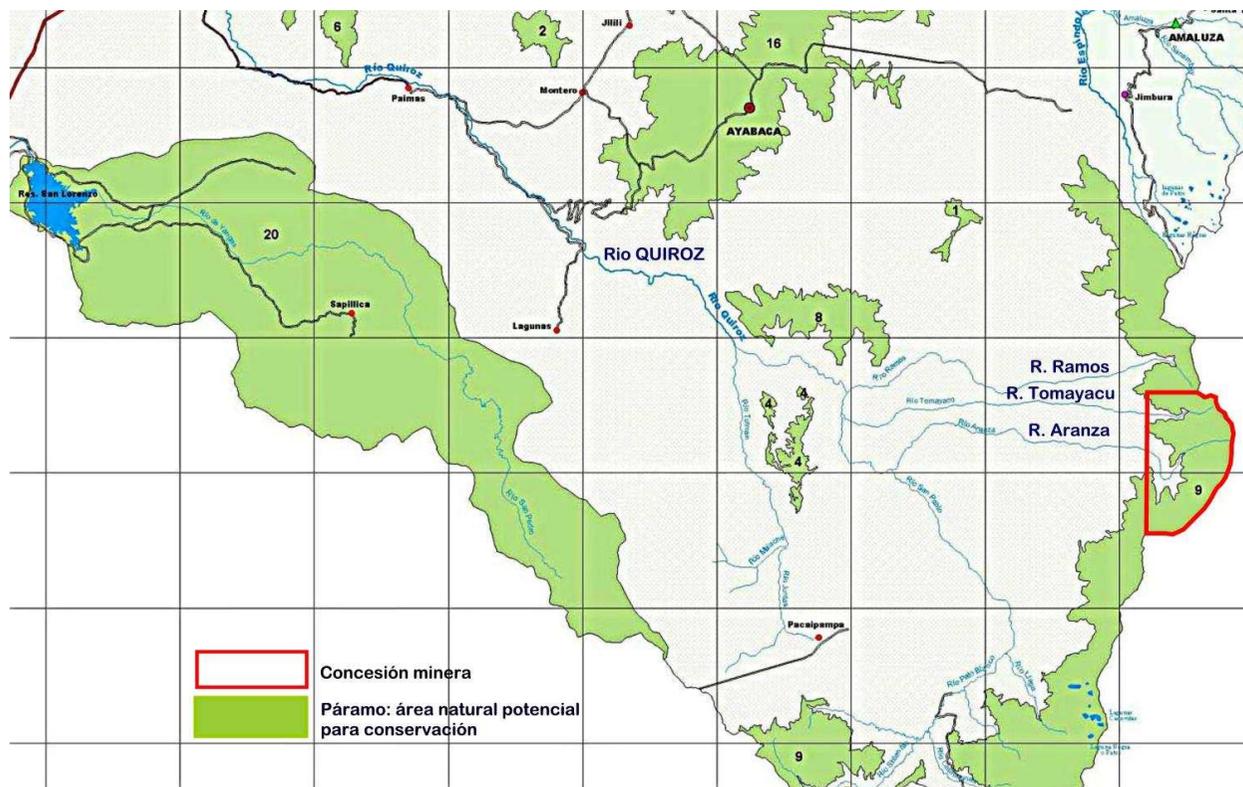


Figura 4. Mapa de Áreas naturales potenciales para conservación: Páramos de Muchcapan-Guarinjas: naciente de la Cuenca del río Quiroz (Fuente: ATA, UNP, UNL. 2003)

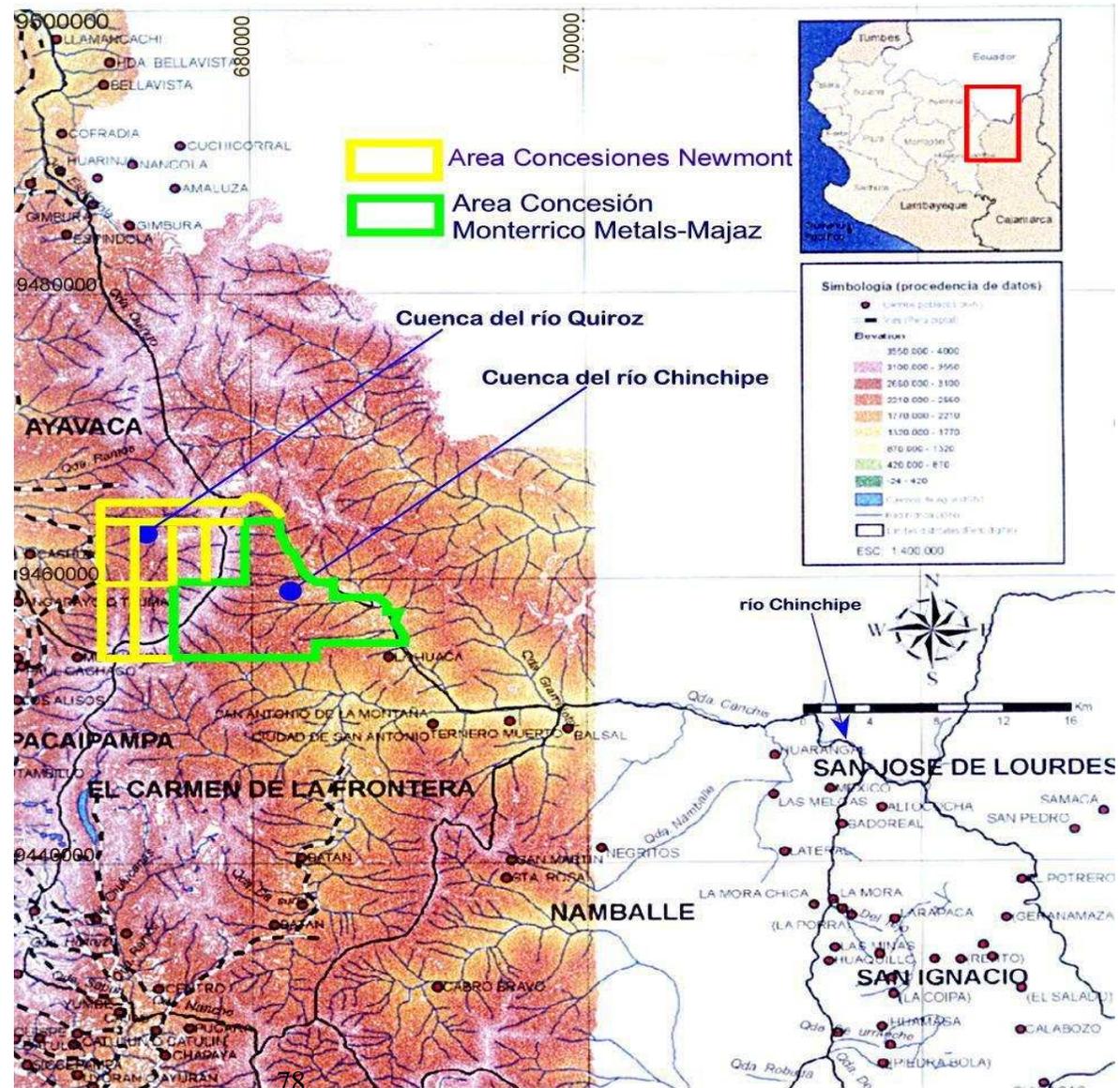
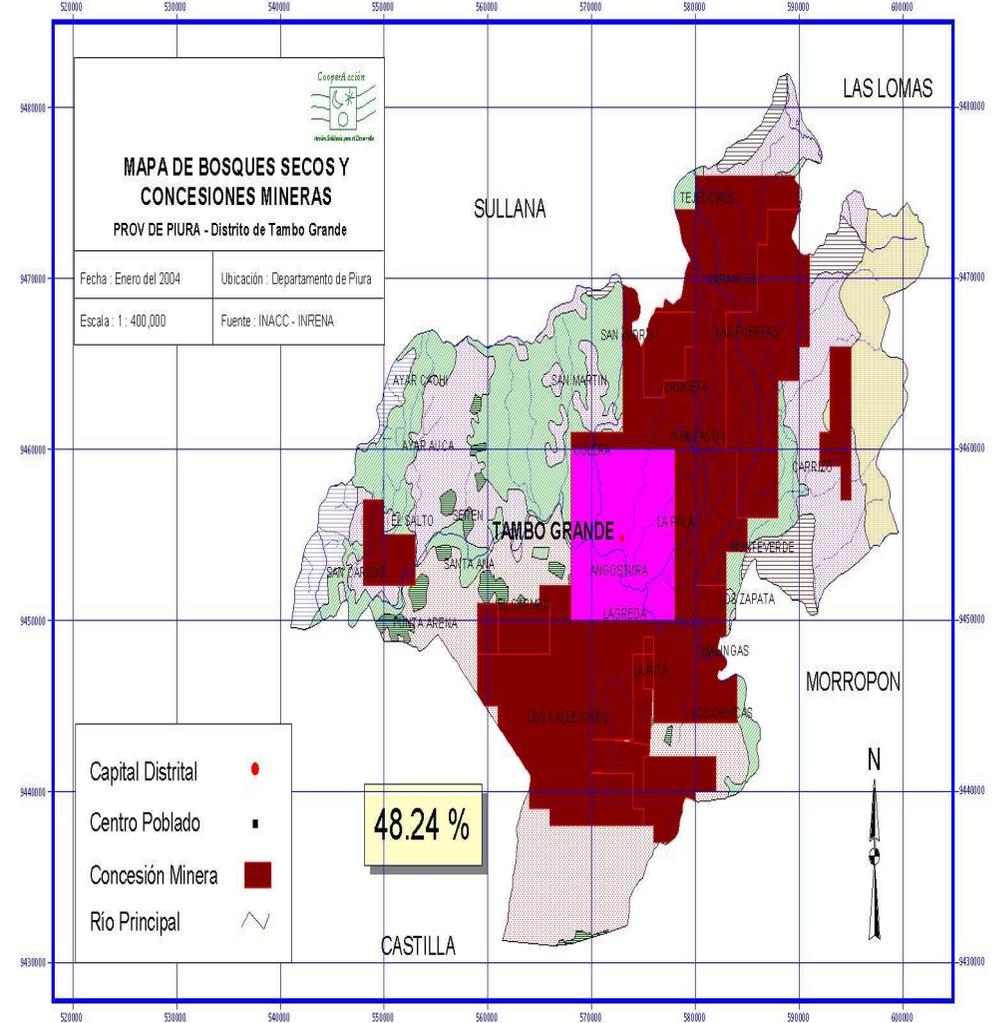
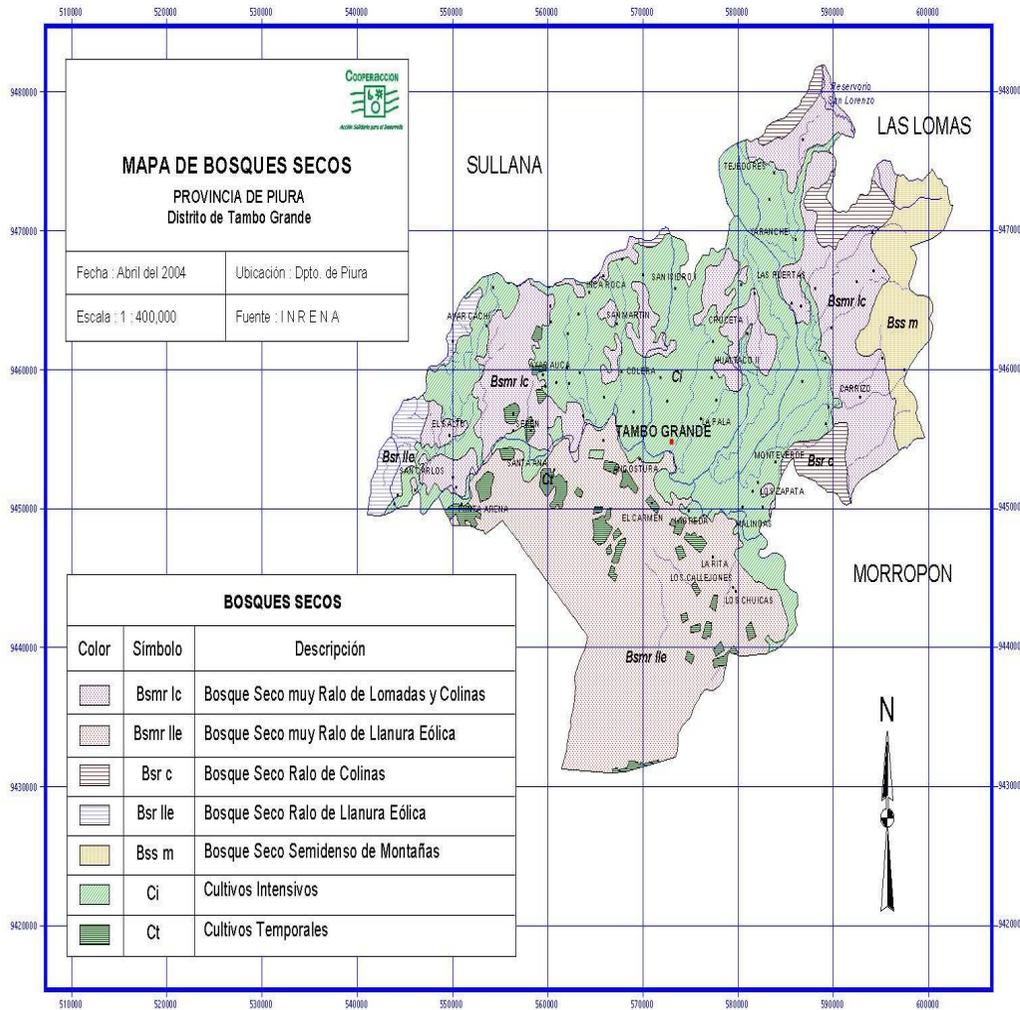


Figura 5. Mapa de concesiones mineras en la naciente de la cuenca de los ríos Huancabamba y Quiroz



Figuras 6 y 7. Bosques Secos y Áreas Agropecuarias irrigadas afectadas por concesiones minero metálicas

(De Echave. 2005)

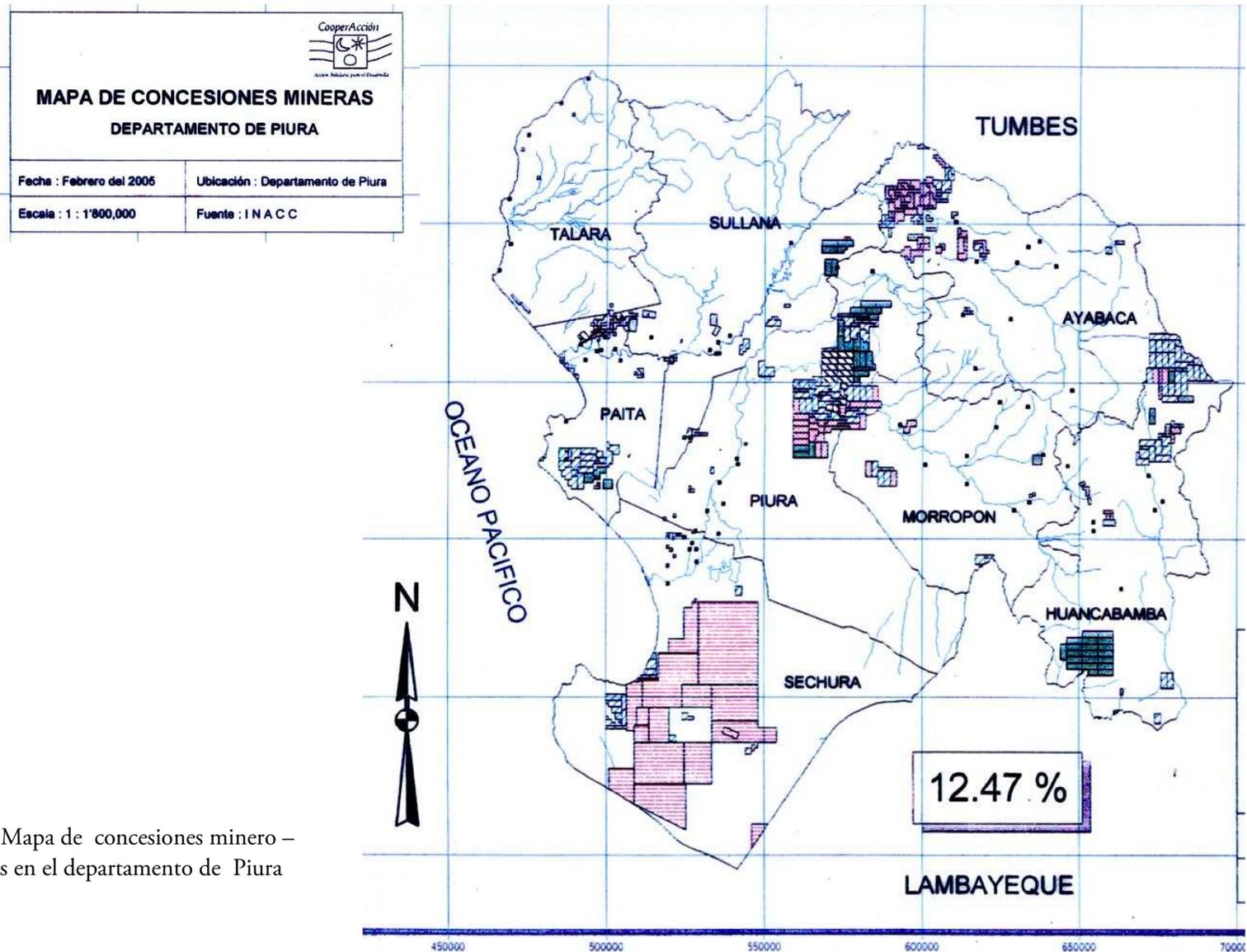


Figura 8 Mapa de concesiones minero –
metálicas en el departamento de Piura

Tabla 1. Soportabilidad del Bosque Seco

Tipos de bosque	Área de bosques	Producción del Bosque (tm/año)		Soportabilidad del bosque	
		Frutos	Hojas	Unidad ovino o caprino(1)	Apicultura (2)
Bosque seco semi denso de llanura	12988	20326,47	14298,6	42278,79	7965,97
Bosque seco ralo de llanura	243712	134040,81	132167,09	243540,02	43157,33
Bosque seco de colina	155869	2011,08	3052,54	7395,62	1731,88
Bosque seco tipo sabana	42400	1629,14	1210,94	4262,47	687,04
Bosque seco en establecimiento	138125	48977,66	36405,33	97469,17	8261,92
Chaparral	24887	505,74	767,63	1859,81	435,52
TOTAL	617.981	207.490,90	187.902,13	396.805,88	62.239,66

(1) Considerando que el 30% de algarroba y el 40% de puño se incorpora al suelo o es utilizado en otras actividades, además representando el promedio anual de los requerimientos de materia seca de una hembra caprino u ovino de 40 kg de peso vivo y una cria de 16 kg.

(2) Considerando experiencias de más de 20 años que señalan que en un bosque con cobertura vegetal total de 60% y predominancia de algarrobo en un 90% soportan una colmena.

Fuente: INRENA - Proyecto Algarrobo. En: Desarrollo Rural sostenible en los bosques secos de la Costa Norte del Perú: El Proyecto Algarrobo. (Cuba, A. 1998)

POVERTY AND NATURAL RESOURCE DEGRADATION: AGROPASTORALISM IN THE NORTHERN COAST OF PERU

Abelardo Rodríguez^{1*}, Raúl Alvarez² & Margarita Uhlenbrock³

¹International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, P.O. Box 2416, Cairo, Egypt, Telf: + 20-2-568-1254, Fax: + 20-2-568-1255. ²Rainforest Expeditions, Madre de Dios, Perú. ³ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

*E. mail: AbelardoRodriguez@141.com

RESUMEN

Los agropastoralistas en la costa norte del Perú sobreviven con menos de US \$0.80 por día. La causa de la deforestación no son sus pequeños sistemas de producción rumiante extensivos, sino la extracción de leña para autoconsumo o para venta en el mercado. Los agropastoralistas responden a señales del mercado de leña, que representa dinero en efectivo para ellos y subvalúa los recursos del bosque. El concepto de pobreza endógena de Duraiappah se aplica en algunas localidades, debido a una fuerte dependencia de la extracción del bosque en relación con los recursos del bosque. Otras localidades, con mayor pobreza de bienestar pero con economías más diversificadas, podrían alcanzar con un manejo agrosilvopastoril organizado y el mercadeo de productos de su ganado, el uso sostenible del bosque y un mayor ingreso.

Palabras clave: pobreza, degradación de recursos naturales, agropastoralismo, deforestación, Perú

ABSTRACT

Agropastoralists in the northern coast of Peru survive on less than US \$0.80 per day. It is not their extensive small ruminant production systems that cause deforestation but the woodcutting for self-consumption or for selling in the market. Agropastoralists respond to signals of the firewood market, which represents cash for them and undervalues the forest resource. Duraiappah's concept of endogenous poverty applies in some locations because of heavy reliance on forest extraction relative to the forest stock. Other locations, with greater welfare poverty but more diversified economies, could achieve, with organized agrosilvopastoral management and marketing of livestock products, sustainable forest use and higher income.

Key words: poverty, natural resource degradation, agropastoralism, deforestation, Peru

INTRODUCTION

Since the 1960s there has been considerable concern, much earlier than elsewhere, regarding environmental degradation in arid regions. While most of the attention has been focused on desertification as a biophysical phenomenon, little attention has been given to the populations in arid areas and the interrelationships between humans and environment (Noin & Clarke, 1998). Desertification is the degradation of land that ultimately leads to desert-like conditions; thus, reduction of vegetation cover through forest clearing, firewood collection and overgrazing are immediate causes for desertification.

Agropastoralists around the world, predominantly in the arid and semiarid areas, constitute one of the most impoverished sectors of the rural population. They are often blamed for the desertification due to extensive grazing and collection of firewood; however, they are frequently ignored and not integrated in the regional environmental policies to tackle desertification. Investigation of the causes and mechanisms of environmental degradation has revealed that:

- Inhabitants in the lower rainfall areas are more prone to rely on unsustainable patterns of land or water use such as cultivation on marginal lands, woodcutting or use of fossil water for irrigation than inhabitants in higher rainfall areas (Rodríguez, 2003). While low-rainfall is an unchangeable determinant, it is possible to work on resource management issues to ameliorate unsustainable resource use.
- Households with lower incomes are more likely to be engaged in extraction of common pool resources for their subsistence, i.e., woodcutting or overgrazing, than households with higher incomes (Jodha, 1986; 1988; Hopkins *et al.*, 1994 cited by Knox McCollugh *et al.*, 1998). The idea that poverty causes environmental degradation implies that if poverty is arrested, environmental degradation will diminish.
- While off-farm income removes some of the incentive for forest extraction, higher firewood price and better road infrastructure lead to greater extraction rates (Kaimowitz & Angelsen, 1998). If the inhabitants of the forest are rational economic agents, they will respond to the market signals and will adjust their livelihoods accordingly.
- Unclear property rights and weak institutions that fail to provide and enforce communal rules for controlling access to resources perpetuate a situation of open access in which natural resources are used according to interests of the market agents and their economic incentives (Knox McCollugh *et al.*, 1998). Unsustainable resource use patterns often occur in the presence of market and policy failures. If sustainable resource use is to be achieved, institutions should be strengthened and market and policy failures must be rectified.

The northern coast of Peru was used to study the interaction between the poverty of agropastoralists and resource degradation along a precipitation gradient and subject to random environmental shocks such as El Niño Southern Oscillation (ENSO). This climatic phenomenon has a major effect on the environment (Lagos & Buizer, 1992). Periods of average low rainfall are interrupted, every three to eight years, with abundant rains that affect the local ecosystems and economies of the region. We will address two questions: Is poverty a condition determined by the limited natural resource endowments in an area? Or is poverty a condition that forces agropastoralists to degrade natural resources? Across the set of locations investigated, is it possible to identify those that present a faster process of impoverishment due to the extraction of firewood and those that offer prospects for productive investments?

The first section presents some background information about the deforestation in the Peruvian northern coast. The second section defines the study area, the field data gathering and analysis of information. Assets and activities of agropastoral households in the dry forest are described in the third section. The fourth section discusses the observed poverty levels and livelihoods, the spatial distribution of income and the shares of different types of productive activities in the total household income. The fifth section presents the nexus of poverty and natural resource management using herd size as an asset and forest use as an activity related to the socioeconomic characteristics of the households. The degree of forest extraction relative to the forest stock, or endogenous poverty, is related to monetary income and the precipitation gradient in order to address the questions raised in the paper. The sixth section discusses the findings of the study in light of proposed mechanisms that contribute to environmental degradation. Some conclusions and recommendations are offered in the last section.

Deforestation in the dry forest

It is estimated that there are 25,000 families of agropastoralists, mostly goat producers, living in the dry forest of the Departments of Piura and Lambayeque alone, spread over 2 million hectares (Cuba-Salermo, 1999). After the conquest by the Spaniards, the haciendas (large estates) grew at the expense of the small farmers and the rural communities. The haciendas were private enterprises mostly devoted to agricultural and livestock production, hiring labor from residents in the area, and their expansion was extremely rapid during the 19th century (Hocquenghem, 1998). For the goat herders in northern Peru, who had already been despoiled of their rights to land and water, the agrarian reform in 1970 did little to improve their state of marginalization (Hocquenghem, 1998; Perevolotsky, 1991).

In the first half of the 20th century it was charcoal production that caused the deforestation of these areas, while the urban firewood market has been responsible for most of the deforestation in the second half (Hocquenghem, 1998). Woodcutting is an extractive activity that responds to the domestic and commercial demand for energy or derived products (wood crates, lumber and charcoal). According to OSIRIS (1997), firewood extraction for local use “does not endanger the sustainability of the forest”; it is firewood extraction for the local city market and charcoal production for the large cities on the coast, including Lima, which constitute the greatest threat to the forest.

The Proyecto Algarrobo of the Peruvian Ministry of Agriculture, states that the rates of wood extraction in the dry forest exceed the natural rate of growth, a net loss of 7000 ha of forestland per year (Cuba-Salermo, 1999). Based on their income, 53% of the population was poor in 1997 and 24% lived in extreme poverty along the rural coast of Peru (INEI, 2001). In addition, social deprivation characterizes the agropastoralists in northern Peru. They have been systematically excluded from important regional decision-making processes and have little or no voice in the agricultural sector; goat producers have been used as scapegoats to shift the blame for economic, policy and institutional failures (see Perevolotsky, 1990; 1991). Efforts were made in the early 1980s to reach a better understanding of agropastoral livelihoods through the Collaborative Research Support Program for Small Ruminants (of which Perevolotsky is the best known author) and forest utilization patterns in the mid 90s through the Proyecto Algarrobo (Cuba-Salermo, 1999). However, there is a knowledge gap that needs to be filled in order to identify and direct opportunities that could improve the livelihoods in the dry forest in a sustainable manner.

Study area and field data

The tropical dry forest of northern Peru is located on the coast, with a semi-arid climate highly influenced by ENSO (Figure 1). The study area involved six locations in four natural ecozones defined by Perevolotsky (1990). Ecozone A is located on the coast (50—100 m of altitude) with 30 mm of annual precipitation (Loma Negra). Ecozone B is located on the plains (100—250 m of altitude) and has a precipitation between 80 and 120 mm (Santa Cruz, Belisario and Cañas). Ecozone C is located on the plains between the 250 and 500 m of altitude with 200 to 250 mm rain (Olmos). Lastly, ecozone D is located on the slopes between the 250 and 500 m of altitude, which receive between 250 and 500 mm rain (Pampa Larga). All the locations belong to the Department of Piura, with the exception of Olmos, which belongs to the Department of Lambayeque.

During June and July 2000, a multidisciplinary team of ecologists, animal scientists and economists interviewed 160 agrosilvopastoral families in six locations in order to assess their natural resource management and socioeconomic situation. The sampling was done randomly among the agropastoral families in the four ecozones.

The value of home consumption of agricultural, livestock and forest products, plus the value of products sold in the market, non-agricultural on-farm income and off-farm income were used to estimate income or wealth. Household income, herd size and forest use were related to assets and production activities using regression models for different income strata. From August 2000 to March 2001, collective and individual participatory interviews were held to gather information about resource management.

Assets and activities of agropastoral households

Some indicative assets are shown in Table 1. The average number of members per family is six, but in Cañas the families are significantly smaller (4.7 members, $P < .05$); only 16% of the families have more than seven members. The families in Santa Cruz have 6.4 members, and more than 52% of the families have more than seven members. The number of years of education of the household head varies from 3.7 in Belisario to 5.5 in Pampa Larga. Access to credit is variable; while none of the families have access to credit in Olmos, 63% of the families in Loma Negra have access to credit. Informal interviews revealed that access to credit appears to be biased by the NGOs that operate in the areas. Water supply from rivers or canals is deficient. While in Belisario none of the households have access to surface water (all of them rely on groundwater), 72% of the households in Pampa Larga obtain their water from the Quiroz River. Even though 38% of the households in Santa Cruz have a water supply from canals, half of the families must purchase fresh water at a cost varying from US\$1.4 to US\$2.8 per cubic meter, depending on the distance to the source of water. There is limited rainfed agricultural land. While households in Loma Negra and Olmos have only half a hectare, households in Belisario have 3.8 ha. In Belisario, Cañas, and Olmos there is only rainfed agriculture when ENSO occurs. There is no irrigated land in Santa Cruz and Cañas, and almost negligible irrigated land in Olmos. Households in Loma Negra have access to 1.2 ha of irrigated land, followed by Pampa Larga and Belisario, with 0.7 and 0.5 ha, respectively.

The majority of the families (>90%) have goats. Cañas, Pampa Larga, and Belisario have the largest goat herds and have the highest proportions of households with more than 40 goats (Table 2). Some households in Pampa Larga and Belisario may have goat herds as large as 255 or 280.

None of the households has goats of improved breeds and those few households that have sheep have the Black Belly type (hair sheep) mixed with local breeds. The exotic sheep were introduced through development projects in the mid 80s.

These sheep met limited success due to the scarcity of annual grasses and limited crop residues. There is no selection of small ruminant offspring based on past performance of the parents (i.e., fecundity, offspring mortality, rates of weight gain, milk production, etc.). Furthermore, the owners acknowledge that mating is not controlled, and as a consequence, there is a high rate of inbreeding.

Overall, the small ruminant production systems are extensive, and the quantity of forestland available for grazing and forest extraction, as reported by the household heads, varies from 6 ha in Loma Negra to 44 ha in Pampa Larga (Table 2). It would be misleading to estimate the stocking rates based on these figures because either the areas used for grazing are grossly underestimated (i.e., Cañas), or grazing is done in communal land adjacent to the homesteads with a high density of animals per area. Perevolotsky (1990) described grazing areas concentric to the settlements or caserios (smallest geopolitical division in Peru). Access to the forest for grazing or woodcutting is under the control of the community members only in Cañas and Pampa Larga. Forest management practices such as pruning and thinning of the tree stands are not normally carried out. Woodcutting is done mostly on an individual basis and occasionally there are arrangements between members of the communities and tree poachers for clearing sections of forests. These arrangements were reported anecdotally and details are not available for analysis. The ranking of forest stock, based on density of trees and cover, in a scale between zero and one, was lowest in Loma Negra (0.2) and highest in Pampa Larga (1.0).

Harvesting of algarroba (the pods of *Prosopis julliflora* trees) and honey production are other activities that supplement household income. Algarroba supplements the diet of animals used for hauling fresh water. Preparation and sales of chicha (traditional alcoholic beverage made of maize) is done mostly by females and requires firewood for processing the raw materials. As it will be explained below, non-agricultural on-farm and off-farm income constitute small but significant sources of income.

Lack of access to water, rainfed agriculture limited by drought, and low livestock productivity pressure the inhabitants to opt for extractive strategies in order to sustain themselves (ICARDA 2001). In turn, the effect of the constant demand for firewood and charcoal for food preparation creates negative feedback that reduces the forest and diminishes its potential for forage production.

Poverty and livelihoods

This section summarizes the extent and distribution of poverty in the dry forest in terms of income. The income generated from different economic activities is examined for households of different strata. In 1999 the per capita gross national product in Peru was US\$2390 (World Bank, 2001), and adjusted by the purchasing power parity (PPP) it was US\$3900. In the locations surveyed in 2000, the average income per person, including home consumption, was S/.1050, which is equivalent to US\$0.80 per day, or

US\$1.33 adjusted by PPP. The line for extreme poverty on the rural coast was S/.1102 per person (INEI, 2001). Per capita income (Y), including home consumption, varied from S/.877 in Loma Negra to S/.1363 in Belisario (Table 3). The minimum values of income (Y) in Santa Cruz, Cañas and Pampa Larga could be as low as S/.50 to S/.60, while the maximum values varied from S/.2855 in Pampa Larga to S/.5671 in Olmos. The distributions of the income in the six locations showed that 25% of the families earn 50% or more of total income in each location. Gini coefficients of inequality ranged from 0.36 in Belisario to 0.53 in Loma Negra. On average, 72% of the agropastoralists in the study area live on less than US\$1 per day and there is no apparent relationship between income and the inequality index. However, it would be shortsighted to embrace resource management interventions assuming a homogeneous population of poor households in each location.

The spatial distribution of households by income strata reveals dramatic figures on poverty. The per capita income of the poorest 25% of the households ($Y < S/.477$) is, on average, S/.293. This is equivalent to US\$0.23 per day, or US\$0.37 when adjusted by the PPP. The majority of the poorest agropastoralists (56%) are concentrated in Loma Negra and Olmos, while only 2.5 % live in Belisario. In contrast, income of the richest 25% of the agropastoralists ($Y > S/.1383$) is, on average, S/.2564. Out of them, 28% live in Pampa Larga, 20% in Belisario and the rest of them are more or less evenly distributed in the other four locations.

The different environmental and socioeconomic situations in the Peruvian northern coast determine a heterogeneous pattern of livelihoods. Shares of the different economic activities, either as home-consumption and/or income, per location are included in Table 4. Goat cheese and livestock (small ruminants, pigs and some cattle) in Pampa Larga represent 37% of Y, while firewood represents 16% and agriculture 41%. In contrast, Olmos has a very large proportion of Y from firewood (54%), and 23% from a combination of livestock and cheese production, and only seven percent from agriculture. In Olmos, Cañas, and Belisario, agricultural activity only takes place when ENSO is present.

Yields of rainfed crops are very good, according to the farmers. The values shown in the table were adjusted to represent rainfed agriculture in one out of five years.

If this assumption was relaxed, higher agricultural income might be expected, but this is unlikely in these locations. Olmos has the highest shares of non-agricultural on-farm and off-farm income, with seven and eight percent, respectively. Cañas has relatively balanced livelihoods, with a combination of cheese, livestock, firewood and agricultural production accounting for 89% of income. The figures in Table 4 indicate some degree of specialization in the different locations. Pampa Larga has the largest share for agriculture and Cañas has the largest proportion of income from livestock and cheese production. Across locations, the average income share of firewood is 34%, followed by agriculture (24%), livestock (21%) and cheese (6%). The income share of algarroba is four percent, chicha and honey production each represent two percent, and are included as “other” in Table 4. Off-farm income represents seven percent of Y and non-agricultural on-farm income only two percent.

Household income (HI) was regressed with selected variables for all the population and for the lowest and highest quartiles of household income (the poorest and the richest). Results for 159 observations showed that higher HI is related to larger area for irrigated agriculture, larger herds of small ruminants, larger number of loads of firewood extracted, higher cheese production, and larger shares of non-agricultural on-farm income (Table 5). The means and standard deviations of the variables included in the linear models

are in Appendix 1. Adjustments for the intercept, with dummy variables for location, using Belisario as a reference, were significant for Pampa Larga and Loma Negra. The same model estimated for the lowest income group revealed that higher income is related with the area for rainfed agriculture, herd size, forest use, number of family members, and the share of off-farm income.

While the poorest household is more dependent on income outside of the farm, the average household is more dependent on non-agricultural on-farm income. Larger families and a higher dependence on rainfed agriculture differentiate the poorest from the average households with no significant differences in location. The marginal contribution of one goat in the herd is S/.23 for the average household and only S/.13 for the poorest average household. The poorest households sell lighter animals that command lower prices. For the richest households, more family members contribute to higher incomes, adjusting the intercept for Santa Cruz. The marginal contribution of each rich family member to the household income is almost seven times higher than the corresponding contribution in the poorest households.

The nexus between poverty and natural resources

The dry forest is a diverse arid environment with diversified livelihoods and widespread poverty. We examine the most relevant factors that determine the size of their herd investment and rate of forest use. Then we examine the dependence of the households on forest extraction and their lack of capacity to invest in improved forest management.

Goat herd size

The size of the goat herd represents a mobile household investment. It is used to examine the relationships with other assets and the shares of different activities in HI and the lowest and highest quartiles of HI are used to contrast significant variables, including dummy variables for location (Table 6). Goat herd size is positively related with number of family members, higher production of cheese and larger shares of off-farm income. Lower intercepts for Loma Negra, Olmos and Santa Cruz were estimated with respect to Belisario. Even though the coefficient for firewood loads consumed and sold was not significant ($P=0.15$), it suggests that livestock and firewood production compete for limited resources on the farm, chiefly labor. Increasing goat herds are not associated with forest degradation or extraction. The estimated model for the poorest households revealed that number of years of education is positively related with herd size. Paradoxically, the poorest household heads have on average more education than the household heads in the entire study population, or those in the richest households (Appendix 1). Land, financial and social assets are not necessarily related with years of education. Cheese production and herd size have a positive interaction, one hundred kilograms of cheese is related to nine goats in a poor household and three goats in an average household. While one family member of the poorest households is associated with six goats, one family member of the richest households is associated with 12 goats. The coefficient of the share of off-farm income for the richest quartile has a significant negative coefficient ten times greater than the entire study population; rich households earning income outside the farm have smaller herds. Off-farm income diverts the attention of the richest households away from livestock production.

Forest use

Regression results on forest use with assets and activities are shown in Table 7 for all the households, the poorest and the richest. Forest use for all the households significantly decreases with higher educational levels and larger shares of off-farm income. None of the environmental or social assets were significantly related to forest extraction. The households in Pampa Larga, Cañas and Loma Negra had significantly lower intercepts with respect to Belisario, but Santa Cruz had a significantly higher level of firewood extraction. The coefficient for the share of off-farm income of the poorest was one third of that for the entire population of households.

While the average share of off-farm income of the very poor (0.11) offsets the use of 13 loads of firewood, the corresponding share for all the population (0.07) offsets the use of 24 loads. For each family member of the richest households 54 loads of firewood are used. Larger families of this stratum are more dependent on forest utilization than the rest of the population. In contrast, even though the coefficient for number of family members of the poorest households was not significant ($P=0.14$), the per capita rate of forest use is nine times lower than in the rich households.

Prices of firewood are negatively correlated with firewood sold. In Santa Cruz, the average commercial woodcutting household (85% of the households) sells 619 loads at S/.8.9 per load. In Belisario, the average commercial woodcutting family (45% of the households) sells 214 loads at S/.9.9 per load. Lower prices are paid where there are larger volumes of firewood delivered. It is possible that commercial woodcutters supply as much firewood as they need to meet some threshold income. Households that exhibit “full-belly” or subsistence behavior are less responsive to market signals, but existing models tell us little about how frequent such behavior actually is (Kaimowitz & Angelsen, 1998). The economic benefits of being a commercial woodcutter in both Santa Cruz and Belisario are high. Per capita income of agropastoralists that sell wood in Santa Cruz is S/.1784, or 65% above the income of those agropastoralists that cut wood for subsistence only. In Belisario, the per capita income of agropastoralists that sell wood is S/.1448, which is 303% above the income of those who do not sell wood.

This contradiction between “full belly” behavior and the considerable wealth of commercial woodcutters needs to be investigated.

The formal survey, the individual interviews and the participatory community evaluations did not show evidence of a regulatory mechanism for the access and use of the grazing areas and tree harvesting, except in the localities of Pampa Larga and Cañas (ecozones D and B, respectively). In these localities the forest is appreciated as a habitat suitable for forage production, which is necessary for the production of meat and milk. This relationship encourages the willingness to protect the forest in both locations. As mentioned above, the commercial rich agropastoralists manifest a negative relationship between forest income and the production and consumption of cheese, which, in turn, requires sustainable use of the forage resource in the forests.

Traders of timber do not show up to buy timber in Pampa Larga or Cañas because they are not welcome. Cañas in particular, in spite of having rainfed agriculture contingent on ENSO, is located in a transition of lowlands to highlands with good forage potential. Due to a good community organization, agropastoralists have been able to consolidate a dairy product market, the basis of their livelihood. Households in Cañas and Pampa Larga have lower incomes than the locations that present higher forest extraction levels, i.e., Belisario and Santa Cruz.

This contrasts with the evidence that lower income levels are associated with higher levels of extraction from common pool resources for their subsistence (Jodha, 1986; 1988; Hopkins *et al.*, 1998, cited by Knox McCulloch *et al.*, 1998).

Our survey revealed that, on the average, domestic demand of timber for cooking represents 60% the total quantity of timber extracted. Kitchens with improved firewood stoves are almost nonexistent in the six locations, which mean that it would be possible to reduce consumption of firewood with better systems of combustion or with investments for the use of other energy sources. The quantity of firewood for domestic consumption should be interpreted with caution because it is very possible that some of the firewood for 'domestic' use is actually sold. It was clear that, for the interviewed household heads, it is socially more acceptable to cut wood for self-consumption than for selling in the market.

Poverty and weak property rights interact with the propensity to deal with or act as firewood or charcoal traders, filling trucks in the forest and selling them in the regional markets, with the consequent decapitalization of the forest stock. The generalized absence of representative institutions in some communities and the lack of leadership of some representative authorities allow members of the communities to harvest trees without any restrictions, and then sell them to traders.

However, in other communities continuous income from livestock reinforces forest property rights, with lower rates of deforestation relative to the forest stock.

In the long run, if the inhabitants are "investment poor" but not "welfare poor," their livelihood strategies could engender degradation of the environment that, ultimately would leave them in a state of "welfare poverty" (Reardon & Vosti, 1995) . If this situation unfolds, more poverty will be derived from environmental decapitalization, also referred to as "endogenous poverty" (Duraiappah, 1998).

Endogenous poverty

Annual rates of extraction of firewood in reference to the size of the forest stock can be related to the concept of endogenous poverty. The locations with higher levels of extraction decrease their forest stock with little or no possibility of abandoning their state of poverty. Household values of forest use (loads per year per household) were divided by the forest ranking in Table 2 to estimate the extraction relative to the forest stock. These values were standardized by the maximum value of household entries (2080 loads) as a proxy for endogenous poverty. A rigorous approach to estimating endogenous poverty would include the measurement of initial forest stock in each community, as well as estimates of regeneration. However, this information is not available.

It is clear that households are subject to welfare poverty in all the locations. Endogenous poverty occurs to a greater degree in Belisario, followed by Santa Cruz and, to a lesser degree, in Loma Negra (Table 8). In terms of extraction of firewood relative to the forest stock, the most impoverished localities are Belisario and Olmos, while Pampa Larga and Cañas have better possibilities for the impact of productive projects (e.g., meat and milk products of small ruminants). Figure 2 depicts the spread of endogenous poverty with respect to welfare poverty. For all the households in the six locations the correlation coefficient was 0.41 ($P < 0.001$). The average values for endogenous poverty and welfare poverty are shown in the upper right

corner in Figure 2 (standardized with respect to 461 loads of firewood extraction in Santa Cruz), with a significant correlation coefficient ($r=0.76$, $P<0.01$). The lack of mechanisms that induce sustainable use of forest resources is a key problem. One would wish that agropastoralists in Loma Negra, Olmos, Santa Cruz and Belisario would decrease their dependency on forest extraction to the levels of Pampa Larga or Cañas. In the last two locations there is the realization that the forest resource is related to sustainable income from goat production and thus, reinforcing the communal property rights, avoiding open access to the firewood and charcoal traders.

The estimates for endogenous poverty, per capita income (Y), and Perevolotsky's ecozone classification allow us to address 1) if poverty is determined by limited natural resource endowments, or 2) if poverty forces unsustainable resource management. Loma Negra is located in the driest area (ecozone A) and it is the location with lowest income/highest monetary poverty, households have access to irrigated land in the river banks that are destroyed when ENSO takes place. In contrast, Belisario is also located in a fairly dry area (ecozone B) but has the highest income/lowest welfare poverty with a very high dependency on firewood extraction, followed by goat production, mostly for meat. Paradoxically, Cañas, located in a dry area (ecozone B) and Pampa Larga, located in the most favorable ecozone (D), present incomes more similar to each other than to Loma Negra, and are less dependant on firewood extraction. Consequently, they exhibit low levels of endogenous poverty. Welfare poverty is not necessarily determined by natural resource endowments and does not necessarily imply unsustainable use of resources. However, if endogenous poverty exists, it is clear that environmental degradation occurs, and it is positively correlated with wealth.

DISCUSSION

The productive options identified in this study are location specific; they do not necessarily apply to all the agroecological zones or production systems characterized by Perevolotsky (1990). Nevertheless, they constitute examples of opportunities for sustainable development in the northern coast of Peru. And because of their closeness to Ecuador, there are possible synergies for developing the border with this neighbor country (PBDRFPE, 2001). Emergency plans for agriculture under ENSO should mitigate the effects on irrigated agriculture, but should also capitalize on the expansion potential of the forest and the agropastoral economy. ENSO benefits the agriculture of the most marginalized inhabitants of the dry forest, while damaging the economy of the most prosperous sectors and urban dwellers (Lagos & Buizer, 1992). Agropastoral and forest policies need to address the poverty status of the resource users in the dry forest in order to counteract the observed desertification process.

Water and energy are keystones for the development of sustainable livelihoods. Water is a scarce resource often ignored when addressing the management of the dry forest. The financial burden of purchasing fresh water by half of the households in Santa Cruz clearly reflects the scarcity of this resource. One to two hundred US dollars per year are required to maintain a household and animals consuming 200 liters of fresh water per day. Even though this situation is only present in half of the households in Santa Cruz, the costs for procurement should be accounted for the location with the highest forest extraction. This suggests a possible relationship between endogenous poverty and the lack of water. The cash to pay for water must come from agriculture, livestock, tree harvesting, wage labor, or any combination of these activities. Domestic local demand for firewood includes the use of firewood to boil water for drinking.

Rainfed agriculture is not threatening the dry forest. Moreover, it provides a significant source of income (24% of the household income). Small ruminant production and processing of goat milk represents a reliable source of income throughout the year that depends on sustainable management of the forest resources.

Tree harvesting for lumber, firewood, or charcoal is generally done in a non-sustainable manner, as there are no rules for controlling access to and use of forest resources. Production of algarroba, its derivatives, and honey are incipient but market demand is limited. There is a need for the valuation of goods and services provided by the dry forest at both the community level and regional level. It is unlikely that a sound forest and agropastoral policy can be developed without knowing the tradeoffs of different human activities.

There cannot be a forest policy without an agropastoral policy, and vice versa. The perceptions of agropastoralists with regard to the status of their forests and livestock resources need to be better understood. Likewise, it is important to determine the strength or cohesion of different groups of users to embrace actions towards sustainable resource management. The institutional approach (Poteete & Ostrom, 2002), for a better understanding of deforestation, or desertification, could add to our knowledge of the agropastoralists in the dry forest and enrich policy formulation.

CONCLUSIONS

Household incomes in six locations along a precipitation gradient suggest that welfare poverty is not necessarily determined by the natural resource endowments and does not necessarily imply unsustainable use of resources. However, if endogenous poverty exists, i.e., high rate of firewood extraction relative to the forest stock, it is clear that deforestation will exacerbate the current level of welfare poverty.

Sustainable resource management to combat desertification cannot be achieved by decree. Some basic needs must be addressed to alleviate the widespread poverty of the inhabitants in the dry forest. Fresh water and domestic energy are two important requirements that have a high cost for the households and are related to the sustainability of the forest. There is a high demand for firewood, lumber and charcoal. Agropastoralists who live on less than US \$0.80 per day read the market signals and supply to a market that clearly undervalues forest resources, and thus, cut the trees on which the goat herds depend. Woodcutting is the only livelihood available for some households, even if prices are low. It is not clear to all the agropastoralists that the forest is a suitable habitat for forage. Consequently, they do not or they cannot act on the linkage with livestock income. Goat production systems are the best adapted for the arid conditions of the forest and, in some locations, there is a positive feedback between reliable livestock income and the forest resource. Those are instances that should be encouraged and used, to learn about communal property rights, organization and cohesion for coping with scarcity and conflicts.

Acknowledgment

This study is the result of the collaborative effort between the Secretariat for Technical Cooperation with the Consultative Group of International Agricultural Research of the Ministry of Agriculture of Peru (SCT) and the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (2000-2001). María Cristina Zuloeta, SCT, made helpful comments throughout the study. The Algarrobo Project of the Instituto Nacional de Recursos Naturales shared valuable information about deforestation in the dry forest. Enrique Nolte, Amalia Cuba-Salermo and Juan Torres were very helpful clarifying priorities and selecting the study sites. Elsa Fung, José Atto and Jorge Sandoval and Norge Fonseca facilitated the fieldwork in Piura. The unconditional hospitality of the agropastoralists in the dry forest is highly appreciated. Jorge De la Cruz assisted in the preparation of Figure 1. Aden Aw-Hassan, Tom Walker and Merle Faminow kindly commented on earlier versions of this document. All remaining errors are the responsibility of the authors.

BIBLIOGRAPHICAL REVISION

1. **Chen, S., G. Datt & M. Ravallion.** 1994. POVCAL, a program for calculating poverty measures. The World Bank, Washington, D.C. Available at <http://www.worldbank.org/LSMS/tools/povcal/>
2. **Cuba-Salermo, A.** 1999. Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la Costa Norte del Perú: El Proyecto Algarrobo. In: A. Cuba-Salermo, A. Silva & C. Cornejo, (Eds.), *Bosques Secos y Desertificación*, Memorias del Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura del Perú, Lima.
3. **Duraiappah, A.** 1998. Poverty and environmental degradation: A review and analysis of the nexus. *World Development*, 26(12):2169-2179.
4. **Hocquenghem, A.** 1998. Para vencer la muerte. IFEA-CNRS-INCAH, Lima.
5. **Hopkins, J., S. J. Sherr, & P. Gruhn.** 1994. Food security and the commons: evidence from Níger. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C. Mimeo.
6. **ICARDA.** 2001. Crianza y Tecnología de Rumiantes Menores. Reporte del Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA) a la Secretaría de Cooperación Técnica con el CGIAR del Ministerio de Agricultura del Perú (Lima: ICARDA, Regional Program for Latin America).
7. **INEI.** 2001. Nuevas estimaciones de la pobreza en el Perú, 1997—2000. Instituto Nacional de Estadística e Información, Lima. Available at <http://www.inei.gob.pe>
8. **Jodha, N. S.** 1986. Common property resources and the rural poor in dry regions of India. *Economic and Political Weekly*, 21:1169-1181.
9. **Jodha, N. S.** 1988. Institutional aspects of range management in the arid zone of India. Paper presented at the Third International Rangeland Congress, November 7-11, New Delhi, India.

10. **Kaimowitz, D. & A. Angelsen.** 1998. Economic models of tropical deforestation: a review. Center for International Forestry Research, Jakarta.
11. **Knox McCulloch, A. K., R. Meinzen-Dick & P. Hazell.** 1998. Property rights, collective action and technologies for natural resource management: A conceptual framework. SP-PRCA Working Paper No. 1. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
12. **Lagos, P. & J. Buizer.** 1992. El Niño and Peru: A Nation's Response to Interannual Climate Variability. In: S. Majumbar, G. Forbes, E. Miller & R. Schmalz, (Eds.), Natural and Technological Disasters: Causes, Effects and Preventive Measures. The Pennsylvania Academy of Science, Philadelphia.
13. **Masoud, R. S.** 1991. Fuelwood use in Zanzibar town. Zanzibar Forestry Development Project Technical Paper 3. Government of Zanzibar, Tanzania/FINNIDA/Finish National Board of Forestry, Zanzibar.
14. **Noin, D. & J.I. Clarke.** 1998. Population and environment in arid regions of the world. In: Clark, D. & J.I. Clarke, (Eds.), Population and environment in arid regions. Man and the Biosphere Series v. 19, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and The Parthenon Publishing Group, New York.
15. **OSIRIS.** 1997. Oferta y demanda de carbón y leña de algarrobo, madera de palo santo y fuentes alternativas a nivel: energético, envases, sobrevivencia, reforestación y competitividad institucional. Lima.
16. **PBDRFPE.** 2001. La sociedad Fronteriza Peruano Ecuatoriana y el Plan Binacional de Desarrollo. Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú-Ecuador, Capítulo Peruano, Lima.
17. **Perevolotsky, A.** 1990. Goat production systems in Piura, Peru: a multidisciplinary analysis. *Agricultural Systems* 32:55-91.
18. **Perevolotsky, A.** 1991. Goats or scapegoats—the overgrazing controversy in Piura, Peru. *Small Ruminant Research* 6:199-215.
19. **Poteete, A. & E. Orstrom.** 2002. An institutional approach to the study of forest resources. International Forestry Resources and Institutions (IFRI) Research Program, Indiana University, Bloomington.
20. **Reardon, T. & S. Vosti.** 1995. Links between rural poverty and the environment in developing countries: asset categories and investment poverty. *World Development* 23(9):1495-1506.
21. **Rodríguez, A.** 2003. Assessing Links between Rural Poverty and Natural Resource Endowments: Evidence from West Asia. In: S. Mathur & D. Pachico, (Eds.). *Assessing the Impact of Agricultural Research on Poverty Alleviation*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, pp. 153-171.
22. **World Bank.** 2001. World Development Report 2000/2001: Attacking poverty. Oxford University Press, New York.

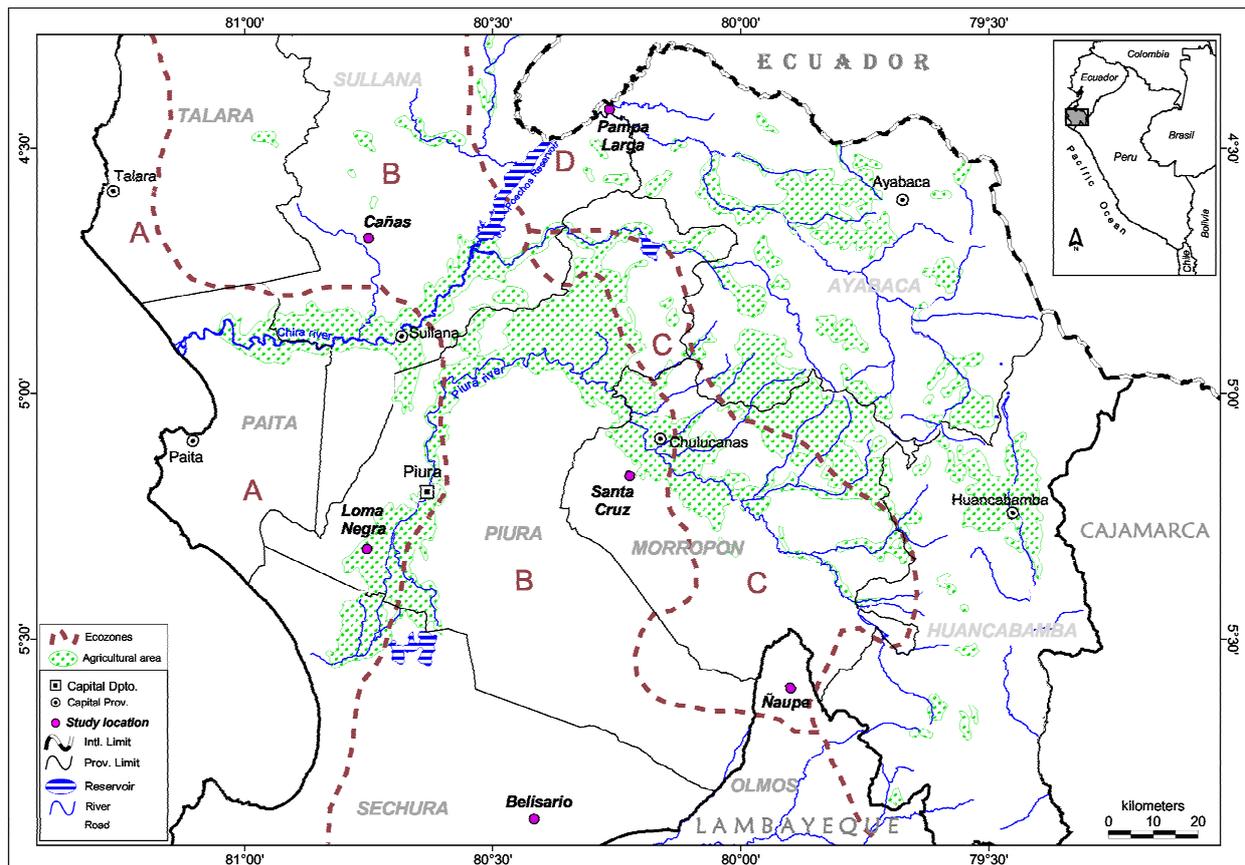


Figure 1. Ecozones defined by Perevolotsky (1990) and the selected locations in the departments of Piura and Lambayeque, Peru

Ecozone A, 50—100 m of altitude with 30 mm of annual rainfall.

Ecozone B, 100—250 m altitude and 80 to 120 mm rainfall.

Ecozone C, 250 and 500 m altitude with 200 to 250 mm rain.

Ecozone D, 250 and 500 m altitude with 250 to 500 mm rainfall (see text).

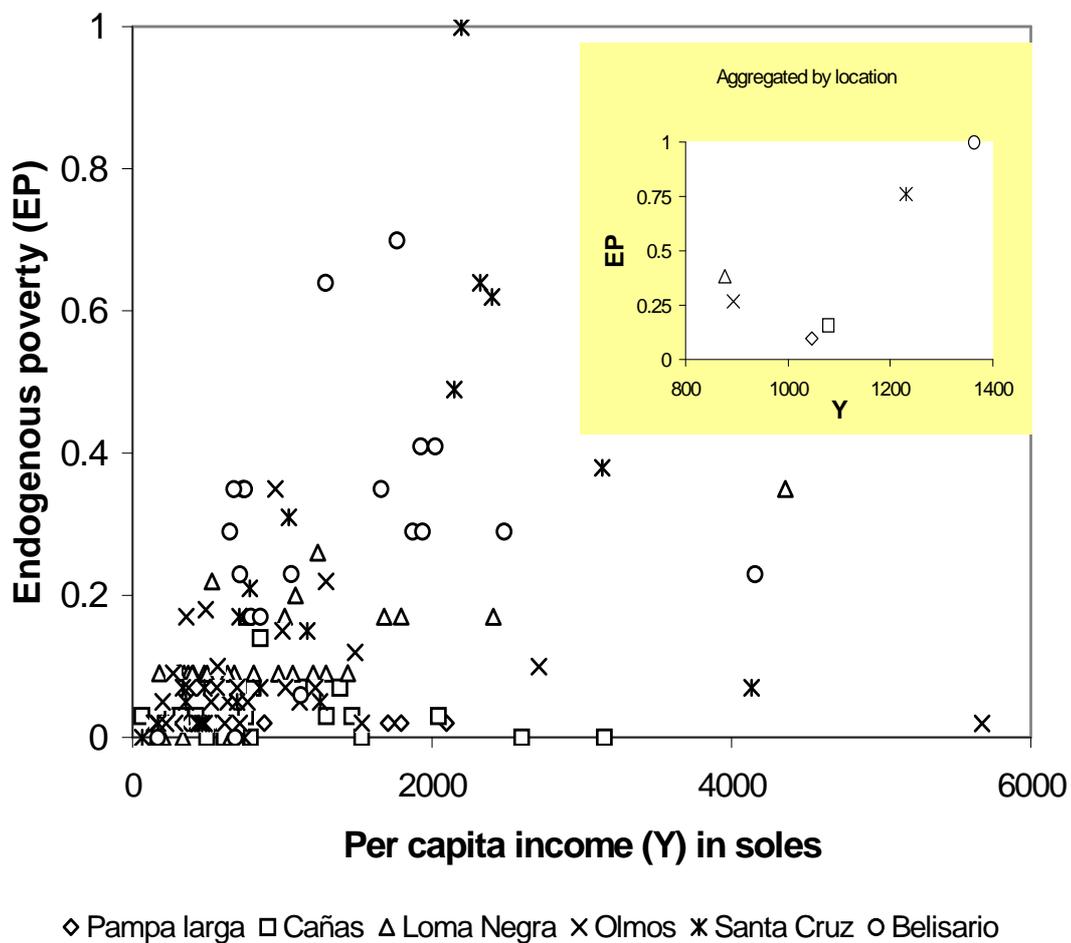


Figure 2. Endogenous poverty and per capita income in agropastoral households in Piura and Lambayeque. Source: Survey conducted by ICARDA in June and July 2000

Table 1. Assets of agropastoral households in Piura and Lambayeque

Variable	Location (ecozone*)					
	Loma Negra (A)	Belisario (B)	Santa Cruz (B)	Cañas (B)	Olmos (C)	Pampa Larga (D)
Family size (number)	5.7	5.0	6.4	4.7	6.1	6.1
% families > 7	34.4	30.0	52.4	15.8	33.3	41.7
Average education of family head (years)	5.3	3.7	4.7	4.4	4.0	5.5
Access to credit (%)	63.0	20.0	38.1	11.0	0.0	16.7
Water supply from river or canal (%)	12.5	0.0	38.1	10.0	3.0	72.2
Rainfed agricultural land (ha/household)**	0.5	3.8	2.6	1.0	0.5	1.9
Irrigated land (ha/household)	1.2	0.5	0.0	0.0	0.1	0.7

Source: Survey conducted by ICARDA, June and July 2000

*Perevolotsky (1990)

** Loma Negra has irrigated agriculture; in Belisario and Cañas, in Piura, and Olmos in Lambayeque there is rainfed agriculture only when ENSO occurs

Table 2. Ownership and size of the goat herds, and access to forestland in agropastoral households in Piura and Lambayeque

Variable		Location (ecozone*)					
		Loma Negra (A)	Belisario (B)	Santa Cruz (B)	Cafías (B)	Olmos (C)	Pampa Larga (D)
Goat owners	(%)	91	95	96	95	91	97
	Mean	26	65	22	86	29	69
Herd size (No.)	Range	2-160	3-255	4-67	10-166	4-138	4-280
	> 40 (%)	16	40	10	74	18	61
Access to forest (ha)**	Mean	6	22	17	10	10	44
	Range	0.1-20	4-50	2-100	8-12	1-50	1-230
Forest stock***	Ranking	0.2	0.3	0.7	0.5	0.7	1.0

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

* Perevolotsky (1990).

** This is the area to which the producers agree for grazing and forest extraction

*** The interdisciplinary team that conducted the survey ranked, on a zero-one scale, the relative abundance of trees and cover in the six locations

Table 3. Per capita income (Y, in soles⁺), including home consumption, in agropastoral households in Piura and Lambayeque

Variable	Location (ecozone*)					
	Loma Negra (A)	Belisario (B)	Santa Cruz (B)	Cañas (B)	Olmos (C)	Pampa Larga (D)
Y	877	1363	1231	1080	893	1046
Median	642	1089	781	798	614	760
Range	158-4357	166-4153	62-4129	60-3149	142-5671	49-2855
Gini coeff.**	0.53	0.36	0.52	0.42	0.49	0.40
% below \$1/day	69	63	81	76	71	55
No. observ.	32	20	21	19	33***	36

Source: survey conducted by ICARDA between June and July 2000

⁺ S/.3.5=US\$1

* Perevolotsky (1990).

** Estimated with POVCAL (Chen *et al.*, 1996)

*** A case with Y=S/.14445 was omitted

Table 4. Shares of different economic activities in the income of agropastoral households in Piura and Lambayeque

Location (ecozone*)	Agriculture**	Livestock***	Goat cheese	Firewood	Other	Non agric. on-farm	Off-farm
Loma Negra (A)	0.322	0.148	0.000	0.330	0.104	0.000	0.093
Belisario (B)	0.121	0.250	0.001	0.459	0.068	0.028	0.073
Santa Cruz (B)	0.234	0.118	0.012	0.427	0.143	0.009	0.058
Cañas (B)	0.199	0.305	0.224	0.166	0.054	0.003	0.050
Olmos (C)	0.068	0.166	0.065	0.539	0.013	0.076	0.073
Pampa Larga (D)	0.413	0.266	0.101	0.158	0.020	0.000	0.041
Total	0.241	0.206	0.064	0.343	0.062	0.020	0.065

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

* Perevolotsky (1990)

** Maize, peanuts, beans, watermelon, cotton, rice and others. The values for Belisario, Olmos and Cañas were adjusted assuming that ENSO occurs once in five years

*** Cattle, sheep, goats and pigs

Table 5. Regression coefficients of household income (HI, in soles⁺), including home consumption, with selected variables of agropastoral households in Piura and Lambayeque

Parameter or variable	All (n=159)		Poorest (n=40)			Richest (n=40)		
	Coefficient	t value	Coefficient.	t value		Coefficient	t value	
(Constant)	967.01	1.0	-1193.72	-1.5		2039.07	1.1	
Rainfed agriculture (ha)	160.62	1.5	552.66	3.8	***	6.12	0.0	
Irrigated agriculture (ha)	504.89	2.6	15.94	0.1		176.67	0.7	
Goat herd size (No.)	22.85	4.2	13.04	2.6	**	-3.21	-0.3	
Forest use (loads consumed and sold per year)	7.48	7.3	4.75	1.8	*	-0.29	-0.1	
Cheese production (kg per year)	1.61	2.9	1.21	1.1		0.39	0.3	
Years of schooling of family head	-52.98	-0.8	-32.21	-0.8		-15.96	-0.1	
Number of family members	69.34	0.8	183.14	3.4	***	1280.40	4.2	***
Share of off-farm income in household income (%)	-669.37	-0.4	1972.83	2.3	**	-1472.32	-0.1	
Share of non-agric. on-farm income in household income (%)	6882.58	2.8	-924.53	-0.2		5723.29	1.6	
Pampa Larga	1378.52	1.7	458.94	0.5		840.73	0.6	
Santiago de Cañas	-380.80	-0.4	131.55	0.1		414.02	0.2	
Lomas Negra	1833.33	2.1	1183.89	1.5		2300.95	1.3	
Olmos	368.05	0.4	755.43	0.9		958.17	0.4	
Santa Cruz	1378.55	1.5	78.43	0.1		5194.46	2.5	***
Adj. R ²	0.428		0.711			0.556		

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000 + S/.3.5=US\$1

* Significant at p<0.10

** Significant at p<0.05

*** Significant at p<0.01

Table 6. Regression coefficients of goat herd size (No.) with selected variables of agropastoral households in Piura and Lambayeque

	All (n=159)			Poorest (n=40)			Richest (n=40)		
	Coeff.	t value		Coeff.	t value		Coeff.	t value	
(Constant)	48.227	3.4	***	-19.486	-0.6		28.433	0.8	
Rainfed agriculture (ha)	1.406	0.9		-4.222	-0.7		-0.266	-0.1	
Irrigated agriculture (ha)	1.689	0.6		7.755	1.3		2.381	0.5	
Forest use (loads consumed and sold per year)	-0.022	-1.4		-0.017	-0.2		-0.045	-1.3	
Cheese production (kg per year)	0.031	3.9	***	0.092	2.3	**	0.019	0.8	
Years of schooling of family head	-0.950	-1.0		4.008	2.9	***	-2.707	-0.9	
Number of family members	3.504	2.8	***	5.970	3.4	***	11.984	2.4	**
Share of off-farm income in household income (%)	-44.406	-1.7	*	4.099	0.1		-467.586	-2.5	**
Share of non-agric. on-farm income in household income (%)	-5.847	-0.2		-133.413	-0.7		16.289	0.2	
Pampa Larga	-2.640	-0.2		-10.771	-0.3		40.606	1.5	
Santiago de Cañas	13.607	0.9		-25.629	-0.7		50.102	1.6	
Lomas Negra	-38.111	-2.9	***	-25.998	-0.9		-29.392	-0.9	
Olmos	-42.200	-3.2	***	-34.886	-1.1		-31.404	-0.8	
Santa Cruz	-39.372	-2.9	***	-16.741	-0.5		-11.501	-0.3	
Adj. R ²	0.306			0.344			0.257		

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

- * Significant at p<0.10
- ** Significant at p<0.05
- *** Significant at p<0.01

Table 7. Regression coefficients of forest use (loads⁺ of firewood consumed and sold per year) with selected variables of agropastoral households in Piura and Lambayeque

	All (n=159)			Poorest (n=40)			Richest (n=40)		
	Coefficient	t value	.	Coefficient	t value	.	Coefficient	t value	.
(Constant)	351.313	4.8	***	38.829	0.6		313.557	1.8	*
Rainfed agriculture (ha)	1.228	0.1		7.747	0.7		-1.406	-0.1	
Irrigated agriculture (ha)	-0.752	0.0		-17.443	-1.6		0.857	0.0	
Goat herd size (No.)	-0.623	-1.4		-0.061	-0.2		-1.267	-1.3	
Cheese production (kg per year)	0.001	0.0		-0.128	-1.6		-0.187	-1.4	
Years of schooling of family head	-8.836	-1.7	*	-2.038	-0.7		-18.371	-1.2	
Number of family members	2.491	0.4		5.776	1.5		54.392	2.0	*
Share of off-farm income in household income (%)	-361.207	-2.7	***	-121.350	-2.0	*	-1396.712	-1.3	
Share of non-agric. on-farm income in household income (%)	-193.035	-1.0		568.246	1.7		-210.652	-0.6	
Pampa Larga	-177.555	-2.8	***	21.786	0.3		-164.339	-1.1	
Santiago de Cañas	-161.638	-2.2	**	5.424	0.1		6.906	0.0	
Lomas Negra	-195.527	-2.8	***	11.872	0.2		-326.113	-1.9	*
Olmos	-115.334	-1.6	0.11	64.517	1.1		-105.189	-0.5	
Santa Cruz	171.109	2.3	**	-7.809	-0.1		626.367	3.8	***
Adj. R ²	0.252			0.239			0.631		

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

⁺ One load is approximately 240 kg.

* Significant at p<0.10

** Significant at p<0.05

*** Significant at p<0.01

Table 8. Firewood extraction and endogenous poverty of agropastoral households in Piura and Lambayeque

Variable	Location (ecozone*)					
	Loma Negra (A)	Belisario (B)	Santa Cruz (B)	Cañas (B)	Olmos (C)	Pampa Larga (D)
Firewood extraction per household (loads)**	66	258	461	68	163	83
Endogenous poverty***	0.39	1.00	0.76	0.16	0.27	0.10

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

* Perevolotsky (1990)

** Consumed and sold

*** Forest extraction divided by forest stock ranking in Table 2 relative to the highest household extraction

Appendix 1. Descriptive statistics of variables used in the regression analyses of agropastoral households in Piura and Lambayeque

Variable	All (n=159)		Poorest (n=40)		Richest (40)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Rainfed agriculture (ha)	1.6	2.4	0.9	1.0	2.1	2.4
Irrigated agriculture (ha)	0.5	1.2	0.5	0.9	0.7	1.9
Goat herd size (No.)	45.0	49.6	24.1	34.1	57.7	57.3
Forest use (loads* consumed and sold per year)	171.3	260.9	71.5	63.5	304.2	443.8
Cheese production (kg per year)	147.4	435.2	60.3	134.2	228.2	413.8
Years of schooling	4.7	3.5	5.3	3.6	4.1	3.1
Number of family members	5.8	2.7	7.1	3.2	4.2	1.9
Household income (soles)	5106	3579	2060	1306	8927	3989
Share of non-agric. on-farm in household income (%)	0.015	0.091	0.005	0.028	0.030	0.150
Share of off-farm income in household income (%)	0.066	0.133	0.109	0.162	0.028	0.050

Source: Survey conducted by ICARDA between June and July 2000

* One load is approximately 240

MODELACIÓN DEL MANEJO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DEL BOSQUE SECO TROPICAL, COSTA RICA

Víctor H. Meza Picado¹

¹Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales (INISEFOR)
Universidad Nacional. 86-3000 Heredia, Costa Rica, América Central.
E. mail: vmezap@una.ac.cr

RESUMEN

El bosque seco tropical del Área de Conservación Guanacaste, en la parte noroeste de Costa Rica representa el parche más grande de este ecosistema en toda Centroamérica. En 1990, se instalaron tres parcelas permanentes distribuidas en un bosque secundario de 37 años de edad, en un bosque secundario de 57 años de edad y en un bosque primario poco intervenido. Con base en las mediciones de 12 años de observación se busco determinar la dinámica del número de árboles y del área basal, dándole el mayor énfasis a 13 especies comerciales para aserrío presentes en estos bosques. Por otro lado, partiendo de la premisa que el manejo silvicultural deberá potencializar el crecimiento de los árboles, se plantea la posibilidad de predecir el crecimiento de la masa forestal basado en los incrementos presentados por los individuos que más crecieron en cada tipo de bosque y que corresponden a los árboles que el manejo silvicultural deberá promover para su futura cosecha. En este sentido, se quiso modelar el crecimiento diamétrico a través de dos escenarios: el Escenario 1, que es el producto de un bosque sin manejo y el Escenario 2, que representa el resultado de la simulación del crecimiento de un bosque bajo manejo silvicultural y que deberá reflejar el verdadero potencial de crecimiento del bosque seco. Por lo que, al comparar las edades en que los árboles alcanzan los 60 cm de diámetro (diámetro mínimo de corta) reportadas en el Escenario 2, se da una disminución de 73 años en el bosque secundario de 37 años; de 68 años en el bosque secundario de 57 años y de 103 años en el bosque primario intervenido, lo que representa un 44%, 39% y 49%, respectivamente, de disminución en el tiempo al compararlo con el Escenario 1; esta ganancia en el tiempo, demuestra la necesidad de establecer mecanismos que promuevan el manejo de estos ecosistemas.

Palabras clave: manejo silvicultural, bosque seco tropical, Costa Rica

ABSTRACT

The tropical dry forest of the Guanacaste Conservation Area, in northwestern Costa Rica represents the most extensive area of this ecosystem in Central America. In 1990, three permanent plots distributed in a 37-year old and 57-year old secondary forest and in a primary forest with little intervention were installed. Based on a 12-years data register, the dynamics of the number of trees and basal area were determined, with emphasis on 13 commercial timber species present in these forests. In addition, starting from the premise that silvicultural management will favour tree growth, the possibility to predict the forest mass growth based on rates of the best growing individuals in each forest, and which are the ones which forest management plans will have to promote for future harvesting, is proposed. Diameter increment was modelled through two settings: Setting 1 is the product of a forest without management and Setting 2 presents the results of a simulated growth of a forest under silvicultural management. The latter should reflect the true growing potential of the dry forest. Results show that the ages at which trees attain 60 cm of diameter (minimum harvest diameter) in Setting 2 are 73-year lower in the 37-year old secondary forest, 68-year lower in the 57-year old secondary forest and 103 year lower in the intervened primary forest, which represents 44%, 39% and 49%, respectively, when compared with results in Setting 1. This gain in time shows the necessity of establishing mechanisms which promote the management of these ecosystems.

Key words: silvicultural management, tropical dry forest, Costa Rica

INTRODUCCIÓN

En el Área de Conservación Guanacaste (ACG) se encuentra ubicado el parche más grande de bosque seco tropical en toda Centroamérica, este tipo de bosque llegó a cubrir en el pasado casi toda la costa oeste de Centroamérica. En la actualidad el 98% de este territorio se ha convertido en ciudades, fincas y plantaciones que alimentan la gente de esta región (ACG, s.f.). Esta situación evidencia que el bosque seco tropical al igual que los bosques húmedos presentan problemas similares en términos de presión sobre el recurso; sin embargo, reconvertir nuevamente bosques secos que han sufrido algún grado de intervención puede tomar mucho más tiempo que en los bosques húmedos. Por lo tanto es necesario desarrollar mecanismos que incentiven su conservación.

En Costa Rica, hoy en día la silvicultura de bosques naturales afronta una serie de presiones externas, promovidas principalmente por grupos ambientalistas que luchan para que esos ecosistemas no sufran ningún grado de intervención forestal y por otro lado, están las políticas estatales, que han eliminado el Pago de Servicios Ambientales para el manejo de los bosques, lo que ha contribuido a que el manejo forestal no se considere como una actividad más en la producción de finca, sino como un gasto excesivo; lo que ha puesto en muchos casos en peligro la permanencia del recurso.

Es por esto, que tanto la dinámica poblacional como el crecimiento y la composición florística del Bosque Seco Tropical, se han convertido en un importante foco de interés del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), de la Universidad Nacional de Costa Rica, que a partir del año 1998 estableció un convenio con la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH) del ACG, con el fin de procesar y analizar la información proveniente de tres parcelas permanentes de muestreo, ubicadas en el Parque Nacional Guanacaste y así poner a disposición de la comunidad científica y del público en general, la información más reciente sobre el posible impacto de las labores silviculturales en estos ecosistemas.

En el presente trabajo se busca identificar el comportamiento del número de árboles y del área basal, dándole el mayor énfasis al grupo de las especies comerciales para aserrío. Además, de modelar el crecimiento diamétrico a través de dos escenarios: el Escenario 1 que es el producto de un bosque sin manejo y el Escenario 2, que representa el resultado de un bosque bajo manejo silvicultural. Se parte de la premisa de que los árboles que más crecen, son los que el manejo deberá promover para su futura cosecha y representan el verdadero potencial de crecimiento del bosque.

METODOLOGÍA

En 1990, se instalaron tres parcelas permanentes en tres sitios diferentes dentro del Parque Nacional Guanacaste, distribuidas de la siguiente manera: la parcela 1 en un bosque secundario de 37 años de edad, al momento de su última medición (SITIO 1); la parcela 2 en un bosque secundario de 57 años de edad (SITIO 2); y la parcela 3 en un bosque primario poco intervenido (SITIO 3). Cada parcela tiene una extensión de una hectárea (100 m x 100 m) y está subdividida en 25 subparcelas de 0,04 ha (400 m²). En la parcela 1 se midió el diámetro con cinta diamétrica de todos los árboles de 5 o más cm de diámetro a la altura de pecho (dap), mientras que en las parcelas 2 y 3 se midió el dap de todos los árboles por arriba de 10 cm; sin embargo, en este estudio solo se evalúan los individuos mayores a 10 cm.

Con los datos acumulados de doce años de medición se identificaron las especies que actualmente presentan potencial para aserrío: *Brosimum* sp. (ojoche), *Bombacopsis quinata* (pochote), *Simarouba glauca* (aceituno), *Lysiloma divaricatum* (quebracho), *Tabebuia* sp. (cortéz), *Quercus oleoides* (roble), *Manilkara chicle* (níspero), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Astronium graveolens* (ron-ron), *Dalbergia retusa* (cocobolo), *Lonchocarpus* sp. (chaperno), *Cordia alliodora* (laurel) e *Hymenaea courbaril* (guapinol), las cuales conforman el grupo de las especies comerciales. El resto de especies que actualmente no presentan ningún valor económico para aserrío se incluyeron en la clase denominada “no comerciales”. Una vez agrupadas se procedió a calcular el número de árboles y el área basal por clase diamétrica, lo que sirvió para realizar las respectivas comparaciones, según grupos de interés. Para el grupo comercial se procedió a calcular por clase diamétrica el incremento corriente anual diamétrico promedio (ica observado). Posteriormente, con los ica observados del grupo de las especies comerciales, se procedió a establecer dos escenarios de crecimiento, partiendo de la premisa de que el manejo silvicultural deberá potencializar el crecimiento diamétrico de los árboles. Se plantea la posibilidad de predecir los crecimientos diamétricos con base en los incrementos presentados por los árboles que más crecieron durante los 12 años de observación, para lo que se diseñaron dos escenarios: a) Escenario 1: Bosque sin manejo (ica observados que corresponden a los valores de un bosque sin manejo) y b) Escenario 2: Bosque con manejo silvicultural (ica observados superior al promedio calculado para el Escenario 1, que corresponden a los árboles que más crecen).

Con el ica promedio para los dos escenarios diseñados se obtuvieron los valores de los ica corregidos mediante modelos polinomiales, utilizando la opción de regresión múltiple del programa STATGRAPHICS PLUS. Los “ica corregidos”, fueron graficados junto con los “ica calculados”. Luego, con los “ica corregidos”, se procedió a calcular los “tiempos de paso” en cada escenario.

Descripción del área de estudio

El área de estudio según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, (Holdridge, 1982) se ubica en el Bosque Seco Tropical, con un clima subhúmedo, muy caliente, una estación seca larga (más de 70 días con déficit de agua), una precipitación media anual de 1710 mm (Herrera, 1985). Las parcelas 1 y 2 se clasifican como bosques deciduos de bajura, de topografía plana, con suelos Inceptisoles de buen drenaje; la parcela 3 como bosque semideciduo de bajura, con topografía ondulada, accidentada y con suelos Inceptisoles de buen drenaje (Gómez, 1986).

RESULTADOS

Composición florística y caracterización de los bosques

En términos de diversidad, en bosques secos secundarios existe un patrón definido en cuanto al número de especies (González, 2002), con un aumento en las especies arbustivas a medida que se avanza en la edad de la sucesión; patrón que se presentó en el bosque secundario de 57 años (SITIO 2) que mostró un aumento en la riqueza florística, al comparar las observaciones del año 1991 con las del año 2002, en 1991 se registraron 30 familias, 41 géneros y 37 especies; mientras que para el 2002 se observaron cinco nuevos géneros (46) y el número se incrementó en cuatro (41) registradas. Sin embargo, se comprobó que el bosque secundario de 37 años (SITIO 1) en 1991 poseía 26 familias, 40 géneros y 37 especies, mostrándose una disminución en la diversidad para el 2002 con 23 familias, 39 géneros y 34 especies.

En general, los bosques secundarios muestran mucha similitud, en los cuales se encontraron de 1 a 3 géneros por familia. Por último, para el bosque primario intervenido (SITIO 3) en 1991 se observaron 32 familias, 53 géneros y 43 especies y en el 2002 se bajó a 30 familias, 51 géneros y 43 especies.

Los bosques secundarios (SITIO 1 y 2) presentaron en común 6 especies con un mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) (*Quercus oleoides*, *Cochlospermum vitifolium*, *Luehea speciosa*, *Rehdera trinervis*, *Zuelania guidonia* y *Xylosma excelsum*) con valores que van desde 2,6% hasta 18,2%, con diferencias poco marcadas para una misma especie, debido a que son bosques similares en su estado sucesional. Por otra parte, en el bosque primario intervenido (SITIO 3), se encontraron especies como: *Hymenaea courbaril*, *Manilkara zapota*, *Simarouba glauca*, *Brosimum alicastrum*, *Ocotea veraguensis*, *Lonchocarpus* sp, catalogadas como esciófitas o heliófitas durables, lo que demuestra un estado de sucesión avanzado. *Quercus oleoides* fue la única especie que se repitió en los tres sitios y presentó un IVI bastante alto (entre 12,6 y 23,9%, según sitio), principalmente por el área basal que ocupan los árboles de esta especie, ya que son individuos con grandes diámetros y que posiblemente son remanentes del bosque natural.

El área basal es un importante indicador del estado de desarrollo del bosque y del grado de ocupación del espacio por los árboles, por lo que es necesario destacar que los valores de los bosques secundarios de 20,14 m²/ha (SITIO 1) y de 21,29 m²/ha (SITIO 2) reportados en este estudio, son relativamente similares a los 20,24 m²/ha obtenidos por Monge *et al.* (2002) para un bosque seco tropical en Costa Rica. A pesar de eso, los mismos autores reportan valores de 22,17 m²/ha y 23,47 m²/ha para otros bosques secos, los cuales son ligeramente mayores a los obtenidos en este estudio, pero se encuentran por debajo de los 27,47 m²/ha obtenidos en el bosque primario intervenido (SITIO 3).

El valor del área basal y el número de individuos por sitio para el total de las especies aumenta a medida que se avanza en la edad de los bosques, es decir que el menor valor reportado lo obtuvo el bosque secundario de 37 años (SITIO 1), con un promedio de 20,15 m²/ha en los doce años de evaluación, seguido por el bosque secundario de 57 años (SITIO 2), con un promedio de 20,80 m²/ha y la mayor área basal promedio se dio en el bosque primario (SITIO 3) con 28,65 m²/ha. Estos valores reflejan una cierta tendencia de aumentar durante la sucesión y edad de los bosques, los cuales apuntan hacia los niveles habituales de los bosques primarios (Spittler, 2002a).

Con relación a los SITIOS 1 y 2 existe una diferencia positiva en el área basal al comparar el año 1990 con el 2002, que corresponden al primer y al último año de evaluación, lo que demuestra una recuperación de los bosques. Por el contrario, esta situación contrasta con la disminución observada en el área basal del bosque primario (SITIO 3), que a pesar del aumento en el número de árboles por hectárea (en 16), el área basal disminuyó en 1,8 m²/ha. Esta pérdida en el área basal sumado a una constancia en su valor por año de observación son dos importantes indicadores que demuestran un equilibrio dinámico. Por otra parte, define también el límite físico del crecimiento del bosque. En términos silviculturales, Dawkins (1958) citado por Méndez y Solano (1998) desarrolló el criterio de área basal limitante, la cual representa el nivel de ocupación donde el crecimiento neto se aproxima a cero, en esta relación actúan la competencia y la supresión de individuos, lo que da origen a una disminución en el crecimiento de los árboles individuales, inducida principalmente por el grado de ocupación y de los valores del área basal que estos bosques puedan alcanzar, el cual probablemente se encuentre muy cerca de los 29 m²/ha.

Desarrollo del número de árboles y del área basal comercial

Un análisis en la distribución diamétrica (representada por el número de individuos en cada clase diamétrica) permite precisar los efectos de los principales factores ambientales o de intervención forestal sobre la estructura del rodal. El comportamiento de las diferentes curvas de distribución diamétrica comprueban que durante los 12 años de observaciones no se registró ningún evento importante que impactara significativamente el número de árboles por clase diamétrica ni por grupo de interés comercial, lo que demuestra una estabilidad en los bosques. De igual manera, el número de individuos comerciales se mantuvo relativamente invariable manteniendo una relación constante con el de individuos no comerciales.

Por otro lado, las curvas de frecuencia para los tres bosques, son de la forma de “J” invertida, con un alto número de individuos en las primeras clases y una disminución conforme se avanza en las clases superiores. Este es un importante indicador para las labores silvícolas, así como para el desarrollo de una producción forestal continua, ya que son los individuos de las clases inferiores los que asegurarán la reposición en las clases superiores una vez realizado el aprovechamiento siempre y cuando se dé una regeneración adecuada de especies comerciales en las cuales el manejo forestal ha centrado su interés.

Se debe destacar que el número de individuos comerciales en el bosque secundario joven (37 años) alcanzó el 25% del total de árboles para este bosque, lo que equivale a 105 árboles/ha. Para el bosque secundario de 57 años este valor llega a un 35%, que representa a 181 árboles/ha, y para el bosque primario intervenido, los árboles comerciales alcanzaron un 30% (140 árboles/ha). Desde el punto de vista de producción forestal y fijando los 30 cm como diámetro mínimo de corta (DMC), se determinó que en los bosques secundarios (SITIO 1 y 2) se encontraron entre 33 y 40 individuos/ha arriba del DMC, lo que establece un número importante de candidatos para ser aprovechados en una futura cosecha, y en el caso del bosque primario (SITIO 3) este número alcanzó los 64 individuos/ha.

Para el área basal de las especies comerciales por año de medición y por clase diamétrica, el análisis de varianza indicó que no existen diferencias significativas por año de evaluación (Cuadro 1), lo que demostró una persistencia en el área basal durante los años de observación, en donde se estableció una diferencia entre los años 1990 y 2002 de apenas 0,62 m²/ha para el bosque secundario de 37 años, y de 0,65 m²/ha para el bosque secundario de 57 años; ambos casos presentaron una ganancia positiva en la recuperación del área basal, situación que contrasta con la disminución de -2,18 m²/ha reflejada en el bosque primario intervenido. Por tratarse de estados de sucesión temprana en los dos primeros casos, no debe extrañar que exista una recuperación positiva del área basal, ya que como se mencionó anteriormente, los bosques secundarios tienden a buscar los valores máximos propuestos por los bosques primarios.

Sin embargo, se debe recalcar el valor relativamente “bajo” del incremento del área basal durante el período, el cual podría sugerir que estos ecosistemas son comparativamente menos productivos que los bosques húmedos tropicales, en los cuales se reportan en once años de observación una recuperación del área basal de 2,6 m²/ha para rodales testigo, de 4,69 m²/ha para rodales tratados con refinamiento y de 5,85 m²/ha para rodales tratados con liberación normal (Meza *et al.*, 2004). Esto demuestra que la silvicultura de producción de madera en los bosques secos no sólo deberá competir con otros usos alternativos al bosque, sino también con la silvicultura de los bosques húmedos tropicales que reporta mayores valores de productividad debido a condiciones climáticas más favorables que las presentadas en el bosque seco.

El porcentaje del área basal comercial aumenta a medida que se avanza en la edad del bosque; es así como el mayor valor lo presentó el bosque primario intervenido con 21,24 m²/ha para el año 2002, en donde los árboles remanentes mayores a 50 cm de diámetro aportaron el mayor peso en cada año de observación. Tal es el caso de *Quercus oleoides* que para 1990, presentó la mayor dominancia por especie con 15,8 m²/ha, lo que significó el 90% del total del área basal (17,5 m²/ha) con un número de individuos de 31,0 árboles/ha. A pesar de esto, debe recalarse que el área basal comercial es uno de los indicadores dasométricos más cambiantes de las últimas dos décadas en Costa Rica, ya que la disminución de individuos de las especies comerciales valiosas, que provenían de los bosques naturales, han dado paso a que la industria y el mercado nacional acepte el ingreso de “nuevas” especies, que años atrás no presentaban ningún interés comercial para aserrío. Un ejemplo de esto es *Apeiba* sp., que hoy día es utilizada para aserrío (formaleta).

Potencial de la producción forestal

Crecimiento diamétrico a través del diseño de dos escenarios de manejo forestal.

Los sistemas silviculturales pueden verse como mecanismos de conservación de bosques, que en su forma clásica, se definen como el proceso mediante el cual la cosecha que contiene un bosque es manejada, aprovechada y reemplazada por una nueva masa forestal que constituirá la futura cosecha y en donde, obviamente, las prácticas silviculturales deberán contribuir con la producción continua del ecosistema sin poner en peligro su permanencia.

Para la predicción de los crecimientos en los diferentes escenarios de manejo fue necesario eliminar los individuos de las clases menores a 10 cm de dap, debido a su gran número, ya que es conocido que la mayoría va a morir y por lo tanto no contribuyen a la predicción de la productividad forestal. En este sentido Wadsworth (2003, comunicación personal) menciona que el futuro de un árbol de 10 cm de dap o más, es mucho más seguro que el de uno con menor diámetro, que son considerados como regeneración no establecida. Por otro lado, los árboles mayores a 60 cm, son eliminados por su poca contribución al análisis de la producción forestal, ya que resulta “poco probable” esperar que con el crecimiento tan lento mostrado por estos ecosistemas se trate de producir árboles superiores a este diámetro.

Aunque las cifras de crecimiento usadas para las especies de mayor valor comercial en el Escenario 1 son indicadoras de un bosque sin manejo, es de esperar que el manejo silvicultural potenciará el crecimiento diamétrico de los árboles. Wadsworth (2000) menciona que “la clave de la producción forestal no se debe centrar en el ecosistema sino en el crecimiento del árbol, ya que en la medida en que se favorezca el incremento de los árboles, también se contribuirá con el crecimiento del bosque”. Es a partir de esta premisa, que se plantea la posibilidad de predecir los crecimientos diamétricos con el uso de los árboles que más crecieron durante los 12 años de observación. En el caso del Escenario 2, se presentan los valores del incremento diamétrico anual (ica) por clase diamétrica, superiores al promedio para el Escenario 1. El Escenario 2 muestra el valor indicativo de lo que se podría esperar a través de la implementación de técnicas de manejo silvicultural, que buscan eliminar la competencia en el ámbito de dosel y de sitio. Ya que la posición de la copa es clave para el crecimiento de los individuos, los árboles dominantes crecerán un 100% de su potencial de desarrollo, los codominantes crecerán en porcentajes menores a 90%; los intermedios 60%; y los suprimidos 25%, presentarán los menores

crecimientos producto de la competencia entre individuos. Esto da una idea sobre la aceleración del crecimiento que sería posible esperar con la liberación u otras prácticas silviculturales.

Incrementos corrientes anuales observados por escenario de manejo.

Se debe mencionar que ninguno de los bosques aquí estudiados ha sufrido algún tipo de intervención silvicultural durante los pasados 12 años, lo que hace pensar que los incrementos reportados en el Escenario 1 están lejos de mostrar el verdadero "potencial de desarrollo" del bosque seco en Costa Rica; por lo tanto para fijar tasas de cosecha de árboles no debe aceptarse el crecimiento natural reportado en el Escenario 1, ya que con intervenciones silviculturales será posible reducir aún más la rotación de cosecha. La liberación, como ejemplo, ha triplicado el crecimiento en árboles individuales en Puerto Rico (Wadsworth, 2000). En Costa Rica Meza *et al.* (2002), trabajando en bosques húmedos, observaron en promedio para las clases diamétricas inferiores (10-30 cm), un aumento de hasta 45% en el incremento corriente anual del diámetro, atribuible a las prácticas de manejo silvicultural realizadas. De manera que si el bosque seco se manejara podría esperarse una reacción similar a la mostrada por los bosques húmedos. Por lo tanto, el promedio correspondiente al 25 % de los árboles de mayor crecimiento, podría estar cerca de alcanzar el verdadero potencial del crecimiento en estos ecosistemas.

El Cuadro 2 muestra que el incremento corriente anual por clase diamétrica en el Escenario 1 se mantuvo relativamente constante, sin llegar a destacar ninguna clase en especial, y como se mencionó anteriormente, estos valores son el reflejo del bosque sin manejo, de ahí que al analizar los valores del crecimiento para el Escenario 2, deberán verse como el resultado esperado en un bosque bajo algún grado de intervención silvicultural. Por otro lado, los ica por clase diamétrica para el Escenario 2 mantienen una tendencia similar a la mostrada por el Escenario 1, en donde los mismos conservan valores muy similares por clase. Sin embargo, si hubiera que destacar algún crecimiento, la clase de 45 cm en el Escenario 2 del bosque secundario de 37 años representa el mayor ica promedio observado por clase diamétrica con 0,69 cm/año. A pesar de esto se aprecia que los incrementos en el Escenario 2 son mayores en un 40% (en promedio para todas las clases diamétricas) a los incrementos observados en el Escenario 1, de ahí que se planteara la necesidad de potencializar el desarrollo de los árboles a través de actividades silviculturales. No obstante, la proyección de crecimiento natural en el Escenario 1 con base a datos promedio ha ocultado las verdaderas posibilidades de producción forestal de estos sitios, ya que en este valor se incluyen los árboles suprimidos y de lento crecimiento u árboles dañados, cuyo crecimiento es menor al promedio, lo que hace que al incluirlos, los resultados finales que se obtienen sean menores y subestimen el crecimiento de la masa forestal. Estos individuos suprimidos deberán desaparecer naturalmente (muy probablemente no lleguen a la madurez) o serán eliminados en las prácticas de manejo. Por este motivo, los árboles que se encuentran creciendo por debajo del promedio fueron excluidos del análisis de crecimiento para el Escenario 2, presentándose solamente los valores de los individuos que crecen más que el promedio. Este crecimiento, algo mejor, es más realista para un bosque natural con tratamiento silvicultural.

Análisis de varianza

Crecimiento diamétrico por clase

El análisis de varianza (Cuadro 3) indica que no existen diferencias significativas en el crecimiento por clase diamétrica ($P = 0,4172$), para ningún sitio y bajo ningún escenario. Esto probablemente se deba a que: a) el clima limita fuertemente el crecimiento de los árboles sin importar su tamaño. El efecto de estos factores se da a un nivel mayor que en los bosques húmedos tropicales, en donde la disponibilidad de agua no representa una limitante, por el contrario en los ecosistemas secos uno de los principales limitantes es el recurso hídrico. Por otra parte, b) no se observa ninguna especie forestal con crecimientos sobresalientes, lo que hace que los promedios se mantengan en niveles bajos. No obstante, contrasta con lo observado en algunas especies comerciales del bosque húmedo tropical que sobresalen por su rápido crecimiento. Tal es el caso de *Vochysia guatemalensis* que alcanza su “ica máximo” de 1,82 cm/año en la clase de 45 cm (Mora & Meza, 2002). Este crecimiento se encuentra muy por encima de los reportados en especies de bosque seco, como *Lysiloma divaricatum* con 0,55 cm/año en la clase de 35 cm, *Quercus oleoides* con 0,31 cm/año en la clase de 45cm o *Swietenia macrophylla* con 0,53 cm/año en la clase de 25 cm (Meza & Mora, 2003). Por otra parte, la prueba de medias de Duncan ($P = 0,05$) indicó que el incremento corriente anual por clase diamétrica no presentó diferencias significativas (Cuadro 4), demostrándose con esto, que ninguna clase diamétrica llegó a destacar o a sobresalir por encima de otra clase diamétrica es decir que los árboles crecen a tasas similares sin importar el tamaño del diámetro. Desde el punto de vista del crecimiento diamétrico esto es importante, ya que el desarrollo del área basal o del volumen se comporta de una manera distinta, en donde una unidad de crecimiento diamétrico en árboles grandes aporta más área basal que la misma unidad en árboles pequeños, por lo que es importante mencionar esta variable dasométrica.

Crecimiento diamétrico por sitio

La prueba de medias (Duncan) separó al bosque primario intervenido (SITIO 3) con un incremento medio de 0,3132 cm/año del bosque secundario joven (SITIO 1) con un incremento de 0,4042 cm/año (Tabla 5). No se observaron diferencias entre el SITIO 1 y el SITIO 2, ni entre el SITIO 2 y SITIO 3. Lo anterior hace pensar que las especies comerciales en los bosques secundarios se encuentran creciendo a un ritmo similar y que el bosque secundario de 57 años presenta un incremento diamétrico equivalente al reportado por el bosque primario intervenido. Sin embargo, los individuos comerciales en el bosque secundario más joven se encuentran creciendo de manera significativamente diferente a los árboles en el bosque primario poco intervenido. El análisis de varianza reflejó que existen diferencias significativas entre el crecimiento diamétrico de las especies comerciales por sitio (Cuadro 5).

Modelos utilizados para el ajuste de los incrementos corrientes para los diferentes sitios en el Escenario 2

El estudio del crecimiento y de la producción presente y futura de los árboles y rodales forestales es básico y fundamental para la planificación y administración forestal (Moscovich, 2004), es por esto, que resulta indispensable contar con buenas herramientas de predicción para la toma de decisiones. Este mismo autor menciona que los modelos de crecimiento y de producción son universalmente aceptados como instrumentos de incontrastable utilidad para la planificación forestal. Sin embargo, es importante pensar que el uso de modelos busca simplificar los procesos ecológicos que influyen en el desarrollo de los árboles y de los rodales, los cuales pueden resultar bastantes complejos cuando se toma en cuenta la

competencia por luz y nutrimentos del sitio, entre otros factores, que obviamente influyen en el desarrollo de los árboles. El Cuadro 6 muestra los modelos polinomiales que mejor ajustaron los ica observados en los diferentes sitios para el Escenario 2. Se observa que en los tres casos corresponden a un grado 3. Aquí se presentan los incrementos potenciales producidos por la intervención silvicultural en cada bosque.

En el Cuadro 7 se presentan los valores estadísticos correspondientes al polinomio grado 3 obtenido para ajustar los ica de los árboles comerciales en el bosque primario intervenido, el cual supera a los estadísticos del modelo para los bosques secundarios. De esta manera, el R^2 (ajustado de acuerdo al número de variables independientes, o según el número de coeficientes que participan en la ecuación), es mayor que en los dos modelos de los bosques secundarios. Del mismo modo, el Error Estándar de las Estimaciones (SEE) para el modelo del bosque primario intervenido, presenta el valor más bajo. Por otra parte, el valor de F calculado superó al de los modelos en los bosques secundarios.

Determinación de la edad

El “tiempo de paso” representa el número de años que le toma al árbol promedio de una clase determinada pasar desde el límite inferior de su clase hasta el límite inferior de la clase siguiente. Los Cuadros 8 y 9 muestran los años que tardan los árboles de las especies comerciales de los diferentes bosques en pasar de una clase diamétrica a la siguiente, para el Escenario 1 y el Escenario 2, respectivamente. La estimación del tiempo se ve afectada por el uso de clases diamétricas de 10 cm y además es una función directa de los ica ajustados por los respectivos polinomios (Mora & Meza, 2002).

Es necesario recalcar el efecto positivo que tendrá la intervención silvicultural sobre los bosques según lo demuestran las edades en el Escenario 2, que representa el verdadero potencial de crecimiento del bosque seco. Como se observó en el Cuadro 2, el crecimiento lento indicado por los datos presentados y el número de años calculados para pasar de una clase diamétrica a otra en el Escenario 1 indican que la rotación natural es demasiado larga para ser rentable. Esto indica que el dap, indicador de madurez rentable, no puede ser mayor a 60 cm y tal vez sea sólo de 30 cm para el caso de los bosques secundarios. Pero será necesario conocer mejor la edad reproductiva de los individuos, así como la dinámica para cada especie que se quiera aprovechar con diámetros menores a los 60 cm. Por esto en la proyección del incremento no se incluyó a los árboles mayores, ya que los árboles de interés serán tan sólo los más pequeños, ubicados entre los 10 y 60 cm de diámetro.

En el Escenario 1 son los árboles promedio de los bosques secundarios los que necesitaron menos tiempo para alcanzar los 60 cm de dap, que es el diámetro mínimo de corta para Costa Rica, con 167 años y 173 años, para el SITIO 1 y el SITIO 2 respectivamente. En comparación a los árboles del bosque primario intervenido les demandó al menos 211 años llegar a la clase de 60 cm, lo que representa unos 44 años más que el Secundario de 37 años y 38 años más que el Secundario de 57 años. Los bosques secundarios son comunidades más dinámicas que el bosque primario poco intervenido, el cual es muy estable en cuanto a estructura y crecimiento. Por esta razón, los ciclos naturales de los dos primeros son más cortos que los de este último.

Al comparar las edades requeridas para que los árboles promedio alcancen un diámetro mínimo de 60 cm, se observó que los períodos de tiempo son siempre mayores en el Escenario 1 (Cuadro 8), al compararlas con las edades que fueron reportadas para los bosques en el Escenario 2 (Cuadro 9). En el caso del bosque secundario de 37 años la diferencia es de 73 años, lo que representa un 44%. Para el

bosque secundario de 57 años esta confrontación establece una diferencia de 68 años, que significa un 39%. Por último, en el bosque primario intervenido la diferencia es de 103 años, que constituye una demanda de un 49% más de tiempo para alcanzar los 60 cm de diámetro.

El efecto positivo que producirá el manejo silvicultural en la reducción de la rotación, tendrá que superar la rentabilidad de los usos alternativos como los pastos y la agricultura. En última instancia, la producción de madera en los climas más favorables del país, hace parecer que las opciones de manejo recomendadas para estos bosques podrían no ser atractivas para muchos finqueros, si el período de espera hasta la primera cosecha no es superado, por ejemplo, a través de estímulos financieros (Spittler, 2002b). No obstante, la mala situación financiera, que ha ido empeorando debido a la reducida rentabilidad de la actividad ganadera, establece una verdadera oportunidad para que la silvicultura desarrolle paquetes tecnológicos que potencien la producción forestal continua en los bosques secundarios, los cuales se han dado paso por el abandono de los pastizales, ya que cada vez el manejo de los bosques primarios es más restrictivo. Estos bosques, además, jugarán un papel importante en la prestación de servicios ambientales y en muchos casos servirán de amortiguadores de las áreas protegidas por lo que su conservación es el fin que todos los actores deben buscar.

CONCLUSIONES

- Los bosques secundarios de 37 y 57 años de edad presentaron entre un 25% y 35% de individuos comerciales, esto representa entre 105 árboles/ha y 181 árboles/ha. Para el bosque primario intervenido, los árboles comerciales promediaron un 30% con 140 árboles/ha.
- En los bosques secundarios (SITIO 1 y 2) se puede encontrar entre 33 y 40 individuos/ha arriba de los 30 cm de diámetro, lo que establece un número importante de candidatos para ser aprovechados en una futura cosecha, si se fijara como diámetro mínimo de corta los 30 cm.
- El área basal comercial aumentó a medida que se avanzaba en la edad del bosque, es así como el mayor valor lo presentó el bosque primario intervenido con 21,24 m²/ha para el año 2002, en donde los árboles remanentes mayores a 50 cm de diámetro aportan el mayor peso en cada año de observación, tal es el caso de *Quercus oleoides* que para 1990 presentó la mayor dominancia por especie con 15,8 m²/ha, lo que significó el 90% del total del área basal (17,5 m²/ha) y con un número de individuos de 31 árboles/ha.
- Los bosques secundarios presentaron valores de área basal comercial que van de 8,9 m²/ha a 12,8 m²/ha, para el SITIO 1 y SITIO 2, respectivamente, lo que representa el 44% y el 60% del total de área basal reportada en el año 2002 para ambos bosques.
- El análisis de varianza indicó que no existen diferencias significativas del crecimiento por clase diamétrica para ningún SITIO ($P = 0,0183$) y en ningún escenario ($P = 0,0001$).
- Existen diferencias significativas para el crecimiento diamétrico por bosque. La prueba de medias (Duncan) separó al bosque primario intervenido (SITIO 3) con un incremento medio de 0,31 cm/año del bosque secundario joven (SITIO 1) con un incremento de 0,40 cm/año. No se observaron diferencias entre el SITIO 1 y el SITIO 2, ni entre el SITIO 2 y el SITIO 3.
- Los períodos de tiempo para llegar al diámetro mínimo de 60 cm son siempre menores en el Escenario 2 que en el Escenario 1. Al comparar las edades reportadas por el Escenario 2, existe una ganancia de 73 años en el bosque secundario joven (37 años), de 68 años en el bosque secundario maduro (57 años) y de 103 años en el bosque primario intervenido, lo que representa un 44%, 39% y 49%, respectivamente, de disminución en el tiempo al confrontarlas con el Escenario 1.

RECOMENDACIONES

- Será necesario promover mecanismos que financien el establecimiento de prácticas silviculturales, en favor de mejorar las condiciones de aquellos árboles que se encuentran creciendo en mejores condiciones y potencialicen el desarrollo del bosque comercial a través de la réplica del crecimiento mostrado por el Escenario 2. El Pago de Servicios Ambientales (PSA) para el manejo forestal (vigente en el país hasta el año 2002) puede ser uno de estos mecanismos.
- El manejo silvicultural de estos bosques deberá centrarse en al menos trece géneros comerciales analizados, lo que se confirma al evaluar el alto número de individuos de la regeneración establecida con 93 árboles/ha (67%) menores a 30 cm de dap y de 46 árboles/ha (33%) a partir de 30 cm de dap, que son los posibles candidatos a ser aprovechados en una eventual intervención para el caso de los bosques secundarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Fonseca, K & L. Vásquez.** 1999. Restauración de la cobertura en la Reserva Forestal Monte Alto, Hojancha, Guanacaste. Tesis Lic. Heredia, CR, EDECA, UNA. 93 p.
2. **Fonseca, W., E. Chaves, F. Mora & V. Meza.** 2002. Dinámica y composición del bosque seco tropical. Seminario ecosistemas de bosque seco tropical: investigaciones y resultados en Mesoamérica, 21-23 de noviembre de 2002. INISEFOR, Heredia, Costa Rica. 243 p.
3. **Gómez, L. D. (Ed.).** 1986. Vegetación de Costa Rica: Vegetación y Clima de Costa Rica. Volumen 1. UNED, San José, CR. 385 p.
4. **González, E.** 2002. Composición y dinámica de diferentes estados sucesionales en el bosque seco tropical en el Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Seminario ecosistemas de bosque seco tropical: investigaciones y resultados en Mesoamérica, 21-23 de noviembre de 2002. INISEFOR, Heredia, CR. 243 p.
5. **Herrera, W.** 1985. Clima de Costa Rica. En: L. D. Gómez, (Ed.), Vegetación y Clima de Costa Rica. Volumen 2. UNED, San José, CR. 118 p.
6. **Holdridge, L. R.** 1982. Ecología basada en Zonas de Vida. Editorial IICA. 2da reimpresión. San José, CR. 216 p.
7. **Méndez, J. & G. Solano.** 1998. Estructura horizontal de bosques húmedos tropicales, en la Zona Norte de Costa Rica. Ciudad Quesada, CR, CODEFORSA. 27 p. (Colección Técnica de Manejo de Bosque Natural no. 14).
8. **Meza, V. & F. Mora.** 2003. Crecimiento diamétrico de las principales especies comerciales en el Bosque Seco Tropical no manejado. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica. Memoria del VI Congreso Forestal Centroamericano, 21 al 23 de mayo del 2003. Ciudad de Panamá, Panamá.

9. **Meza, V., F. Mora, E. Chaves & W. Fonseca.** 2002. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el Trópico Húmedo de Costa Rica. XII Congreso Forestal Mundial: memorias voluntarias.
10. **Meza, V., W. Fonseca & E. Chaves.** 2004. Recuperación del área basal para un ciclo de corta de 15 años en un bosque húmedo tropical, San Carlos, Costa Rica. Universidad Pinar del Río. 1: CD: 21 al 23 de abril del 2004. Pinar del Río, Cuba.
11. **Monge, A., R. Quesada, & E. González.** 2002. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a partir de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Costa Rica. Seminario ecosistemas de bosque seco tropical: investigaciones y resultados en Mesoamérica, 21-23 de noviembre de 2002. INISEFOR, Heredia, Costa Rica. 243 p.
12. **Mora, F. & V. Meza.** 2002. Crecimiento en el bosque natural. Memoria Especies Forestales Nativas. INISEFOR. Heredia, Costa Rica. 156 p.
13. **Mora, F. & V. Meza.** 2002. Tasas de incremento diamétrico y determinación de la edad en un Bosque Muy Húmedo Tropical, Puntarenas, Costa Rica. Segundo Congreso Forestal Latinoamericano, 31 de Julio, 1 y 2 de agosto 2002, Guatemala.
14. **Moscovich, F.** 2004. Modelos de crecimiento y producción forestal. INTA. Montecarlo-Misiones, Argentina. 39 p. (Informe Técnico N° 55).
15. **Spittler, P.** 2002a. Alternativas de manejo de bosques secundarios secos de la Región Chorotega y su análisis financiero. Seminario ecosistemas de bosque seco tropical: investigaciones y resultados en Mesoamérica, 21-23 de noviembre de 2002. INISEFOR, Heredia, Costa Rica. 243 p.
16. **Spittler, P.** 2002b. Dinámica de los bosques secundarios secos de la Región Chorotega, Costa Rica. Seminario ecosistemas de bosque seco tropical: investigaciones y resultados en Mesoamérica, 21-23 de noviembre de 2002. INISEFOR, Heredia, Costa Rica. 243 p.
17. **Wadsworth, F.** 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Washington, DC. 563 p.

Cuadro 1. Área basal para cada grupo de interés comercial en 12 años de mediciones por sitio de evaluación. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Sitio	Año de evaluación	1990		2002	
		m ² /ha	%	m ² /ha	%
Bosque secundario 37 años	Área basal				
	Total	19,85	100	20,14	100
	Comercial	8,23	42	8,86	44
	No comercial	11,62	58	11,29	56
Bosque secundario 57 años	Total	20,29	100	21,29	100
	Comercial	12,10	60	12,75	60
	No comercial	8,19	40	8,55	40
Bosque Primario	Total	29,28	100	27,47	100
	Comercial	23,42	80	21,24	77
	No comercial	5,86	20	6,23	23

Cuadro 2. Incremento corriente anual observado (ica) por clase diamétrica para los dos escenarios. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Punto medio de clase (cm)	Escenario 1 (bosque sin manejo)			Escenario 2 (bosque potencialmente manejado)		
	Incremento corriente anual (cm/año)					
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
15	0,29	0,29	0,23	0,46	0,54	0,41
25	0,29	0,26	0,26	0,50	0,47	0,49
35	0,30	0,33	0,19	0,55	0,60	0,29
45	0,36	0,26	0,24	0,69	0,37	0,43
55	0,28	0,25	0,20	0,45	0,38	0,54
65	0,32	0,30	0,17	0,37	0,35	0,32
75		0,23	0,09			0,14

Cuadro 3. Análisis de varianza para el incremento corriente anual por clase diamétrica. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

	G.L	C.M.	F	P
Sitio	2	0,02509	4,65	0,0183 *
Escenario	1	0,31716	58,83	0,0001 **
Clases diamétricas	2	0,00558	1,04	0,4172 ^{ns}
Error	27	0,00539		

** = Altamente significativa con alfa < 0.01

* = Significativa con alfa < 0.05

ns = No significativa con alfa > 0.05

Cuadro 4. Prueba de medias para el incremento corriente anual por clase diamétrica. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Clase diamétrica (cm)		
10-19.9	Media	0.36993
	Grupo	A
20-29.9	Media	0.37662
	Grupo	A
30-39.9	Media	0.37600
	Grupo	A
40-49.9	Media	0.38987
	Grupo	A
50-59.9	Media	0.34932
	Grupo	A
60-69.9	Media	0.30503
	Grupo	A

Nota: Medias con las mismas letras no presentan diferencias significativas.
Prueba de medias (Duncan) *alfa* = 0,05

Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para el incremento corriente anual por Sitio. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica
Prueba de medias (Duncan) $\alpha = 0.05$

Grupo		Media	Sitio
	A	0.40422	1
B	A	0.36601	2
B		0.31316	3

Nota: Medias con las mismas letras no presentan diferencias significativas

Cuadro 6. Modelos polinomiales utilizados para ajustar los incrementos corrientes observados de las especies comerciales en los diferentes sitios en el Escenario 2. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Bosque	Modelos polinomiales
Secundario de 37 años	Ica ajust. = $0,402041 - 0,000884534*PM + 0,000367506*PM^2 - 0,00000564722*PM^3$
Secundario de 57 años	Ica ajust.= $-0,110316 + 0,070642*PM - 0,00204193*PM^2 + 0,0000164333*PM^3$
Primario intervenido	Ica ajust = $0,417359 - 0,00323399*PM + 0,000291679*PM^2 - 0,00000398188*PM^3$

PM= Punto medio de la clase diamétrica

Cuadro 7. Medidas estadísticas usadas para evaluar la “bondad del ajuste” de los modelos polinomiales calculados para las especies comerciales

Grupo	Modelo	R ²	SEE	MSE	F
Secundario de 37 años	Polinomio grado 3	0,71	0,0923	0,017038	1,63
Secundario de 57 años	Polinomio grado 3	0,85	0,0883	0,00780	1,86
Primario intervenido	Polinomio grado 3	0,87	0,0801	0,01284	4,61

Cuadro 8. Tiempos de paso y edades acumuladas para los árboles promedio por tipo de bosques en el Escenario 1. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Bosque	Secundario de 37 años			Secundario de 57 años			Primario intervenido		
	Clase (cm)	Ica ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)	Edad acumulada (años)	ica ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)	Edad acumulada (años)	ica ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)
10-20	0,29	34	34	0,29	35	35	0,23	43	43
20-30	0,27	37	71	0,33	30	65	0,25	40	82
30-40	0,32	32	102	0,32	31	96	0,25	39	122
40-50	0,35	29	131	0,28	35	132	0,24	42	163
50-60	0,28	35	167	0,24	42	173	0,21	48	211

Cuadro 9. Tiempos de paso y edades acumuladas para los árboles promedio por tipo de bosques en el Escenario 2. Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica

Bosque	Secundario de 37 años			Secundario de 57 años			Primario intervenido		
Clase (cm)	íca ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)	Edad acumulada (años)	íca ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)	Edad acumulada (años)	íca ajustado (cm/año)	Tiempo de paso (años)	Edad acumulada (años)
10-20	0,45	22	22	0,55	18	18	0,42	24	24
20-30	0,52	19	41	0,64	16	34	0,46	22	46
30-40	0,58	17	59	0,57	18	52	0,49	20	66
40-50	0,59	17	75	0,43	23	75	0,50	20	86
50-60	0,53	19	94	0,33	30	105	0,46	22	108

ASOCIACIÓN DE CACTÁCEAS EN EL BOSQUE SECO DEL NORTE DEL PERÚ, ESTUDIOS DE CASO, LAS LOMAS, JAGUAY NEGRO Y COTO DE CAZA EL ANGOLO

Ana Sabogal¹ * & Stefan Zerbe²

¹ Pontificia Universidad Católica del Perú

²Universidad Técnica de Berlín

*E. mail: asabogal@pucp.edu.pe

RESUMEN

Se analizan las asociaciones características de cactáceas encontradas en el bosque seco del noroeste del departamento de Piura, Perú. Los espacios estudiados son: Las Lomas, Comunidad de Jaguay Negro y Coto de Caza El Angolo. Las especies de cactáceas observadas son *Neoraimondia arequipensis* var. *gigantea*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Monvillea diffusa* y *Opuntia macbridei* formando asociaciones con otras especies características.

Palabras clave: asociación de cactáceas, bosque seco, Piura

ABSTRACT

Three characteristic cacti associations of the Northern Dry Forest of Peru, in the department of Piura are analyzed. The study area includes Las Lomas, Comunidad of Jaguay Negro and Coto de Caza El Angolo. *Neoraimondia arequipensis* var. *gigantea*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Monvillea diffusa* and *Opuntia macbridei* are the main cacti species observed in association with other typical plants in this equatorial region with high temperatures and with a well defined dry season.

Key words: cacti association, dry forest, Piura

INTRODUCCIÓN

El Bosque seco del Norte del Perú se caracteriza por una corta época húmeda y un largo periodo de sequía. La precipitación promedio es de 160 a 1000 mm/año, las precipitaciones están directamente correlacionadas con la altura (INEI, 1993). Las lluvias son estacionales y se concentran en los meses de verano, entre enero y marzo. La temperatura promedio fluctúa entre 15 y 35°C variando también con la altura (FAO, 2000). Las principales actividades de los habitantes del bosque seco son la agricultura, la producción animal y la forestería (28% de la población del bosque seco) (INRENA, 2001). En la zona de Las Lomas el 71% de la población se dedica a la crianza de cabras (Perevolotski, 1991). En la provincia de Sullana donde se encuentra Jaguay Negro, la agricultura juega un rol más importante. La zona de Las Lomas y Jaguay Negro pertenecen a comunidades campesinas en la que las tierras de pastoreo son de uso común. En el Coto de Caza El Angolo la actividad característica es la caza deportiva. El espacio estudiado corresponde a elevaciones que varían entre 250 y 700 msnm. El suelo es azonal, en las zonas de quebrada se encuentran regosoles (con alto contenido alcalino), así como cambisoles (también con altos contenidos alcalinos) (CDC, 1992). Uno de los principales problemas de Las Lomas y Jaguay Negro es la degradación del suelo causada por la deforestación y el sobrepastoreo extensivo (INRENA, 2001).

La vegetación dominante es arbustiva con presencia de algunos árboles característicos como el “hualtaco” (*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.) y el “charán” (*Caesalpinia paipai* R.&P.). Abunda la vegetación arbustiva espinosa y algunas especies de cactáceas (INRENA, 1995), en la época de lluvia aparecen las especies de porte bajo. En las zonas estudiadas el algarrobo (*Prosopis pallida* (H.&B. ex Willd.) H.B.K.) es una especie rara, poco frecuente. Luego de la época de lluvia brotan las especies herbáceas que cubren todo el suelo y que mueren terminando el periodo húmedo. El ganado extensivo se adecúa a estas variaciones mediante la migración en busca de alimento.

Descripción del estudio

El espacio estudiado corresponde al bosque seco de colinas del departamento de Piura (INRENA, 1995), abarca tres zonas que se ubican en quebradas diferentes: la zona de Las Lomas, la zona de Jaguay Negro-Lancones y la zona que va desde el pueblo El Angolo hasta el Coto de Caza El Angolo. En los espacios estudiados las temperaturas promedio oscilan entre 17 y 25°C y las precipitaciones entre 230 y 1000 mm. Para el estudio se realizaron 60 parcelas de 50x50 m² aplicándose el método Braun-Blanquet (1964), determinando el porcentaje de cada una de las especies. A ello, se incorporó un estudio de transectos (10 km cada uno) para cada uno de los espacios estudiados.

Asociaciones de cactáceas encontradas en la zona de estudio

Una asociación de cactáceas común en la zona de Jaguay Negro-Lancones y que se repite en el camino al Coto de Caza El Angolo, es la asociación “charán” *Caesalpinia paipai*-“cardo maderero”, *Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeberg y “cardo gigante” *Neoraimondia arequipensis* var. *gigantea* Werdermann & Backeberg. En esta asociación, *Neoraimondia arequipensis* var. *gigantea* corona las pequeñas colinas de cerca de 60 metros de altura, encontrándose a media altura *Caesalpinia paipai* R.&P. al mismo nivel que un estrato arbustivo dominante combinado con la presencia de *Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeberg.

En la base de la quebrada, a menor altura donde la humedad es mucho mayor, se encuentra como especies características epifitas como “suela con suela” (*Phoradendron* sp.) y enredaderas como el “papelillo” (*Bougainvillea pachyphylla*, Heimerl ex Standl.).

El “cardo maderero” (*Armatocereus cartwrightianus* Britton & Rose) y el “Cardo gateado” *Monvillea diffusa* (Britton & Rose) son especies características de las zonas altamente pastoreadas, donde el cactus se asocia a las especies arbustivas y arbóreas. Esto coincide con la observación de Huss *et al.* (1996), que caracteriza las zonas altamente pastoreadas por la dominancia de especies arbustivas o cactáceas. Es curioso observar que esta asociación con la presencia de cactáceas rastreras se encuentra en la localidad de Las Lomas, a altitudes entre 300 y 500 msnm, zona que se caracteriza por una mayor humedad; ello refuerza la observación de que se trate de zonas altamente pastoreadas.

Una asociación característica de las comunidades de quebrada en el Coto de caza El Angolo es la asociación entre el “cardo gateado” (*Monvillea diffusa* Britton & Rose) y el “porotillo” (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli). En este mismo espacio asociado a la vegetación arbustiva se encuentra el “cardo de pencas” (*Opuntia macbridei* Britton & Rose). Esta especie se distribuye fundamentalmente en zonas altas a partir de los 500-600 msnm, aumentando su frecuencia en la zona del Coto de Caza El Angolo, a medida que aumenta la altitud. En este espacio *Opuntia macbridei* Britton & Rose puede ser considerada como una especie invasora, ya que se encuentra con mayor frecuencia en las zonas aledañas a las trochas y siempre asociada a una mayor altitud. Esta observación es reforzada por Huss *et al.* (1996), quien observa que las especies de *Opuntia* sp., pueden ser consideradas como plantas invasoras en condiciones de pradera pobre, mientras que en praderas en condiciones regulares, las especies de *Opuntia* aparecen como plantas indicadoras de sobrepastoreo (Huss *et al.*, 1996).

Botánica de las cactáceas observadas

Neoraimondia arequipensis var. *gigantea* Werdermann & Backeberg “cardo gigante” (= *Cereus macrostibas* var. *gigantea* Werdermann et Backeberg).

Cactus arborescente, fuertemente ramificado. Puede llegar a tener varios metros de alto. El género *Neoraimondia* se caracteriza por presentar areolas grandes, flores blancas a rosadas, de 3 a 4 cm de diámetro y un fruto ovoide de varios centímetros.

Armatocereus cartwrightianus (Britton Rose) Backeb “cardo maderero”
(= *Cereus cartwrightianus* Britton & Rose)

Cactus de gran tamaño, puede llegar a 12 m de alto, el tronco alcanza 15-30 cm de grosor. Flores blancas con los pétalos exteriores marrón rojizos, de gran tamaño (7-9 cm). Fruto es ovoide de pulpa blanca y de 2-10 cm de largo. Crece en Perú entre 0 a 300 msnm.

El cardo maderero, por la firmeza de su tronco, es usado también como material de construcción para artesanía, mesas y sillas.

Monvillea diffusa Britton & Rose. “cardo gateado”

Especie arbórea de hasta 5 m de alto, de crecimiento rastrero debido a su tronco delgado de 4-8 cm de diámetro, espinas radiales de 1-2 cm de largo. Flores de 6-7,5 cm de largo.

Opuntia macbridei Britton & Rose “cardo de pencas”

Especie característica por la presencia de paletas. Flores simples y abiertas de color amarillo, naranja o rojo. Especie de fruto múltiple a menudo comestible.



Figura 1. *Opuntia macbridei* “cardo de pencas”
Ana Sabogal



Figura 2. *Monvillea diffusa* Britton & Rose “cardo gateado”
Ana Sabogal

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Braun-Blanquet J. J.** 1964. Pflanzensociologie. 3° Ed. Viena-NY. 439 p.
2. **CDC (Centro de datos para la conservación) y UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina)**, 1992. Estado de conservación de la diversidad natural de la región Noroeste del Perú. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria. 211 p.
3. **Cuba, A.** 1998. Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la costa norte del Perú: El proyecto algarrobo en bosques secos y desertificación. Proyecto Algarrobo, Ministerio de Agricultura, FIDA y Embajada de los Países Bajos.
4. **FAO.** 2000. Forest Resources Documentation, Archiving and Research for the Global Forest Resources Assessment 2000. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 23. Gdanc, A. Galeria zdjec. 2004. www.biotech.iniv.gda.pl/ktriop/galery/Anneqkak.htm.
5. **Huss, D., Bernardón, A., Anderson, D. y Brun, J.** 1996. Principios de manejo de pasturas. FAO, p. 83-110.
6. **INEI.** 2001. Provincia de Piura. www.inei.gov.pe/inei4/bancogeo/200100M.HTM
7. **INRENA (Instituto Natural de Recursos Naturales)** 1995. Guía explicativa Mapa Forestal.
8. **INRENA, Pro Naturaleza.** 2001. Estrategia de Conservación y Desarrollo de la Reserva de la Biósfera del Noroeste 2001- 2010.
9. **Madsen J.E.** 2002. Cactus en el sur del Ecuador en: Botánica austroecuatoriana. p. 289-303.
10. **Ríos, J.** 1989. Análisis del hábitat del Coto de Caza El Angolo. MSc. Escuela de Postgrado, UNALM, Lima. 266 pp.
11. **Weberbauer, A.** 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura, Estación Experimental Agrícola de la Molina. Lima. 776 p.
12. **Yann Cochard.** 1997-2004. Cactus Francophone. www.cactuspro.com.

USO MÚLTIPLE DEL BOSQUE SECO DEL NORTE DEL PERÚ: ANÁLISIS DEL INGRESO Y AUTOCONSUMO¹

Abelardo Rodríguez* & Raúl Álvarez

*Programa Regional para Latinoamérica del Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), c/o CIP, Apartado 1558, Lima 12.

*E. mail: AbelardoRodriguez@141.com

RESUMEN

Los productores de rumiantes menores, principalmente caprinocultores, en los bosques secos del norte del Perú constituyen un sector empobrecido y con poca prominencia en las políticas de desarrollo regional. Frecuentemente se les etiqueta como los responsables de la desertificación debido a la ganadería extensiva que practican. Las políticas de manejo del bosque que combatan la desertificación deben integrar a sus actores en soluciones que mejoren su nivel de vida y que coadyuven a la sostenibilidad del bosque. El análisis de ingreso por el trabajo asalariado y la venta de productos agropecuarios, y el autoconsumo de los mismos, permitirían identificar limitaciones y oportunidades para desarrollar proyectos productivos. No hay muchas opciones productivas disponibles en el bosque seco, considerando los bajos activos ambientales y sociales. Fallas de mercado e institucionales, e inadecuadas prácticas forestales no garantizan la regeneración del bosque. La agricultura de secano es oportunista, tomando ventaja de El Niño, y no amenaza la integridad del bosque. El ganado caprino presenta ventajas comparativas por su capacidad para forrajear especies arbóreas y arbustivas que prevalecen en el bosque, contribuye a la seguridad alimentaria de forma continua y es una fuente efectiva de dinero. Existen posibilidades para promover la producción de productos lácteos en Cañas y Pampa Larga, cerca de la frontera con Ecuador, y expandir el nicho de mercado en que los productores ya han incursionado.

Palabras clave: bosque seco, conocimiento tradicional, manejo de ganado, seguridad alimentaria, uso múltiple.

ABSTRACT

The small ruminant producers in the dry forests of northern Peru, mainly of goats, are an impoverished sector with little prominence in regional development policies. They are frequently blamed as the main desertification producing agents due to their extensive livestock management practices. Forest management policies to combat desertification have to integrate their actors into solutions which improve their living standards and which help the sustainability of the forest. The income analysis of waged work and the selling of farm products, and the personal use of these, would make possible the identification of limitations and opportunities to develop productive projects. There are not many productive options available in a dry forest, considering the low environmental and social assets. Market and institutional failures, and inadequate forestry practices cannot guarantee the regeneration of the forest. Rainfed agriculture is opportunistic, taking advantage of the El Niño events, and does not threaten the integrity of the forest. Capriculture has comparative advantages due to its capacity to feed on trees and shrubs that prevail in the forest. It contributes to food security continuously and is an effective money source. There are possibilities to promote milk-based products in Cañas and Pampa Larga, close to the border with Ecuador, and to expand the market niche into which the producers have already entered

Key words: dry forest, livestock management, multiple uses, food security, traditional knowledge.

INTRODUCCIÓN

El bosque seco del norte del Perú es un ecosistema en proceso de desertificación², principalmente debido a factores antrópicos y altamente susceptible a los efectos del Fenómeno El Niño. El entendimiento de las estrategias de medios de vida (livelihoods) de los productores de rumiantes menores para enfrentar el agreste ambiente de la costa norte del Perú es necesario para poder formular políticas para el desarrollo económico sostenible. Existe la concepción de que el sobrepastoreo de ganado menor es un factor causal de la desertificación del bosque. Sin embargo, la naturaleza selectiva del ganado caprino que predomina en el bosque no apoya esta concepción. Son las actividades forestales extractivas, madera para fabricación de cajas, leña como energía y carbón para su exportación extrarregional, las que explican la amenazante disminución de la cubierta vegetal.

En el bosque seco, la mayor parte del año la prolongada sequía se interrumpe con efímeras lluvias anuales, 30-300 mm, que sólo permiten un crecimiento vegetativo de árboles y arbustos. El Niño se hace presente de manera aleatoria en intervalos entre 3 y 8 años, con lluvias que pueden ser de 8 a 14 veces más abundantes que la lluvia anual promedio, dependiendo de la ubicación con respecto al mar; hacia el noreste las lluvias son más pronunciadas, la zona más desértica hacia el sur de Piura (Sechura), frontera con Lambayeque, es la menos favorecida. La vegetación herbácea se hace presente y hay suficiente humedad en el suelo que permite la germinación de las semillas de especies arbóreas. Estos cambios climáticos podrían interpretarse como parte de un proceso de relativo “letargo” seguido por un proceso de expansión. Esta expansión y aletargamiento de la vegetación tienen un impacto sobre la fauna y las actividades antrópicas.

La agricultura de secano se ve favorecida con las abundantes lluvias asociadas a El Niño. En contraste, la agricultura irrigada se perjudica por las inundaciones. La ganadería extensiva también se beneficia con la abundancia de especies herbáceas. Los centros poblados, sobre todo los urbanos, se ven afectados por la falta de drenaje apropiado para desalojar grandes cantidades de agua concentradas en poco tiempo. Las prolongadas sequías y bajas precipitaciones determinan bajos rendimientos de la agricultura de secano (medidos en una serie de varios años), afectando la seguridad alimentaria de las poblaciones. Asimismo, como consecuencia de una disminución del forraje los productores pecuarios disminuyen el tamaño de sus hatos, vendiendo los animales que no pueden sostener o los que han perdido peso. Los habitantes del bosque seco incrementan sus actividades extractivas de madera y leña cuando los ingresos de la agricultura se ven afectados por la sequía, sin embargo, en la época de lluvias mantienen su condición de leñadores. Los pobladores del bosque, en su mayoría criadores de ganado caprino, viven en condiciones de extrema pobreza (Rodríguez & Álvarez, 2001), como tal, el valor de su trabajo es muy bajo y, hasta ahora, hay pocas opciones productivas que les permitan mejorar su nivel de vida.

El objetivo de este trabajo es la caracterización de las estrategias de vida de los pobladores pobres del bosque seco para procurar su seguridad alimentaria y necesidades esenciales no nutricionales dentro de un contexto de uso múltiple del bosque. Se desea encontrar las posibilidades de emprender proyectos productivos que demuestren que es posible aliviar su situación de pobreza, a pesar de las limitaciones de sus activos ambientales, siempre y cuando exista una mejor capacitación para el manejo agrosilvopastoril.

Área de estudio y encuestas

Para determinar los activos de recursos naturales, capital y humanos de los agropastoralistas en el norte del Perú y establecer sus riesgos, debilidades, oportunidades y fortalezas, así como sus principales estrategias de vida, se implementó una encuesta socioeconómica entre junio y julio del año 2000. El total de la muestra fue de 161 familias distribuidas en 11 caseríos, 6 zonas y 3 estratos ecológicos representativos del bosque seco (Cuadro 1). Las familias encuestadas constituyen 20% de la población en los caseríos seleccionados. Se estima que el total de caseríos en las diferentes zonas seleccionadas incluye 4,500 familias. Las 6 zonas de estudio están localizadas en una superficie que abarca unas 500 mil hectáreas, entre los departamentos de Piura y Lambayeque. Las localidades seleccionadas se encuentran en un gradiente de precipitación y cuentan con diferentes recursos naturales e infraestructura (Cuadro 2). Asimismo, se realizaron algunas encuestas y entrevistas abiertas para recoger información de los pobladores con relación a su conocimiento tradicional.

Diversificación y conocimiento tradicional

El clima del bosque seco, predominantemente árido y sujeto a la ocurrencia del Fenómeno El Niño, limita las actividades agropecuarias. Hocquenghem (1998) analiza los cambios en el uso del suelo en los bosques ecuatoriales en los últimos 12,000 años. La actividad humana interfiere con la reproducción natural de las especies vegetales y animales, creando, desplazando, abandonando, recuperando, extendiendo fronteras agrícolas, ganaderas, mineras y urbanas, en el bosque seco.

En este trabajo sólo nos referimos a los últimos 5 siglos de ganadería y uso agroforestal, ya que cabras y ovinos fueron introducidos a América por los conquistadores.

El bosque seco en la época de la colonia

El principio de la época colonial se caracteriza por la falta de mano de obra y baja demanda de productos agropecuarios; hay un resurgimiento o expansión del bosque seco y se descubre el algarrobo (*Prosopis* spp.) como un recurso forestal de alto potencial.

- Los españoles que se instalan en estos parajes, se dedican al comercio por el puerto de Paita, a la crianza de ganado menor y luego ganado mayor, que lanzan entre las arboledas del bosque seco.
- A partir de 1532, y hasta mediados del siglo XIX, se reconstituyen naturalmente las grandes extensiones de bosques secos en el extremo norte peruano.
- “Los animales que comen el fruto de este utilísimo árbol, distribuyen la semilla por todas partes, y las lluvias las hacen germinar. Si el terreno es adecuado, al tercer año tiene el árbol de 8 a 10 pies de altura y comienza a dar fruto” (Eguiguren 1894, p 144, citado por Hocquenghem, 1998).

En el siglo XV, los guayacundos de Caxas y Ayabaca mantienen hasta la conquista inca su tradicional sistema de producción agrosilvopastoril. A semejanza de sus antepasados, talan el bosque con hachas de cobre arsenical que se procuran intercambiando con los costeños productos de sus tierras, entre éstos,

oro. Practican una agricultura migratoria en las laderas, sembrando con las lluvias, cosechando unos años, otros años dejando la tierra descansar y el monte crecer. En los valles manejan las decrecientes de los ríos y siembran cada año en las playas. En las alturas del páramo crían camélidos, llamas y alpacas. En las profundidades de la selva, cazan, pescan y recolectan (Hocquenghem, 1998:186-187). En el mapa de producción agrícola del siglo XV elaborado por esta autora se muestra que las áreas de pastoreo se encuentran en la costa, desde Tumbes hasta el Sur de Sechura, desde Tumbes a Piura la Vieja, y de lo que ahora sería la frontera con Ecuador en Macará hasta Moporrón y Olmos en el Departamento de Lambayeque.

En la sierra, durante la segunda mitad del siglo XVIII se establecen los primeros sistemas de producción de ganado lechero. Hacia finales del siglo el ganado mayor ha desplazado al ganado menor que pastoreaba en las partes altas, desde la frontera con el Ecuador hacia el sur, y en las márgenes del Alto Piura (Hocquenghem, 1998:290). Poco ganado menor coexiste con el ganado mayor en el Alto Piura; se ha desplazado a la ganadería menor hacia el Bajo Piura y todavía prevalece el pastoreo en las zonas costeras. Piura se posiciona como un importante productor de carne y grasa. Los camélidos, que usaban el forraje de los bosques secos, fueron sustituidos por bovinos, cabras y ovinos.

El retroceso del bosque seco desde la República

“Los hacendados siguen manteniendo sus ganados, mayor y menor, en el bosque seco, pero lo van talando a lo largo del siglo XIX, entre otros propósitos, para transformarlo en carbón, demandado por las cocinas de las ciudades que crecen en la costa desértica, y para obtener la energía requerida por sus industrias cada vez más dependientes de las máquinas a vapor, por los barcos, ferrocarriles y fábricas que proliferan a raíz de la revolución industrial.”³ (Hocquenghem, 1998).

Los proyectos de irrigación por gravedad se expanden, pero la introducción de la primera bomba con motor a vapor por los años 1860 constituye un hito en el desarrollo de las zonas irrigadas del Medio Piura (ibid). Se expande la frontera agrícola pero también se expande el potencial forrajero a través de los residuos y subproductos agrícolas. En el presente, la situación de distribución de áreas de pastoreo se ha revertido, ahora en la zona de la costa predomina el desierto y el pastoreo se practica hacia las zonas más continentales.

Como resultado de la Reforma Agraria, las poblaciones de las montañas quedan marginadas. Se reparten tierras de las haciendas conformando “comunidades privadas”, que no son legalmente reconocidas hasta mediados de los años 1980. Sin saberlo los campesinos serranos establecen un sistema de producción agrosilvopastoril homólogo al de los gentiles guayacondos de afiliación protojíbaro ⁴(Hocquenghem, 1998).

En el siglo XIX, una población indígena había sido reducida a la extrema pobreza, despojada de sus tierras y aguas, convertida en mano de obra temporal que pasa de las haciendas del valle de Piura a las del Chira, dejando hijos y abuelos cuidar las cabras en el despoblado (Hocquenghem, 1998).

El conocimiento tradicional agrosilvopastoril en el norte del Perú no es más abundante que las anotaciones anteriores. Las referencias en agroforestería prehispánica (Chepstow-Lusty & Windfield, 2000; Reynel & Morales, 1997) no mencionan explícitamente la naturaleza de la interacción planta-animal, que pudiese ayudarnos a caracterizar el conocimiento tradicional agrosilvopastoril. Los sistemas

de pastoreo descritos por Perevolotski (1990; 1991), desde nuestro punto de vista, constituyen la descripción más actualizada. Quizá la mayor diferencia entre la producción en el período siglo XVIII-XIX y la actual es la generosa dotación de pasturas y bosque con relación a lo que se observa en gran parte del área de estudio. Sin embargo, parece que la fuente de ingresos para estos pobladores ha sido la misma, la caprinocultura, la agricultura, los jornales temporales y la tala.

Estrategias de medio de vida de los pobladores del bosque seco

En el contexto rural, los pobladores optan por diversas estrategias de medio de vida dependiendo de su ubicación, cantidad de recursos y la demanda de los mercados, entre otros factores. A través de estas estrategias de modos de vida se intenta satisfacer las necesidades alimentarias y otros requerimientos esenciales no-alimenticios de la unidad familiar. La diversificación de la producción, proveniente de actividades como la crianza de animales, la agricultura de secano, la extracción de leña y una incipiente apicultura, no es más que la respuesta a la variabilidad climática y los incentivos del mercado percibidos por los pobladores ⁵.

Algunos pobladores optan por consolidar una producción de autoconsumo y un excedente para comercializar, mientras que otros recurren al mercado para lograr ingresos y una eventual producción para autoconsumo. Ambas opciones se encuentran limitadas por sus activos ambientales y sociales (Rodríguez & Álvarez, 2001). La imposibilidad de lograr los requerimientos mínimos familiares, obligará a los pobladores a optar por trabajos asalariados fuera de la finca o procesos extractivos rentables. La existencia de mercado para ciertos productos tendrá un efecto sobre las decisiones de inversión y producción de los pobladores.

Actividades en finca y sus aportes en ingresos monetarios y de consumo

Agricultura

En general, los pobladores del bosque practican la agricultura de secano, principalmente, para abastecerse de alimentos. En Pampa Larga el maíz y el maní son los principales cultivos, en Copega son el frijol y la sandía. Los cultivos de secano generalmente se siembran intercalados. Las demás localidades sólo cuentan con agricultura en caso de lluvias abundantes asociadas a El Niño. En este sentido, la agricultura de secano es oportunista. Los agricultores identifican la presencia de El Niño y siembran con alta probabilidad de obtener razonables cosechas. En Loma Negra se dispone de irrigación pero con superficies muy limitadas, allí se comercializa 76% de su producción (Cuadro 3). La disponibilidad de agua y la presencia de una fábrica textil en los alrededores de esta localidad hicieron del algodón el cultivo más importante, seguido por el arroz.

El valor estimado del autoconsumo agrícola por familia varía entre S/.400 y S/.1,200. En general, existe menor diversidad en lo que se vende que en lo que se autoconsume, situación característica de economías de subsistencia. La ganadería complementa, no sólo el ingreso familiar sino la canasta alimenticia de los pobladores del bosque seco.

Ganadería

Los habitantes del bosque seco han diversificado su economía ganadera. Los bovinos y los animales de carga o de tiro (caballos, asnos y burros) conforman el ganado mayor. Los rumiantes menores incluyen a los caprinos y ovinos. El ganado porcino y las aves de corral se encuentran en todas las localidades. La producción de rumiantes menores que prevalece en el bosque seco es extensiva y con bajos niveles de insumos, la productividad de carne y leche es baja. En general, 72% del ingreso pecuario proviene del ganado caprino, 10% del porcino, 6% de ovino y 12% del bovino (ICARDA, 2001a).

El patrón de autoconsumo refleja no sólo las preferencias de la población. El ganado caprino representa 74% del autoconsumo total pecuario, el porcino 17% y el ovino 9% (ICARDA, 2001a)⁶.

En algunas localidades en donde las ONG han promovido los ovinos de pelo, con mayor énfasis en Copega, el consumo de estos animales es de 33%. En la localidad Pampa Larga y Ñaupe, el consumo de ganado porcino es de 27% y 34% con relación a las otras especies, respectivamente. El valor del consumo de ganado por familia por año varía entre S/.352 en Pampa Larga y S/.495 en Belisario (Cuadro 3).

Derivados lácteos del ganado caprino

La dinámica de la actividad pecuaria gira en torno a la producción de carne. Sin embargo, Cañas y Pampa Larga mantienen un sistema de producción mixto, carne y productos lácteos, principalmente queso o que se comercializan en la ciudad de Sullana. Mientras que no existe mayor diferencia entre el valor monetario anual del consumo familiar, S/.165 en Cañas y casi S/.200 en Pampa Larga, el valor de la comercialización anual en Cañas es mayor que el doble de Pampa Larga, S/.660 y S/.306, respectivamente (Cuadro 3).

En estas localidades, 78% y 45% de las familias comercializa queso, respectivamente, mientras que sólo 24% de familias comercializa queso en Ñaupe.

Apicultura, algarroba, chicha y otras actividades dentro de la finca

La apicultura es una actividad incipiente. Copega y Cañas son las localidades que mayores ingresos tienen por esta actividad pero solo representan el 1% y 4% de su ingreso total, respectivamente (Cuadro 4).

Las vainas de algarroba recolectadas son usadas como suplemento forrajero de alta calidad y se extrae yupisín⁷ y algarrobina de las semillas del algarrobo como suplemento alimenticio. El ingreso que proviene de la comercialización de algarrobina es casi nulo. La venta de algarroba es otra fuente de ingreso para las familias en todas las localidades, excepto en Ñaupe. El ingreso por la venta de algarroba no excede 4% del ingreso total (Cuadro 4).

La producción de chicha, bebida popular desde tiempos prehispánicos de baja concentración alcohólica, producida con maíz fermentado y cocinado con leña, representa 12% del valor del ingreso en Loma Negra y solo 6% en Belisario (Cuadro 4).

En Ñaupe, Copega y Belisario existen algunas familias en donde algunos de sus miembros tienen fuentes de ingreso no agrícolas dentro de las premisas de su finca. Generalmente son comerciantes de abarrotes o, en algunos casos, se dedican a la venta de comida preparada. Este tipo de actividad sólo es importante en Ñaupe, donde 44% del ingreso proviene de la actividad comercial y se concentra en muy pocas familias que proveen de víveres e insumos para la actividad agropecuaria a las demás.

Dependencia de las principales actividades y su estacionalidad

Es evidente que en la finca, las únicas actividades que proporcionan productos alimenticios son la agricultura y la crianza de animales, en menor medida la producción de quesos (Cuadro 4). La agricultura proporciona productos alimenticios durante parte del primer semestre en Pampa Larga y Copega, y durante todo el año en Loma Negra, debido a la presencia de tierras irrigadas. En las demás localidades, la última cosecha se registró después de las lluvias que se presentaron durante El Niño 1997-1998.

La ganadería, y especialmente la de rumiantes menores, producen con bajo riesgo durante todo el año. Sin embargo, la falta de capacitación en el manejo de la vegetación y los animales mantiene la producción de carne y leche en niveles bajos⁸.

Las carcasas de caprinos y ovinos apenas alcanzan 10 kg en animales de 8 meses promedio de edad, bajo mediciones informales, y las cabras producen un máximo de 400 gr/día/animal de leche durante 6 meses en Pampa Larga y Cañas, y 4.5 meses en Copega y Ñaupe. Hay poca experiencia en el uso de los residuos de cosecha en la alimentación de rumiantes menores, la algarroba recolectada es utilizada sólo para suplementar a los animales de tiro y el abono producido por el ganado no se utiliza en el mejoramiento de las tierras de cultivo. La utilización de los ingresos provenientes de la ganadería se invierte en la fase de siembra, así también, los ingresos de la cosecha son invertidos en el mejoramiento del ganado.

Con el agua como recurso limitante, la ganadería de caprinos se convierte en la actividad de refugio que les permite sobrevivir, sustentada en la lógica de vender lo mínimo en años buenos y poder vivir de la venta dosificada en los años malos (Rojas & Espinoza, 1983). En la localidad de Cañas, la agricultura eventual en períodos largos de sequía determina a sus pobladores a depender de la crianza de animales y la elaboración de quesos que representan el 80% de sus ingresos y son la única fuente de alimentos producidos en la localidad. La proporción entre el ingreso por ventas y el valor del consumo de queso es de 4:1 en esta localidad. Esta proporción en Pampa Larga y Ñaupe es de 1:1 y 2:1, respectivamente. Por lo tanto, la única localidad con una estrategia de mercado basada en la elaboración de quesos y producción caprina es Cañas. En contraste, la estrategia de mercado en la localidad de Loma Negra gira alrededor de la producción de algodón.

Otras actividades productivas en la finca, salvo algunas excepciones, son poco relevantes en el impacto de los ingresos familiares (Cuadro 4).

Trabajo asalariado y actividades extractivas

Trabajo asalariado

El ingreso como remuneración de trabajo fuera de la finca está presente en todas las localidades y varía entre el 4% del ingreso monetario en Belisario y 16% en Ñaupe. Al parecer el mercado de trabajo fuera de la finca se encuentra deprimido. El sueldo de algunos de los miembros de las familias encuestadas, que laboran como maestros o técnicos, sólo alcanzan alrededor de S/.4,000 anuales.

Leña y carbón

Se ha mencionado antes que la tasa de deforestación excede a la de regeneración del bosque seco debido a factores antrópicos. Los miembros de las comunidades tienen acceso irrestricto al bosque, para actividades extractivas de productos maderables o para el pastoreo de los rumiantes menores. La extracción de madera para uso doméstico prevalece en todas las localidades. Cada familia consume leña con un valor estimado entre S/.500 y S/.1,800 anuales.⁹ El valor de la leña como porcentaje del autoconsumo total es alto, entre 33% en Pampa Larga y 75% en Ñaupe. Esto sugiere que mejores estufas de leña o el uso de estufas de gas podrían representar un ahorro monetario o una menor tasa de extracción. En Belisario, gran parte del consumo respondería a la preparación de chicha.

En contraste, la extracción de leña con fines lucrativos no es generalizada. Las familias en Belisario y Copega comercializan en promedio entre S/.1,850 y S/.2,300, en Loma Negra y Ñaupe comercializan entre S/.120 y S/.400, mientras que Cañas y Pampa Larga no dependen de esta actividad (Cuadro 3). El valor de la leña en el ingreso total, sin incluir el autoconsumo, es de 72% en Belisario y 60% en Copega. A excepción de las localidades de Pampa Larga y Cañas, la población en su conjunto asume esta actividad como un requerimiento necesario para su subsistencia.

Según OSIRIS (1997), la demanda rural para energía, de los productos maderables del bosque seco, no es significativa desde el punto de vista de la depredación. La demanda urbana comercial de los productos maderables del bosque seco es la que mayor presión ejerce sobre dicho sistema. La demanda regional de leña proviene de las ciudades de la costa, Piura y Sechura, para la producción de chicha y pan así como la fabricación de ladrillos. La población de la periferia urbana de Piura y Chulucanas también se abastece de leña. Nuestras encuestas muestran que el consumo doméstico llega a 35 kg por día en Copega, localidad en donde se produce chicha y en donde hay menos del 10% de estufas mejoradas. La proporción de leña para uso doméstico es significativa en Belisario y Copega, 28-40%, por lo que debe tomarse en consideración.

También, según OSIRIS (1997), la demanda de carbón es mayor en Lambayeque que en Piura, pero también existe una gran demanda de carbón en las grandes ciudades de la costa (Trujillo, Chimbote y Lima). Se estima que el 34% de la demanda de carbón vegetal de la ciudad de Lima es cubierta por el bosque seco. En ninguna de las 6 localidades estudiadas se encontró la carbonización como actividad.

Similitudes con los grupos de productores definidos por Perevolotski (1991)

Las diferencias entre los tipos de productores no han cambiado, quizá simplemente, se concentraron en menores grupos o tipos. Perevolotski (1990) redujo el número de sistemas de producción de 9 a 7, eliminando los sistemas originalmente diferenciados por sus problemas de mercadeo¹⁰.

En nuestro estudio, hemos ubicado a los productores de las localidades estudiadas en 5 sistemas de los 9 originales. La localidad de Loma Negra se ubica en el sistema R, con agricultura y hatos pequeños; Cañas es parte del sistema U, atienden más al ganado y producen leche y carne, en este caso es posible agregar que también venden quesos; Pampa Larga es del sistema W, condiciones favorables para el pastoreo y venta de cabritos y queso; Belisario y Ñaupe se ubican en el X, tala del bosque y venta de cabritos; y Copega en el sistema Y, muy similar al anterior pero con más lluvia (Cuadro 5). Pampa Larga de alguna manera podría también representar a comuneros con pasto todo el año. Los sistemas de la periferia urbana no fueron incluidos en este estudio por nuestro interés en los productores que habitan el bosque seco.

Debilidades, riesgos, y oportunidades de las actividades del bosque seco

La incertidumbre ocasionada por la presencia de El Niño y sus largos períodos de sequía, y la falta de tecnologías apropiadas para el manejo agrosilvopastoral (ICARDA, 2001a o b), no permiten mayor productividad en las actividades productivas en el bosque seco. La agricultura de secano dependiente de El Niño no es necesariamente riesgosa pero ocurre cada 3 u 8 años, y la agricultura de secano independiente de El Niño es de subsistencia. Los pobladores del bosque complementan su subsistencia con la comercialización de leña y la producción caprina. Es evidente que la actividad extractiva será parte de los ingresos de los pobladores mientras exista una demanda identificada, y la falta de controles del acceso al bosque. Sin embargo, si se demuestra que los pobladores pueden incrementar sus ingresos a través de la producción de leche y carne de caprinos, articulando la oferta organizada con la demanda final identificada, entonces ellos mismos serán quienes aseguren una oferta forrajera sustentable del bosque.

Un modelo econométrico de regresión simple fue utilizado para interpretar la influencia de algunas variables sobre el ingreso proveniente de la comercialización de caprinos en pie (Cuadro 6). Debido a que existe un gradiente de precipitación y las localidades cuentan con diferentes opciones de recursos en general, cada localidad es una variable "dummy." La regresión se realizó con respecto a la localidad de Cañas por su mayor dependencia de la actividad pecuaria.

La falta de capacitación y tecnología mantienen un sistema de producción caprino cuyo principal componente es la venta de ganado en pie. Por ello, la tendencia de los pobladores es la acumulación de animales, una mayor cantidad les otorgará mayores beneficios por su comercialización (Cuadro 5). En este sentido, Belisario fue la localidad que resultó significativa, esto se debe a que presenta el más alto ingreso promedio por familia (S/.1,242) por comercialización de caprinos. Los pobladores, en forma limitada, invierten en sus hatos a partir del ingreso en otras actividades y viceversa, lo que explica que mayores ingresos agrícolas resulten en mayores ingresos de la producción de caprinos. Finalmente, la

mano de obra disponible en la familia limita el incremento de ingresos por esta actividad. Si una familia con 4 miembros mayores de 10 años y con 47 animales incrementa el número de animales en 10, el incremento en el ingreso es de S/.86, independientemente del ingreso agrícola o localización. En un sistema de ganadería extensiva se esperaría un menor valor asociado al número de animales por mano de obra familiar, ya que el 24% del incremento por animal es reducido por la limitada mano de obra.

CONCLUSIONES

La diversificación de las actividades económicas ha sido el común denominador entre las familias que habitan el bosque del norte del Perú desde la colonia; sin embargo, se modificó el patrón de la producción ganadera. A la llegada de los españoles, la crianza de camélidos sudamericanos estaba presente en las tierras con menos de 500 m de altura y hacia la mitad del siglo XVIII, la ganadería de nuevas especies de rumiantes (bovinos y caprinos, y en menor escala, ovinos) desplazó a los camélidos. Desde la República, la ganadería de bovinos ha desplazado a la ganadería menor, sobre todo la de cabras, a las tierras más bajas y con menos precipitación en donde predominan especies arbóreas y arbustivas y son raras las especies herbáceas.

El conocimiento tradicional agrosilvopastoril en el norte del Perú y los Andes peruanos en general, descrito por varios autores, permitiría insinuar que no ha habido un proceso de enriquecimiento o aprendizaje en el manejo de los recursos naturales en un medio ambiente tan seco y sujeto a la presencia aleatoria de El Niño. Los mismos sistemas de producción extensivos practicados en la actualidad, fueron parte del proceso productivo de los primeros españoles ganaderos. No hay evidencias, en las localidades estudiadas, de la práctica de técnicas forestales que generen un mejor desempeño del bosque (mayor producción de frutos o mayor forraje verde disponible). En este contexto, se puede afirmar que el portafolio de actividades productivas y extractivas, dentro y fuera de la finca, corresponden a una adaptación a los activos medioambientales (suelos, agua y biodiversidad), y a la localización geográfica que limita el acceso a la información y mercados.

La extracción de madera tiene gran relevancia en las localidades estudiadas por su uso como energético. La extracción con fines de comercialización no es generalizada, sólo se presenta en dos localidades como una actividad significativa. El valor anual de la extracción de madera para autoconsumo y para venta asciende a S/.4,100 por familia por año en Copega y S/.3,600 en Belisario¹¹.

La agricultura juega un papel importante en la economía de las familias de productores de rumiantes menores. Loma Negra y Pampa Larga presentan los valores anuales más altos de producción agrícola (entre 1,900 y 1,960 soles por familia, respectivamente). En general, hay mayor diversidad en los cultivos que se usan para el autoconsumo que en aquellos que están destinados a la venta. Pampa Larga y Copega son localidades que siempre tienen agricultura de secano mientras que Ñaupe, Belisario y Cañas sólo tienen agricultura cuando se presenta El Niño.

La producción de ganado es también importante para la economía familiar. Los caprinos tienen la más alta contribución (72%), seguida por los porcinos, ovinos y bovinos. El valor de la producción ganadera anual varía entre S/.680 en Loma Negra, y S/.1737 en Belisario. La producción de queso de cabra es significativa en Cañas, Pampa Larga y Ñaupe, en ese orden.

El valor de su producción varía entre S/.255 y S/.825. El valor combinado de la producción de ganado y la producción de queso de cabra se asemeja al valor de la agricultura. Pero el valor del autoconsumo y comercialización de caprinos es más estable que aquél provisto por la agricultura.

La contribución del valor de la producción de miel y algarroba a la economía familiar sólo es significativa en Cañas y Copega. La algarrobina, a pesar de que se encuentra en los mercados, no tiene una demanda significativa que promueva una mayor producción.

La chicha es una fuente de ingreso considerable en Belisario y Loma Negra (S/.240-S/.300), en menor medida Copega. Debido a que existe una interacción entre la producción de chicha y la necesidad de utilizar leña para su procesamiento, eso podría explicar, en parte, el elevado uso de leña en estas tres localidades en donde se produce chicha.

El ingreso anual producido por el trabajo en la casa, por comerciantes y dueños de restaurantes, es bastante alto en Ñaupe (S/.1100 soles por familia). En contraste, el ingreso anual por trabajo asalariado es bajo en todas las localidades, entre S/.110 y S/.240 por familia.

Hay pocas opciones productivas disponibles en el bosque seco que permitan incrementar el ingreso de manera sostenible, considerando los bajos activos ambientales y sociales. Fallas de mercado e institucionales, e inadecuadas prácticas forestales no permiten la regeneración del bosque más allá de las tasas de extracción. La agricultura de secano es oportunista, tomando ventaja de El Niño y no amenaza la integridad del bosque. La ganadería que prevalece y que presenta ventajas comparativas es la del ganado caprino, ya que está adaptado para forrajear las especies arbóreas y arbustivas del bosque, contribuye a la seguridad alimentaria en forma continua y es fuente efectiva de dinero.

Existen buenas posibilidades de fomentar la producción de productos lácteos en Cañas y Pampa Larga, cerca de la frontera con Ecuador, y expandir el nicho de mercado en que los productores ya han incursionado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Chepstow-Lusty, A. & M. Winfield.** 2000. Inca agroforestry: lessons from the past. *Ambio* 29(6):322-328.
2. **Cuba Salermo, A.** 1999. Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la costa norte del Perú: el Proyecto algarrobo. En: Cuba Salermo, A., A. Silva, & C. Cornejo, (Eds.), *Bosques Secos y Desertificación, Memorias del Seminario Internacional.* Ministerio de Agricultura del Perú. pp. 41-62.
3. **Hocquenghem, A.** 1998. Para vencer la muerte. IFEA-CNRS-INCAH, Lima, 445 p.
4. **ICARDA.** 2001a. Estrategias de vida e ingreso de los habitantes del bosque seco. Reporte del Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA) a la Secretaría de Cooperación Técnica con el CGIAR del Ministerio de Agricultura del Perú, Lima, 29 p.
5. **ICARDA.** 2001b. Crianza y Tecnología de Rumiantes Menores. Reporte del Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA) a la Secretaría de Cooperación Técnica con el CGIAR del Ministerio de Agricultura del Perú, Lima, 19 p.
6. **OSIRIS.** 1997. Oferta y demanda de carbón y leña de algarrobo, madera de palo santo y fuentes alternativas a nivel: energético, envases, sobrevivencia, reforestación y competitividad institucional. Estudio realizado por consultoría al Proyecto Algarrobo, Lambayeque, Perú. 291pp.
7. **Perevolotski, A.** 1990. Goat production systems in Piura, Peru: a multidisciplinary analysis. *Agricultural Systems* 32:55-91.
8. **Perevolotski, A.** 1991. Sistemas de producción caprina en Piura. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Piura, 193 pp.
9. **Reynel, R. C. & G. J. León.** 1997. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú. FAO-Holanda Infor. 154 p.
10. **Rodríguez, A. & R. Álvarez.** 2002. Interacción entre pobreza y recursos naturales: los productores de rumiantes menores en la Costa Norte del Perú. En: M. Pulgar-Vidal, E. Zegarra & J. Urrutia, (Eds.), *Perú: el problema agrario en debate, SEPIA IX.* Seminario Permanente de Investigación Agraria, Lima, Perú, pp. 83-106.
11. **Rojas, H. y C. Espinoza.** 1983. La pequeña ganadería de caprinos en Salas. Aspectos socioeconómicos. En: E. Nolte, (Ed.), *Bibliografía sobre producción caprina en el Perú.* Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación de Rumiantes Menores. (Universidad de California, Davis) – Lima, Perú, Servicios Gráficos Omega, S.A. 111 p.
12. **Walker, T. S. & J. G. Ryan.** 1990. Village and household economies in India's semi-arid tropics. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 61-106.

Cuadro 1. Distribución de las familias encuestadas según el estrato del bosque seco en Piura y Lambayeque

Estrato	Zona	Datos básicos		Familias encuestadas
		Caserío	Familias	
Bosque seco ralo de colina	Pampa Larga	La Monja	36	9
		Guitarras	40	14
		Chivatos	40	7
		Canoas	35	6
	Cañas	Bellavista	15	3
		Cañas	70	13
		Oratanga	15	3
	Loma Negra	Monteverde	25	4
		San Hilarión	19	6
		Santa Elena	120	22
Bosque seco ralo de llanura	Olmos	Ñaupe	140	33
	Copega	Copega	90	21
Bosque seco semidenso de colina	Belisario	Belisario	60	20
Total			705	161

Fuente: Municipalidades o las autoridades que representan a la municipalidad en cada localidad.
Encuesta realizada entre junio y julio 2000 por ICARDA

Cuadro 2. Características y recursos de las localidades seleccionadas

Localidades	Belisario	Loma Negra	Copega	Cañas	Ñaupe*	Pampa Larga	
Ecozonas naturales (Perevolotski, 1991)	A	A	B	B/C	C	D	
Principales características	Tipo de bosque	bosque seco muy ralo de llanura eólica	áreas irrigadas y bosque seco ralo de llanura	bosque seco ralo de llanura eólica	bosque seco ralo de llanura eólica	bosque seco ralo de colinas	
	Acceso a bosques y geografía	algarrobo y zapote / llanura	algarrobo / colinas y llanura	algarrobo y zapote / colinas y llanura	algarrobo, palo verde y faique /	variedad de especies / quebradas y llanura	variedad de especies / quebradas y montañas
	Principales actividades	ganadería y tala	agricultura, ganadería	agricultura, ganadería y tala	ganadería, productos lácteos	comercio ganadería, productos lácteos y tala	ganadería productos lácteos y agricultura

Fuente: Encuesta realizada entre junio y julio 2000 por ICARDA

*Ñaupe es la única localidad que se ubica en el departamento de Lambayeque, el resto pertenece al departamento de Piura

Cuadro 3. Valor total nominal de las actividades en localidades de Piura y Lambayeque. Porcentajes de ingreso y autoconsumo del total de la producción (promedio familiar)

Actividad	Localidades/ ecozona natural (Perevolotski, 1991)	Valor total (S/.)	Consumo (%)	Ingreso (%)
Agricultura*	Belisario (A)	667	61	39
	Loma Negra (A)	1903	21.4	78.6
	Copega (B)	1320	51.9	48.1
	Ñaupe (B)	414	99	1
	Cañas (B/C)	1074	87	13
	Pampa Larga (D)	1962	38.6	61.4
Ganadería	Belisario (A)	1737	28.5	71.5
	Loma Negra (A)	680	47.3	52.7
	Copega (B)	877	39.9	60.1
	Ñaupe (B)	781	52.1	47.9
	Cañas (B/C)	1070	32.9	67.1
	Pampa Larga (D)	1462	30.5	69.5
Queso	Belisario (A)			
	Loma Negra (A)			
	Copega (B)	52	11.4	88.6
	Ñaupe (B)	255	44.1	55.9
	Cañas (B/C)	825	20.0	80.0
	Pampa Larga (D)	503	39.4	60.6
Algarroba	Belisario (A)	123	100.0	
	Loma Negra (A)	102	93.9	6.1
	Copega (B)	449	98.7	1.3
	Ñaupe (B)	135	32.8	67.2
	Cañas (B/C)	194	99.3	0.7
	Pampa Larga (D)	135	50.6	49.4
Leña	Belisario (A)	2602	28.4	71.6
	Loma Negra (A)	1245	90.2	9.8
	Copega (B)	3863	40.2	59.8
	Ñaupe (B)	2083	80.6	19.4
	Cañas (B/C)	506	100.0	
	Pampa Larga (D)	724	100.0	

Fuente: Encuesta realizada entre junio y julio 2000 por ICARDA.

*Las cifras de agricultura de Belisario, Ñaupe y Cañas son de la última cosecha después del evento El Niño de 1997-1998

Cuadro 4. Valores monetarios anuales del ingreso y autoconsumo de diferentes productos y actividades*

Actividades		Localidad (num. obs.)														
		Belisario (20)		Loma Negra (32)		Copega (21)		Ñaupe (33)		Cañas (19)		Pampa Larga (36)				
Ecozonas Perevolotski (1991)		A		A		B		B		B/C		D				
		Ing.	%	Ing.	%	Ing.	%	Ing.	%	Ing.	%	Ing.	%			
Auto- consumo	Leña	1.366	54,0	1.948	57,7	3.038	51,2	2.242	74,9	1.217	41,6	2.194	33,0			
	Agricultura				20,9				22,6							34,5
	Ganadería		36,3		16,5		11,5		18,2		29,0		20,4			
	Queso		0,7				0,2		5,0		13,6		9,0			
	Algarroba		9,0		4,9		14,6		2,0		15,9		3,1			
Ingreso	Leña	3.723	51,2	2.531	4,8	3.848	60,0	2.548	15,8	2.329		2.912				
	Agricultura				59,1				16,5						41,4	
	Ganadería		34,2		14,1		13,7		14,7		43,9		34,9			
	Queso						1,2		5,6		40,4		10,5			
	Apicultura						1,2				4,1		0,2			
	Algarroba				0,2		0,1		3,5		0,1		2,3			
	Chicha		6,5		11,8		1,6									
	Jornales		4,4		9,9		4,9		16,0		10,7		10,8			
	En finca		3,6				0,7		44,3		0,8					

Fuente: Encuesta realizada entre junio y julio 2000 por ICARDA

* No hay actividad agrícola durante 1999-2000 en Belisario, Cañas y Ñaupe

Cuadro 5. Descripción de los sistemas de producción caprina en Piura y Lambayeque

Sistema		Características
Perevolotski	Este estudio	
R	Loma Negra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comuneros pobres. Siembran algodón. 2. Lotes agrícolas de 0.5 a 5 ha y poco pasto. 3. Hato caprino pequeño. 4. Necesidad de dinero. Venta de cabras para pagar los créditos. 5. Uso de rastrojos de algodón y no hay uso de concentrado. 6. Ecozona A.
U	Cañas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asalariados agrícolas eventuales con diferencias económicas. 2. Atienden más al ganado y producen leche y carne. 3. Las cabras paren dos veces al año. 4. Presencia de enfermedades. 5. Ecozona B/C.
W	Pampa Larga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condiciones favorables para el pastoreo. 2. Precipitación abundante con forraje verde todo el año. 3. Venta de queso, no venden leche. 4. Venta cabritos 12 meses. 5. Ecozona D.
X	Belisario, Ñaupe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toda la familia vende cabras y cabritos. 2. Migración hacia regiones agrícolas. 3. Principal ingreso venta de cabritos. 4. Tala de bosque. 5. Problemas de comercialización (mercados lejanos). 6. Ecozona A/B.
Y	Copega	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas de comercialización (mercados lejanos). 2. Competencia por el forraje con más pasto que el sistema X en la temporada febrero-junio. 3. Ecozona B (similar al sistema X, pero con más lluvias).

Según Perevolotski (1991)

Cuadro 6. Variables que influyen sobre el ingreso por la comercialización de caprinos

Variables	Coficiente	Valor de t	Media
Constante	115.519	2.236	
Tamaño del hato caprino (unidades)	11.316	10.777	47.1
Zona Belisario	590.757	5.642	--
Ingreso agrícola anual (soles)	0.014	2.990	1310.8
Número de animales por cantidad de mano de obra familia disponible (≥ 10 años)	-10.690	-2.948	12.4

Fuente: Encuesta realizada entre junio y julio de 2000 por ICARDA. Regresión lineal simple. R cuadrado ajustado: 0.585

NOTAS

- 1 Este trabajo es parte del convenio de colaboración entre la Secretaría de Coordinación Técnica con el CGIAR del Ministerio de Agricultura del Perú y el ICARDA.
- 2 Si se define a la desertificación como un proceso de pérdida de suelo o de vegetación, el bosque seco presenta una pérdida neta de área forestada y de nutrientes.
- 3 Como veremos más adelante, la demanda de carbón con propósitos culinarios continúa siendo una variable que incentiva la tala del bosque seco.
- 4 El subrayado es nuestro.
- 5 En este estudio no se incluye el trabajo específico de los diferentes miembros de la familia para la reproducción de la vida familiar.
- 6 La comparación del autoconsumo pecuario, así como el resto de la producción, se realizó en términos de valor monetario, a los precios en que los pobladores comercializan sus productos.
- 7 El primer extracto de la algarrobina se mezcla con maizena o harina y se asemeja a una papilla. La algarrobina es el extracto final azucarado, resultado de la cocción del fruto del algarrobo.
- 8 La falta de controles en la gestación de las hembras del hato y la inexistencia de técnicas que preserven las pasturas para los períodos más secos como ensilaje limita la producción de leche de las hembras y la producción sólo permite alimentar a las crías (ICARDA, 2001).
- 9 Cuando no hay comercialización de un producto el valor de autoconsumo se estimó imputando el menor de los precios observados en aquellos lugares en donde existe un mercado (e.g. leña en Pampa Larga y Cañas).
- 10 Perevolostki (1991) es la traducción al español de la disertación doctoral publicada en 1984.
- 11 De aquí en adelante, a menos de que se especifique lo contrario, se usan ingresos o consumos por familia por año.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Mauro Mendoza ^{1*}

¹ Director de Medio Ambiente

Plan Binacional Perú-Ecuador

*E. mail: mmendoza@planbinacional.org.pe

RESUMEN

El Ordenamiento Territorial (OT) se muestra destacando sus aspectos conceptuales, su evolución así como las posibilidades, condiciones y limitaciones para su aplicación. Se presenta un esquema de proceso para elaborar o implementar una propuesta de Ordenamiento Territorial, incluyendo el diagnóstico o conocimiento del territorio (evaluación de recursos) y su análisis, representado por la Zonificación Ecológica Económica (ZEE).

El OT y la ZEE se presentan considerando su vinculación con la Diversidad Biológica (DB).

Los requerimientos o condiciones fundamentales para el logro de un OT se presentan y discuten incidiendo en los aspectos de decisión y apoyo político, institucionalidad, participación de la población, financiamiento y las capacidades, sobre todo con referencia a los recursos humanos.

Sobre Ordenamiento Territorial y Diversidad Biológica existen significativos avances e interpretaciones, según los aspectos o subtemas que se consideren.

Las experiencias presentadas se basan en las referencias internacionales, así como en los casos de ZEE desarrollados, utilizando la metodología aprobada en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA).

Para identificar y discutir acerca de los temas mencionados, se propone un esquema general del proceso conducente a un OT (Ver Figura 1), en el cual podamos caracterizar a cada uno de sus componentes y destacar la relevancia de la DB. El esquema presenta la concepción que se viene trabajando en el Perú en los últimos años.

El OT se plantea como el resultado de un proceso que tiene, como fases previas, un inicio básico y decisivo consistente en la adquisición de los datos e información sobre las características biofísicas, socioeconómicas, culturales, históricas del territorio, y una fase de análisis representada por la ZEE.

Origen y evolución del Ordenamiento Territorial (OT)

Como refiere Saénz de Buruaga (1969) la expresión “Ordenación del Territorio” (Aménagement du territoire) fue inventada en Francia en el año 1950 por Claude Petit, Ministro de la Construcción y Vivienda, cuando presentó el Plan Francés de Ordenación del Territorio:

“La ordenación del territorio es la transformación de la estructura geográfica nacional o regional a fin de asegurar una mejor distribución de los grupos humanos en función de los recursos naturales realmente explotables”

“La búsqueda en el ámbito geográfico de Francia de la mejor repartición de los hombres en función de los recursos naturales y de las actividades económicas”.

En este caso, el trinomio hombre - recursos naturales - actividades económicas fue la esencia del concepto. Sólo se reitera el concepto original sin ningún afán de reforzar una concepción que vaya contra la equidad de género.

No se pretende abundar en las diversas definiciones que se han planteado, pero con la finalidad de captar el concepto de OT, se adjunta algunos de ellos, con la finalidad de apreciar su variación temporal.

Ordenamiento Territorial

“La organización, en el suelo, de los establecimientos humanos de manera de satisfacer mejor las aspiraciones humanas”.

(Le Corbusier, 1968. Citado por Allan R. Brewer-Carías en: Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. 3ª. Edición. Editorial Jurídica Venezolana. Caracas, Venezuela, 1991)

“Es el estudio interdisciplinario y prospectivo de la transformación óptima del espacio regional y de la distribución de esta transformación y de la población total entre núcleos urbanos con funciones y jerarquías diferentes con vistas a su integración en áreas supranacionales”.

(Sáenz de Buruaga, Gonzalo, 1969. Ordenación del territorio. El caso del país Vasco y su zona de influencia. Madrid, España).

“La regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población así como el desarrollo físico-espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la optimización de explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales del desarrollo integral”.

(Ley Orgánica de Ordenación del Territorio, LOOT, Artículo 2, Gaceta Oficial de la República de Venezuela, No. 3.238, 11 de agosto de 1983. Caracas, Venezuela)

“Una Política de Estado y un instrumento de planificación que permite una apropiada organización político-administrativa de la Nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, garantizando un nivel de vida adecuado para la población y la conservación del ambiente”.

(“Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” - IGAC, 1997. Santafé de Bogotá, Colombia).

Ordenación Territorial

“Planificación oficial, científica, ecológica de una región o una zona terrestre, para lograr una distribución óptima de los sectores comerciales, industriales, urbanos, agrícolas y naturales, que tiende a un desarrollo ordenado y eficiente de una comarca habitada”.

(Mata Jiménez, Alfonso, Franklin Quevedo. 1994. Diccionario Didáctico de Ecología. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Segunda reimpresión. San José, Costa Rica).

La ordenación del territorio es la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de cualquier sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como una actuación interdisciplinaria y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio de acuerdo con unas directrices.

(Carta Europea de Ordenación del Territorio, 1983)

Hay referencias importantes sobre la evolución conceptual y se pueden encontrar, por ejemplo, en Buruaga (1996), Brewer-Carías (1991) y en Massiris (2002)

Al OT se considera como una política, una estrategia, una metodología, pero, en general, las definiciones se centran, principalmente, en hacer el mejor uso del territorio (o las tierras de un determinado espacio geográfico), de acuerdo a su vocación y con el respaldo más adecuado de la infraestructura, institucionalidad y dispositivos legales necesarios para su implementación.

Como se habrá podido apreciar existe una gran variedad de definiciones sobre el concepto de OT, pero pareciera que la tríada hombre – recursos naturales - actividades económicas es la esencia que ha sido enriquecida (y sigue siéndolo), a través del tiempo, por las diferentes contribuciones de los profesionales y especialistas, tanto de Europa como de América Latina, principalmente.

La Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

Para decidir sobre las mejores alternativas de uso del territorio, previamente se necesita conocerlas y ese es uno de los principales resultados de la ZEE. En 1994, en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) se acordó que la ZEE, como instrumento de Ordenación Territorial, es:

“Un proceso dinámico, que permite en una región un arreglo espacial de unidades relativamente uniformes, caracterizadas en base a factores físicos, bióticos y socioeconómicos y evaluados en relación a su potencial sostenido o su tolerancia a las intervenciones del hombre, realizada a través del trabajo de equipos multidisciplinarios”.

(SPT-TCA, Secretaría Pro-Tempore, Tratado de Cooperación Amazónica, Manaus, Brasil, 1994).

En diciembre de 1996, en Santafé de Bogotá, Colombia, bajo los términos del Convenio establecido entre el Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para el “Programa de Apoyo a la Zonificación de la Amazonía”, siete Países Parte del TCA (Bolivia, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela) adoptaron una Propuesta Metodológica de Zonificación Ecológica Económica (Ver el documento “Propuesta Metodológica para la Zonificación Ecológica-Económica para la Amazonía”. Memorias del Seminario-Taller. Colombia, diciembre 1996. TCA. Publicación No. 56).

La propuesta se basa en el análisis e interpretación integrada de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. Los dos primeros estrechamente vinculados a las ciencias físico-naturales y el último dentro del ámbito de las ciencias sociales.

Las variables de la ZEE y el esquema metodológico se muestran, como referencia, en el Cuadro 1. Cada país disgregará o descompondrá la información de los atributos asignados a cada una de estas variables, de acuerdo al inventario existente, necesidades y objetivos planteados.

La ZEE se debe sustentar en un estudio de recursos naturales al nivel de detalle, congruente con las propuestas de proyectos o acciones que se desea realizar en dicho territorio.

Dos aspectos son destacables en la propuesta metodológica de ZEE:

- La participación de la población en todo el proceso, y
- La necesidad de lograr resultados sobre la ocupación del territorio en base a modelos integrados.

En la ZEE se produce el análisis de la información de los recursos del territorio teniendo como uno de sus componentes principales a la diversidad biológica. Es la ZEE que planteará las mejores opciones o alternativas para la ocupación y uso del territorio, así como los requerimientos para lograr los objetivos propuestos.

La importancia y la necesidad de contar con los datos/información más relevante sobre la DB, y su rol en el análisis integrado con otros componentes del territorio, destacan nítidamente en todo el proceso conducente al OT.

Condiciones, requisitos, posibilidades y limitaciones para aplicar el Ordenamiento Territorial

La aplicación o implementación del OT, de acuerdo al esquema presentado y los objetivos propuestos, requiere de factores o condiciones que, aunque son la preocupación diaria en la ejecución de todo proyecto, la trascendencia de las acciones del OT exigen su cumplimiento. Así, merecen resaltarse los siguientes:

Decisión y apoyo político

Son dos requisitos inseparables y, quizá los más importantes que permitirán que el OT, como proceso, acción, estrategia o política permita cumplir el objetivo político o de desarrollo en el cual se ha comprometido el país, la región o la localidad. En muchos casos se puede lograr la decisión por el OT, pero poco apoyo político de las autoridades político-administrativas para implementarlo, y viceversa.

Institucionalidad

La implementación del OT requiere de estructuras, y mecanismos de administración y gestión que permitan el compromiso, la ejecución de acciones, el seguimiento y la retroalimentación para lograr los objetivos propuestos.

Participación

La participación del Estado, la sociedad civil, incluyendo el sector privado, debe ser considerada en todas las actividades que conduzcan a un OT en un ámbito geográfico. Las diversas formas, tipos y mecanismos de participación de la población organizada, representativa, deben ser establecidas de acuerdo a los niveles de decisión requeridos.

Financiamiento

Los recursos necesarios para la ejecución de proyectos es quizá el punto más sensible en la implementación del OT, ya que definen la puesta en práctica de todo lo planeado.

Capacidades: recursos humanos

La existencia de profesionales, técnicos, especialistas y en general recursos humanos capacitados en OT, preferentemente, con experiencia y visión conceptual amplia sobre el desarrollo, son componentes decisivos y prioritarios

Para superar esta posible limitación, el proceso de OT se podría iniciar con una fase previa de fortalecimiento de capacidades (diseño, gestión de propuestas/proyectos de OT, elaboración de Planes de OT, entre otros), lo que podría garantizar una adecuada ejecución pero a costa de prolongar el tiempo del proceso.

Finalmente, aunque no están directamente relacionados con el OT porque se asume su existencia previa, los datos e información precisa, completa, relevante y oportuna sobre las características del territorio es una de las grandes y principales limitaciones en el cumplimiento de los objetivos. Los datos e información son requeridos, principalmente por la ZEE, y, en general, las debilidades se presentan en la información actualizada de la estadística poblacional, los datos meteorológicos principalmente, así como los datos de la flora y fauna que muchas veces son escasos, muy puntuales o muy generales. Por ejemplo, en la región amazónica, existe poca información sobre los recursos hidrobiológicos, que sería un importante insumo en un análisis relacionado al abastecimiento proteico de la población y un contribuyente principal en su seguridad alimentaria.

A pesar de la complejidad del tema y los requerimientos para su cumplimiento, hay avances que se van realizando en los diferentes países de América Latina. El OT es un gran reto y un compromiso que asumir por las autoridades político-administrativas que deben contar con el respaldo técnico sólido basado en las propuestas, procedimientos y metodologías que se elaboren en armonía con las aspiraciones de la población en el marco del desarrollo deseado.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Allaby, Michael.** 1988. "Macmillan Dictionary of the Environment" Third Edition. Macmillan Press Ltd. England.
2. **Andrade Pérez, Angela y Amaya Arias, Manuel José.** 1996. El Ordenamiento Territorial: Política y Plan. En: "Propuesta Metodológica para la Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonía - Memorias del Seminario-Taller". Diciembre, Santafé de Bogotá, Colombia.
3. **Botero, Pedro.** 1996. Aproximación Conceptual a la Zonificación Ambiental. Caso Apaporis-Tabatinga. En: "Propuesta Metodológica para la Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonía - Memorias del Seminario-Taller". Diciembre, Santafé de Bogotá, Colombia.
4. **Bozzano, Horacio.** 2000. Territorios reales, Territorios pensados, Territorios posibles. Aportes para una Teoría Territorial del Ambiente. Espacio Editorial. 1a. edición. Buenos Aires, Argentina.
5. **Brewer-Carías, Allan R.** 1991. Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. 3ª. Edición. Editorial Jurídica Venezolana. Caracas, Venezuela.
6. **Comisión Europea.** 1999. ETE Estrategia Territorial Europea. Hacia un equilibrado y sostenible del territorio de la UE. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.
7. **Delgado de Bravo, María Teresa y Méndez Vergara Elías.** 1996. "Planificación Territorial: Medio Ambiente y Calidad de Vida". Consejo de Desarrollo Humanístico y Tecnológico (CDCHT). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
8. **Gilpin Alan.** 1996. "Dictionary of Environment and Sustainable Development". John Wiley & Sons. England.
9. **Instituto Nacional de Planificación – INP.** 1976. Fundamentos conceptuales, metodológicos y operativos para el acondicionamiento del territorio en el Perú. Documento No.10.76.UAT.API.i.047. Lima, Perú.
10. **INP.** 1984. Pautas metodológicas para la elaboración y diseño de la organización del territorio a largo plazo a nivel regional. Documento N° 002-84/INP-DGPR-DMPR. Lima, Perú.
11. **Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA.** 1996. Estrategia para la Zonificación Ecológica Económica y Monitoreo Geográfico de la Amazonía Peruana". Lima, Perú.
12. **Massiris Cabeza, Angel.** 2002. Ordenación del territorio en América Latina. En: Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Vol. VI. Núm. 125. 1 de octubre de 2002.
13. **McHarg, Ian.** 1992. Design with Nature. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA.

14. **Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Subsecretaría de Ordenamiento Territorial.** 1997. Marco General para el Ordenamiento Territorial. Secretaría Nacional de Planificación. La Paz, Bolivia.
15. **Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Subsecretaría de Ordenamiento Territorial.** 1997. Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Ordenamiento Territorial. Secretaría Nacional de Planificación. La Paz, Bolivia.
16. Perú, Ley N°. 27972, Ley Orgánica de Municipalidades. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 27 de mayo de 2003.
17. Perú, Ley N°. 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 18 de noviembre de 2002.
18. Perú, Ley N°. 27783, Ley de Bases de la Descentralización. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 20 de julio de 2002.
19. Perú, Ley N°. 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 16 de julio de 1997.
20. Perú, Ley N°. 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 4 de julio de 1997.
21. Perú, Ley N°. 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales. Congreso de la República. Normas Legales del Diario “El Peruano”, Lima, 26 de junio de 1997.
22. **Pujadas, Romá y Font, Jaume.** 1998. Ordenación y Planificación Territorial. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España.
23. **República de Venezuela.** Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial N° 3238, 11 de agosto de 1983. Caracas, Venezuela.
24. **Sáenz de Buruaga, Gonzalo.** 1969. Ordenamiento del territorio. El caso del país Vasco y su zona de influencia. Colección Biblioteca Universitaria de Economía. Director Ramón Tamames (Catedrático de la Universidad de Granada). Guadiana de Publicaciones S.A., Madrid.
25. **Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República, Ministerio de Medio Ambiente, de los Recursos Hídricos y de la Amazonía Legal. Secretaría de Coordinación de la Amazonía.** 1997. “Especificación de la Metodología para la Ejecución de Zonificación Ecológica-Económica por los Estados de la Amazonía Legal”. Brasilia/DF, Brasil.
26. **Suárez Montero, Milton.** 1996. Estado y Resultados de la Zonificación Ecológica-Económica en Bolivia. Estudio de Caso: Departamento de Pando. En: “Propuesta Metodológica para la Zonificación Ecológica-Económica de para la Amazonía - Memorias del Seminario-Taller”. Santafé de Bogotá, Colombia.

27. **Secretaría Pro-Tempore, Tratado de Cooperación Amazónica, SPT-TCA.** 1994. "Zonificación Ecológica-Económica: Instrumento para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Recursos de la Amazonía. - Memorias del Seminario-Taller". Documento N°. 26. Abril, Manaus, Brasil.
28. **SPT-TCA.** 1996. "Propuesta Metodológica para la Zonificación Ecológica-Económica para la Amazonía - Memorias del Seminario-Taller". Documento N°. 56. Diciembre, Santafé de Bogotá, Colombia.

Cuadro 1. Variables y atributos para la definición de ZEE a nivel de macrozonificación

<i>Medio Abiótico:</i>
<p><u>Clima</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Precipitación • Altitud • Humedad relativa
<p><u>Suelo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de EE. UU. (a nivel de Gran Grupo).
<p><u>Geomorfología</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fisiografía a nivel de paisaje • Rasgos naturales • Procesos geomorfológicos
<p><u>Hidrografía</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Red hidrográfica • Cuerpos de agua • Zonas de inundación <p><u>Cuencas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Subcuencas <p><u>Recursos hídricos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aguas superficiales y subterráneas (cantidad y calidad en función del uso) • Navegabilidad
<p><u>Geología</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Litología • Estratigrafía
<i>Medios Bióticos</i>
<p><u>Vegetación natural</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de formación • Densidad de cobertura: alta, media, baja • Altura del Dosel: alta >30 m - media 15-30 m - baja <15 m
<p><u>Fauna Silvestre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hábitat de fauna
<i>Medio Socioeconómico</i>
<p><u>Aspectos Sociales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Población • Calidad de vida • Equipamientos para servicios básicos (salud, educación, recreación, cultura, comercio, bienestar público) <p><u>Aspectos Económicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de actividad económica • Equipamientos territoriales para el mercadeo y el intercambio <p><u>Uso actual del territorio</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de usos de la tierra <p><u>Tenencia de la tierra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de tenencia • Áreas bajo régimen especial

(Escala 1:250.000)

Figura 1. Estudios / Datos / Zonificación Ecológica Económica / Ordenamiento Territorial

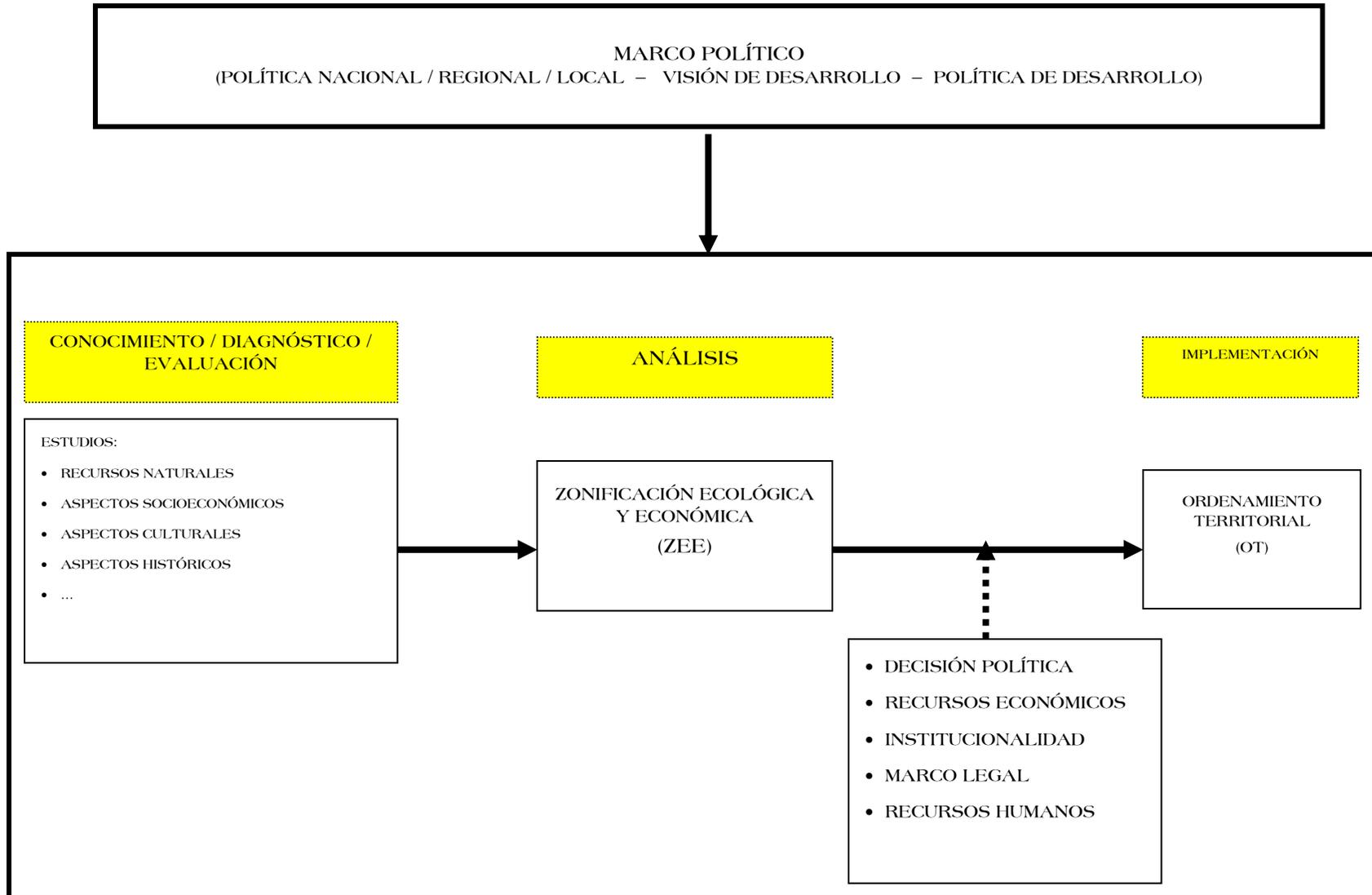
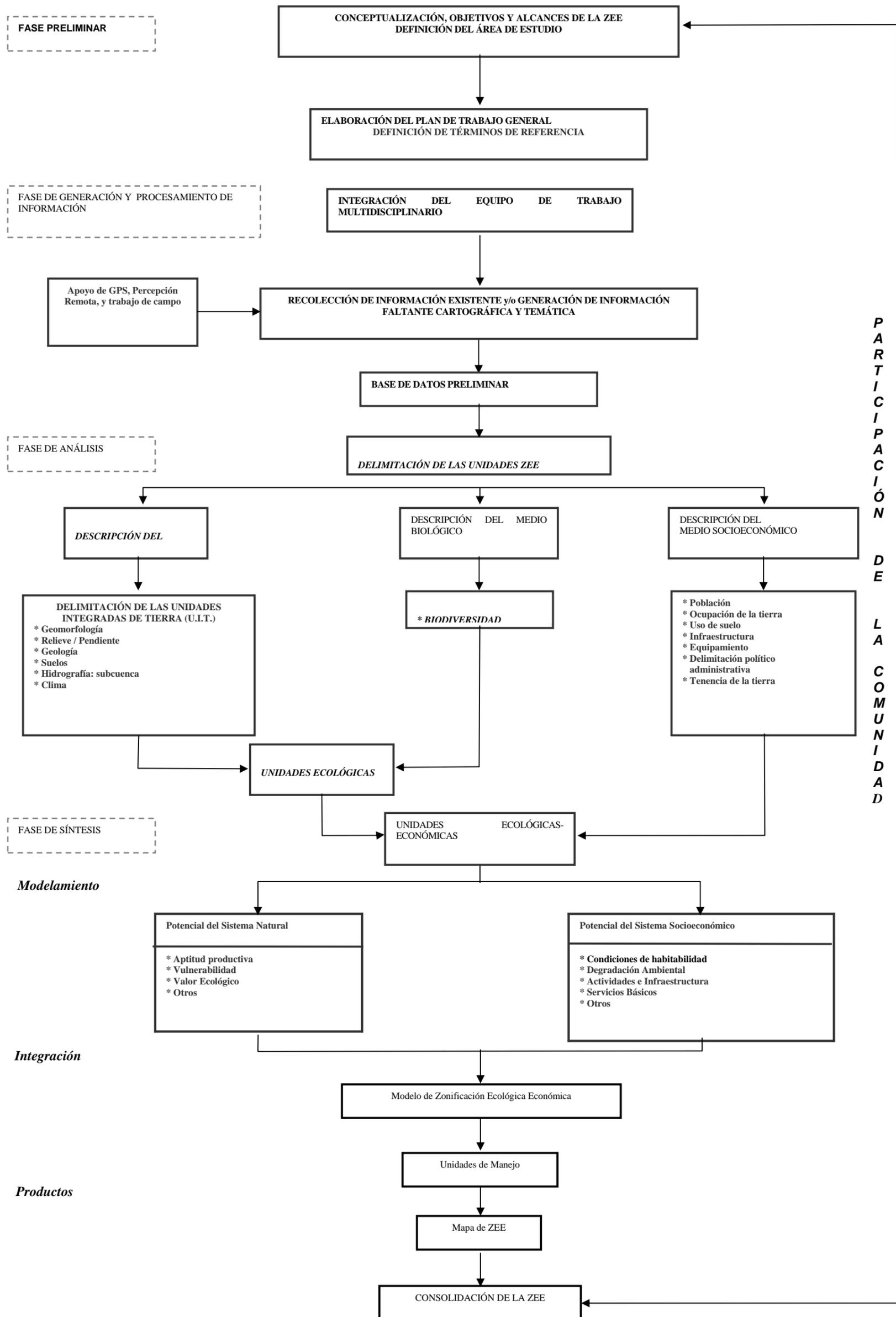


Figura 2.
Esquema Metodológico de la Zonificación Ecológica Económica



EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA ARBÓREA POTENCIAL Y LA ARQUITECTURA VEGETAL PARA UNA MEJOR PRODUCCIÓN CAPRINA EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA

Margarita Uhlenbrock Jansse¹, Abelardo Rodríguez^{2*}

¹ Estudiante de Biología en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ² Coordinador Regional para Latinoamérica del Centro Internacional de Investigación Agrícola (ICARDA) en Zonas Áridas, Lima, Perú (1999-2002). ICARDA, Cairo, Egipto.

*E. mail: AbelardoRodriguez@141.com

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos de la costa norte del Perú, llamados “secos” debido a la baja y estacional precipitación que presentan, han sido desde hace por lo menos trescientos años escenario de una alta producción de ganado caprino, tanto para aprovechamiento cárnico como lácteo y sus derivados. Dichos ecosistemas resultan ser adecuados para la ganadería caprina: la alta variabilidad climática dada por la aleatoriedad en la secuencia de años secos y años húmedos (de alta precipitación causada por el Fenómeno El Niño o ENSO - El Niño Southern Oscillation), no permite la formación de un estrato herbáceo perenne que asegure un desarrollo sostenible para la ganadería de ovinos o vacunos. El caprino – especialmente la “cabra criolla” que encontramos en Piura – se alimenta eficazmente y a lo largo de todo el año de los estratos arbustivo y arbóreo del bosque y se ha convertido por ello en el componente más importante de la economía familiar del poblador del “despoblado” piurano. La producción caprina es llevada a cabo principalmente mediante la trashumancia, que es un sistema rentable a corto plazo debido a los bajos costos de manejo y de producción (Dios, 1998). Sin embargo, esta actividad, llevada a cabo por el pequeño campesino de ingresos económicos muy bajos, no está respaldada por un adecuado manejo del recurso bosque (entre otros), lo cual genera que los ingresos percibidos por las familias sean largamente insuficientes e inestables. Por ello los pobladores recurren a una excesiva tala y venta de leña de algarrobo (*Prosopis* sp.), compitiendo así con su propio medio para lograr su subsistencia y generando la desertificación de la zona.

Para poder manejar y aprovechar mejor el recurso bosque – y en consecuencia aportar a una mejor producción caprina – es necesario conocer las formaciones vegetales que se encuentran en la zona: su composición, su fisonomía y su productividad. En el siguiente documento se presentan los resultados de la evaluación de la producción de fruto y hojarasca del algarrobo para el periodo marzo 2000 – febrero 2001, comparándose éstos con valores encontrados para los años 1992/93 y 1998. Además se analiza la arquitectura vegetal de dichos árboles. Las tres zonas escogidas son diferentes: (1) el caserío de Belisario ubicado en el límite entre bosque y desierto, formando un llamado “ecotono” y donde hay una baja densidad de individuos (especialmente de algarrobo), (2) el caserío de Santa Cruz, donde hay mayor precipitación y, por ende, vegetación mayor y más diversa que en la primera zona y (3) el caserío de Bella Esperanza, que es un bosque de algarrobos beneficiado por el Proyecto de Irrigación de San Lorenzo. Información bibliográfica adicional acerca de la composición vegetal y densidad de árboles completa el escenario. La evaluación ha sido llevada a cabo en 30 individuos por cada zona de estudio.

Es importante señalar que, siendo concientes de que el algarrobo no es la única especie vegetal de los distintos bosques y tampoco la única consumida por el caprino, se considera que sí es la más importante debido a su dominancia con respecto a las demás y debido al alto valor nutritivo y la alta palatabilidad

de sus frutos, los cuales, al final de cuentas, hacen posible la producción ganadera y se perfilan como base ideal para una mejora en ésta. En este sentido, Nolte (1980) presenta al algarrobo (*Prosopis juliflora*) como la especie vegetal principal que sirve para la alimentación caprina en el departamento de Piura. El zapote (*Capparis angulata*), el overo (*Cordia rotundifolia*) y el bichayo (*Capparis ovalifolia*) se encuentran en tercer, sétimo y octavo lugar respectivamente. Además de ser la principal fuente de alimento, esta especie genera microambientes que pueden proporcionar bienestar al animal por medio de la sombra, atenuación de calor mediante la evapotranspiración y control o desvío de vientos (Nolte, 1980).

Los parámetros utilizados: su significado e importancia

La Productividad Primaria Neta

En el Diccionario de Ecología (Dudenverlag, 1988), la productividad primaria se define como la biomasa formada fotosintética o quimiosintéticamente en el lapso de un año en base a materias inorgánicas.

En Lugo & Morris (1982), se diferencia entre fotosíntesis neta y fotosíntesis bruta. La primera consiste en la transformación de energía solar a energía por unidad de tiempo en el cloroplasto de la planta; la segunda viene a ser la fotosíntesis bruta menos la utilización de energía química por el proceso respiratorio de la misma planta. El proceso fotosintético expresado en unidad de área es denominado, según estos autores, la productividad primaria del sistema. “Algunos autores distinguen entre productividad primaria en las plantas y productividad secundaria en los animales.” La productividad primaria neta, basada en la fotosíntesis neta, es utilizada para el crecimiento neto de la vegetación, para el sostenimiento de los herbívoros, para compensar la producción de materia orgánica muerta o para exportación a otros sistemas (Lugo & Morris, 1982). Entre un cuarto y un tercio de la producción primaria total, especialmente en plantas caducifolias, es forzado a otros niveles tróficos por medio de la producción de hojarasca. Sin embargo, en detritívoros, rumiantes y sistemas polutos por el hombre la eficiencia de la utilización de la producción primaria es baja (Margalef, 1995).

La producción primaria en las praderas áridas de la costa norte del Perú es ciertamente imprevisible debido a las condiciones climatológicas irregulares. Según Rodas (1997) “A un año lluvioso suele suceder otro año húmedo de poca intensidad: en estos dos años la producción forrajera está asegurada por la superproducción de herbáceas, y el crecimiento vegetativo de arbóreas y arbustivas es suficiente el tercer año puede iniciar un largo periodo de sequía, de 3 a 5 años. En ese periodo las herbáceas desaparecen y la mayoría de arbóreas y arbustivas pluvifolias y caducifolias se desfolian y entran en estado de latencia, hasta el próximo periodo lluvioso. Entonces, el forraje para el ganado, especialmente caprino, se obtiene de tres especies: dos arbustivas, el overo (*Cordia rotundifolia*) y el faique (*Acacia tortuosa*), y una arbórea, el algarrobo (*Prosopis pallida*)”.

Nolte (1991; citado por Rodas, 1997) presenta para Piura en el mes de marzo de 1985 una producción de algarrobo de 18,5 kg FV/ha y para julio de 1987 una producción de 1,2 kg FV/ha. “En *Prosopis tamarugo* se ha evaluado la producción de hojas, habiéndose encontrado rendimientos de 76,20 kg en árboles de 5 años de edad, 160,80 kg a los 20 y 300 kg a los 40 años, con una densidad de 55 árboles

por hectárea” (Rodas, 1997). “En Casma se registraron individuos de algarrobos con producción de 1,86 kg, a los 3 años de edad rindieron 2 kg de frutos y plantas de 10 años tuvieron una producción de 50 kg, mientras otros del mismo lugar rinden 100 kg/árbol/año, estimándose como promedio bueno de 40 a 60 kg en áreas de 5 * 5 árboles por parcela. En bosques de La Merced, Valle Río La Leche Lambayeque, se evaluó la producción de frutos en 4 parcelas, cuantificándose 5 árboles por parcela. Se pudo apreciar la variación del rendimiento de plantas de una formación natural, teniendo un promedio de 47,08 kg/árbol/año a los 10 años de edad, cuando tuvieron 40 años los rendimientos llegaron a 16,500 kg/ha/año.” (Díaz, 1995; citado en Rodas, 1997).

Rodas (1997) en una evaluación de productividad de hojarasca y fruto en los bosques de Tambogrande encontró para el intervalo de meses de enero de 1992 a marzo de 1993 (presencia de Fenómeno El Niño), un rango en la producción de hojarasca (materia seca verde o MSV) de 1.069 a 1.225 grMSV/m²/día (0,321 – 0,368 tMSV/ha/mes), presentándose los valores máximos entre agosto y setiembre de 1992 y los mínimos entre enero y marzo de 1992. Para la producción de fruto en el mismo bosque se encontró un rango entre 0,544 – 3,278 kg MSV/m²/día (0,163 – 0,983 tMSV/ha/mes), dándose los valores máximos en marzo de 1992 y los valores mínimos entre abril y diciembre de 1992. Un último estudio de Productividad Primaria Neta de *Prosopis* sp. fue realizado por Cárdenas (1998) entre febrero y junio de 1998 (año de Fenómeno El Niño extraordinario). En el Cuadro 1 se presentan los resultados promedio para un bosque tipo sabana ubicado en el desierto de Sechura y un bosque seco denso de Tambogrande (misma zona estudiada anteriormente por Rodas en 1992 y 1993). Datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e Informática muestran que la producción de algarroba ha aumentado hacia los años 1980 y 1990 (INEI, 1995). Sin embargo, Cuba Salerno (1998) sostiene que de la oferta total de 2,3 t/ha/año, únicamente se está aprovechando un 15%. Con esto afirma que los ecosistemas de bosque seco no son aprovechados totalmente.

La Arquitectura Vegetal

Los parámetros cuantitativos importantes para poder realizar una estimación del potencial forrajero del bosque son:

- la cantidad de árboles en un área determinada, es decir, la densidad arbórea;
- la altura máxima de los árboles;
- el espesor de dosel, que está dado por la distancia entre la rama más baja y la altura máxima del árbol;
- la altura a la base de la copa, que es la distancia entre el suelo y la rama más baja del árbol;
- la cobertura, definida como la “porción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos”. (Greig-Smith; en Gushiken, 1994);
- la composición florística, la cual nos da la significancia de las especies dentro de una comunidad (Braun-Blanquet, en Gushiken, 1994). El análisis de la composición florística debe estar acompañado del estudio de la fenología de cada especie, según la cual se determina en qué época del año el animal consume qué parte de la planta. Sin embargo, en su calidad de documento inicial, este aspecto aún no es incluido en el análisis.

De éstos, uno de los más importantes para fines de la producción caprina es la altura a la base de la copa. Un caprino adulto puede llegar a alimentarse de las hojas y frutos que se encuentran hasta una altura de 2 metros sobre el suelo. Por ello resulta necesario determinar a qué altura está disponible la mayor cantidad de ramas para el animal, relacionando esto con el tamaño de la variedad de cabra que existe en la zona. La altura a la base de la copa, junto con los parámetros de altura máxima, espesor de dosel y cobertura, deben tomarse en cuenta también para poder realizar una poda que sea compatible con la producción del ganado caprino (Fonseca, N., comunicación personal, abril del 2001).

Para nuestro caso, tanto la densidad relativa de especies, parámetro que indica la densidad de una especie con respecto al número total de individuos, como la composición florística serán datos secundarios de revisión bibliográfica. Estos aspectos son también muy importantes a tener en cuenta en la producción caprina, ya que en base a ellos se determina gran parte del comportamiento de pastoreo de los animales: qué especie es la de mayor consumo, cuánto dura el ramoneo en cada especie, etc. Se enriquecerán además las apreciaciones en cuanto a la composición vegetal, presentando la composición de las formas de algarrobo según Ferreyra (1987), pudiendo ser éstas determinantes para la arquitectura de la zona y para la producción.

Como parámetro adicional, presentaremos el área basal, que viene a ser el área de un corte transversal del tronco de un árbol a la altura del pecho. “Malleux (1975) considera que el área basal es uno de los principales parámetros en el inventario forestal, por ser de fácil evaluación, al ser calculado a partir del diámetro del tronco” (Gushiken, 1994).

Para el caso de las zonas en estudio, Gushiken (1994) encuentra que en el Caserío de Belisario el estrato arbóreo-arbustivo es el dominante: “*Prosopis* spp. de porte arbóreo de 4,25 m de altura promedio y 0,16 m² de área basal promedio, y *Capparis angulata* y *Capparis ovalifolia* de porte arbustivo de 2,44 m de altura promedio y 0,05 m² de área basal promedio”.

Rodas (1997) encuentra que para un bosque de la zona del Caserío de Bella Esperanza, la altura de los árboles está entre los 2,8 y 11,6 m, el espesor de dosel entre los 4,5 y 8,7 m, la cobertura vegetal entre 48,8 y 88,8% y el área basal entre 2,9 m²/ha y 6,5 m²/ha.

Caracterización de las zonas de estudio

El Caserío de Santa Cruz se encuentra en el sector Nómala de la comunidad campesina “José Ignacio Távara Pasapera”, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón. Su fisiografía es ondulada, “compuesta por lomas de poca altura con gradientes no mayores de 20%, caracterizándose por su formación de llanuras de influencia eólica. El grupo edafogénico está representado por suelos profundos de textura moderadamente arenosa, de reacción alcalina, y son suelos de buena capacidad productiva agronómicamente” (H.P.I., 1999). Las rocas son metamórficas y sedimentarias (ONERN en H.P.I., 1999). Según el Mapa Ecológico del Perú la zona de vida de la zona corresponde al matorral desértico Tropical (md – T), distribuyéndose en los sectores Huápalas y Nómala (H.P.I., 1999). La vegetación está descrita en el Cuadro 2. La biotemperatura media anual máxima es de 24,6°C y la media mínima de 22,4°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 222,7 mm y el promedio mínimo de 122,6 mm.

El asentamiento silvopecuario “El Algarrobo – El Papayo”, cuyas características vegetales se observan en el Cuadro 3, se encuentra en el Caserío Bella Esperanza, Irrigación y Colonización San Lorenzo, distrito de Tambogrande, provincia de Piura (4°52'LS., 80°35'LO).

Belisario (véase también Cuadro 4) es un “área crítica ecológicamente por su condición limítrofe entre las comunidades de bosque y el desierto de Sechura, convirtiéndose la permanencia de su cobertura y composición vegetal en una necesidad prioritaria para contener el avance del desierto ...” (Velásquez, 1992). La zona de vida es de desierto con un clima hiperárido a árido. La topografía es suave con presencia de dunas. El suelo es arenoso, la vegetación es escasa y dispersa y la fauna es de poca riqueza. Sin embargo, Belisario sí presenta sectores con vegetación más densa, que son pequeños bosques de algarrobo y zapote. El herbazal es efímero y de verano, cuando hay buenas lluvias (Velásquez, 1992).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La productividad primaria neta potencial arbórea de fruto y hojarasca en *Prosopis* sp.

De ahora en adelante nos referiremos a la Productividad Primaria Neta como “potencial” debido a que se desconoce la fracción de ésta que no debe ser utilizada por el segundo eslabón de la cadena trófica, es decir, los productores secundarios, ya que debe regresar al suelo para asegurar la sostenibilidad del ciclo biogeoquímico. Esta fracción debe ser restada de los valores encontrados para contar con información más real en cuanto a la producción utilizable tanto para consumo humano como animal. Desconocemos, sin embargo, este valor para los bosques secos de Piura.

Para comprender el comportamiento de la productividad primaria neta potencial, específicamente de la producción de hojas, floración y fructificación, es necesario tener en cuenta la precipitación y la temperatura durante el año de estudio. La información meteorológica se obtuvo del SENAMHI – Piura. Los datos para Santa Cruz proceden de la Estación Meteorológica de Chulucanas, los de Bella Esperanza de la Estación Meteorológica El Partidor (4°38' S, 80°15' O, 210 msnm) y los de Belisario de la Estación Meteorológica de Chusís (5°31' S, 80°50' O, 14 msnm). Para nuestros tres casos, la temperatura se ha encontrado entre 20 y 25°C, siendo los meses más cálidos junio, julio y agosto. Esta temperatura se encuentra dentro del rango ideal de 20,5 – 29°C para asegurar una buena fructificación del algarrobo (Díaz, 1997).

La precipitación en Santa Cruz y Bella Esperanza se inició en febrero, encontrándose los valores más altos en marzo (aprox. 100 mm/mes) para el primer caso y en abril (aprox. 140 mm/mes) para el segundo. En Belisario empezó a llover en marzo, siendo abril con 20 mm/mes, el mes de mayor precipitación mensual acumulada. Luego hay una disminución drástica en el mes de mayo, y agosto y septiembre son meses completamente secos. Los valores acumulados para enero a septiembre del 2000 (350,8 mm/9meses en Bella Esperanza, 267,4 mm/9meses en Santa Cruz, 9,91 mm/9meses en Belisario) nos indican que es muy probable que nos encontremos frente a un año anormal. Por un lado se encuentra Bella Esperanza, en donde el rango normal de 100 – 150 mm/año (Rodas, 1997) ya ha sido excedido, y por el otro se encuentra Belisario, en donde el rango normal de hasta 20 mm/año no ha sido sobrepasado aún.

El año anormal también se refleja en la producción de frutos. Si bien la segunda producción del año llamada coloquialmente “sanjuanera”, que ocurre normalmente entre los meses de junio y agosto, es de menor magnitud que la primera, en nuestro año de evaluación no se ha encontrado producción significativa alguna. Sólo en la localidad de Santa Cruz hubo producción retrasada entre los meses de octubre y diciembre, la cual incluso ha sido mayor que en la época principal de fructificación. A la escasa producción del año 2000 se agrega la alta incidencia, en todo el departamento de Piura, de plagas de flor, fruto y hojas. Los meses y valores correspondientes a mayor y menor producción para cada zona se pueden observar en el Cuadro 5.

Se debe tener en cuenta que el periodo enero '92 – marzo '93 correspondió a un ENSO moderado con una precipitación acumulada anual para el caso de Bella Esperanza de 824 mm/año. Febrero – junio '98 correspondió a un ENSO fuerte con una precipitación acumulada para 6 meses para el caso de Bella Esperanza de 3.196,7 mm/6meses y para el caso de Belisario de 1.033,2 mm/6meses. Si comparamos la producción de frutos en los periodos evaluados anteriormente (enero '92 – marzo '93, febrero - junio '98 y enero '00 – marzo '01) en Bella Esperanza y en Belisario (Figuras 1 y 2), podemos observar que la productividad primaria neta potencial de frutos en Bella Esperanza (rango 1992/93: 0,163 – 0,986 tMSV/ha/mes, rango 1998: 0 – 0,405, rango 2000/01: 0 – 0,5619) siempre es mayor que en Belisario (rango 1998: 0 – 0,363, rango 2000/01: 0 – 0,6530). Esto es fácilmente comprensible por la diferente densidad de individuos que se tiene en ambas zonas. Por otro lado, si tomamos en cuenta la afirmación de Rodas (1997), que sostiene que hay una relación directa entre la producción de fruto y la precipitación y tratamos de aplicar esto en las tres etapas en las tres zonas, esta afirmación no resulta ser muy cierta. La relación no es muy clara, sobre todo si consideramos el ENSO '98 de muy alta precipitación y muy baja fructificación, y más parece ser que se requiere de una lluvia moderada durante el verano como en el ENSO '92/93 para tener una fructificación satisfactoria. Las muy altas precipitaciones también parecen no favorecer la llamada “sanjuanera” o producción de frutos alrededor de los meses de junio y julio.

Los coeficientes de variación para la producción de frutos de marzo 2000 – febrero 2001 oscilan entre el 165 y 547% en Santa Cruz, el 145 y 547% en Bella Esperanza y el 163 y 374% en Belisario. Tomando en cuenta esos mismos coeficientes para los años 1992/93 (C.V.= 100% – 282%) y 1998 (C.V.= 100% – 300% en Bella Esperanza, C.V.= 123% – 375% en Belisario), no es posible identificar un patrón temporal y/o espacial para estos.

Pasando ahora a analizar la productividad primaria neta potencial de hojarasca para el año marzo 2000 – febrero 2001, sí identificamos un comportamiento claro (Cuadro 6).

La producción de hojarasca en Santa Cruz es mayor que en Bella Esperanza y similar a Belisario.

El comportamiento en Belisario es bastante más marcado tanto en las épocas de menor producción como en las de mayor producción. En general la producción es alta entre marzo y abril, se mantiene algo más baja entre junio y noviembre, para luego volver a subir hacia diciembre y enero, observándose un leve aumento entre septiembre y octubre.

Si comparamos las tres etapas de evaluación, vemos que la producción de hojarasca siempre es mayor que la de fruto y en el primer año. Además se observa un alza en la producción aproximadamente cuatro a cinco meses después de parar las lluvias (septiembre – octubre) y uno a dos meses antes de que estas vuelvan a iniciarse (enero – febrero). Los altos valores en el '98 se deben probablemente al impacto de la

lluvia sobre los foliolos, generando una defoliación prematura y acelerada (observación ya realizada por Cárdenas, 1998). Corroboramos entonces la relación indirecta entre precipitación y producción de hojarasca planteada por Rodas, 1997.

Los coeficientes de variación para la etapa marzo 2000 – febrero 2001 se encuentran en 35% y 74% para Santa Cruz, 31% y 85% para Bella Esperanza y 28% y 90% para Belisario. Estos rangos son similares a los encontrados en 1992/93 (C.V.= 29% – 85%) y en 1998 (C.V.= 28% – 84%).

Arquitectura vegetal

El siguiente paso en la evaluación de la vegetación, para poder determinar la productividad de la zona en relación al consumo por parte del ganado caprino, es medir y analizar la fisonomía de los árboles, relacionando ésta con las densidades respectivas. Las anotaciones encontradas son las siguientes:

En general se observa que la zona de Santa Cruz y Bella Esperanza tienen los árboles más altos. El 50% se encuentra entre los 4,41 y 6,62 metros. En Belisario los árboles son más bajos, el 60% se encuentra entre los 3 y los 5,51 metros de altura (Figura 3).

El espesor de dosel (Figura 4) para Santa Cruz, Bella Esperanza y Belisario tiene el mismo comportamiento: el 20% de los árboles se encuentra entre los 2,57 y los 3,7 metros de espesor, mientras que el 40% - 50% se encuentra entre los 3,71 y los 5,98 metros de espesor. Si se compara estos resultados con los valores de densidades encontrados en la bibliografía, 11,13 ind/ha para Belisario (Gushiken, 1994), 27 ind/ha para Santa Cruz (H.P.I., 1999) y más de 150 ind/ha para Bella Esperanza, y los valores de la Productividad Primaria Neta Potencial de Fruto para las tres zonas evaluadas en el año marzo 2000 – febrero 2001, se puede inferir que el mayor potencial de producción forrajera se encuentra en Bella Esperanza; Santa Cruz ocupa el segundo lugar y Belisario el tercero.

En el siguiente paso se comparó la cobertura de la copa de los árboles en cada zona (Figura. 5) con la predominancia de formas de algarrobos (Figura. 6): Santa Cruz tiene una mayor tendencia a presentar árboles de forma armata y el mayor porcentaje de cobertura se encuentra en el primer estrato (21,73 a 52,92 m²). Bella Esperanza tiene mayor presencia de árboles con forma annularis y un 20% de sus árboles se encuentra en el tercer estrato de cobertura (84,13 a 115,33 m²); finalmente en Belisario aparece la forma decumbens encontrándose un significativo porcentaje de individuos en el cuarto estrato (115,33 – 146,52 m²). Si se considera que la forma decumbens es la más ideal para el animal debido a la mayor cantidad de sombra que da el árbol, se puede deducir que en este sentido Belisario representaría la mejor zona para el ganado, Bella Esperanza estaría en segundo lugar y Santa Cruz en tercer lugar.

De significativa importancia para el análisis de la arquitectura vegetal relacionado con la producción de ganado caprino, es la altura a la base de la copa en los árboles de las zonas evaluadas (Figura. 7). En Belisario, debido a la presencia de árboles de forma decumbens, se tiene un muy alto porcentaje (85%) de individuos entre los primeros dos estratos de altura a la base de la copa (0,00 a 0,45 m). En Santa Cruz la mayor cantidad de individuos se encuentra en el cuarto y quinto estrato (0,69 a 1,14 metros) y en Bella Esperanza la frecuencia se reparte hasta los 1,60 metros. Nuevamente, si se toma en cuenta el número de individuos por hectárea, Santa Cruz es la mejor área para la producción caprina extensiva.

En cuanto a la composición florística de las especies arbustivas, se encuentra que Santa Cruz presenta una importante cobertura de overo (*Cordia lutea*), mientras que en las otras zonas aparece el faique (*Acacia macracantha*) con significativa intensidad (en el caso de Belisario la densidad es menor). El estrato herbáceo, dos años después del ENSO '98, ha disminuido considerablemente en ocurrencia de especies (Claros, 2000), lo cual muestra su alta dependencia de abundante precipitación.

Como dato adicional, de posible utilidad para una futura evaluación del potencial forestal, se presenta las áreas basales de los árboles en cada zona (Figura 8). Aquí se observa claramente que, a pesar de que el bosque de Santa Cruz tiene árboles altos debido a la mayor disponibilidad de agua, éstos son delgados, lo cual indica que son árboles relativamente jóvenes. Teniendo en cuenta además la cantidad de individuos por hectárea, Bella Esperanza presenta el mejor potencial forestal.

CONCLUSIONES

La evaluación de la productividad primaria neta arbórea muestra claramente que no hay un patrón temporal determinado para la producción de frutos, por lo menos no para los años evaluados (1992/93, 1998, 2000/01). Hay indicios de una buena producción a moderada precipitación, pero esto aún se debe verificar. Sin embargo sí se puede observar un patrón en la producción de hojarasca, la cual aumenta en el tercer trimestre del año, disminuyendo un poco hacia diciembre y luego vuelve a aumentar ligeramente a inicios del primer trimestre del año siguiente. La producción durante el tercer trimestre es la mayor.

Tomando en cuenta los resultados del análisis de la arquitectura vegetal (observar también las características de la composición vegetal y la densidad relativa encontradas por otros estudios, Cuadros 2, 3 y 4), señalan que Bella Esperanza tiene la mayor diversidad de especies arbóreo-arbustivas. Sin embargo, si consideramos las observaciones realizadas por distintos estudios en cuanto a los hábitos de consumo del caprino (Nolte, 1991), el cual es altamente selectivo y se alimenta en gran cantidad de overo y de faique, Santa Cruz presenta las mejores condiciones para este tipo de ganado. Si agregamos las buenas condiciones de espesor de dosel (40% – 50% de los individuos en el estrato de 3,71 a 5,98 metros), la productividad primaria neta de fruto (0,0004 – 0,1903 tMSV/ha/año) y hojarasca (0,2071 – 0,8615 tMSV/ha/año) y la altura a la base de la copa de los árboles (0,69 – 1,14 metros), se concluye que Santa Cruz presenta, entre las tres zonas evaluadas, la mejor zona para la manutención en forma extensiva del ganado caprino.

LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Se han encontrado vacíos de información que se deben subsanar para poder entender el comportamiento del bosque en su totalidad, en sus aspectos agroecológicos. A continuación son enlistadas algunas de estas limitaciones:

- La alta variabilidad del bosque (C.V. para la productividad de frutos entre 100% y 380%, C.V. para la productividad de hojarasca entre 28% y 86%) no permite realizar conclusiones valederas con relación a la productividad primaria neta para las tres épocas evaluadas. Es necesario observar las tendencias durante una mayor cantidad de años para poder determinar el comportamiento y el potencial productivo.
- Resulta también necesario realizar análisis bromatológicos de manera seguida y en distintas zonas del bosque para poder determinar no sólo la cantidad de la producción primaria, sino también la calidad de ésta con relación al valor nutritivo para el ganado.
- Se desconoce el valor correspondiente a la cantidad de la producción primaria que no se debe utilizar, para que el ciclo biogeoquímico se mantenga y se pueda asegurar la sostenibilidad del bosque.
- Solo existe información muy general y de hace 20 años sobre la edafología y/o geología en los bosques secos de la costa norte (información anterior a los Eventos El Niño de 1983 y de 1998). Es importante tener información actualizada en este sentido, debido a que estos eventos cambian significativamente estas condiciones. Estos datos se deben relacionar a ésta con el comportamiento de la vegetación en las distintas zonas del bosque.
- Falta de información acerca de la napa freática: no se conoce ni la profundidad, ni el volumen, ni el comportamiento de recarga. Esto puede ser importante para explicar el crecimiento de los algarrobos.
- Si bien el algarrobo (*Prosopis* sp.), el overo (*Cordia lutea*) y el faique (*Acacia macracantha*) son las especies que tanto especialistas zootecnistas como biólogos y forestales identifican como las de mayor consumo por el ganado caprino, no hay estudios que tengan en cuenta la productividad y la arquitectura vegetal de las últimas dos especies arbustivas.
- Hay una casi nulidad en cuanto a estudios que relacionen a la planta con el animal: la respuesta de ésta al pastoreo, selectivo o no selectivo, de caprinos, ovinos y bovinos, con base a la cual se determina la intensidad del pastoreo y los valores de capacidad o límites aceptables de carga. Tampoco se ha evaluado la vegetación – arbórea, arbustiva y herbácea – con los hábitos de consumo de caprinos, ovinos y bovinos. Esto conlleva a un uso inadecuado del suelo que, finalmente, conduce a una mayor aceleración del proceso de desertificación.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **Cárdenas, C.** 1998. El impacto del Evento El Niño en la productividad primaria de los bosques secos de algarrobo de Sechura y Tambogrande. Piura. Diciembre 1997 – Junio 1998. Tesis para optar al Título de Bióloga – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
2. **Claros, D. C.** 2000. Composición Florística y Fenología de los Bosques Secos de la Costa Norte del Perú, Caso Piura: (Sechura Tambogrande) en la Etapa del Post-Niño 97 – 98 (febrero – octubre 2000). Tesis para optar al Título Profesional de Bióloga. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú. 101 pp.
3. **Cuba Salerno, A.** 1998. Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la Costa Norte del Perú: El Proyecto Algarrobo, 19 p. En: Bosques Secos y Desertificación – Memorias del Seminario Internacional, Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo – INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA – Roma. Perú. 419 pp.
4. **Díaz Celis, A.** 1997. Guía para el Cultivo y Aprovechamiento de los “Algarrobos” o “Trupillos” *Prosopis juliflora* (Schwartz) DC. y *Prosopis pallida* (H.B.K. ex Willd.) H.B.K. Convenio Andrés Bello, Colombia.
5. **Dios Alemán, E.** 1998. Análisis de la sostenibilidad de las prácticas de crianza tradicional de ganado en la Reserva de Biósfera del Noroeste, 5 pp. En: Bosques Secos y Desertificación – Memorias del Seminario Internacional, Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo – INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA – Roma. Perú. 419 pp.
6. **Dudenverlag.** 1988. Schülerduden Die Oekologie. Mannheim - Deutschland.
7. **Ferreyra, R.** 1987. Estudio Sistemático de los Algarrobos de la Costa Norte del Perú. Dirección de Investigación Forestal y de Fauna, Instituto Nacional Forestal y de Fauna, Ministerio de Agricultura. Perú. 29 pp.
8. **Gushiken, S.** 1994. Estructura y análisis de la estructura de los algarrobales de Sechura y Tambogrande. Tesis para optar al Título de Bióloga – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 80 pp.
9. **Heifer Project International– Perú.** 1999. Inventario Forestal y Evaluación de la Regeneración Natural e Inducida en el COPEGA 48 de la Comunidad Campesina “José Ignacio Tavera Pasapera” – Chulucanas. Octubre. Perú. 32 pp.
10. **INEI (Instituto Nacional Estadística e Informática).** 1995. Compendio Estadístico 1994 – 95. Tomo II. Julio. Perú.
11. **INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales, Convenio Proyecto Algarrobo – INRENA.** 1998. Mapa de los Bosques Secos del Departamento de Piura – Memoria Descriptiva. Lima - Perú.

12. **Lugo, A. E. & G. L. Morris.** 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología – Monografía N° 23, Washington D.C.
13. **Margalef, R.** 1995. Ecología. Octava reimpression. Ediciones Omega S.A. Barcelona – España. 951 pp.
14. **Nolte, E.** 1980. Relación Cabra – Monte. Departamento de Producción Animal, Programa Académico de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
15. **Nolte, E.** 1991. Investigación sobre forrajeras xerofíticas y capricultura (1984 – 1989). Proyecto “Sistemas de producción caprina”, Centro Internacional de Investigaciones Para el Desarrollo (CIID) – Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA). Perú.
16. **Perevolotski, A.** 1991. Sistemas de Producción Caprina en Piura. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Piura, Perú. Traducción: Maruja Martínez, Correcciones: Enrique Nolte. 193 p.
17. **Rodas, J.** 1997. Productividad Primaria Neta y sus principales factores ecológicos en los bosques secos de algarrobo (*Prosopis* sp.) de la costa norte del Perú: Tambogrande – Piura – Región Grau (Enero 92 – Marzo 93). Tesis para optar al Título de Biólogo – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 109 p.
18. **Velásquez, D. A.** 1992. Aves de Importancia Económica de los Algarrobales de Piura, Región Grau, Perú. Casos: Sechura (Caserío de Belisario) y Tambogrande (Cooperativa Agraria Malingas Alto). Tesis para obtener el Título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cuadro 1. Productividad Primaria Neta en Sechura y Tambogrande

Mes	Promedio Productividad Primaria Neta (grMSV/m ² /día) (*)			
	Bosque seco tipo sabana (Desierto de Sechura)		Bosque seco denso (Distrito de Tambogrande)	
	Hojarasca	Fruto	Hojarasca	Fruto
Febrero '98	0,97	1,21	2,79	1,35
Marzo '98	0,79	0,21	2,01	0
Abril '98	1,01	0,04	1,86	0
Mayo '98	0,64	0	1,09	0,01
Junio '98	0,56	0	1,41	0

De: Cárdenas, 1998

(*) Para obtener el valor en tMSV/ha/mes se multiplica los valores en grMSV/m²/día por el factor 0.3.

Cuadro 2. Datos sobre el Caserío de Santa Cruz

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística*	Densidades Relativas
<p>Sector Nómala de la Comunidad Campesina 'José Ignacio Távora Pasapera', Provincia de Piura 05°10'20" S 80°12'55" O (168 msnm.)</p>	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u> Ecozona B <u>Según Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> Bosque seco ralo de llanura eólica (Bsr lle) <u>Según H.P.I., 1999:</u> Bosque seco ralo de llanura eólica (Bsr lle) y Bosque seco muy ralo de llanura eólica (Bsmr lle)</p>	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u> Algarrobo (<i>Prosopis</i> sp.), zapote (<i>Capparis scabrida</i>), overal (<i>Cordia rotundifolia</i>), faique (<i>Acacia</i> sp.)</p> <p><u>Tomado del Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> (para vegetación arbustiva) overo 20,82%, bichayo 3,15%, charamusco (<i>Celtis triflora</i>) 72,16%, anhalque (<i>Coccoloba ruiziana</i>), satuyo (<i>Capparis cordata</i>) 3,51%,</p> <p><u>Según H.P.I., 1999:</u> Bsr lle: algarrobo, zapote, aroma (<i>Acacia huanango</i>), overo (<i>Cordia lutea</i>), 14,67% de cobertura para overo, 0,29% de cobertura para aroma y 0,08% de cobertura para algarrobo (total: 15,04% de cobertura); para herbáceas: 22% de cobertura (17 especies) Bsmr lle: algarrobo, zapote 23,08% de cobertura para overo (total: 23,08% de cobertura); para herbáceas: 27% de cobertura (7 especies)</p>	<p><u>Según H.P.I., 1999:</u> Bsr lle: 27 árb/ha de algarrobo que representan el 85% del total, 5 árb/ha de zapote que representan el 14% del total; otros: 1% Bsmr lle: 10 árb/ha de algarrobo representando el 90% del total, 1 árb/ha de zapote representando el 1% del total <u>Según Casaretto, 2001:</u> Zapote: 6.25% Algarrobo: 93,75%</p>

*El nombre científico de las especies se anota sólo una vez conforme van apareciendo éstas en el listado, luego se trabaja únicamente con el nombre común

Cuadro 3. Datos sobre los alrededores de la Estación Experimental “El Algarrobo – El Papayo”

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística	Densidad de <i>Prosopis</i> sp.
Colonización San Lorenzo, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura 04°50'14" S 80°31'13" O (174 msnm.)	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> Ecozona B <u>Según Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> Bosque seco muy ralo de lomadas y colinas (Bsmr lc) + Zona irrigada	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> (igual que en Cuadro 2) <u>Tomado del Mapa de Bosques Secos,</u> <u>INRENA, 1997:</u> Overo 99,65%, borrachera (<i>Ipomea</i> <i>carnea</i>) 0,35%, <u>Según Claros, 2000:</u> En especies arbóreas y arbustivas: cuncun (<i>Vallesia glabra</i>), charamusco (Asteraceae), overo, laurel (<i>Cordia alliodora</i>), satuyo (<i>Capparis cordata</i>), bichayo, faique, aramo, papelillo (<i>Bougainvillea spectabilis</i>), mosqueta (<i>Lantana svensonii</i>), palo verde (<i>Cercidium praecox</i>), zapote, algarrobo; herbáceas: 13 especies	<u>Según Proyecto Algarrobo:</u> + de 150 ind/ha <u>Según Casaretto, 2001:</u> Zapote 8,75% Palo verde 3,7 % Algarrobo 87,5%

Cuadro 4. Datos sobre Belisario (Zona: Loma Pelada)

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística	Densidad de <i>Prosopis</i> sp.
Comunidad Campesina 'San Martín de Sechura', Provincia de Sechura 05°50'55" S 80°26'51" O (21 msnm)	<u>Según el Proyecto Algarrobo:</u> Bosque seco tipo sabana	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> Zapote (<i>Capparis scabrida</i>), Bichayo (<i>Capparis ovalifolia</i>), Algarrobo (<i>Prosopis</i> sp.)	<u>Según el Proyecto Algarrobo:</u> 21,3 ind/ha
	<u>Según Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> Bosque seco muy ralo de llanura eólica (Bsmr – lle)	<u>Según Gushiken, 1994:</u> Algarrobo (IVI = 88,89%), nuchi (<i>Parkinsonia aculeata</i>), zapote (<i>Capparis angulata</i>), bichayo, faique (<i>Acacia macracantha</i>)	<u>Según Gushiken, 1994:</u> (en total) 11,13 ind/ha (6,49% Cob.)
	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> Ecozona A	<u>Según Claros, 2000:</u> Bichayo, faique, huarango, palo verde, zapote, algarrobo; herbáceas: 12 especies	<u>Según Casaretto, 2001:</u> Satuyo 1% Aromo 3% Algarrobo 76%
	<u>Según Gushiken, 1994:</u> Bosque tipo sabaniforme chaparral		
	<u>Según Cárdenas, 1999:</u> Bosque semi denso		

Cuadro 5. Producción de frutos en las zonas evaluadas para el periodo marzo 2000 – febrero 2001

Zona evaluada	Producción (tMSV/ha/mes)	Meses de mayor producción (tMSV/ha/mes)	Meses de menor producción (tMSV/ha/mes)
Santa Cruz	0,0004 – 0,1903	Octubre 2000 (0,0166) Noviembre 2000 (0,1903) Diciembre 2000 (0,0266)	Mayo 2000 (0.0004) Junio 2000 (0.0005) Agosto 2000 (0.0004)
Bella Esperanza	0.0000 – 0,5619	Marzo 2000 (2,7555) Mayo 2000 (1,3933)	Agosto 2000 (0,0017) Setiembre 2000 (0) Octubre 2000 (0.0006)
Belisario	0,0000 – 0,6530	Abril 2000 (0,0755) Agosto 2000 (0,6530)	Octubre 2000(0) Noviembre 2000 (0,0007)

Nota: El mes en negritas corresponde al mes con mayor o menor producción respectivamente.

Cuadro 6. Producción de hojarasca en las zonas evaluadas para el periodo marzo 2000 – febrero 2001

Zona evaluada	Producción (tMSV/ha/mes)	Meses de mayor producción (tMSV/ha/mes)	Meses de menor producción (tMSV/ha/mes)
Santa Cruz	0,2060 – 1,4495	Marzo 2000 (1,4495)	Julio 2000 (0,3187)
		Abril 2000 (0,7410)	Octubre 2000 (0,3835)
		Febrero 2001 (0,8790)	Noviembre 2000 (0,2060)
Bella Esperanza	0,2071 – 0,8615	Marzo 2000 (0,8615)	Junio 2000 (0,2084)
		Abril 2000 (0,6107)	Julio 2000 (0,2071)
		Diciembre 2000 (0,4160)	
Belisario	0,1221 – 1,4880	Abril 2000 (0,8378)	Junio 2000 (0,1221)
		Diciembre 2000 (0,8032)	Julio 2000 (0,1662)
		Enero 2001 (1,4880)	

Nota: El mes en negritas corresponde al mes con mayor o menor producción, respectivamente.

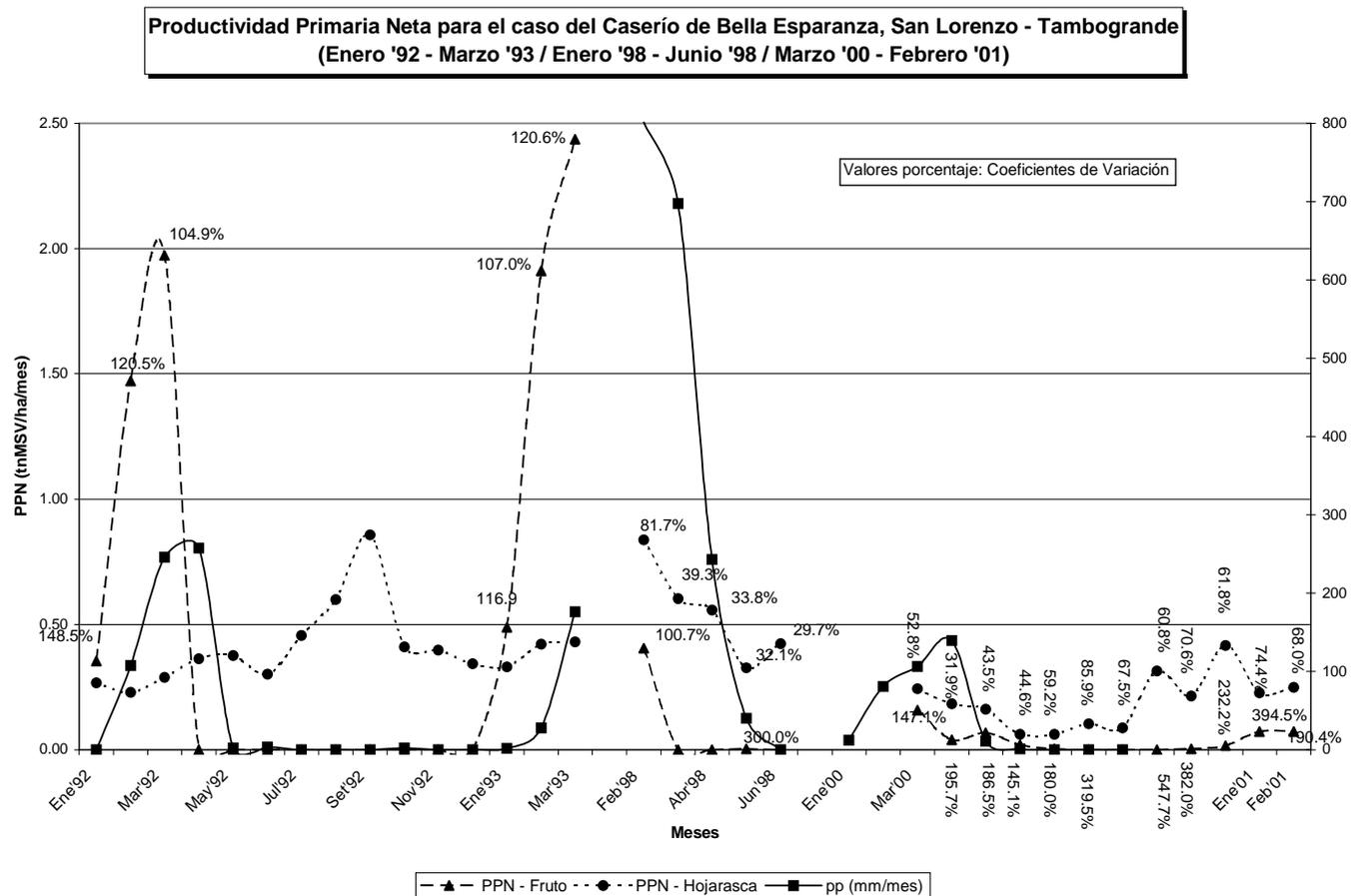


Figura 1. Productividad primaria neta para el caso del Caserío de Bella Esperanza, San Lorenzo - Tambogrande

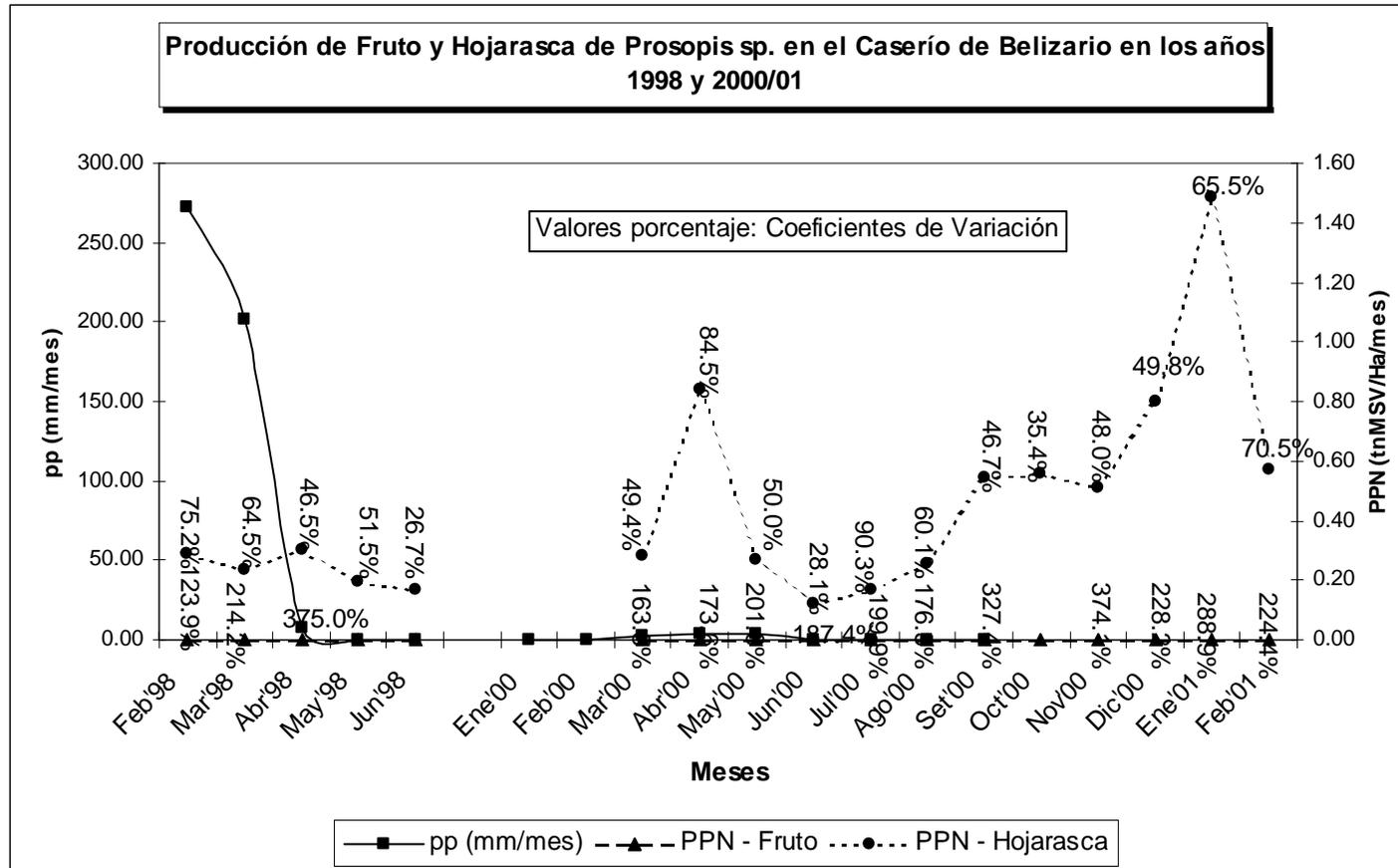


Figura 2. Producción de fruto y hojarasca de *Prosopis* sp. en el caserío de Belisario en los años 1998, 2000 y 2001

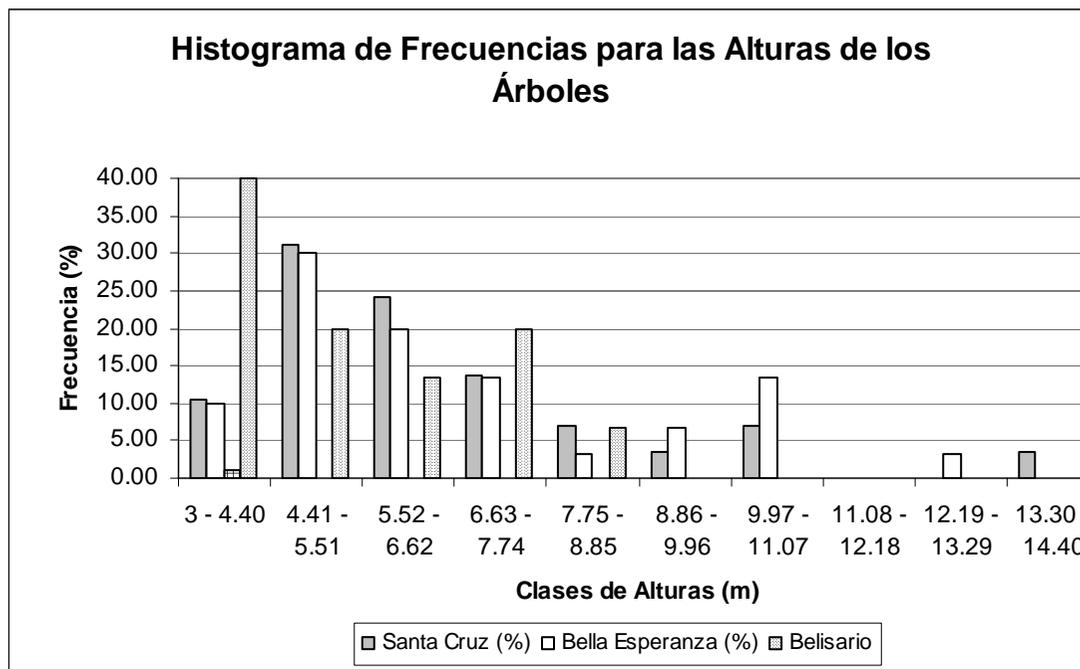


Figura 3. Histograma de frecuencias para las alturas de los árboles

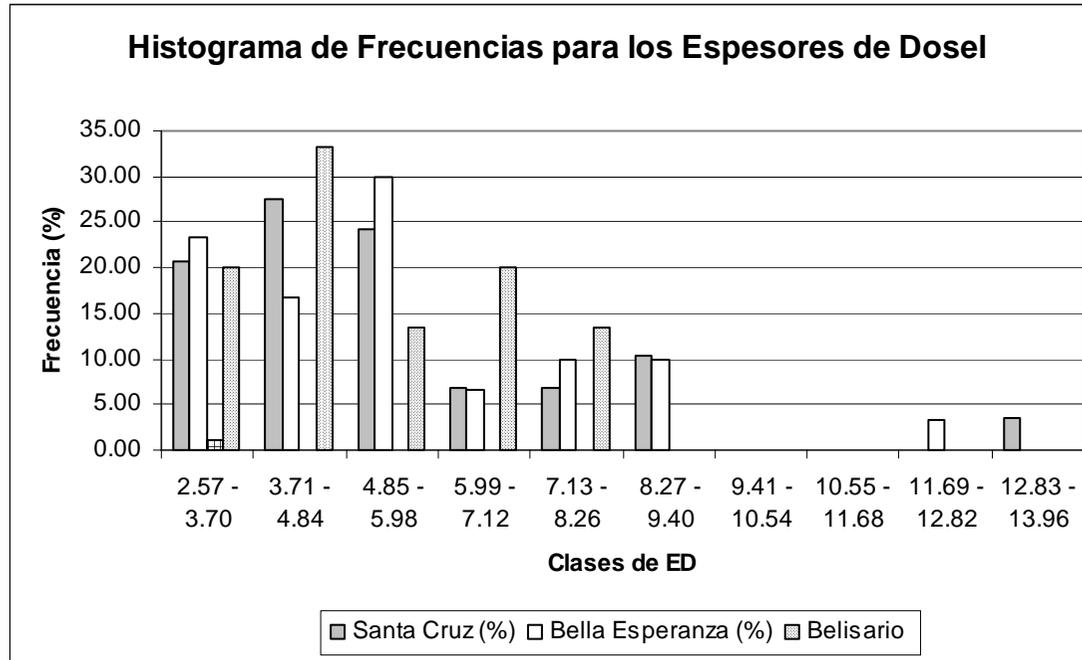


Figura 4. Histograma de frecuencias para los espesores de dosel

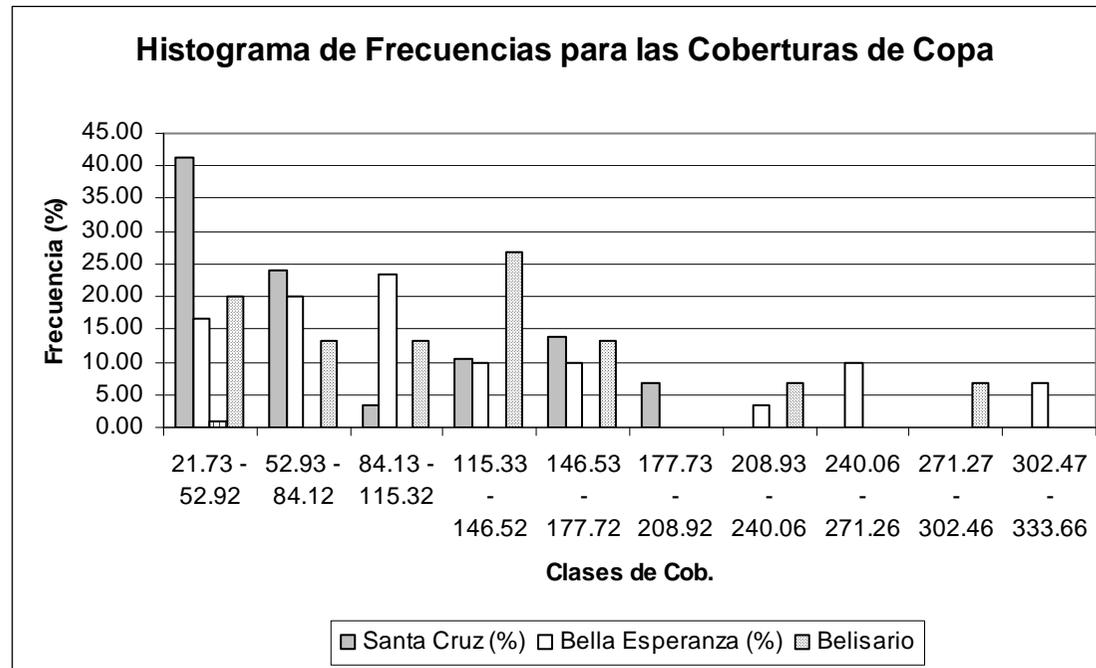


Figura 5. Histograma de frecuencias para las coberturas de copa

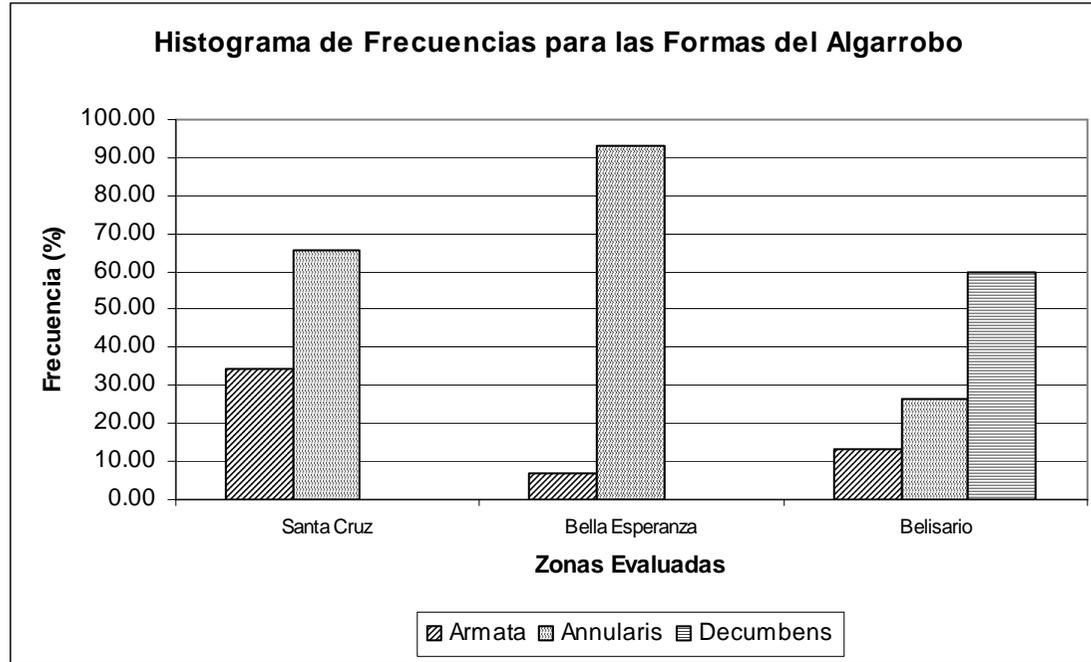


Figura 6. Histograma de frecuencias para las formas de algarrobo

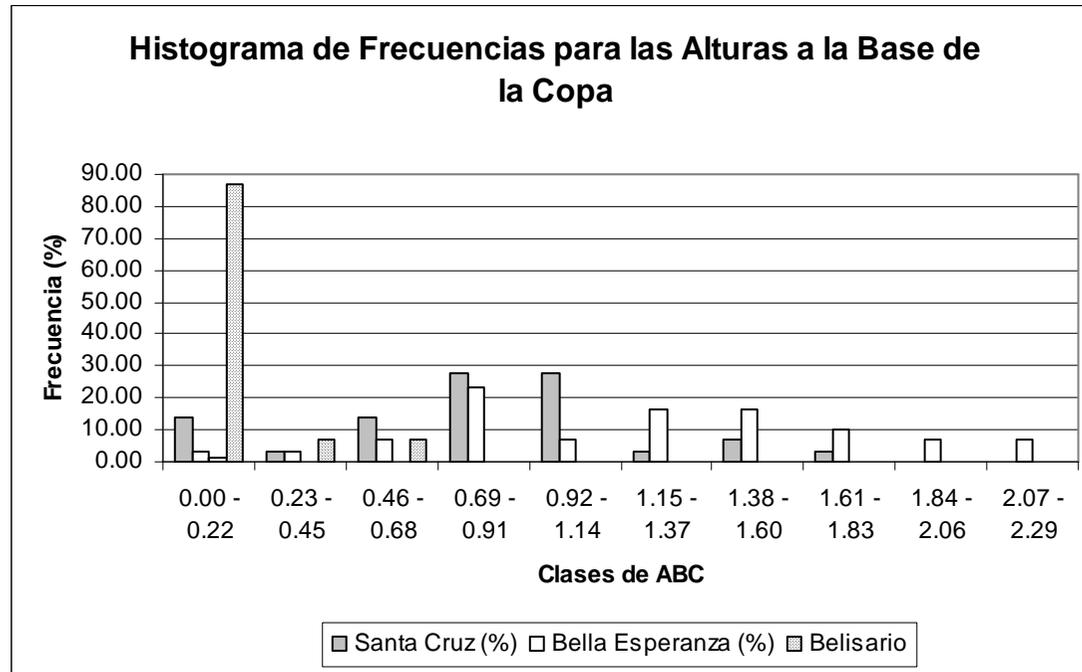


Figura 7. Histograma de frecuencias para las alturas a la base de la copa

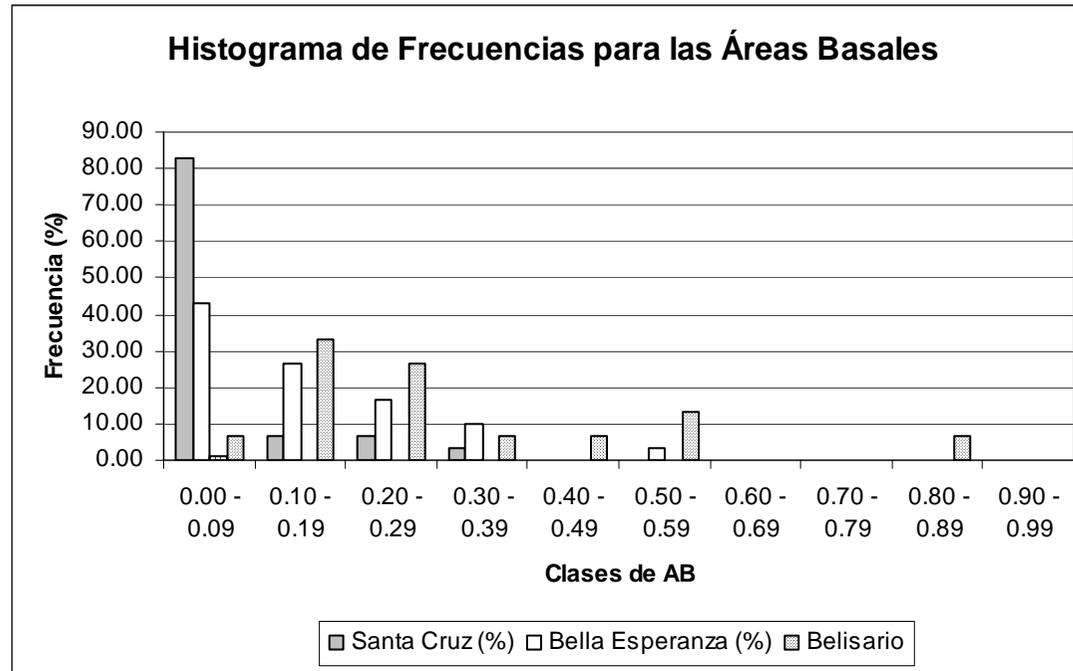


Figura 8. Histograma de frecuencias para las áreas basales