

Bosques



latitud cero

Publicación Semestral
Diciembre 2014

Revista Investigativa de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja,
Ministerio del Ambiente de Ecuador y Red Agroforestal Ecuatoriana



04



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Dr. Gustavo Villacís Rivas Mg. Sc.

Rector

Dra. Martha Reyes Coronel Mg. Sc.

Vicerrectora

Bosques 
latitud cero

Cuarta Edición

ISSN: 1390-3683

TIRAJE: 1000 ejemplares

Dirección: Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia

PBX: (593) 07 - 2547252

www.unl.edu.ec

forestengineering2014@gmail.com

<http://issuu.com/universidadnacionaldeloja>

Loja - Ecuador

Diseño y Diagramación:

Tlgo. Javier R. Auqui Herrera

Fotografías:

Foto Portada:

Ing. Celso Yaguana. 2012

Foto Contraportada:

Ing. Napoleón López. 2013

155 años de
Fundación



1859

**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

Construyendo juntos la Nueva Universidad



CONSEJO Editorial

COORDINADOR:

Ing. Héctor Maza Chamba, Mg.Sc.

COMITÉ EDITOR:

Ph.D. Zhofre Aguirre, Universidad Nacional de Loja

Ph.D. Nikolay Aguirre, Universidad Nacional de Loja

Ph.D. Tomás Sánchez, Universidad Politécnica del Carchi

Ph.D. Byron Maza, Universidad Regional Amazónica - IKIAM

Ing. Napoleón López, Mg.Sc, Universidad Nacional de Loja

Ing. Luis Sinche F., Mg. Sc, Universidad Nacional de Loja

Ing. Víctor Hugo Eras G. Mg.Sc, Universidad Nacional de Loja

Ing. Héctor Maza Ch., Mg. Sc, Universidad Nacional de Loja

Ing. Vladimir Placencia, Ministerio de Ambiente de Ecuador

EQUIPO TÉCNICO EDITOR:

Ing. Deicy Lozano, Mg.Sc.

Ing. Darlin Gonzalez, Mg. Sc.

Ing. Edwin Pacheco, Mg. Sc.

COORDINACIÓN:

Carrera de Ingeniería Forestal – Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

Teléfono 2545-198 ext. 118/110. Loja – Ecuador.

Esta revista es editada por:

Carrera de Ingeniería Forestal - Universidad Nacional de Loja, (CIF -UNL)

Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE)

Red Agroforestal Ecuatoriana (RAFE)

El equipo técnico editor de la revista "Bosques...Latitud Cero" no necesariamente comparte el pensamiento y las opiniones vertidas en los artículos. Puede reproducirse el contenido de la revista respetando las normas de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador.

EDITORIAL



Ing. Hector Maza Chamba, Mg. Sc.

COORDINADOR DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA
FORESTAL

La ubicación del país en la zona tropical, las corrientes marinas frías y cálidas que bañan nuestras costas, la gradiente altitudinal creada por la cordillera de Los Andes y la diversidad geológica, son factores que contribuyen a esta importante diversidad en la tipología de la vegetación, catalogando al Ecuador como uno de los 17 países de mayor biodiversidad del planeta, los cuales se distribuyen desde las tierras cálidas húmedas o secas hasta el límite superior de los páramos. Las especies distribuidas en diferentes formaciones vegetales son de gran importancia ecológica, económica y social del país; en este contexto los bosques secos no sólo poseen árboles susceptibles de ser usados como combustible, sino también son el hábitat natural de diferentes especies vegetales y animales.

En este contexto la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, en calidad de miembro fundador de la revista conjuntamente con Red Agroforestal y Ministerio del Ambiente dio inicio en el 2005 a la publicación científica a través de la revista BOSQUES LATITUD CERO con el propósito de coadyuvar al manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque, en concordancia con las políticas del Estado ecuatoriano, luego de un período de receso, la Carrera de Ingeniería Forestal en la misión de contribuir a la generación y difusión de nuevos conocimientos, decide reiniciar las publicaciones en la revista con lanzamiento del volumen 4, constituyéndose en un medio de difusión de la comunidad científica ecuatoriana y latinoamericana.

En el presente volumen se presenta resultados muy importantes en ámbito de la caracterización de bosques nativos, propagación in vitro de especies orientados a cultivos asociados, dinámica de crecimiento de especies maderables, anatomía y propiedades físico-mecánicas de maderas, impacto del pago de servicios ambientales por cambio de usos del suelo, modelación de la producción de pequeños productores. Con esto se da continuidad a la actividad de las Ciencias Forestales en el marco del Plan Nacional del Buen Vivir, donde la investigación asociada a la educación superior debe concebirse como un bien público en tanto su desarrollo beneficia a la sociedad en su conjunto más allá de su usufructo individual o privado. Es así, como la investigación con visión científica y humanista forma parte de los objetivos, políticas y lineamientos planteados por la Universidad Nacional de Loja en pos del desarrollo del país, en donde aspectos como la revalorización de conocimientos, saberes ancestrales, la innovación tecnológica y la comunicación de resultados obtenidos, tienen un gran énfasis en el mejoramiento y protección del ambiente a través de metodologías y tecnologías que promuevan la conservación y el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales del País.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el bosque protector Chongón Colonche, Ecuador <i>Angel Oswaldo Jadán, Darío Veintimilla, Edwin Ponce, Mario González, Henik Waise, Zhofre Aguirre</i> | 7 |
| Diversidad arborea del bosque tropical húmedo de la estación experimental "El Padmi", Zamora Chinchipe <i>Deicy Carolina Lozano Sivisaca y Víctor Hugo Eras Guamán</i> | 15 |
| Especies leñosas y cultivos objetivos para sistemas agroforestales en zonas semiáridas del sur del Ecuador <i>Zhofre Aguirre-Mendoza y Cristhian Aguirre-Mendoza</i> | 21 |
| Riqueza florística del centro de investigación el Chilco región tumbesina, Ecuador <i>Celso Yaguana Puglla y Zhofre Aguirre Mendoza</i> | 31 |
| Variación de la estructura anatómica con la edad de maderas de bosque secundario del sur Amazonia Ecuatoriana <i>Héctor Maza Chamba, Carlos Valarezo Manosalvas, Edison Ramiro Vásquez, Miguel Villamagua, Byron Maza Rojas, Achin Breuning</i> | 39 |
| Rentabilidad de las pequeñas explotaciones agrícolas en la zona de la reserva de la biosfera "Podocarpus - El Cóndor", Ecuador <i>Byron Maza, Jan Barkmann, Frank von Walter, Rainer Marggraf</i> | 51 |
| Variación de propiedades físico-mecánicas en relación con la edad de cinco especies maderables de bosque secundario, del sur Amazonia Ecuatoriana <i>Héctor Maza Chamba, Carlos Valarezo Manosalvas, Edison Ramiro Vásquez, Miguel Villamagua, Byron Maza Rojas</i> | 67 |
| Impacto del pago por servicios ambientales en el cambio de uso del suelo y la adopción de sistemas silvopastoriles en Costa Rica <i>Byron Maza Rojas</i> | 75 |
| Modelación de la producción de los pequeños agricultores e ingresos agrícolas en el área de la reserva de la biosfera "Podocarpus - El Cóndor", Ecuador <i>Byron Maza Rojas</i> | 95 |
| Propagación <i>in vitro</i> de banano, mediante la utilización de meristemos caulinares <i>Anabel Tandazo Yaguachi, Víctor Hugo Eras Guamán, Julia Minchala Patiño, Magaly Yaguana Arévalo y Ruth Poma Angamarca</i> | 119 |
| ARTÍCULOS DE METODOLOGÍA | |
| Evaluación de la eficacia en evitar la deforestación del programa ecuatoriano de incentivos económicos socio bosque <i>Byron Maza Rojas y Jan Barkmann</i> | 125 |

INDEX

| | |
|---|-----|
| Identification and floristic characterization of natural forests in the Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador <i>Angel Oswaldo Jadán, Darío Veintimilla, Edwin Ponce, Mario González, Henik Waise, Zhofre Aguirre</i> | 7 |
| Tree diversity of humid tropical forest of the experimental station "Padmi", Zamora Chinchipe <i>Deicy Carolina Lozano Sivisaca y Víctor Hugo Eras Guamán</i> | 15 |
| Woody species and target crops for agroforestry systems in semi-arid areas of southern Ecuador <i>Zhofre Aguirre-Mendoza y Cristhian Aguirre-Mendoza</i> | 21 |
| Floristic wealth of the research center Chilco Tumbesina zone, Ecuador <i>Celso Yaguana Puglla y Zhofre Aguirre Mendoza</i> | 31 |
| Variation of the anatomical structure with age, wood secondary forest south Ecuadorian Amazon <i>Héctor Maza Chamba, Carlos Valarezo Manosalvas, Edison Ramiro Vásquez, Miguel Villamagua, Byron Maza Rojas, Achin Breuning</i> | 39 |
| Performance of small farms in area of Biosphere Reserve "Podocarpus - El Cóndor", Ecuador <i>Byron Maza, Jan Barkmann, Frank von Walter, Rainer Marggraf</i> | 51 |
| Variation of physical-mechanical regarding the age of five tree species of secondary forest, South Ecuadorian Amazon properties <i>Héctor Maza Chamba, Carlos Valarezo Manosalvas, Edison Ramiro Vásquez, Miguel Villamagua, Byron Maza Rojas</i> | 67 |
| Impact of Payment for Ecosystem Services to land use change and silvopastoral systems adoption in Costa Rica <i>Byron Maza Rojas</i> | 75 |
| Modelation the production of small farmers and farm income in area of Biosphere Reserve "Podocarpus - El Condor", Ecuador <i>Byron Maza Rojas</i> | 95 |
| <i>In Vitro</i> Propagation of banana using cauline meristem <i>Anabel Tandazo Yaguachi, Víctor Hugo Eras Guamán, Julia Minchala Patiño, Magaly Yaguana Arévalo y Ruth Poma Angamarca</i> | 119 |
| ARTICLES OF METHODOLOGY | |
| Evaluation of the effectiveness of Ecuador avoid deforestation incentive Program Socio Economic Forest <i>Byron Maza Rojas y Jan Barkmann</i> | 125 |

Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador

Identification and floristic characterization of natural forests in the Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador

Angel Oswaldo Jadán^{1*}, Darío Veintimilla², Edwin Ponce³, Mario González⁴, Henik Waise⁵ y Zhofre Aguirre⁶

¹ Docente de la carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cuenca

² Institute of Silviculture, Technische Universität München

³ Consultor e investigador privado

⁴ Proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair

⁵ Asesor Internacional – GFA

⁶ Docente-Investigador de la carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja.

*autor para correspondencia: oswaldo.jadan@ucuenca.edu.ec

RESUMEN

El Bosque Protector Chongón Colonche forma parte de los últimos remanentes de bosques naturales en la Costa ecuatoriana; en esta zona los bosques de garua son considerados los más ricos biológicamente, además de ser los más extensos y presionados antropogénicamente. Para obtener herramientas de gestión y manejo se realizó este estudio enfocado a la identificación y caracterización de tipos de bosques naturales en el ecosistema de garua. En la selección de sitios en campo, se utilizó la cobertura vegetal levantada en el año 2005, seleccionando los bosques de garua intervenidos y no intervenidos donde se instaló 252 parcelas temporales de 2 000 m² (0,2 ha). Se midió e identificó la vegetación arbórea con DAP \geq a 10 cm, incluyendo palmas. Se clasificó la cobertura vegetal a través de análisis multivariados agrupando seis tipos de bosques que fueron nombrados según las especies indicadoras. Los bosques fueron caracterizados y comparados respecto a variables de composición, estructura, riqueza y diversidad florística. En base a esta determinación se elaboró un mapa preliminar de potenciales tipos de bosque. Los bosques determinados fueron: 1) *Cordia collococa*, *Couepia platycalyx* y *Brosimum alicastrum*; 2) *Hyeronima alchorneoides*, *Ilex* sp., y *Phytelephas aecuatorialis*; 3) *Cordia alliodora*, *Tapirira* sp., y *Cupania americana*; 4) *Nectandra cissiflora*, *Aniba hostmanniana* y *Rauwolfia tetraphylla*; 5) *Matisia grandifolia*, *Grias peruviana*, y *Turpinia occidentalis*; y 6) *Carapa guianensis*, *Ocotea cernua* y *Senna mollissima*. La separación y distribución de los tipos de bosques se asoció principalmente a la altitud. A nivel de parcela, los bosques más diversos y ricos en especies resultaron ser el 4 y 6. En base a su estructura típica de bosques tropicales, son considerados hábitats de biodiversidad y posibles puentes de conectividad en paisajes fragmentados.

Palabras claves: Bosque natural; garua, cobertura vegetal, tipos de bosque, carbono

ABSTRACT

The protector forest Chongón Colonche part of the last remaining natural forests in the Ecuadorian coast; in this area garua forests are considered the most biologically rich as well as being the largest and pressured anthropogenically. For negotiation tools and management, the study is focused on the identification and characterization of natural forest types in the ecosystem garua. For the selection of field sites vegetation cover lifted in 2005 was used, selecting forests garua operated and non operated where 252 temporary plots of 2 000 m² (0,2 ha) was installed. Was measured and identified timberline with DBH \geq 10 cm, including palms. Vegetation cover was classified by multivariate analysis by grouping six types of forests that were named as the indicator species. Forests were characterized and compared with respect to variables of composition, structure, floristic richness and diversity. Based on this determination, a preliminary map of potential forest types was developed. The forests were determined: 1) *Cordia collococa*, *Couepia platycalyx* y *Brosimum alicastrum*; 2) *Hyeronima alchorneoides*, *Ilex* sp., y *Phytelephas aecuatorialis*; 3) *Cordia alliodora*, *Tapirira* sp., y *Cupania americana*; 4) *Nectandra cissiflora*, *Aniba hostmanniana* y *Rauwolfia tetraphylla*; 5) *Matisia grandifolia*, *Grias peruviana*, y *Turpinia occidentalis*; y 6) *Carapa guianensis*, *Ocotea cernua* y *Senna mollissima*. The separation and distribution of forest types are principally associated with altitude. In terms of plot, the most diverse and rich forest species were 4 and 6. Based on the typical structure of tropical forests are considered biodiversity and habitat connectivity possible bridges in fragmented landscapes.

Keywords: natural forest; garua, vegetation cover, forest types, carbon

INTRODUCCIÓN

La megadiversidad del Ecuador está influenciada por diversos factores geológicos, orográficos y ambientales que dan origen a diferentes regiones naturales como: Costa, Sierra y Amazonia. En la región Costa, la convergencia de las corrientes cálida del niño y fría de Humboldt, influyen en la formación de microclimas que inciden en el origen de diferentes ecosistemas, donde se desarrollan diversas formas de vida (Bonifaz, 2003). Gran parte de la Costa ecuatoriana forma parte del “Hotspot” Chocó-Darién occidental, que se extiende desde el sureste de Panamá, pasando por los sectores occidentales de Colombia y Ecuador hasta el noreste de Perú, siendo una área de gran importancia para la conservación por su reconocimiento como una de las zonas más ricas en diversidad biológica, con altos niveles de endemismo (USAID, 2009).

La vegetación del Bosque Protector Chongón-Colonche, está dentro del Hotspot Choco - Darién como parte del corredor biológico Chongón Colonche – Machalilla, constituyéndose en uno de los últimos remanentes de vegetación nativa en esta región natural (USAID, 2009). Hace algunas décadas ha existido gran presión sobre los recursos naturales evidenciado en los diferentes cambios de uso de la tierra para la implementación de actividades agrícolas (Gibson y Becker, 2000), por lo que actualmente se ha desarrollado algunas acciones de manejo y conservación, al fin de garantizar la permanencia de los bosques que guardan importante biodiversidad de la región.

En los últimos 15 años se ha emprendido proyectos de desarrollo y mitigación ante el cambio climático con acciones de manejo de los recursos forestales, y reforestación de zonas áridas y semiáridas en las provincias de Manabí y Guayas (Cañadas, 2011; Zambrano y Cordero, 2008). Sin embargo no se han desarrollado investigaciones que permitan conocer los tipos de bosques y potencialidades de sus recursos florísticos.

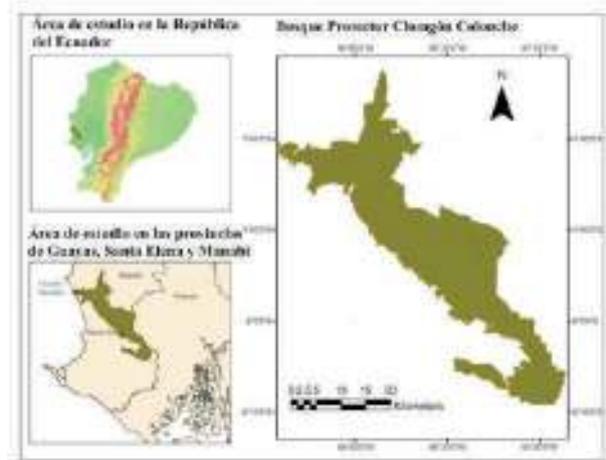
Bajo el propósito de obtener información que permita manejar estos ecosistemas a largo plazo, se desarrolló una investigación cuyos objetivos fueron: a) identificar los diferentes tipos de bosque, en el Bosque Protector Chongón Colonche; y b) caracterizar florísticamente los diferentes tipos de bosques a través de su estructura, riqueza y diversidad florística. Esta iniciativa persigue contribuir al conocimiento y manejo del paisaje en la zona de estudio, considerando la caracterización de tipos

de ecosistemas naturales y la elaboración de un mapa de tipos de bosques.

METODOLOGÍA

La cordillera Chongón-Colonche, políticamente se encuentra dentro tres provincias: Guayas, Manabí y Santa Elena dentro del Ecuador continental (Figura 1). Dentro de esta cordillera se encuentra el Bosque Protector Chongón Colonche que tiene una superficie de 86 000 hectáreas. Ecológicamente, según el sistema de clasificación de vegetación (Sierra, 1999) posee ocho formaciones vegetales:

Figura 1. Mapa de ubicación del Bosque Protector Chongón



Colonche.

Se utilizó la cobertura vegetal levantada por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos del Ecuador (CLIRSEN) en el año 2005; aquí se registró 15 tipos de cobertura vegetal; las coberturas de interés fueron dos: 1) bosque húmedo de garúa *intervenido* (29 263 ha) y 2) bosque húmedo de garúa *no intervenido* (4 127 ha), con un total de 33 390 ha.

Se instalaron 252 parcelas o unidades de muestreo de 2 000 m² (0,2 ha), distribuidas al azar proporcionalmente según su superficie en las dos coberturas; en estas se evaluaron todos los árboles DAP ≥ 10 cm, incluyendo palmas. Se recolectaron muestras botánicas de las especies no identificadas; la identificación taxonómica se la realizó con expertos en la flora del Ecuador del Herbario Loja (Bolívar Merino), Missouri Botanical Garden (David Neill)

y Herbario Guayas (Carmen Bonifáz).

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) (Curtis y McIntosh, 1950), con el fin de obtener la importancia ecológica de cada especie y en cada parcela. Con esta información se diseñó matrices para aplicar pruebas de agrupación multivariada; las parcelas en los dos tipos de coberturas fueron analizadas de manera conjunta.

Para la identificación de tipos de bosques se realizó un análisis multivariado con la técnica *análisis cluster*, empleando la distancia de Sorensen con el método Flexible Beta; para la selección de un número óptimo de clusters se utilizó a la información gráfica de los dendrogramas con varias opciones de agrupación. Para la conformación de los diferentes tipos de bosques con las especies indicadoras, se realizó *indicator species analysis*, bajo la prueba de Monte Carlo con una $P < 0,05$ (McCune *et al.*, 2002); según este valor, escogiendo las tres primeras especies, se denominó los tipos de bosques. Las especies más importantes por tipo de bosque se describieron según el valor del IVI.

Se realizó un análisis *discriminante canónico* para determinar qué variables son las que tienen más peso en la diferenciación de los tipos de bosque; se tomaron en cuenta cuatro variables ambientales: pendiente, altitud, índice ombrotérmico e índice de termicidad. Una vez que el análisis discriminante canónico estableció qué variables son las que más discriminan en la diferenciación de los tipos de bosque, se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de Fisher con $Pr > F \alpha=0,05$ para ver si mostraban diferencias entre los tipos de bosque, utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Para cada uno de los bosque identificados se hicieron cálculos de medias para la riqueza especies, densidad (N/ha), área basal (m²/ha), distribuciones por clases diamétricas para densidad y área basal. Para

establecer la diversidad, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson (D) y el α de Fisher (Magurran, 1989); también se calculó el índice de equidad. Se diseñó la curva de rarefacción de especies basada superficie de muestreo utilizando el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell 2010). Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba estadística de Fisher con $Pr > F \alpha=0,05$ a todas las variables, para determinar diferencias estadísticas entre los tipos de bosque.

Para el mapa potencial de tipos de bosque se utilizó la capa de cobertura vegetal correspondiente al bosque de garua utilizada inicialmente. Se consideró el índice ombrotérmico con mayor poder de discriminación y la correlación positiva con la altitud ($P < 0,05$) en todos los tipos de bosque; se realizó un modelo de elevación digital reclasificando en cinco rangos altitudinales de acuerdo al número de tipos de bosques establecidos anteriormente. Utilizando el programa ArcGis 9.3 tanto en la parte de construcción y edición se obtuvo el mapa potencial de tipos de bosque en la cobertura bosque de garua dentro del Bosque Protector.

RESULTADOS

Según los análisis de conglomerados se distinguieron seis tipos de bosque en el Bosque Protector Chongón Colonche (Figura 2). De acuerdo al análisis *discriminante canónico* (Cuadro 1), el índice ombrotérmico con un valor de 0,98 en el primer eje y explicación del 44,9 % predomina para establecer la diferenciación mayor sobre los tipos de bosque. Otra variable fue altitud en el segundo eje canónico (explicación de 29 %); el ANDEVA confirmó el resultado del análisis anterior; las variables, pendiente e índice de termicidad no mostraron diferencias estadísticas entre tipos

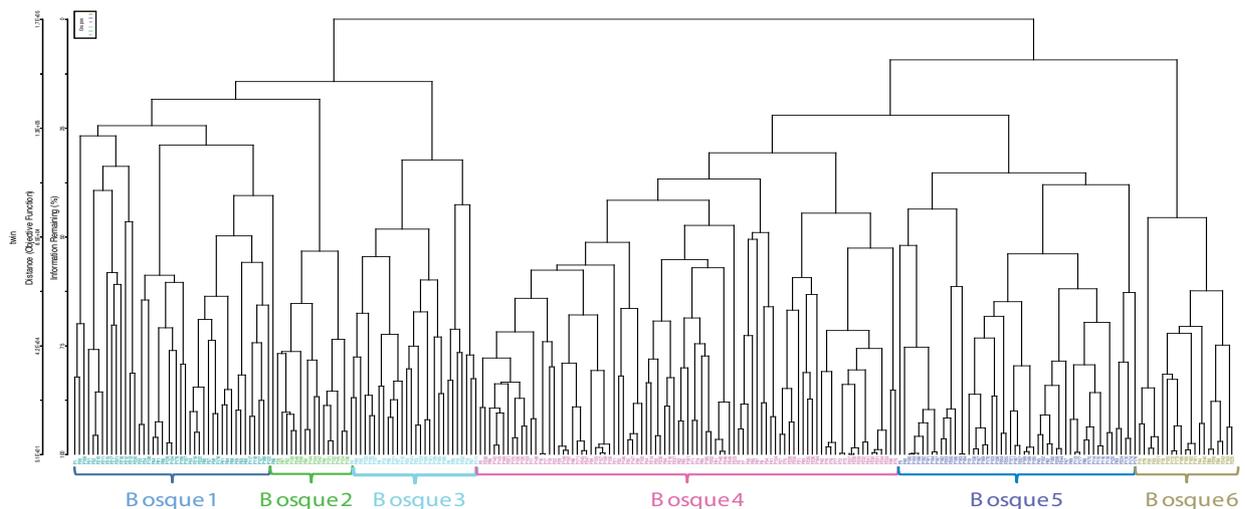


Figura 2. Dendrograma de los tipos de bosques identificados en el Bosque Protector Chongón Colonche.

de bosques (Cuadro 2).

Cuadro 1. Resultados del análisis discriminante canónico de las variables ambientales para la diferenciación de tipos de bosque.

| Variables ambientales | Ejes canónicos | |
|-----------------------|----------------|-------|
| | 1 | 2 |
| Índice ombrotérmico | 0,98 | 0,18 |
| Altitud (m snm) | -0,06 | -0,84 |
| Índice de termicidad | 0,32 | 0,30 |
| Pendiente (%) | -0,18 | -0,62 |

Del análisis de especies indicadoras se muestran las tres primeras especies con valor indicador estadísticamente significativo ($P < 0,05$) según la prueba de Monte Carlo para cada uno de los bosques (Cuadro 3). Los bosques definidos según el nombre de las tres primeras especies con mayor valor indicador y su descripción característica es la siguiente:

Bosque 1: Bosque de *Cordia collococa*, *Couepia platycalex* y *Brosimum alicastrum*: A nivel de área muestreada, se registraron 151 especies; de las 10 con mayor peso ecológico se registraron especies características de bosque primario y secundario (con mayor cantidad), entre ellas: *Phytelephas aequatorialis*, *Urera caracasana*, *Trichilia rubra*, *Maquira guianensis*, *Tapirira* sp., *Dendropanax arboreus*, *Trichilia* sp., *Brosimum alicastrum*, *Ficus nymphaeifolia* e *Inga nobilis*. Se registraron dos especies endémicas de la región costera *Matisia grandifolia* y *Browneopsis disepala*.

Bosque 2: Bosque de *Hyeronima alchorneoides*, *Ilex* sp y *Phytelephas ecuatorialis*: Se registraron 87 especies; de las 10 más importantes se registraron especies características de bosque primario y secundario (con mayor cantidad): *Hyeronima alchorneoides*, *Phytelephas aequatorialis*, *Maquira guianensis*, *Urera caracasana*, *Triplaris cumingiana*, *Dussia lehmanii*, *Cecropia obtusifolia*, *Guatteria* sp., *Bactris macana* y *Garcinia*

macrophylla. Se registró *Matisia grandifolia* (endémica),

Bosque 3: Bosque de *Cordia alliodora*, *Tapirira* sp y *Cupania americana*: Se registraron 97 especies. Las 10 especies más importantes corresponden a bosque secundario: *Cordia alliodora*, *Tapirira* sp1., *Urera caracasana*, *Hyeronima alchorneoides*, *Trema* sp., *Aspidosperma myristicifolium*, *Triplaris cumingiana*, *Inga nobilis*, *Cecropia* sp1., y *Phytelephas aequatorialis*. Están presentes dos especies endémicas *Matisia grandifolia* y *Browneopsis disepala*.

Bosque 4: Bosque de *Nectandra cissiflora*, *Aniba hostmanniana* y *Rauwolfia tetraphylla*: Se caracteriza por poseer pocas especies maderables de valor comercial. Se registraron 144 especies; de las 10 más importantes pertenecen a bosque primario: *Matisia grandifolia* (endémica), *Aegiphila haughtii*, *Rauwolfia tetraphylla*, *Nectandra cissiflora*, *Aniba hostmanniana*, *Maquira guianensis*, *Dussia lehmanii*, *Cupania* sp1., *Aniba* sp1., y *Grias peruviana*.

Bosque 5: Bosque de *Matisia grandifolia*, *Grias peruviana*, y *Turpinia occidentalis*: Se caracteriza por poseer considerable número de especies maderables de valor comercial. Se registraron 125 especies; de las 10 más importantes pertenecen a bosque primario (mayor número) y secundario: *Matisia grandifolia* (endémica), *Maquira guianensis*, *Aegiphila haughtii*, *Nectandra cissiflora*, *Turpinia occidentalis*, *Nectandra parviflora*, *Aniba hostmanniana*, *Grias peruviana* y *Dussia lehmanii*.

Bosque 6: Bosque de *Carapa guianensis*, *Ocotea cernua* y *Senna mollissima*: Se registraron 96 especies; de las 10 más importantes corresponden a bosque primario: *Carapa guianensis*, *Matisia grandifolia* (endémica), *Aegiphila haughtii*, *Nectandra cissiflora*, *Maquira guianensis*, *Rauwolfia tetraphylla*, *Aniba hostmanniana*, *Cupania* sp y *Ocotea cernua*.

En los seis tipos de bosques, todas las clases diamétricas mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$)

Cuadro 2. Promedios (\pm error estándar) para las variables ambientales por tipos de bosque identificados en parcelas de 0,2 ha.

| Variables ambientales (coeficientes canónicos) | Bosque 1 (N/ha) | Bosque 2 (N/ha) | Bosque 3 (N/ha) | Bosque 4 (N/ha) | Bosque 5 (N/ha) | Bosque 6 (N/ha) | P |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Índice ombrotérmico | 3,35 \pm 0,09 ab | 3,68 \pm 0,15 a | 3,24 \pm 0,13 bc | 3,10 \pm 0,06 c | 3,46 \pm 0,08 ab | 3,33 \pm 0,13 abc | 1,5 ⁻³ |
| Altitud (msnm) | 357,32 \pm 23,16 b | 493,33 \pm 38,30 a | 369,05 \pm 32,3 b | 373,29 \pm 16,09 b | 414,58 \pm 21,41 ab | 357,14 \pm 32,37 b | 0,028 |
| Índice de termicidad | 672,44 \pm 2 b | 670 \pm 3,34 b | 679,52 \pm 2,82 a | 670 \pm 1,40 b | 672,08 \pm 1,87 b | 670,00 \pm 2,82 b | 0,081 |
| Pendiente (%) | 35,46 \pm 5,67 a | 55,30 \pm 9,38 a | 49,01 \pm 7,93 a | 47,71 \pm 3,94 a | 37,95 \pm 5,24 a | 53,35 \pm 7,93 a | 0,181 |

ANDEVA $Pr > F \alpha=0,05$; letras diferentes significan diferencias significativas.

Cuadro 3. Especies indicadoras por tipo de bosque, estadísticamente significativas para un $P \leq 0,05$ para tamaños de parcelas de 0,2 ha.

| Especies | Familia | Tipo de bosque | Valor indicador (VI%) | P |
|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|-------|
| <i>Cordia collococa</i> | Boraginaceae | 1 | 18,8 | 0,027 |
| <i>Couepia platycalyx</i> | Icacinaceae | 1 | 18,3 | 0,002 |
| <i>Brosimum alicastrum</i> | Moraceae | 1 | 16,9 | 0,011 |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> | Euphorbiaceae | 2 | 71,8 | 0,001 |
| <i>Ilex sp1.</i> | Aquifoliaceae | 2 | 28 | 0,001 |
| <i>Phytelephas aequatorialis</i> | Arecaceae | 2 | 27,6 | 0,003 |
| <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | 3 | 76,6 | 0,001 |
| <i>Tapirira sp1.</i> | Anacardiaceae | 3 | 32,9 | 0,001 |
| <i>Cupania americana</i> | Sapindaceae | 3 | 30,7 | 0,001 |
| <i>Nectandra cissiflora</i> | Lauraceae | 4 | 28,4 | 0,001 |
| <i>Aniba hostmanniana</i> | Lauraceae | 4 | 25,9 | 0,003 |
| <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Apocynaceae | 4 | 25,7 | 0,001 |
| <i>Matisia grandifolia</i> | Bombacaceae | 5 | 48,1 | 0,001 |
| <i>Grias peruviana</i> | Lecythidaceae | 5 | 31,1 | 0,001 |
| <i>Turpinia occidentalis</i> | Staphyleaceae | 5 | 30,7 | 0,001 |
| <i>Carapa guianensis</i> | Meliaceae | 6 | 83,6 | 0,001 |
| <i>Ocotea cernua</i> | Lauraceae | 6 | 22 | 0,003 |
| <i>Senna mollissima</i> | Caesalpinaceae | 6 | 8,7 | 0,023 |

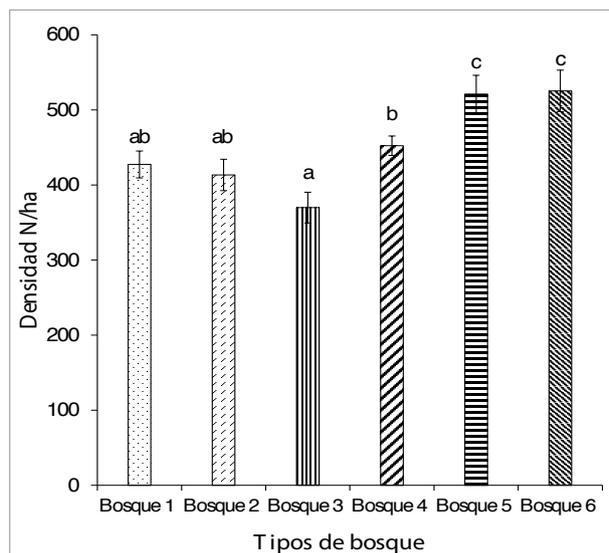
a excepción la clase I. Respecto a la densidad total (N/ha) de cada tipo de bosque se registró diferencias significativas ($P = 0,0001$), con los mayores valores para el bosque 6 ($525,24 \pm 27,7$ N/ha) (Figura 3).

El área basal registró diferencias significativas en todas las clases diamétricas a diferencia de la clase I y VI.

Respecto al valor total de área basal, se registró diferencias significativas ($P = 0,0001$) con mayores valores para el bosque 5 ($31,39 \pm 1,93$ m²/ha) (Figura 4).

La riqueza de especies con una $P < 0,05$ registró diferencias significativas en los seis tipos de bosque, con mayores valores para el bosque 4 ($21,95 \pm 0,95$ especies).

a)



b)

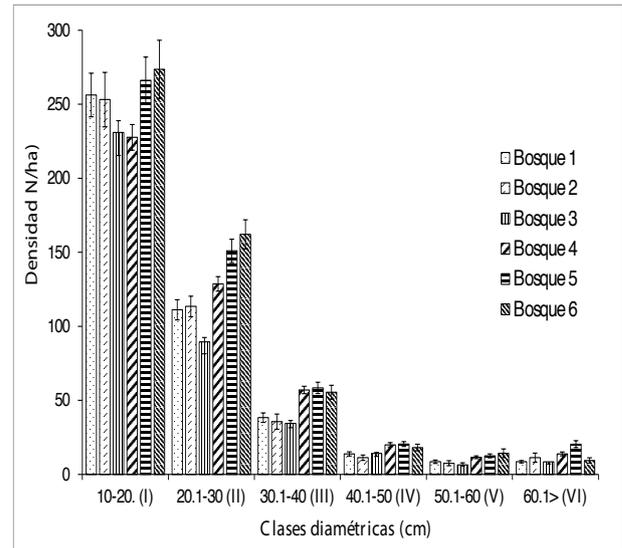


Figura 3. Distribución por hectárea de la densidad total (a) y por clases diamétricas (b) (\pm error estándar) de árboles y palmas con un DAP ≥ 10 cm, en parcelas de 0,2 ha. Las letras diferentes derivadas del ANDEVA y la prueba de Fisher $Pr > F \alpha = 0,05$ indican diferencias significativas.

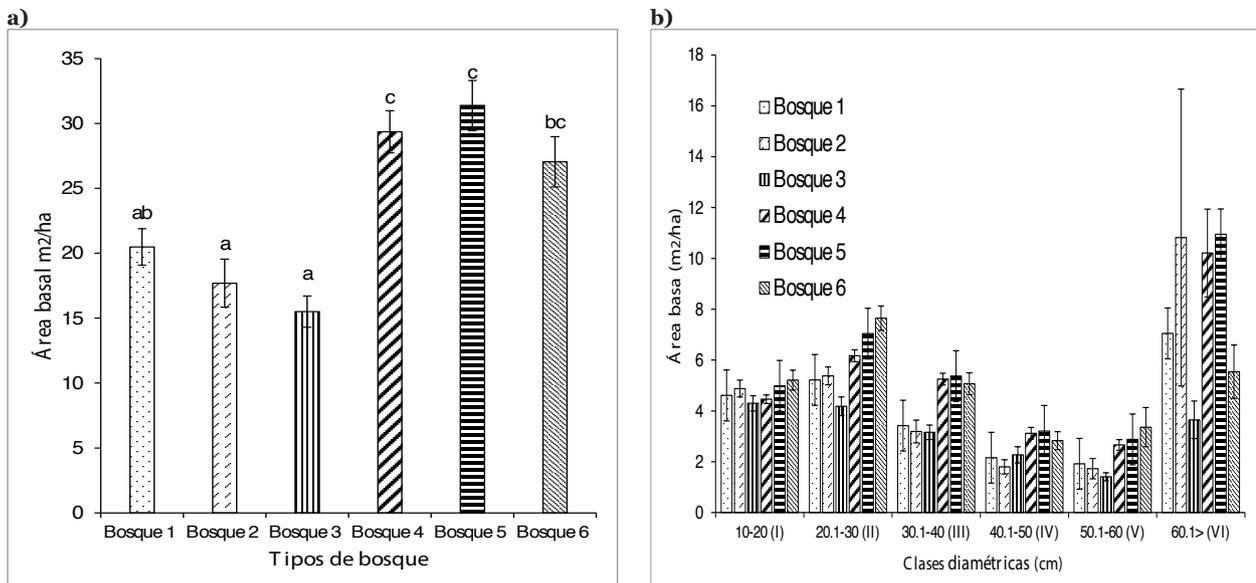


Figura 4. Distribución por hectárea del área basal total (a) y por clases diamétricas (b) (\pm error estándar) de árboles y palmas con un DAP \geq 10 cm, en parcelas de 0,2 ha. Las letras diferentes derivadas del ANDEVA y la prueba de Fisher $Pr > F \alpha=0,05$ indican diferencias significativas.

Los índices de Shannon, Simpson y Fisher demuestran que el bosque 4 es el más diverso (Cuadro 4). El índice de equidad muestra diferencia estadística, siendo el bosque 4 el que presenta una mayor equidad (distribución más homogénea de individuos por especies).

Las curvas de rarefacción, considerando como escenario de comparación el área mínima de muestreo con 16 parcelas (bosque 2), el bosque 1 presenta el mayor número de especies (aproximadamente 90 especies). Estimativamente para una ha de muestreo (5 parcelas), el número de especies para el bosque 1 es de 65 especies a diferencia del bosque 3 que se estima 50 especies (Figura 5).

En rangos altitudinales (0 - 800 m snm) se identificaron seis potenciales tipos de bosque. Según las superficies de cada uno, el mapa potencial de los tipos de bosque (Figura 6) muestra que el 18,1 % de la cobertura vegetal corresponde al bosque 1, que se ubica en altitudes de 133 - 267 m snm; el 7 % al bosque 2 (667 - 800 m snm); el 37,4 % al bosque 3 (267 - 400 m snm); el 18,4 % al bosque 4 (400 - 533 m snm); 14,2 % al bosque 5 (533 - 667 m snm) y el 4,9 % al bosque 6 (0 - 133 m snm). La ubicación de cada bosque dentro de las comunidades del área de estudio se muestra en la Figura 6.

DISCUSIÓN

La determinación de seis tipos de bosque se atribuye al análisis de conglomerados aplicados para definir el agrupamiento de las parcelas según el peso ecológico de las especies. Las especies características, de mayor peso

ecológico según el IVI y sus gremios ecológicos *a Perse*, explican que los bosques determinados corresponden a ecosistemas primarios, secundarios jóvenes y maduros, (Liebsch *et al.*, 2008), estos últimos sometidos procesos de sucesión secundaria. Las variables como el índice ombrotérmico y la altitud fueron las más discriminantes para la determinación de los tipos de bosque, coincidiendo con Murrieta Arévalo *et al.*, (2008) (altitud) en su estudio realizado en Costa Rica.

En el bosque 4 y 6 a nivel de parcela muestra una alta riqueza y diversidad de especies, lo que se explica que las parcelas que conforman estos tipos de bosques se distribuyen sobre superficies amplias permitiendo el intercambio de especies entre parcelas (diversidad β) (Gotelli y Colwell, 2001).

El bosque 6 mostró la mayor densidad de individuos con valores similares a los registrados por (Neill, 2013) en áreas de gran importancia biológica en la Amazonia; esto demuestra la importancia de conservación y manejo sostenible de estas comunidades vegetales en el Bosque Protector.

La caracterización de la cobertura vegetal proporciona elementos claves para la conservación de la biodiversidad y puede ser abordada en este sentido dentro de los bosques de garua en base a los diferentes tipos de bosques o comunidades vegetales, las especies endémicas registradas, las especies clímax en los diferentes tipos de bosque primarios y especies raras. Además estos remanentes en base a sus componentes estructurales

Cuadro 4. Promedios (\pm error estándar) para riqueza e índices de diversidad, para los seis tipos de bosque considerando árboles y palmas con un DAP ≥ 10 cm, en parcelas de 0,2 ha.

| Índice | Bosque 1 | Bosque 2 | Bosque 3 | Bosque 4 | Bosque 5 | Bosque 6 | P |
|---------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Riqueza | 18,52 \pm 0,8 b | 19,56 \pm 0,96 bc | 16 \pm 0,8 a | 21,89 \pm 4,48 c | 20,65 \pm 0,48 c | 21,95 \pm 0,95 c | 0,0001 |
| Shannon | 2,34 \pm 0,07 a | 2,28 \pm 0,08 a | 2,22 \pm 0,08 a | 2,65 \pm 0,03 c | 2,51 \pm 0,03 b | 2,37 \pm 1,69 ab | 0,0001 |
| Simpson | 0,84 \pm 0,02 a | 0,82 \pm 0,02 a | 0,83 \pm 0,02 a | 0,9 \pm 0,0045 b | 0,87 \pm 0,01 b | 0,82 \pm 0,02 a | 0,0001 |
| Fisher | 7,80 \pm 0,40 bc | 8,39 \pm 0,66 ab | 6,73 \pm 0,50 c | 9,67 \pm 0,28 a | 8,14 \pm 0,37 b | 8,76 \pm 0,58 ab | 0,0001 |
| Equidad | 0,81 \pm 0,01 bc | 0,77 \pm 0,02 cd | 0,81 \pm 0,01b cd | 0,87 \pm 0,01 a | 0,83 \pm 0,01 b | 0,77 \pm 0,02 d | 0,0001 |

ANDEVA Pr > F $\alpha=0,05$; letras diferentes significan diferencias significativas.

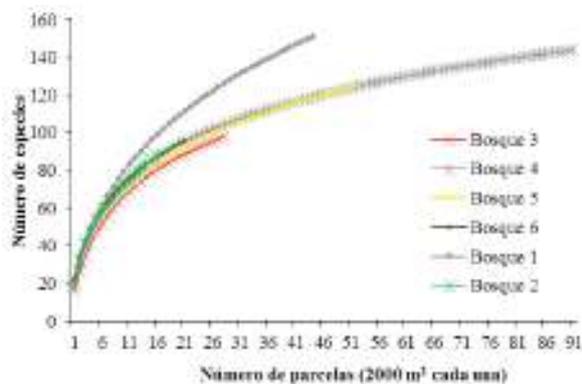


Figura 5. Curvas de rarefacción o acumulación de especies para los seis tipos de bosque según el número de parcelas muestreadas (0,2 ha).

típicos de un bosque tropical, se constituyen escenarios de conectividad en paisajes fragmentados (de Lima y Gascon, 1999) de la costa ecuatoriana.

Acciones prácticas serán pertinentes, como la incursión de áreas importantes para la conservación, a estrategias nacionales como Socio Bosque o promoviendo intensivamente el manejo forestal sostenible legal, en áreas de productividad forestal (Bruenig y Geldenhuys, 1996). También, se debe orientar esfuerzos entre las comunidades aledañas para que aporten a la conservación a través del mejoramiento de actividades productivas, fomentando prácticas amigables con el ambiente; esto para evitar la presión hacia los recursos valiosos del bosque (Perfecto y Vandermeer, 2012).

Se enfatiza, que la información generada con la caracterización de los seis tipos de bosque con sus respectivas especies indicadoras, sirva en futuro como herramienta de manejo y conservación dentro del Bosque Protector, además de fortalecer la gestión local, a nivel técnico, científico y administrativo.

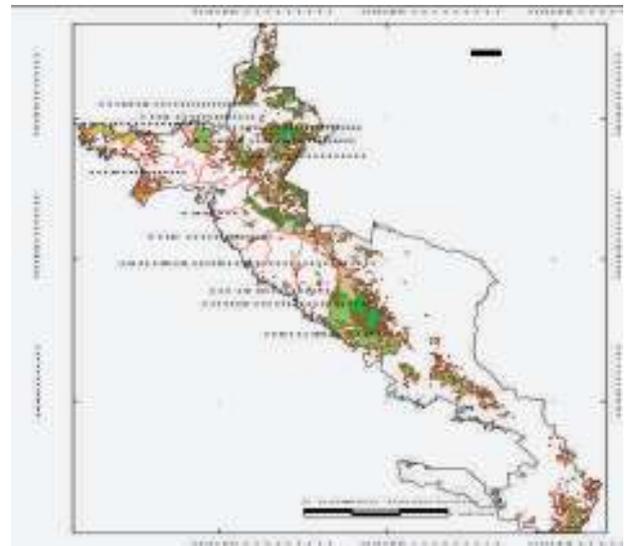


Figura 6. Mapa de distribución potencial de tipos de bosques en el Bosque Protector Chongón Colonche.

CONCLUSIONES

En la coberturas vegetal de garua intervenida y no intervenidas se diferenciaron seis tipos de bosques, los mismos que por sus atributos característicos deben ser considerados como sitios de alta prioridad para la conservación de especies arbóreas y hábitat de especies silvestres. Los factores ambientales de altitud e índice ombrotérmico son los que más determinan los diferentes tipos de bosques, sumado a las posibles y evidentes perturbaciones antrópicas inciden notablemente en la composición y riqueza de los bosques. Los el bosque 6 y 4 poseen el mayor número de especies promedio por parcela. Según la rarefacción el bosque 1 con especies de bosque primario y secundario, presenta el mayor número de especies por superficie muestreada y por hectárea de muestreo. Según los índices de diversidad alfa de Simpson

los bosques 4 y 6 con mayor riqueza de especies presentan diversidad alta y según Shannon diversidad media. En el bosque 1 y 3 se registraron dos especies endémicas *Matisia*

grandifolia, *Bronowopsis disepala* y en el bosque 2, 4 y 5 está presente *M. grandifolia* siendo una especie importante ecológicamente mostrando los mayores valores de IVI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonifaz, C. 2003. Caracterización florística de dos sitios en el bosque húmedo costero cabecera de Muisne, Esmeraldas-Ecuador. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba. CR. 94 p.

Bruenig, EF. y Geldenhuys, CJ. 1996. Conservation and management of tropical rainforests: an integrated approach to sustainability. *CAB International, United Kingdom*.

Cañadas, A. 2011. Can the reforestation projects stop the extraction of wood from the protected forest Chongón-Colonche? *Tropentag, Bonn University Development on the Margin*.

Colwell, R. 2010. EstimateS, version 8.2. 0: statistical estimation of species richness and shared species from samples, software and user's guide. © 2006. *University of Connecticut, Mansfield, Connecticut* <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

Curtis, J. y McIntosh, R. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31:434-455.

de Lima, MG. y Gascon, C. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Biological Conservation* 91:241-247.

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. 2011. InfoStat versión 2011. *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Gibson, CC. y Becker, CD. 2000. The lack of institutional demand: why a strong local community in Western Ecuador fails to protect its forest. In Gibson CC, M McKean, E Ostrom eds. *People and forests: Communities, institutions, and governance*. Cambridge, MA: MIT Press. p. 135-162.

Gotelli, NJ., Colwell, RK. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters* 4:379-391.

Liebsch, D., Marques, M. y Goldenberg, R. 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation* 141:1717-1725.

Magurran, AE. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*.

McCune, B., Grace, JB. y Urban, DL. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM software Design, Gleneden Beach, Oregon.

Murrieta-Arévalo, E., Finegan, B., Delgado, D., Villalobos, R. y Campos, J. 2008. Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 51-52:57-68.

Neill, DA. 2013. Inventario botánico de la región de la cordillera el Cóndor, Ecuador y Perú: actividades y resultados científicos del proyecto, 2004-2007.

Perfecto, I. y Vandermeer, J. 2012. Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Revista Ecosistemas* 21 (1-2):180-191.

Sierra, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental.

USAID, 2009. Estudio de factibilidad de corredores de conservación. 45 p.

Diversidad arborea del bosque tropical húmedo de la Estación Experimental El Padmi, Zamora Chinchipe

Tree diversity of humid tropical forest of the experimental station Padmi, Zamora Chinchipe

Deicy Carolina Lozano Sivisaca^{1*} y Víctor Hugo Eras Guamán¹

¹ Docentes-Investigadores de la carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

* autor para correspondencia: caroladeicylo@hotmail.com

RESUMEN

La deforestación de los bosques tropicales húmedos ha sido una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad y fragmentación de estos ecosistemas. Se hace necesario conocer la diversidad arborea en ecosistemas fragmentados para determinar su potencial florístico y así conservar la biodiversidad. El objetivo del estudio fue caracterizar la diversidad arborea del bosque húmedo tropical en las zona baja, media y alta de la Estación Experimental El Padmi (EEP), para lo cual se estableció seis transectos temporales en cada una las zonas. Luego se realizó el inventario botánico del estrato arbóreo considerando las especies ≥ 5 cm de DAP y ≥ 30 cm DAP a fin de identificar el recurso arbóreo y el potencial maderable del bosque húmedo tropical de la EEP. Los resultados indican que la diversidad del estrato arbóreo está constituido por 451 individuos con DAP ≥ 5 cm, agrupados en 84 especies, 36 familias. Las especies *Piptocoma discolor* en la zona baja, *Grias peruviana* en la zona media y *Caryodendron orinocense* en la zona alta son las especies ecológicamente más importantes dentro de bosque húmedo tropical de EEP. El potencial maderable se registró en la zona alta del bosque, donde se inventario 114 individuos con DAP ≥ 30 cm, dentro de 38 especies y 20 familias, con un volumen de 446,92 m³. La diversidad florística de bosque húmedo tropical de EEP es media según el índice de Shannon. Además, este estudio demostró que la zona alta de bosque de la EEP presenta la mayor conservación de diversidad arborea.

Palabras claves: diversidad florística, fragmentación, biodiversidad, conservación.

ABSTRACT

Deforestation of tropical forests has been one of the main causes of loss and fragmentation of these ecosystems. It is necessary to know the tree diversity in fragmented ecosystems to determine their potential floristic and preserve biodiversity. The aim of the study was to characterize the tree diversity of tropical forest in the lower, middle and upper part of the Experimental Station "El Padmi" (EEP), for which six temporary transects were established in each of the areas. In the arboreal stratum the botanical inventory was conducted in the species ≥ 5 cm DAP and ≥ 30 cm DAP to identify the arboreo resource and timber resource potential of tropical forest of the EEP. The results indicate that the diversity of the arboreal stratum is constituted by 451 individuos DAP ≥ 5 cm, grouped into 84 species, 36 families. *Piptocoma discolor* in the zone lower, *Grias peruviana* in the middle and *Caryodendron orinocense* in uptown are the species most ecologically important in tropical forest EEP. The timber potential are in uptown the forest, where was found 114 individuals with DAP ≥ 30 cm, in 38 species and 20 families, with a volume of 446.92 m³. The floristic diversity of forest is half according Shannon. In addition, this study demonstrated that uptown of EEP has the highest tree diversity conservation.

Keywords: floristic diversity, fragmentation, Amazon, biodiversity conservation.

INTRODUCCIÓN

La Amazonía ecuatoriana abarca el 48 % del territorio nacional y el 90 % del trópico húmedo ecuatoriano; además constituyen la región con la mayor cobertura boscosa y alta biodiversidad, en este territorio viven alrededor de 0,5 millones de personas, de las cuales el 30 % corresponden a comunidades nativas (González, 2010).

Las funciones ambientales se definen como posibles usos de la naturaleza, y los servicios son las posibilidades o el potencial a ser utilizado por los humanos para cualquier fin (Hueting, 1997). No obstante, lo importante es entender como una sociedad percibe los usos de la madera como un bien proveniente del bosque. En esta perspectiva el bosque húmedo tropical proporciona una gran cantidad de

bienes y servicios ecosistémicos como madera, alimentos, agua, purificación del aire, los cuales son vitales para el bienestar y el desarrollo económico y social.

En la actualidad la conservación y el manejo de los bosques es una prioridad mundial, en especial, de los trópicos húmedos, las razones de esta preocupación radica en la enorme riqueza florística que encierran y en la deforestación que atenta su permanencia (Palacios, 2000).

En el sur del Ecuador, se ubica la Estación Experimental El Padmi (EEP), perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, en la cual existe un claro ejemplo de este tipo de ecosistemas (bosque húmedo tropical) y un lugar propicio para realizar investigaciones sobre la conservación y aprovechamiento sustentable de los bienes derivados del bosque.

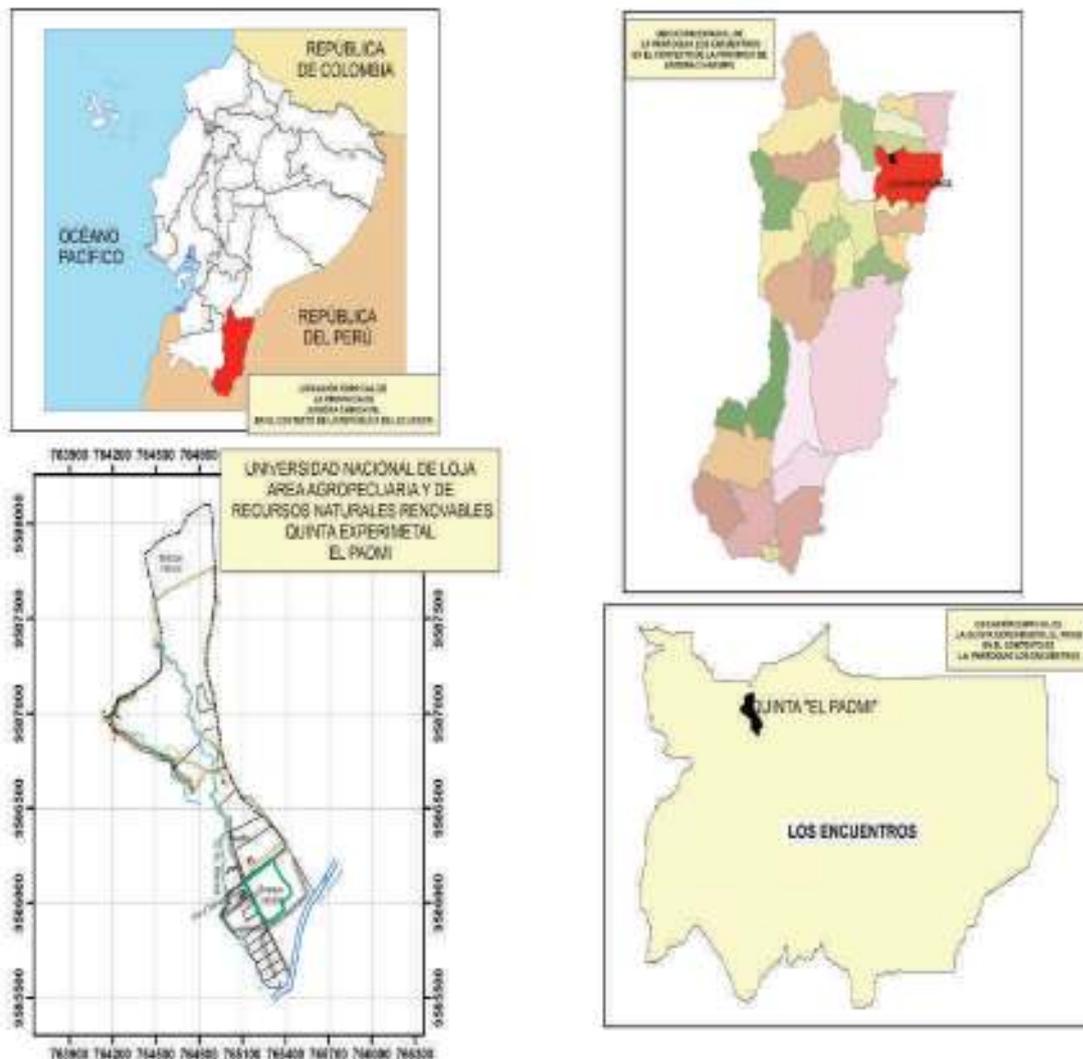


Figura 1. Ubicación del área de estudio

La cobertura boscosa del bosque húmedo tropical que alberga especies florísticas muy importantes para el sur del Ecuador, en la actualidad se ve seriamente amenazada por actividades antrópicas, fragmentación y disminución de la cobertura boscosa, erosión genética, degradación de ecosistemas, entre otros, los cuales deberían ser objeto de acciones intensas de manejo y conservación.

En este contexto, el objetivo del estudio fue caracterizar la diversidad arbórea del bosque húmedo tropical de la EEP de acuerdo a las zona baja, media y alta, para lo cual se estableció seis transectos temporales en la zona baja, media y alta del bosque, donde se realizó el inventario botánico del estrato arbóreo considerando las especies ≥ 5 cm de DAP; y ≥ 30 cm DAP a fin de identificar el recurso arbóreo y el potencial maderable del bosque húmedo tropical de la Estación Experimental El Padmi, se espera que la información generada en este estudio permita mejorar los esfuerzos de conservación y manejo de los recursos florísticos y la biodiversidad de este importante ecosistema.

METODOLOGÍA

Ubicación

La investigación se realizó en el bosque húmedo tropical de la Estación Experimental "El Padmi" de la Universidad Nacional de Loja que está ubicado en el corredor fluvial del Río Zamora, a 5 km al norte de la unión con el Río

Nangaritza. Políticamente pertenece a la parroquia Los Encuentros, cantón Yanzatza de la provincia de Zamora Chinchipe (Figura 1), por su territorio cruza la carretera interprovincial que une a Loja, Zamora y Morona Santiago (Ramírez y Naranjo, 2009).

Los seis transectos temporales se ubicaron de la siguiente manera dos en el bosque natural de áreas aluviales y cuatro en el bosque natural piemontano en las coordenadas $79^{\circ}03'37,30''$ W $04^{\circ}24'19,46''$ S, en un rango altitudinal de 2090 y 2128 msnm.

La temperatura media anual es de 23°C , la precipitación media anual de 2000 mm y los suelos son jóvenes (entisoles e inceptisoles) (Ramírez y Naranjo, 2009; Valarezo, 2004). Según Sierra *et al.*, (1999) en la EEP existen dos tipos de vegetación: bosque siempreverde de tierras bajas y bosque siempreverde piemontano.

Para el establecimiento de los transectos temporales se consideró la topografía del terreno y la heterogeneidad del bosque. Luego se delimitó e instaló seis transectos temporales (dos en el bosque natural en áreas aluviales zona baja y cuatro en el bosque natural de piemontano – dos en la zona media y dos en la zona alta) de 40×50 m (2000 m^2) cada uno, donde se inventario los individuos ≥ 30 cm de DAP para obtener el volumen comercial se consideró la fitosociología y sanidad (estado actual del fuste). Para caracterizar las especies arbóreas se delimitó transectos de 20×50 m (1000 m^2) donde se inventario los individuos ≥ 5 cm de DAP (Figura 2).

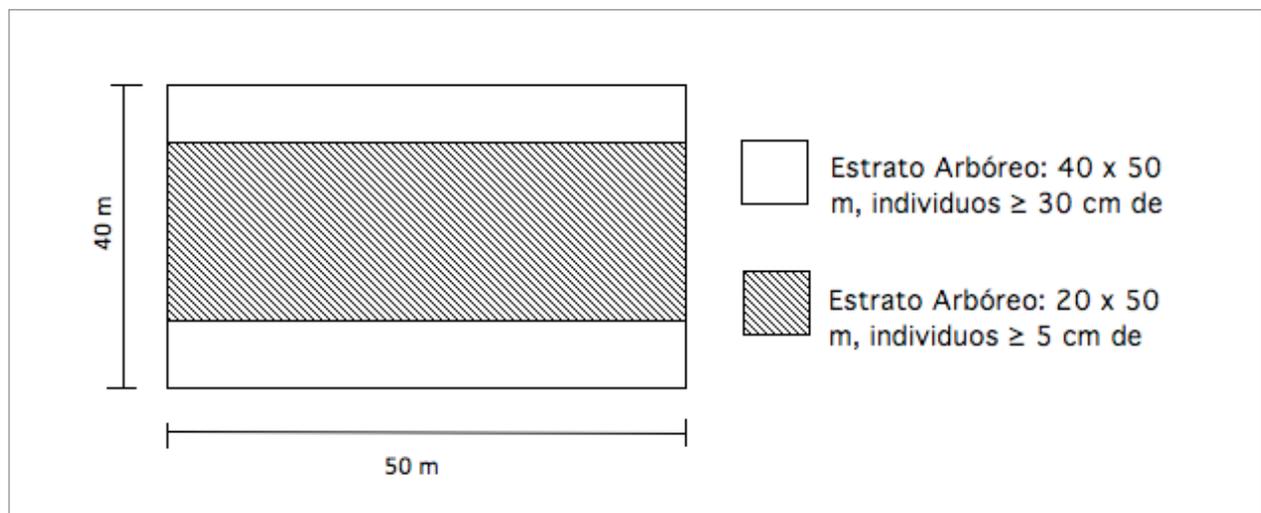


Figura 2. Diagrama de transectos para el muestreo del estrato arbóreo: 40×50 m; 20×50 m, (6 transectos).

Para determinar la diversidad arbórea del bosque húmedo tropical, con los datos obtenidos se calculó los parámetros ecológicos de la zona baja, media y alta: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR),

dominancia relativa (DmR), frecuencia y el índice valor importancia (IVI), aplicando las fórmulas planteadas por Aguirre y Aguirre (1999) y Cerón (1993).

Para conocer la diversidad del bosque en estudio

(individuos ≥ 5 cm DAP) se calculó el índice de Shannon (Cerón, 2003).

Para calcular el volumen de los árboles se utilizó los datos de los árboles ≥ 30 cm de DAP con lo cual se cuantifico el potencial maderero del bosque, considerando la zona baja, media y alta.

RESULTADOS

En el bosque húmedo de la Estación Experimental “El Padmi” se contabilizaron 451 árboles con DAP ≥ 5 cm, agrupados en 84 especies y 36 familias. En la zona baja de bosque natural en áreas aluviales se registró 37 especies florísticas dentro de 20 familias, en la zona media de bosque

natural piemontano se identificó 48 especies florísticas dentro de 28 familias y en la zona alta de bosque natural piemontano se identificó 45 especies florísticas dentro de 24 familias. Las especies *Piptocoma discolor* (zona baja), *Grias peruviana* (zona media) y *Caryodendron orinocense* (zona alta) son las especies ecológicamente más importantes para cada una de las zonas del bosque.

Las familias Asteraceae, Euphorbiaceae y Moraceae en la zona baja, media y alta respectivamente son las mejor representadas y dominantes en el área de estudio. En el cuadro 1, 2 y 3 se indican los resultados de las diez especies que presentan los parametros ecológicos más importante dentro del bosque bosque húmedo de la Estación Experimental “El Padmi”.

Cuadro 1. Parámetros ecológicos de las diez especies con mayor índice de valor de importancia (IVI), zona: bosque natural en áreas aluviales (zona baja), 2000 m² de muestreo.

| N° | Familia | Nombre científico | G (m ²) | D ind/ha | DR (%) | Dm (%) | IVI |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|----------|--------|--------|-------|
| 1 | Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | 37,077 | 20 | 3,67 | 87,98 | 91,65 |
| 2 | Lecythidaceae | <i>Grias peruviana</i> | 0,331 | 110 | 20,18 | 0,78 | 20,97 |
| 3 | Arecaceae | <i>Iriartea deltoidea</i> | 0,247 | 65 | 11,93 | 0,59 | 12,51 |
| 4 | Tiliaceae | <i>Heliocarpus americanus</i> | 1,003 | 50 | 9,17 | 2,38 | 11,55 |
| 5 | Euphorbiaceae | <i>Hyeronima sp.</i> | 1,009 | 45 | 8,26 | 2,39 | 10,65 |
| 6 | Arecaceae | <i>Socratea sp</i> | 0,283 | 20 | 3,67 | 0,67 | 4,34 |
| 7 | Melastomataceae | <i>Miconia sp.</i> | 0,175 | 20 | 3,67 | 0,42 | 4,09 |
| 8 | Mimosaceae | <i>Inga sp.</i> | 0,499 | 15 | 2,75 | 1,18 | 3,94 |
| 9 | Rubiaceae | <i>Palicourea sp.</i> | 0,170 | 10 | 1,83 | 0,40 | 2,24 |
| 10 | Euphorbiaceae | <i>Aparisthium cordatum</i> | 0,167 | 10 | 1,83 | 0,40 | 2,23 |
| Total (37 sp.). | | | | | | | |

Cuadro 2. Parámetros ecológicos de las diez especies con mayor índice de valor de importancia (IVI), zona: bosque natural piemontano en áreas aluviales (zona media), 2000 m² de muestreo.

| N° | Familia | Nombre científico | G (m ²) | D ind/ha | DR (%) | Dm (%) | IVI |
|----------------|---------------|--------------------------------|---------------------|----------|--------|--------|-------|
| 1 | Lecythidaceae | <i>Grias peruviana</i> | 0,380 | 145 | 16,76 | 5,48 | 22,24 |
| 2 | Meliaceae | <i>Guarea kunthiana A.</i> | 0,697 | 100 | 11,56 | 10,05 | 21,61 |
| 3 | Euphorbiaceae | <i>Aparisthium cordatum</i> | 1,280 | 10 | 1,16 | 18,44 | 19,60 |
| 4 | Euphorbiaceae | <i>Caryodendron orinocense</i> | 0,324 | 60 | 6,94 | 4,66 | 11,60 |
| 5 | Meliaceae | <i>Trichilia sp.</i> | 0,649 | 15 | 1,73 | 9,36 | 11,09 |
| 6 | Tiliaceae | <i>Heliocarpus americanus</i> | 0,420 | 30 | 3,47 | 6,06 | 9,53 |
| 7 | Euphorbiaceae | <i>Sapium marmieri</i> | 0,432 | 25 | 2,89 | 6,22 | 9,12 |
| 8 | Arecaceae | <i>Iriartea deltoidea</i> | 0,151 | 40 | 4,62 | 2,17 | 6,79 |
| 9 | Moraceae | <i>Claricia racemosa</i> | 0,178 | 35 | 4,05 | 2,56 | 6,61 |
| 10 | Lytraceae | <i>Lafoensia sp.</i> | 0,287 | 10 | 1,16 | 4,13 | 5,29 |
| Total (48 sp.) | | | | | | | |

Cuadro 3. Parámetros ecológicos de las diez especies con mayor índice de valor de importancia (IVI), zona: bosque natural piemontano en áreas aluviales (zona alta), 2000 m² de muestreo.

| N° | Familia | Nombre científico | G (m ²) | D ind/ha | DR (%) | Dm (%) | IVI |
|---------------|---------------|--------------------------------|---------------------|----------|--------|--------|-------|
| 1 | Euphorbiaceae | <i>Caryodendron orinocense</i> | 5,19 | 100 | 14,60 | 8,45 | 23,05 |
| 2 | Moraceae | <i>Batocarpus orinocensis</i> | 6,09 | 30 | 4,38 | 9,91 | 14,29 |
| 3 | Arecaceae | <i>Iriartea deltoidea</i> | 2,40 | 70 | 10,22 | 3,90 | 14,12 |
| 4 | Moraceae | <i>Ficus pertusa</i> | 8,19 | 5 | 0,73 | 13,34 | 14,07 |
| 5 | Euphorbiaceae | <i>Hyeronima sp.</i> | 1,36 | 65 | 9,49 | 2,21 | 11,70 |
| 6 | Meliaceae | <i>Guarea kunthiana</i> | 3,32 | 25 | 3,65 | 5,41 | 9,06 |
| 7 | Lecythydaceae | <i>Grias peruviana</i> | 3,95 | 15 | 2,19 | 6,44 | 8,63 |
| 8 | Moraceae | <i>Sorocea trophoides</i> | 2,83 | 25 | 3,65 | 4,61 | 8,26 |
| 9 | Euphorbiaceae | <i>Sapium marmieri</i> | 3,43 | 15 | 2,19 | 5,59 | 7,78 |
| 10 | Euphorbiaceae | <i>Aparisthium cordatum</i> | 2,55 | 20 | 2,92 | 4,15 | 7,07 |
| Total (45 sp) | | | | | | | |

Además, se inventario la composición arbórea del bosque húmedo “El Padmi”, en la zona baja se identificó 30 individuos con diámetros ≥ 30 cm dentro de 13 especies y 10 familias que representan 29,43 m³ de volumen. En la zona media el bosque se identificó 42 individuos con diámetros ≥ 30 cm dentro de 23 especies y 14 familias que representan 51,31 m³ de volumen y en la zona alta del bosque se encontró 114 individuos con diámetros ≥ 30 cm dentro de 38 especies y 20 familias que representan 446,92 m³ de volumen. Se debe indicar que la especie *Ficus pertusa* (yamila) en esta zona del bosque es la especie dominante en cuanto a madera.

DISCUSIÓN

El inventario maderable demuestra que la madera es un bien valioso del bosque por los recursos socioeconómicos y ambientales que generaran.

La diversidad del bosque según el índice de Shannon es media para las zonas del bosque evaluado y de acuerdo a la equitatividad del bosque presenta una heterogeneidad en abundancia.

El estudio también evidencia que existen diferencias en las tres zonas del bosque, cada una con su propia diversidad arbórea. Por esta razón es importante mantener muestras representativas de bosque húmedo tropical en el sur del Ecuador para asegura la conservación de la biodiversidad y de las especies maderables de la zona a largo plazo. Además, la composición florística del bosque juega un papel importante en la reducción de la erosión ya que protegen los suelos de las precipitaciones fuertes y mantienen su estabilidad, mejor que los cultivos perennes y las pasturas, los que a su vez son mejores que los cultivos anuales (Vincenzi, 2001).

El potencial forestal del bosque húmedo tropical

de la estación “El Padmi” es altamente diverso como lo muestran otros estudios realizados en ecosistemas similares, debido la abundancia, altura y DAP de los árboles. Por ejemplo, Naranjo y Ramírez (2009) registraron un volumen de 284,86 m³/ha siendo la especie *Grias peruviana*, la especie con mayor área basal 2,37 m² en la zona media, y registraron un volumen de 337,34m³/ha siendo la especies *Sorocea trophoides* la que presento la mayor área basal 2,54 m² en la zona alta, estos datos presentan algunas similitud en cuanto a diversidad y volumen de la zona alta, pero diferencia en las especies que tienen la mayor área basal esto quizás se deba a la metodología utilizada en cada estudio.

En el bosque estudiado resaltan *Piptocoma discolor* (zona baja), *Aparisthium cordatum* (zona media) y *Ficus pertusa* (zona alta) como especies dominantes. Además, se puede evidenciar que en el bosque húmedo tropical “El Padmi” la zona alta y media que corresponden al bosque natural piemontano constituyen áreas importantes para la conservación de la biodiversidad debido a que poseen mayor número de especies arbóreas y mayor densidad de individuos. La zona baja que corresponde al bosque natural en áreas aluviales poseen un número bajo de especies en relación con el bosque de la zona media y alta, esto posiblemente por una mayor presión antrópica en el acceso a este tipo de bosques tal como lo muestran los resultados.

Finalmente, estudios realizados en el bosque húmedo tropical del sur del Ecuador indican que la perturbación de estos bosques se da principalmente por actividades antrópicas entre las que se destacan: la minería y el aprovechamiento irracional del recurso florístico. Meffe y Carroll (1997) y Guariguata y Kattan (2002), dicen que a pesar del alto grado de perturbación del bosque húmedo tropical, estos hábitats mantienen el alto grado de diversidad, razón por la cual es necesario conservarlos.

Además, la presión de las actividades humanas sobre el recurso maderable puede acelerar el deterioro de la biodiversidad de estos ecosistemas. Sin embargo, con este estudio se respalda la teoría de que los bosques húmedos tropicales a pesar de ser fragmentados son importantes ecosistemas para la conservación de la biodiversidad.

CONCLUSIONES

La diversidad arbórea del área de estudio está influenciada por las actividades antrópicas que afecta la riqueza florística del bosque que ahí existe. La mayor abundancia de especies dominantes en cuanto a madera fue registrada en la zona alta que corresponde a bosque natural piemontano, siendo la especie *Ficus pertusa* la más dominante. La diversidad

del bosque húmedo tropical “El Padmi” es media con una heterogeneidad en abundancia de diversidad florística. La zona alta del bosque está compuesta por un mayor número de individuos (114 individuos con diámetros ≥ 30 cm de DAP), los cuales contienen el mayor volumen de madera (446,92 m³), esto debido a una menor presión originada por las actividades antrópicas.

AGRADECIMIENTOS

A la carrera de Ingeniería Forestal, al personal Técnico del Herbario Reinaldo Espinosa y un agradecimiento especial al Administrador Ing. Tito Ramírez y al técnico Ing. Néstor León por la logística y apoyo brindado en el desarrollo del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, Z. y Aguirre, N. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja N° 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 30p.

Cerón, C. 1993. Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio en el Ecuador. Edit. Abya – Ayala. Quito, EC. 315 p.

Cerón, C. 2003. Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador. Herbario “Alfredo Paredes” QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. Quito, EC. 315 p.

González, M. 2010. Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia. Volumen 1. Loja, EC.

Naranjo, E. y Ramirez, T. 2009. Composición florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Ing. Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, EC. 235 p.

Palacios, W. 2000. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. Quito, EC. 50 p.

Sierra, R., Cerón, C., Palacios, W. y Valencia, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GET - BIRF y EcoCiencia. Quito, EC.

Vincenzi, J. 2001. Manejo de cuencas un nuevo desafío para el ICE. Energía y Telecomunicaciones (CR) 11 (1):100-111.

Valarezo, C. 2004. Características, distribución, clasificación y capacidad de uso de los suelos en la región amazónica ecuatoriana – RAE. Universidad Nacional de Loja-Programas de Modernización de los Servicios Agropecuarios. Loja, EC. 201 p

Meffe, G. y Carroll, C. 1997. Principios de biología de la conservación. Asociación Sinauer. Massachusetts, USA. Inc. 729 p.

Guariguata, M. y Kattan, G. 2002. Ecología y fragmentación de bosque tropicales. Ediciones LUR. Cartago, CR. 691p.

Especies leñosas y cultivos objetivos para sistemas agroforestales en zonas semiáridas del sur del Ecuador

Woody species and target crops for agroforestry systems in semi-arid areas of Southern Ecuador

Zhofre Aguirre-Mendoza^{1*} y Cristhian Aguirre-Mendoza²

¹Docente-Investigador de la carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

²Investigador del Ministerio del Ambiente del Ecuador

*autor para correspondencia: herbario@unl.edu.ec

RESUMEN

Se realizó la caracterización de los principales sistemas agroforestales (SAF) en los cantones Zapotillo y Macará (Ecuador), definiéndose que la práctica agroforestal tradicional más exitosa y difundida en la zona, es: Árboles en linderos y/o cercas vivas con cultivos anuales, debido al poco espacio que usan las especies utilizadas y a los beneficios que obtiene el propietario. Las principales especies arbóreas utilizadas en las diferentes prácticas son: *Swietenia macrophylla*, *Azederachta indica*, *Spondias purpurea*, *Leucaena leucocephala*, *Citrus sinensis*, *Citrus lemon*; las especies arbustivas usadas son: *Jatropha curcas* e *Hibiscus rosa-sinensis*; y, los cultivos comunes: *Zea mays*, *Manihot sculenta*, *Phaseolus vulgaris*, *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus* e *Ipomoea batatas*. Luego de la calificación se definieron como las especies claves para impulsar los SAF en zonas semiáridas del sur de la provincia de Loja, las siguientes: *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Swietenia macrophylla*, *Albizia multiflora*, *Cordia lutea* y *Jatropha curcas* y, cinco cultivos: *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus*, *Manihot sculenta*, *Musa sapientum* y *Panicum maximum*. Estas especies son de uso múltiple, aceptadas y apreciadas por la población local.

Palabras claves: Agroforestería, especies de usos múltiples, bienes, servicios ecosistémicos, zonas semiáridas, producción.

ABSTRACT

Characterization of the main agroforestry (SAF) in Zapotillo and Macara (Ecuador) was performed, defining the most successful and widespread in the area; traditional agroforestry practice is trees on boundaries and/or hedges with annual crops, due to limited space using the species used and the benefits to the owner. The main tree species used in the different practices are *Swietenia macrophylla*, *Azederachta indica*, *Spondias purpurea*, *Leucaena leucocephala*, *Citrus sinensis*, *Citrus lemon*; the shrub species used are: *Jatropha curcas* and *Hibiscus rosa-sinensis*; and the common crops: *Zea mays*, *Manihot sculenta*, *Phaseolus vulgaris*, *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus* and *Ipomoea batatas*. After the rating is defined as the key, species will drive the SAF in semi-arid areas of southern province of Loja, the following: *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Swietenia macrophylla*, *Albizia multiflora*, *Cordia lutea* and *Jatropha curcas* and five crops: *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus*, *Manihot sculenta*, *Musa sapientum* and *Panicum maximum*. These species are all purpose, accepted and appreciated by the local population.

Keywords: Agroforestry, multipurpose species, ecosystem goods and services, semi-arid areas, production, markets, target species.

INTRODUCCIÓN

La agroforestería es el cultivo de árboles en combinación con cultivos anuales y/o cría de animales en el mismo terreno de una finca (Krishnamurthy *et al.*, 2003). También se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo, donde las cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción pecuaria, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1993, 1997, ICRAF, 1982). Esta estrategia productiva de manejo del territorio a pequeña y mediana escala cada vez es más popular en América Latina y gana espacio por los múltiples beneficios que se logran con su implementación. También es importante señalar que la agroforestería es una forma de manejo de los recursos, conocida y transmitida por muchas generaciones de campesinos de diferentes partes del mundo. Por esta razón las técnicas agroforestales son herramientas promisorias para mejorar el bienestar de la población rural y la conservación de sus recursos naturales (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

Se ha documentado y demostrado que la incorporación de elementos vegetales leñosos brindan múltiples beneficios en las huertas o chacras campesinas, entre los que sobresalen: provisión de forraje, frutos, leña, madera, sombra, humedad, captura de CO₂, control de la erosión y división de fincas (Yaguachi y Carrión, 2000). Por esta razón, las prácticas agroforestales impulsadas por diferentes proyectos de ONGs y organismos estatales han ganado espacio y en muchas zonas tienen la aceptación de la población local, como es el caso específico en Ecuador en los cantones de Zapotillo y Macará.

En esta perspectiva la Universidad Nacional de Loja, bajo el marco del proyecto WAFLA (Agroforestería y manejo de agua en zonas áridas y semiáridas de Latinoamérica), realizó un estudio para la identificación y priorización de las especies vegetales leñosas “claves” para agroforestería y que apoyan a la conservación de los recursos naturales en las zonas áridas y semiáridas del sur del Ecuador.

Se presenta información de los sistemas agroforestales más importantes en las zonas semiáridas de los cantones Zapotillo y Macará. La descripción breve de todas las especies que se usan en los SAF, las especies forestales y los cultivos objetivos que deben promocionarse para su masificación en los SAF de las zonas áridas y semiáridas de esta área.

METODOLOGÍA

La zona de referencia para los sistemas agroforestales son la microcuenca Tutumos en el cantón Macará y Malvas en Zapotillo. Esta zona de bosque seco tiene características

climáticas semiáridas con un promedio de precipitación de 500 mm anuales y una temperatura media anual de 25°C (Herbario Loja *et al.*, 2001).

Para la identificación y definición de las especies leñosas y cultivos objetivos para los sistemas agroforestales de las zonas semiáridas del bosque seco de Loja, se consideraron tres aspectos:

- a) Se revisó la información de la base de datos de la pre-identificación de las especies claves (Proyecto Wafla, 2007), con estos datos en el campo se observó las especies preseleccionadas y evaluó con exactitud el uso de éstas, sus características biológicas y requerimientos edafoclimáticos y, especialmente, la pertinencia técnica para su uso en sistemas agroforestales de las zonas semiáridas del Ecuador. Se observó y comprobó su abundancia, crecimiento, correcta identificación taxonómica, preferencia real de los campesinos, bienes y servicios que ofrecen.
- b) Se aplicó una encuesta a la población local de las áreas seleccionadas, con el propósito de rescatar información sobre la utilización de especies, utilidad de la planta, resistencia a condiciones extremas de sequía, exigencias de suelo, producción y destino de la producción. Se tabuló y sistematizó la información relevante, en especial los resultados de los SAF exitosos, considerando que un SAF es exitoso cuando está implementado en al menos el 80 % de las propiedades del área evaluada. Esta información fue analizada para determinar las especies leñosas claves y los cultivos objetivos para SAF de las zonas semiáridas de la provincia de Loja.
- c) Para seleccionar las especies leñosas claves y cultivos objetivos para SAF, se aplicó para cada una de las especies seleccionadas, la matriz de calificación que se presenta en el cuadro 1, propuesta por los autores de este artículo. Los valores de calificación de una especie en cada uno de los criterios son: 5 = alto; 3 = medio; 1 = bajo. Los criterios 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9 se califican con 5 cuando presentan mayor beneficio y, los criterios 4 y 5 con el valor más bajo, debido a la exigencia en los requerimientos ambientales.

El máximo que puede alcanzar una especie es de 37 puntos, entonces una especie califica como especie leñosa clave y cultivo objetivo cuando suma valores mayores a 30. Dentro del criterio técnico se consideró la utilidad y beneficio que la especie aporta para la implementación del sistema agroforestal y que productos ofrece a la comunidad que amerite que la especie sea considerada apta para un sistema agroforestal.

Cuadro 1. Matriz de criterios para calificar las especies claves y cultivos objetivos para SAF's en zonas áridas y semiáridas del Ecuador.

| No. | Criterios | Calificación | | |
|-----|---|--------------|-------|------|
| | | Alta | Media | Baja |
| 1 | Presencia y utilización en SAF exitosos (o buenas prácticas) | | | |
| 2 | Resistencia a la sequía (según la apreciación de los campesinos) | | | |
| 3 | Productos y servicios que brinda | | | |
| 4 | Exigencia hídrica de la especie (según criterio de campesinos y literatura) | | | |
| 5 | Exigencia suelos de la especie (según campesinos y literatura) | | | |
| 6 | Rendimiento por unidad de cultivo | | | |
| 7 | Contribución económica de la especie o algún beneficio ambiental actual o potencial para los propietarios de la finca | | | |
| 8 | Mercado para sus productos | | | |
| 9 | Criterio técnico (percepción de investigador y literatura) | | | |

Este criterio fue reforzado con revisión bibliográfica, considerando que la especie debe cumplir con las siguientes características técnicas para ser considerada en un sistema agroforestal:

- Adaptarse a las condiciones edafo-climáticas predominantes en el sitio de implantación.
- Tener bajo requerimiento de insumos externos para su implementación.
- Contar con la aceptación y aprobación de los productores para implementar en su sistema de producción.
- Dar en corto o mediano plazo (3 – 12 meses) algún producto (bien o servicio).
- Tener rápido crecimiento.
- Proyectar sombra favorable para el cultivo/pasto, no competir por luz con el mismo.
- Ninguna de sus partes (hojas, tallo, frutos) sean tóxico para los animales o vegetales del sistema.
- De preferencia que fije nitrógeno atmosférico
- No ser hospedero de plagas para ninguna de las especies (animal o vegetal) del sistema.
- Cumplir por lo menos una función económica o contribuir al aumento de los ingresos económicos.

Finalmente de cada especie leñosa clave y cultivo objetivo se realizó la descripción, considerando los siguientes aspectos:

- Nombre común y científico de la planta, familia
- Origen: nativa, endémica, introducida
- Requerimientos edafo-climáticos
- Productos, usos actuales y potenciales (bienes y servicios actuales y potenciales)
- Mercado para sus productos y precios de venta.
- Los nombres científicos de las especies están citados y escritos en base a Jorgensen y León- Yáñez (1999) y Aguirre (2002).

RESULTADOS

La microcuenca Tutumos, cantón Macará, tiene características climáticas semiáridas con un promedio de precipitación de 500 mm anuales y una temperatura media anual de 18°C. Los sistemas agroforestales que se identifican en las fincas de esta área son:

Árboles en linderos o cercas vivas con cultivos anuales: Práctica agroforestal común en la zona, que consiste en sembrar las especies forestales en los linderos y cercas de las propiedades, de esta manera es poco el espacio físico que utilizan y no se afecta el terreno de uso agrícola. Es de indicar que esta práctica es ancestral en la zona, el campesino la ha practicado tradicionalmente, actualmente se ha enriquecido con especies arbóreas impulsadas por proyectos que actúan en el área.

Las especies arbóreas que se usan en cercas vivas son: *Swietenia macrophylla*, *Geoffroea spinosa*, *Tectona grandis*, *Azadirachta indica*, *Spondias purpurea*, *Leucaena leucocephala*, *Citrus sinensis*, *Citrus lemon*, *Acacia macracantha*, *Inga spectabilis*. Las especies arbustivas utilizadas son: *Jatropha curcas* y *Hibiscus rosa-sinensis*. En el estrato herbáceo se encuentran cultivos de: *Zea mays*, *Manihot sculenta*, *Phaseolus vulgaris*, *Cajanus cajan*, *Arachis hypogaea*, *Lablab purpureus* y *Ipomoea batatas*.

Árboles dispersos en cultivos perennes: Es una práctica muy difundida, las especies que se usan son, en unos casos de regeneración natural, que han sido dejadas y cuidadas en el terreno; y en otros casos, sembradas por los propietarios con el apoyo de proyectos de desarrollo que trabajan en la zona. Las especies están sembradas a grandes intervalos y sin orden definido, esta forma de plantación obedece a que las plantas usen el menor espacio posible, así en promedio no sobrepasan 50 plantas por hectárea.

La especies arbóreas usadas son: *Geoffroea*

spinosa, *Prosopis juliflora*, *Inga spectabilis*, *Mangifera indica*, *Persea americana* *Spondias purpurea* y *Swietenia macrophylla*. Los cultivos permanentes son: *Musa x paradisiaca*, *Musa sapientum*, *Saccharum officinarum*, *Cajanus cajan* y, frutales: *Carica papaya*, *Citrus sinensis* y *Citrus lemon*.

Sistemas silvopastoriles: La asociación de árboles y pasto no es una práctica común en la zona, debido a que no existe suficiente agua para regar los pastizales. Pero algunos propietarios aprovechando la remanencia de humedad de los canales y acequias de riego han implementado pequeñas extensiones de asocio de árboles y pastos con un aceptable éxito.

Estos sistemas se desarrollan en dos prácticas: la primera, árboles dispersos en pasturas y la segunda, los árboles en linderos formando cercas vivas de las fincas. Las especies leñosas más utilizadas son: *Acacia macracantha*, *Prosopis juliflora*, *Guazuma ulmifolia*, las cuales proveen sombra y forraje a través de sus hojas, flores y frutos. La especie forrajera introducida mejor adaptada y más difundida en la zona es la chilena *Panicum maximum* por ser la única que soporta largos periodos de sequía, pero la mayoría de sistemas silvopastoriles están conformadas con especies forrajeras nativas.

Enriquecimiento de bosques para apicultura (entomoforestaria): Es una práctica no muy difundida, pero que se está impulsando con varios propietarios, con el propósito de enriquecer el bosque seco degradado con especies melíferas conocidas y de esta manera disponer de más plantas que permitan una alimentación permanente de las abejas y mejorar la actividad apícola en las fincas. Las especies más utilizadas son: *Moringa oleifera*, *Samanea saman*, *Albizia multiflora*, *Bougainvillea spectabilis*, *Hibiscus rosa-sinensis* y *Leucaena leucocephala*; estas especies son de floración permanente.

La microcuenca Tutumos, cantón Macará, tiene condiciones climáticas más extremas que el área de Macará. La temperatura promedio anual es de 28°C, precipitación promedio anual de 350 mm. Se diferencian cuatro sistemas agroforestales:

Árboles en linderos o cercas vivas con cultivos anuales y perennes: Práctica especial y ancestral en la zona, consiste en la siembra de árboles de uso múltiple en los alrededores de la finca, que justamente coincide con los linderos o cercas y, en la parte interior del área agrícola se asocian *Musa sapientum* y cultivos anuales. Los árboles usados en el contorno de las huertas y que forman parte de esta práctica agroforestal son: *Prosopis juliflora*, *Albizia multiflora*, *Acacia macracantha*, *Inga spectabilis* y overall *Cordia lutea*.

El maíz *Zea mays* es el cultivo principal y los otros cultivos anuales son las hortalizas para autoconsumo

y venta: *Brassica oleracea*, *Coriandrum sativum*, *Petroselinum sativum*, *Daucus carota*, *Capsicum annuum*, *Allium sativum*, *Solanum lycopersicum*, *Allium cepa*. Otros cultivos en menor escala son: *Manihot sculenta*, *Cajanus cajan* y *Lablab purpureus*. También se siembra el pasto sudan *Panicum sp.*, para corte intercalando con plátano y, frutales como: *Mangifera indica*, *Carica papaya*, *Citrus sinensis* y *Citrus lemon*.

Árboles dispersos en cultivos perennes: Es una práctica agroforestal funcional y es eficiente cuando existe agua para riego que se obtiene mediante bombeo desde los nacientes que quedan a lo largo de la quebrada. Se asocia árboles con cultivos permanentes como el plátano y café.

Las especies arbóreas que están sembradas entre los cultivos permanente son: *Mangifera indica*, *Coccus nucifera*, *Prosopis juliflora* y *Leucaena leucocephala*, y otros frutales como: *Carica papaya*, *Citrus sinensis* y *Citrus lemon*, *Inga spectabilis*. Como cultivo perenne se siembra *Musa sapientum* que tiene una excelente producción en la zona, además se está empezando a sembrar *Coffea arabiga*.

Sistema silvopastoril: En esta área se desarrolla la practica ancestral que consiste en explotación de cabras a campo abierto, las que aprovechan hojas, flores y frutos de árboles y arbustos como: *Prosopis juliflora*, *Caesalpinia glabrata*, *Cordia lutea*, *Tabebuia chrysantha*, *Loxopterygium huasango*, *Celtis iguanaea*, *Ceiba trichistandra*, *Pisonia aculeata*, *Terminalia valverdaea*, *Senna mollissima*. Las especies forrajeras comunes en la zona son: *Panicum maximum*, *Melinis minutiflora* y *Cynedon dactylon* que rebrotan en la época de invierno.

Enriquecimiento de bosque nativo: Con el propósito de recuperar bosques secos degradados se han establecido pequeños cerramientos donde se han plantado para enriquecer el bosque especies como: *Prosopis juliflora*, *Leucaena leucocephala*, *Chloroleucon mangense* (charán blanco), saman *Samanea saman* y *Ceiba trichistandra*, *Albizia multiflora*. Esta es una práctica novedosa porque además de enriquecer el bosque se favorece mediante la protección el fomento y cuidado de la regeneración natural de especies valiosas como: *Tabebuia chrysantha*, *Geoffroea spinosa*, *Loxopterygium huasango*.

El SAF más exitosos y difundido en la zona de estudio es: Árboles en linderos o cercas vivas con cultivos anuales y permanentes, práctica agroforestal común, debido al poco espacio dedicado para los árboles y a los beneficios que de éstos reciben. Los árboles plantados en el contorno de las huertas son: *Prosopis juliflora*, *Albizia multiflora*, *Acacia macracantha*, *Inga sp.* y *Moringa oleifera* (moringa). El maíz híbrido o mejorado *Zea mays* es el cultivo principal. Como cultivos anuales en toda la zona es el cultivo de hortalizas para autoconsumo y venta, las especies que se cultivan son: *Brassica oleracea*, *Coriandrum*

sativum, *Petroselinum sativum*, *Daucus carota*, *Capsicum annuum*, *Solanum lycopersicum*, *Allium sativum*, *Allium cepa*. Los cultivos semipermanentes en menor escala son: *Manihot sculenta*, *Cajanus cajan* y *Labdad purpureus*.

Las Funciones ecológicas de los sistemas agroforestales. Los campesinos de la zona no visualizan significativamente las funciones de los SAF. Mayormente manifiestan que posibilitan tener más de una especie en el mismo espacio físico, situación que no era común sin SAF. Esta asociación ha permitido observar más fauna silvestre y la posibilidad de disponer más productos en una misma superficie. Además la función ecológica se ve reflejada en la presencia de sombra, mejoramientos de suelos, mantenimiento de humedad. De otro lado las funciones según la encuesta es que el 10 % dice que contribuye con la biodiversidad con una contribución baja, los SAF aportan significativamente en la captura de CO₂, el 70 % de la población encuestada indica que contribuye al control de la erosión, como la mayoría de especies son leguminosas incorporan nitrógeno al suelo, producen mayor cantidad de biomasa debido a la hojarasca que producen. No hay mayor aporte en control de plagas y enfermedades.

Las actividades de manteniendo de los SAF más cultivos no son complejas en la zona, el 100 % de los encuestados manifiestan que realizan deshierbas, el 50 % aplican herbicidas, el 20 % aplican fertilizantes, el 100 % pone a los suelos donde cultivo el estiércol de caprinos. Las podas de formación son poco practicadas solo un 10 % realizan. En los SAF y cultivos perennes las labores son menores limitándose a deshierbas, riegos, aplicación de herbicidas, fertilizantes y ocasionalmente abono con estiércol de cabras. En los sistemas silvopastoriles, el 100 % manifiesta que realizan, deshierbas de malas hierbas, aplicación de urea y podas de formación a los árboles.

En el caso de las semillas de los cultivos anuales,

el 100 % de los propietarios compran anualmente la semilla del maíz híbrido, situación que justamente es la desventaja de este producto; porque si se siembra semilla de la cosecha anterior (segunda generación) no produce la misma cantidad. Para los otros cultivos la semilla es seleccionada por los campesinos de la cosecha anterior en el 100 %. Por lo general los campesinos han aprendido ancestralmente a seleccionar la semilla y tienen buenos resultados de este conocimiento. Para los cultivos perennes como el plátano y café, se selecciona los mejores "hijuelos" de otras plantaciones establecidas y adaptadas en la zona y luego ya en la misma finca se dispone de material para continuar ampliando la superficie si es el caso.

La mayoría de los encuestados manifiesta que las plántulas de los árboles para la implementación de los SAF provienen de dos fuentes: el 90 % de las plántulas han sido de los viveros del proyecto Bosque Seco I y II, proyecto COSV-UNL (2005-2012) y de viveros de PREDESUR y Municipios de Zapotillo y Macará. Y el 10 % indica que los árboles dispersos en potreros y terrenos agrícolas provienen de regeneración natural que el campesino recoge del bosque y en otros casos cuida y fomenta las plántulas que nacen dentro de las huertas.

Las especies que siembra el campesino en sus huertas es para autoconsumo, debido a la superficie cultivada, las condiciones climáticas adversas y considerando que muchas de las plantas recién han sido plantadas, entonces la cosecha de éstas aún no se ha dado. El 100 % de las personas indican que las especies arbóreas que se siembran son para uso doméstico y posiblemente no se vendan. Una excepción muy importante es el algarrobo del cual en épocas de buena producción, se colectan sus frutos y se comercializan ya que los precios son atractivos (\$10/quintal). Las especies y sus usos principales y los sistemas agroforestales donde crecen se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Especies comunes por uso en los sistemas agroforestales de Zapotillo y Macara en Ecuador

| Categorías | Especies más comunes por uso | | | Distribución | |
|------------|---|--|--|--------------|---|
| | SAF + Cultivos anuales | SAF + Cultivos perennes | Sistemas silvopastoriles | M | Z |
| Maderables | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. (algarrobo) | <i>Albizia multiflora</i> Berneby & J.W. Grimes (angolo) | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. (faique) | x | x |
| | <i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd. | <i>Swietenia macrophylla</i> King. (caoba) | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | x | |
| | <i>Swietenia macrophylla</i> King | <i>Tectona grandis</i> L.f. (teca) | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (guazimu) | x | |
| | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq. (barbasco) | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq. | | x | |
| | | <i>Centrolobium ochroxylum</i> Rose ex Rudd. (amarillo) | <i>Albizia multiflora</i> Berneby & J.W. Grimes (ángolo) | x | |
| | <i>Tectona grandis</i> L.f. | <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro) | | x | |
| | <i>Samanea saman</i> (Jacq) Merr. (samán) | | | x | |
| | <i>Azadirachta indica</i> Juss (neen) | | x | x | |
| Frutales | <i>Mangifera indica</i> L. (mango) | <i>Mangifera indica</i> L. | <i>Inga</i> sp. (guaba) | x | x |
| | <i>Citrus sinensis</i> L. (naranja) | <i>Spondias purpurea</i> L. (ciruelo) | | x | x |
| | <i>Inga</i> sp. | <i>Citrus sinensis</i> L. (naranja) | | x | x |
| | <i>Citrus lemon</i> L. (limón) | <i>Inga</i> sp. | | x | x |
| | <i>Cocos nucifera</i> L. (coco) | <i>Citrus lemon</i> L. | | x | x |
| | <i>Psidium guajava</i> L. (guayaba) | <i>Cocos nucifera</i> L. | | x | x |
| | <i>Persea americana</i> L. (aguacate) | | | x | x |
| | <i>Cocos nucifera</i> L. | | | x | |
| Forrajeras | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (leucaena) | <i>Cordia lutea</i> Lam. (overall) | <i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd. | x | x |
| | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | <i>Moringa oleifera</i> Lam (moringa) | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | x | x |
| | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | <i>Geoffroea spinosa</i> Jacq. (almendro) | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | x | x |
| | <i>Moringa oleifera</i> Lam | | <i>Albizia multiflora</i> Berneby & J.W. Grimes | | x |
| Sombra | <i>Inga</i> sp. | <i>Mangifera indica</i> L. | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | x | |
| | <i>Mangifera indica</i> L. | <i>Inga</i> sp | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC | x | x |
| | | <i>Citrus sinensis</i> L. | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | x | x |
| | | <i>Citrus lemon</i> L. | | | |
| Leña | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | x | x |
| | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC | x | x |

Continúa...

| | | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|---|---|
| Medicinales | <i>Psidium guajava</i> L. | <i>Psidium guajava</i> L. | | x | |
| | | <i>Citrus aurantium</i> L. (naranja agrio) | | x | |
| | | <i>Juglans neotropica</i> Diels (nogal) | | x | |
| Uso artesanal | <i>Cordia lutea</i> Lam. (overall) | | | x | x |
| Insecticida o tóxico | <i>Azadirachta indica</i> Juss | <i>Azadirachta indica</i> Juss | | x | x |
| | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq | | x | x |
| | <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum. (jacapa) | | | x | x |

M= Macará; Z = Zapotillo

El 100 % de las especies arbóreas sembradas son para consumo dentro de la finca. Sin descartar la venta ocasional de remanentes especialmente los frutos de guaba, mango, naranjas, papaya y cocos. De otro lado muchos de los árboles sembrados aún son jóvenes, para cuyos productos se manifiesta la intención de uso que suplirá las necesidades básicas de la población local.

El 100 % de las personas entrevistadas coinciden en que las especies vegetales que ellos más reconocen como útiles son para los usos siguientes:

Especies resistentes a la sequía: Según la población local las especies que se presentan en el cuadro 3, las consideran resistentes a la sequía, según su experiencia local.

Cuadro 3. Especies vegetales resistentes a la sequía en los cantones de Zapotillo y Macara, que son usadas en sistemas agroforestales.

| Nombre común | Nombre científico | Usos principales | Frecuencia de uso | | | Distribución | |
|------------------|---|-----------------------------|-------------------|---|----|--------------|---|
| | | | R | F | MF | M | Z |
| Árboles: | | | | | | | |
| Angolo | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | Madera, forraje | | x | | x | x |
| Faique | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. Ex Willd. | Madera, forraje, leña | | | x | x | x |
| Algarrobo | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | Madera, forraje, leña | | | x | x | x |
| Ciruelo | <i>Spondias purpurea</i> L. | Cerca viva, frutos | | x | | | x |
| Almendro | <i>Geoffroea spinosa</i> Jacq | Lena, forraje | | x | | x | x |
| Neen | <i>Azadirachta indica</i> Juss. | Insecticida | x | | | x | x |
| Arbustos: | | | | | | | |
| Piñón | <i>Jatropha curcas</i> L. | Cercas vivas, fruto laxante | | | x | x | x |
| Overall | <i>Cordia lutea</i> Lam. | Frutos comestible | | | x | | x |
| Cultivos | | | | | | | |
| Sarandaja | <i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet | Alimento | | x | | x | x |
| Poroto de palo | <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. | Alimento | | x | | x | x |
| Yuca | <i>Manihot sculenta</i> Crantz | Alimento | | x | | x | x |

E = Escasa; F = Frecuente; MF = Muy Frecuente; M= Macará; Z = Zapotillo

Ayudan a conservar los suelos: Según la experiencia local de la población de Zapotillo y Macará, las especies descritas en el cuadro 4, apoyan a la conservación de suelos.

Cuadro 4. Especies vegetales aptas para la conservación de suelos, cantones Zapotillo y Macara

| Nombre común | Nombre científico | Usos principales | Frecuencia de uso | | | Distribución | |
|-----------------|--|---------------------------------|-------------------|---|----|--------------|---|
| | | | R | F | MF | M | Z |
| Árboles: | | | | | | | |
| Faique | <i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd. | Madera, forraje, leña | | | x | x | x |
| Algarrobo | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | Madera, forraje, leña | | x | | x | x |
| Arbustos | | | | | | | |
| Sabila | <i>Aloe vera</i> (L.) Burm. F. | Medicinal | | x | | x | x |
| Leucaena | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) Wit | Forraje | x | | | x | x |
| Penco | <i>Agave americana</i> L. | Bebida (mishque) | | x | | x | |
| Cabuya | <i>Furcraea andina</i> Trel. | Fibra para sogas | | x | | x | |
| Cultivos | | | | | | | |
| Poroto de palo | <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. | Da nitrógeno al suelo, Alimento | | x | | x | x |

R = Raro; F = Frecuente; MF = Muy frecuente; M= Macará; Z = Zapotillo

Ayudan a conservar y/o mantener el agua: Las especies que se presentan en el cuadro 5 contribuyen a la protección del agua, según la población local de la zona.

Cuadro 5. Especies vegetales que contribuyen a la protección de fuentes de agua en los cantones de Zapotillo y Macara

| Nombre común | Nombre científico | Usos principales | Frecuencia de uso | | | Distribución | |
|-----------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|---|----|--------------|---|
| | | | R | F | MF | M | Z |
| Árboles: | | | | | | | |
| Higuerón | <i>Ficus</i> spp. | Madera | | x | | x | |
| Guazimu | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Madera, forraje | | x | | x | x |
| Niguito | <i>Muntingia calabura</i> L. | Madera, forraje | | x | | x | x |
| Santotome | <i>Phytolacca dioica</i> L. | Madera, forraje | | | | | |
| Arbustos | | | | | | | |
| Sauco | <i>Cestrum sendtnerianum</i> C. Mart. | Medicina | | x | | x | x |

R = Raro; F = Frecuente; MF = Muy frecuente; M= Macará; Z = Zapotillo

Luego de la calificación de las especies leñosas y cultivos de las zonas semiáridas de Zapotillo y Macará, se definieron las especies leñosas claves y cultivos objetivos que podrían ser establecidas en los diferentes SAF que se implementen en la zona de estudio y en otras con características climáticas similares (cuadro 6).

Cuadro 6. Especies leñosas claves y cultivos objetivos priorizadas para SAFs en las zonas semiáridas del sur-oeste del Ecuador

| Especies leñosas claves para SAF en Ecuador. Ecosistema Semiárido. | | | | | | |
|--|---|------------|--|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| Nombre común | Especies | Familia | Sistema Agroforestal donde se usa | Usos y productos | | Mercado para sus productos |
| | | | | Bienes | Servicios | |
| Algarrobo | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | Mimosaceae | Silvopasturas, SAF: árboles dispersos con cultivos anuales | Leña, madera forraje | S, FNA, PRS. | Actual y potencial |
| Faique | <i>Acacia macracantha</i> Humb.& Bonpl. ex Willd. | Mimosaceae | Silvopasturas SAF: árboles dispersos con cultivos anuales | Leña, madera, forraje, frutos | S, FNA, PRS | Actual y potencial |

Continúa...

| | | | | | | |
|--|---|---------------|--|----------------------|-------------|--------------------|
| Caoba | <i>Switenia macrophylla</i> King | Meliaceae | SAF: árboles en linderos más cultivos anuales y perennes | Madera | S, PRS | Actual y potencial |
| Angolo | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | Mimosaceae | SAF: árboles dispersos con cultivos anuales y perennes | Madera, leña | PS, FNA | Actual y potencial |
| Overall | <i>Cordia lutea</i> Lam. | Boraginaceae | SAF: Cortinas, linderos | Fruto, madera. | S, PRS | Potencial |
| Piñón | <i>Jatropha curcas</i> L. | Euphorbiaceae | SAF: Cortinas, linderos | Aceite de los frutos | PRS | Potencial |
| Cultivos objetivos para SAF en Ecuador. Ecosistema Semiárido. | | | | | | |
| Poroto de palo | <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. | Fabaceae | SAF + cultivos semiperennes | Frutos, forraje | FNA, PS, MO | Actual y potencial |
| Sarandaja | <i>Lablad purpureus</i> (L.) Sweet | Fabaceae | SAF + cultivos semiperennes | Frutos, forraje | FNA, PS, MO | Actual y potencial |
| Yuca | <i>Manihot sculenta</i> Crantz | Euphorbiaceae | SAF + cultivos semiperennes con riego complementario | Raíces tuberosas | MO | Actual y potencial |
| Plátano | <i>Musa sapientum</i> L. | Musaceae | SAF: cultivos perennes con riego complementario | Frutos | MO | Actual y potencial |
| Chilena | <i>Panicum máximum</i> | Poaceae | Silvopasturas | Forraje | PRS | |

Significancia para servicios que dan las especies en los SAF: S = Sombra; MO = Aporte de materia orgánica; FNA = fijación de nitrógeno atmosférico; PRS = Protección y recuperación del suelo.

DISCUSIÓN

Según las observaciones de campo, el 90 % de los cultivos necesitan de riego complementarios para satisfacer sus requerimientos hídricos y cumplir su ciclo reproductivo y proporcionar los productos para la sobrevivencia de la población local, aseveración que es corroborada por Krishnamurthy *et al.*, (2003).

La mayoría de especies leñosas claves reportadas corresponden a plantas que son usadas en los sistemas agroforestales de árboles en linderos más cultivos anuales y perennes, aunque existe un predominio hacia la utilización en sistemas silvopastoriles.

El 100 % de los árboles calificados como especies leñosas claves son de uso múltiple, que facilitan a los propietarios bienes como: frutos, forraje, medicina, leña y madera y, servicios como: sombra para los animales, guardan humedad, control de erosión, aporte de materia orgánica, fijación de nitrógeno atmosférico captura de CO₂. El 90 % de las especies sus productos tienen mercados actuales y el 10 % potenciales que hay que promover y convertirse en importantes fuentes de ingreso para la

población local (Proyecto Wafla, 2007).

Existen especies potenciales por sus frutos como el caso de los *Prosopis juliflora*. De sus frutos se pueden obtener múltiples productos como la algarrobina, harina de algarroba, café, cuya producción tecnificada sería un alivio económico para la población local, usos también citados por Valverde (1998) y Rzedowsky (1988). De las especies reportadas como cultivos objetivos, el 85 % son cultivos anuales y perennes, cuyos niveles de producción son aceptables y la mayoría son para autoconsumo y, el 15 % son para pastizales que se han adaptado a las difíciles condiciones climáticas de las zonas en estudio.

Existen cultivos objetivos que son realizados por tradición, cuyos rendimientos son muy buenos como es el caso de *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, *Lablad purpureus*, *Manihot sculenta* y *Musa sapientum* que tienen mercados locales y regionales bueno, pero lamentablemente los costos de venta en el mercado no son acordes con la realidad, debido a problemas de comercialización. Esta situación sugiere que se pueden mejorar los canales de comercialización de éstos y lograr mejores beneficios económicos, por ejemplo *Manihot sculenta* (yuca) para

alimento y para harina, datos que son reportados también por el Proyecto COSV-UNL (2006).

Otro aspecto importante que resaltar es que más del 90 % de las especies usadas en SAF y calificadas como leñosas claves proveen de servicios ambientales significativos, situación que no permite visualizar como ingresos directos para la población beneficiaria y no se pueden vender pues por ahora los mercados aún son inciertos como la venta de CO₂ de SAF, aporte de nitrógeno, sombra, pero la influencia de estos servicios incrementan la producción y otros aspectos útiles para el poblador local.

CONCLUSIONES

Existe tradición agroforestal en la zona, situación que se demuestra con el uso de especies como *Acacia macracantha*, *Cordia lutea*, *Geoffroea spinosa* y *Prosopis juliflora* en los linderos y cerca de las casas, como árboles de sombra, que da como resultado el uso de la práctica agroforestal tradicional: árboles en linderos con cultivos permanentes y perennes. Especies como *Acacia macracantha*, *Geoffroea spinosa* y *Prosopis juliflora* tradicionalmente han sido apreciadas y usadas por el uso de sus vainas para alimentación de ganado vacuno y caprino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, Z. 2002. Árboles austroecuatorianos poco conocidos. En botánica Austroecuatoriana.

Aguirre, A., Madsen, J., Cotton, E. y Balslev, H. (Eds.). Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. pp. 351-374. ISBN-9978-22-251-0.

Herbario LOJA, UNISIG, CINFA. 2001. Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario Loja, Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 144 pp.

International Council for Research into Agroforestry (ICRAF). 1982. What is Agroforestry? - Agroforestry Systems, 1(1), pp. 7-12.

Jorgensen, P. y León-Yáñez, S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri. USA. 1119 p.

Krishnamurthy, L., Rajagopal, I. y Arroyo, A. 2003. Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México, DF. P 11-13.

Prosopis juliflora (algarrobo) es una de las pocas especies que ha generado recursos económicos, mediante el aprovechamiento y comercialización de sus frutos.

Los proyectos de desarrollo que han intervenido en la zona han aportado en la diversificación de los SAF a través de la oferta de especies forestales, como el caso de *Swietenia macrophylla*, *Azadirachta indica* y *Moringa oleifera* que han sido aceptadas e incorporadas a los sistemas agroforestales de la zona de Macará, con muy buenos resultados.

Las áreas dedicadas a SAF en la zona de estudio, son pequeñas, debido principalmente a la escasez de agua y al tamaño de las propiedades, entonces la disponibilidad de espacio para su masificación es una limitante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja por la posibilidad de colaborar en el proyecto WAFLA, a todos los compañeros investigadores del proyecto. A los señores propietarios de las fincas de Zapotillo y Macará que facilitaron la información, las visitas a sus propiedades y sistemas agroforestales.

Nair, P.K. 1997. Agroforestería: centro de agroforestería para el desarrollo sostenible. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo. México. 543 p.

Nair, P.K. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 499 p.

Proyecto COSV-UNL. 2006. Informe de evaluación del proyecto. Loja, Ecuador. 25 p.

Proyecto WAFLA. 2007. Especies leñosas claves y cultivos objetivos para sistemas agroforestales de las zonas subhúmedas, áridas y semiáridas de América Latina. Loja, Ecuador. Reporte 23. 53 p.

Rzedowsky, J., 1988. Análisis de la distribución geográfica del género *Prosopis* (Leguminosae. Mimosoidea) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana 3: 7-19.

Yaguachi, L. y Carrión, R. 2000. Establecimiento de Plantaciones. RAFE/CAMAREN. Quito, Ecuador. 91 p.

Valverde, F. 1998. Plantas Útiles del Litoral Ecuatoriano. Ministerio del Medio Ambiente. ECORAE/ECOCIENCIA. Guayaquil, Ecuador. p.57, 99.

Riqueza florística del Centro de Investigación El Chilco región tumbesina, Ecuador

Floristic wealth of the research center Chilco Tumbesina zone, Ecuador

Celso Yaguana Puglla^{1*} y Zhofre Aguirre Mendoza²

¹ Investigador del Herbario "Reinaldo Espinosa"

² Docente-Investigador de la carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

*autor para correspondencia: anibalya@hotmail.com

RESUMEN

El centro de investigación El Chilco forma parte de la región de endemismo tumbesino, ubicado en los bosques secos de la parte occidental de la provincia de Loja considerados los mejor conservados del país, a diferencia de los existentes en las provincias de El Oro, Manabí y Guayas, posiblemente por el interés de algunas instituciones gubernamentales y no gubernamentales en conservar y proteger el bosque estacional seco. En 3600 m² de bosque se midieron 109 individuos mayores e iguales a 10 cm de DAP pertenecientes a 20 especies, 19 géneros y 13 familias botánicas. Adicionalmente se registraron 6 especies arbustivas y 4 especies herbáceas. Las familias que presenta mayor diversidad de especies en el estrato arbóreo son: Fabaceae, Mimosaceae y Bombacaceae. Las especies dominantes son *Ceiba trischistandra* y *Erythrina velutina*. Entre las especies con mayor Índice de Valor de Importancia tenemos a *Eriotheca ruizii* y *Tabebuia chrysantha*. En la cobertura bosque de galería tenemos: *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Jatropha curcas*, *Armathocereus cartwrightianus*, *Celtis iguanaea*, *Indigofera suffruticosa* y *Thevetia peruviana* como las especies más comunes e importantes. También se registraron nueve especies endémicas de la Región Tumbesina.

Palabras clave: botánica, conservación, bosque seco, endemismo, Ecuador.

ABSTRACT

The research center's Chilco part of the region tumbesino endemism, located in the dry forests of the western part of the province of Loja, considered the best preserved in the country. Possibly in the interest of some government institutions and ONGs to preserve and protect the seasonal dry forest. In 3600 m² of forest 109 individuals greater than and equal to 10 cm dap belonging to 20 species, 19 genera and 13 botanical families were measured. Additionally six shrub species and 4 herbaceous species were recorded. Families having greater diversity of species in the tree layer are: Fabaceae, Mimosaceae and Bombacaceae. The most dominant species *Ceiba trischistandra* and *Erythrina velutina*. Among the species with the highest Importance Value Index, we have *Eriotheca ruizii* and *Tabebuia chrysantha*. In the gallery forest cover are *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Jatropha curcas*, *Armathocereus cartwrightianus*, *Celtis iguanaea*, *Indigofera suffruticosa* and *Thevetia peruviana* as the most common and important species, were recorded 9 endemic species of the Tumbesina zone.

Keywords: botany, conservation, dry forest, endemism, Ecuador

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de bosques estacionalmente secos en el Neotrópico están distribuidos desde el norte de México hasta el sur brasileño y constituyen el 66,7 % de la superficie de bosques estacionalmente secos del mundo (Miles et al., 2005). En estos bosques la precipitación está generalmente por debajo de los 1600 mm y los meses secos son de cinco a seis, donde la precipitación total es menor a 100 mm (Pennington et al., 2000). Esto condiciona la estructura de la vegetación, resultando en bosques de menor estatura y área basal que los bosques húmedos, aunque con una composición florística particular. Esta definición es bastante amplia y permite la inclusión de diversas formaciones vegetales que van desde matorrales espinosos hasta bosque deciduos y semideciduos (Murphy & Lugo 1995). La Región de endemismo Tumbesina, compartida entre Ecuador y Perú, es una de las zonas de endemismo más importantes del mundo y abarca territorios en el suroeste ecuatoriano y noroeste peruano desde 0 hasta 1 000 msnm e incluso áreas a 3 000 msnm. En esta Región, la mayor superficie la representa el ecosistema de bosque estacionalmente seco con 86 859 km² (Dinerstein et al., 1995).

Los bosques estacionalmente secos de la Región sur del Ecuador se caracterizan por ser secos-cálidos, presentan dos periodos bien definidos uno de invierno y otro de verano, la mayor parte del año la vegetación pierde su follaje. En la zona de estudio este ecosistema se encuentra a una altitud de 400 msnm., sobre terrenos con pendientes moderadas a suaves, la cobertura vegetal se caracteriza por presentar estrato arbóreo que se caracteriza por no ser muy alto, bajo el dosel crecen arbustos de cactus columnares cardo (*Cereus diffusus*) y géneros representativos como: *Colicodendron*, *Croton* y *Euphorbia*, las hierbas son escasas en el bosque durante el invierno, pero en lugares donde se retiene humedad junto a quebradas se encuentran especies herbáceas.

Para conocer y documentar la importancia de la flora del centro de investigación "El Chilco" de propiedad de la Universidad Nacional de Loja, se debe señalar que desde el año 2009 se han realizado estudios relacionados a la flora y fauna, permitiendo desarrollar y publicar la diversidad de especies que posee el sector.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el centro de investigación El Chilco, perteneciente a la parroquia Garza Real, cantón Zapotillo, provincia de Loja. La zona de estudio fue priorizada porque existe una importante diversidad florística y presenta hábitats especiales de fauna silvestre. La quinta se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM 9 528992 - 9 527720 N; y, 579252 - 581452 E, a una altitud de 400 msnm.

La temperatura promedio anual es de 24,9 °C, la precipitación de 510,8 mm/año se presenta en un periodo corto de dos meses y los suelos son de clase textural Franco Arcillosa (FoAo), moderadamente profundos Cañadas (1983). Según Sierra et al., (1999) la zona de estudio corresponde a la formación vegetal Bosque deciduo de tierras bajas. La vegetación es dispersa, con escasos árboles aparasolados y espinosos, en su mayoría de 15 metros de altura y en menor número de hasta de 20 m. Algunas de las especies pierden las hojas durante una época del año como *Ceiba trichistandra* y *Tabebuia chrysantha*.

Para determinar la composición florística de la finca El Chilco se realizó nueve parcelas de 20 m x 20 m (400 m²), dentro de estas se establecieron parcelas anidadas de 3 m x 3 m (9 m²) para arbustos y de 1 m x 1 m (1 m²) para hierbas. Estas parcelas se ubicaron en áreas representativas del bosque, se midieron y colectaron especies arbóreas con un DAP (Diámetro a la Altura de Pecho) mayores e iguales a 10 cm, para las especies arbustivas y herbáceas se contabilizó el número de individuos. Para los bosques de galería se recorrió la quebrada y se caracterizó en función de criterios de abundancia con la siguiente escala 1= especies raras, 2= especies comunes y 3= especies abundantes. Los individuos que no se pudo identificar en campo, se colectó y fueron llevados al Herbario Reinaldo Espinosa de La Universidad Nacional de Loja para su determinación botánica.

Para el análisis de los parámetros ecológicos de la cobertura bosque, se utilizó las fórmulas planteadas por (Moreno, 2001).

Cuadro 1. Parámetros ecológicos considerados en el estudio

| Parámetros Ecológicos | Formulas aplicadas |
|-----------------------|--|
| Densidad Relativa | $= \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$ |
| Dominancia Relativa | $= \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área total de las especies}} \times 100$ |

Continúa...

| | |
|---------------------------------------|---|
| Frecuencia | $= \frac{\text{N}^\circ \text{ de cuadrantes (sitios) en la que aparece una especie}}{\text{Número de cuadrantes muestreados}}$ |
| Frecuencia Relativa | $= \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie}}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}} \times 100$ |
| Índice de Valor de Importancia | Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia Relativa |

Para determinar la abundancia de los individuos registrados en la cobertura bosque de galería se utilizó los criterios de abundancia planteados por Aguirre (2010).

Cuadro 2. Categorías para la determinación de abundancias en el bosque de galería

| Categorías | Descripción | Calificación |
|----------------------------|---|--------------|
| Especies raras | Cuando se registre un individuo o un porcentaje menor a 10 % en el caso de hierbas | 1 |
| Especies comunes | Cuando se registre mayor a un individuo y ocupe una superficie considerable la especie dentro del recorrido | 2 |
| Especies abundantes | Cuando estas dominen el sitio de estudio por su abundancia | 3 |

Para determinar el nivel de endemismo tumbesino se utilizó y comparó con la información de la Guía de Vida Silvestre del Área de Conservación y Desarrollo La Ceiba (Aguilar, 2008). También se verificó las especies endémicas en el Libro Rojo de Plantas Vasculares del Ecuador (Valencia *et al.*, 2000).

RESULTADOS

En el estrato arbóreo de la cobertura bosque se contabilizaron 109 individuos con diámetros mayores e iguales a 10 cm de DAP que corresponden a 13 familias, 19 géneros y 20 especies. Las familias con mayor porcentaje de diversidad de especies son Fabaceae y Mimosaceae con 15 %, seguida de Bombacaceae, Boraginaceae y Caesalpinaceae con 10 % respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Riqueza de especies por familia del estrato arbóreo, individuos ≥ 10 cm de DAP, registrados en las parcelas evaluadas del centro de investigación El Chilco.

| Nº | Familia | Nº géneros | Nº especies | DR (%) |
|----|-----------------|------------|-------------|------------|
| 1 | BIGNONIACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 2 | BIXACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 3 | BOMBACACEAE | 2 | 2 | 10 |
| 4 | BORAGINACEAE | 1 | 2 | 10 |
| 5 | BURSERACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 6 | CAESALPINIACEAE | 2 | 2 | 10 |
| 7 | COMBRETACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 8 | ERYTHROXYLACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 9 | FABACEAE | 3 | 3 | 15 |
| 10 | MIMOSACEAE | 3 | 3 | 15 |
| 11 | NYCTAGINACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 12 | RUBIACEAE | 1 | 1 | 5 |
| 13 | STERCULIACEAE | 1 | 1 | 5 |
| | TOTAL | 19 | 20 | 100 |

El cuadro 4 indica las especies con mayor Índice de Valor de Importancia son *Eriotheca ruizii* y *Tabebuia chrysantha*. La especie más dominante es *Ceiba trichistandra*, esto se debe especialmente a su fuste abombado y su copa muy frondosa. *Cordia macrantha* y *Eriotheca ruizii* son las especies más frecuentes, registradas en las nueve en las parcelas estudiadas. En el Anexo 1 se muestra los cálculos totales del inventario florístico.

Cuadro 4. Parámetros ecológicos de los individuos mayores e iguales a 10 cm de DAP

| Familia | Nombre científico | DR (%) | DomR (%) | FR (%) | IVI (%) |
|-----------------|--|------------|------------|------------|------------|
| Bombacaceae | <i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. | 10,10 | 12,29 | 11,29 | 33,68 |
| Bignoniaceae | <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson | 11,94 | 8,05 | 9,68 | 29,67 |
| Boraginaceae | <i>Cordia macrantha</i> Chodat | 14,69 | 0,67 | 11,29 | 26,66 |
| Mimosaceae | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | 7,35 | 6,73 | 9,68 | 23,75 |
| Combretaceae | <i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry | 7,35 | 6,99 | 8,06 | 22,40 |
| Bombacaceae | <i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh. | 1,84 | 14,60 | 3,23 | 19,66 |
| Fabaceae | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq. | 7,35 | 5,74 | 6,45 | 19,54 |
| Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth | 7,35 | 3,32 | 6,45 | 17,12 |
| Fabaceae | <i>Geoffroea spinosa</i> Jacq. | 1,84 | 8,99 | 3,23 | 14,05 |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz | 4,59 | 7,13 | 1,61 | 13,33 |
| Bixaceae | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | 4,59 | 3,74 | 4,84 | 13,17 |
| Fabaceae | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | 2,76 | 7,28 | 1,61 | 11,65 |
| Boraginaceae | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken | 2,76 | 5,39 | 3,23 | 11,37 |
| Burseraceae | <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch. | 2,76 | 1,83 | 4,84 | 9,42 |
| Nyctaginaceae | <i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl. | 4,59 | 0,87 | 3,23 | 8,69 |
| Mimosaceae | <i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose | 2,76 | 1,72 | 3,23 | 7,70 |
| Mimosaceae | <i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. | 1,84 | 2,08 | 1,61 | 5,53 |
| Rubiaceae | <i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerem. (Standl.) Steyerem. | 1,84 | 0,33 | 3,23 | 5,39 |
| Caesalpiniaceae | <i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb. | 0,92 | 1,81 | 1,61 | 4,34 |
| Sterculiaceae | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | 0,92 | 0,46 | 1,61 | 2,99 |
| TOTAL | | 100 | 100 | 100 | 300 |

DR= Densidad Relativa, DomR= Dominancia Relativa, FR= Frecuencia Relativa, IVI= Índice de Valor de Importancia

En el estrato arbustivo los datos interpolados a hectárea da un total de 2510 individuos, pertenecientes a 6 especies, géneros y familias (Cuadro 5), estas especies crecen bajo el dosel de la cobertura bosque. La moshquera (*Croton* sp.) registra la mayor abundancia y representatividad dentro

del bosque conjuntamente con guapala (*Simira ecuadorensis*).

Para el estrato herbáceo se contabilizaron 24444,44 individuos por hectárea, pertenecientes a 4 especies, 4 géneros y 4 familias. Las especies herbáceas más abundantes y frecuentes son *Ruellia geminiflora* y *Panicum trichoides*. (Cuadro 6).

Cuadro 5. Diversidad Relativa y Frecuencia Relativa, del estrato arbustivo registrado en diciembre del 2010, en el centro de investigación El Chilco

| Familia | Nombre científico | Densidad Ind/ha | DR (%) | FR (%) |
|---------------|--|-----------------|------------|------------|
| Euphorbiaceae | <i>Croton</i> sp. | 1316,9 | 52,46 | 26,32 |
| Apocynaceae | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> L. | 123,46 | 4,92 | 10,53 |
| Rubiaceae | <i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerem. | 452,67 | 18,03 | 26,32 |
| Mimosaceae | <i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart. | 82,30 | 3,28 | 5,26 |
| Cactaceae | <i>Cereus diffusus</i> (Britton & Rose) Werderm. | 370,37 | 14,75 | 21,05 |
| Capparaceae | <i>Cynophalla mollis</i> (Kunth) J. Presl | 164,61 | 6,56 | 10,53 |
| | TOTAL | 2510,32 | 100 | 100 |

DR=Densidad Relativa; FR=Frecuencia Relativa

Cuadro 6. Diversidad Relativa y Frecuencia Relativa, del estrato herbáceo registrado en diciembre del 2010, en el centro de investigación El Chilco

| Familia | Nombre científico | Densidad Ind/ha | DR (%) | FR (%) |
|----------------|---|-----------------|------------|------------|
| Acanthaceae | <i>Ruellia geminiflora</i> Kunth | 14814,81 | 60,61 | 53,85 |
| Poaceae | <i>Panicum trichoides</i> Sw. | 7407,41 | 30,30 | 30,77 |
| Amaryllidaceae | <i>Eucrosia mirabilis</i> (Baker) Pax | 1481,48 | 6,06 | 7,69 |
| Portulacaceae | <i>Talium paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. | 740,74 | 3,03 | 7,69 |
| | TOTAL | 24444,44 | 100 | 100 |

DR=Densidad Relativa; FR=Frecuencia Relativa

Esta cobertura se desarrolla en las riberas de la quebrada intermitente, donde por ausencia de lluvias, topografía y suelos genera un microclima, que influye en la presencia de especies diferentes al bosque y se constituyen en hábitats para muchas especies de fauna, principalmente de herpetofauna y aves, que se han adaptado a vivir en estos espacios que sirven como fuente de alimento y refugio.

Para la cobertura bosque de galería se reconocieron 23 especies, por su hábito de crecimiento 10 son árboles, 5 arbustos, 8 son hierbas y una indeterminada (ver Cuadro

5). Entre las especies más abundantes del estrato arbóreo tenemos: *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Pithecellobium excelsum* y *Piscidia carthagenensis*; en el estrato arbustivos tenemos *Jatropha curcas*, *Cereus diffusus* e *Hylocereus polyrhizus*; finalmente en el estrato herbáceo se destacan *Asclepias curassavica* y *Jacquemontia corymbulosa*. Las especies comunes más importantes de la cobertura bosque de galería son *Armatocereus cartwrightianus*, *Celtis iguanaea*, *Indigofera suffruticosa* y *Thevetia peruviana*.

Cuadro 7. Abundancia de las especies identificadas en el bosque de galería, con sus respectivos hábitos de crecimiento, familia, nombre científico, nombre común de la localidad.

| Hábito de crecimiento | Familia | Nombre científico | Nombre común | Abundancia | | |
|-----------------------|----------------|--|--------------|------------|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| Árboles | Mimosaceae | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | angolo | | x | |
| | Mimosaceae | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | algarrobo | | | x |
| | Mimosaceae | <i>Leucaena leucocephala</i> | leucaena | | x | |
| | Mimosaceae | <i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. | faique | | | x |
| | Ulmaceae | <i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg. | uña de pava | x | | |
| | Mimosaceae | <i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart. | quiriquicho | | | x |
| | Moringiaceae | <i>Moringa oleifera</i> Lam. | moringa | x | | |
| | Rannaceae | <i>Ziziphus thrysiflora</i> Benth. | ebano | | x | |
| | Fabaceae | <i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq. | barbasco | | | x |
| | Moraceae | <i>Ficus</i> sp. | matapalo | | x | |
| Arbustos | Nyctaginaceae | <i>Thevetia peruviana</i> K. Schum. | | | x | |
| | Euphorbiaceae | <i>Jatropha curcas</i> L. | piñon | | | x |
| | Nyctaginaceae | <i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl. | papelillo | | x | |
| | Cactaceae | <i>Cereus diffusus</i> (Britton & Rose) Werderm. | cardo | | | x |
| | Cactaceae | <i>Hylocereus polyrhizus</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose | pitahaya | | | x |
| Hierbas | Convolvulaceae | <i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f. | | | x | |
| | Bignoniaceae | <i>Macranthisiphon longiflorus</i> (Cav.) K. Schum. | orcatoro | | | x |
| | Papaveraceae | <i>Argemone mexicana</i> L. | | | x | |
| | Asclepiaceae | <i>Asclepias curassavica</i> L. | | | | x |
| | Fabaceae | <i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. | | | x | |
| | Convolvulaceae | <i>Jaquemontia corymbulosa</i> Benth. | | | | x |
| | Juncaceae | <i>Juncus</i> sp. | | | x | |
| | Portulacaceae | <i>Portulaca</i> sp. | | | x | |
| | Indeterminada | | | x | | |

3 = abundante; 2 = común; y, 1 = raro.

Se reconocieron nueve especies compartidas biológicamente en la región de endemismo tumbesina (Cuadro 8). La mayor parte de las especies se encuentran en la cobertura

bosque, únicamente *Cereus diffusus* se encuentra en el bosque de galería. Las familias que reportan mayor endemismo son Bombacaceae y Mimosaceae con dos especies respectivamente.

Cuadro 8. Especies endémicas identificadas en el área de estudio con su respectivo endemismo, hábito de crecimiento y el tipo de cobertura donde se encuentran.

| Familia | Nombre científico | Endemismo | Habito de crecimiento | Cobertura |
|-----------------|---|------------------|-----------------------|-----------|
| Bombacaceae | <i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Bombacaceae | <i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh. | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Boraginaceae | <i>Cordia macrantha</i> Chodat | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Combretaceae | <i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Mimosaceae | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | Región Tumbesina | Arbusto | B G |
| Mimosaceae | <i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart. | Región Tumbesina | Arbusto | B G |
| Rubiaceae | <i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm. | Región Tumbesina | Árbol | B |
| Cactaceae | <i>Cereus diffusus</i> (Britton & Rose) Werderm | Región Tumbesina | Arbusto | B |

B = Bosque, B G= Bosque de Galería

Todas las especies registradas en el área de estudio, están dentro de la categoría de amenaza Vulnerable, esto se debe a la fragmentación del bosque ya sea por la tala selectiva de especies maderables y el cambio de uso de la tierra. Otro problema que se da en estos ecosistemas es el pastoreo intensivo de ganado vacuno y caprino, afectando a la regeneración natural.

DISCUSIÓN

De los 109 individuos inventariados con diámetros mayores e iguales a 10 cm, las especies económica y ecológicamente más importantes del centro de investigación El Chilco son: *Eriotheca ruizii* y *Tabebuia chrysantha*. De igual manera la especie con mayor dominancia es *Ceiba trischistandra*, las especies que más se repiten en las parcelas estudiadas son *Cordia macrantha* y *Eriotheca ruizii*. (Aguirre et al., 2001) (Cabrera et al., 2002) y (Aguirre et al., 2005) confirman que el bosque seco La Ceiba presenta una vegetación similar caracterizada por la presencia de especies como *Ceiba trischistandra* que crecen asociados a otras especies propias de este ecosistema como *Tabebuia chrysantha*, *Cordia macrantha* y *Eriotheca ruizii*. Los resultados encontrados acerca de la composición en este estudio concuerdan, en muchos aspectos, con los encontrados por Aguirre y Delgado (2005) registraron a: Fabaceae, Mimosaceae, Nyctaginaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Caesalpiniaceae, Malpighiaceae y Rubiaceae hacen notar como las familias de árboles y arbustos más dominantes de los bosques secos neotropicales; resultado similar al encontrado en este estudio, donde Fabaceae, Mimosaceae,

Bombacaceae, Boraginaceae y Caesalpiniaceae se corroboran como las más dominantes.

En el centro de investigación la cobertura bosque se recupera lentamente debido a los factores humanos (tala selectiva de maderas comerciales, incendios forestales, cambio de uso de la tierra) y factores ambientales (humedad, temperatura, erosión). En cambio el bosque de galería la mayor parte del año presenta un verdor constante por la retención de humedad que se da en el periodo de estiaje. (Aguirre y Delgado, 2005) afirman que la mayor diversidad de especies se encuentran donde la intervención humana ha sido mínima y donde las condiciones climáticas, especialmente la humedad, son los más favorables, como las riberas de los ríos y quebradas. En las laderas y cimas la vegetación es muy escasa debido a la tala selectiva de maderas valiosas como guayacán y almendro; y, también al pastoreo de ganado vacuno y caprino y a procesos erosivos.

En el centro científico El Chilco se ha registrado nueve especies de endemismo tumbesino (compartidas entre Ecuador y Perú). Los bosques de la Región Tumbesina han sido y siguen sometidos a un proceso severo de deforestación debido a las actividades humanas, intensificadas a partir de los años 50 con la construcción de carreteras de acceso a zonas antes inexploradas (Gentry, 1995). Considerando que en el suroccidente del Ecuador existe un bajo porcentaje de remanentes boscosos que continúan en proceso de degradación (Vázquez y Josse, 2001), al comparar los resultados del presente estudio afirmamos que la deforestación y los procesos de degradación de estos ecosistemas los califican con un estado de conservación *regular*. Aguilar (2008) de la lista

compartida entre Ecuador y Perú de 313 especies leñosas (árboles y arbustos) y se ha condicionado el 20 % como especies endémicas. La zona de estudio registra 9 especies de endemismo tumbesino, que representa el 2,8 % del total de plantas endémicas de la Región Tumbesina, porcentaje que revela la necesidad de conservar los últimos remanentes boscosos de la zona.

CONCLUSIONES

En el estrato arbóreo de la cobertura bosque por su abundancia y distribución se considera al ceibo (*Ceiba trischistandra*), pasallo (*Eriotheca ruizii*) y guayacán (*Tabebuia chrysantha*) como las especies con mayor Índice de Valor de Importancia.

Las familias botánicas con mayor número de especies en el área de estudio son: Fabaceae, Mimosaceae, Bombacaceae, Boraginaceae y Caesalpinaceae. La especies típicas del bosque de galería son: *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha* y *Jatropha curcas*, como las especies más

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, Z., E. Cueva, B. Merino, W. Quizhpe y A. Valverde. 2001. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de la Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. Pp 15-35. En Vásquez, M.A., Larrea, M., Suárez, L. & P. Ojeda (eds.), Biodiversidad en los Bosques Secos del suroccidente de la provincia de Loja. EcoCiencia / Ministerio del Ambiente/ Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco, Quito.

Aguirre, Z. y T. Delgado. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. Pp. 9-24 En: M.A. Vásquez, J.F. Freile & L. Suárez (eds.) Biodiversidad en los Bosques Secos de la Zona de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja: Un Reporte de las Evaluaciones Ecológicas y Socioeconómicas Rápidas. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco, Quito.

Aguirre, Z. 2010. Guía para estudios de composición florística, estructura y diversidad de la vegetación natural. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre Bolivia. 57 p.

Cañadas, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Editores Asociados. Quito, Ecuador. 21

Cabrera, O., Z. Aguirre, W. Quizhpe y R. Alvarado. 2002. Estado actual y perspectivas de conservación de los bosques secos del suroccidente ecuatoriano. Pp. 65-78 En: Z.

abundantes, mientras que las especies más comunes de este tipo de cobertura son *Armathocereus cartwrightianus*, *Celtis iguanaea*, *Indigofera suffruticosa* y *Thevetia peruviana*.

Las especies en base a la lista de endemismo de la región tumbesina compartida entre Ecuador y Perú, que se registra para el centro de investigación son: *Eriotheca ruizii*, *Ceiba trischistandra*, *Cordia macracantha*, *Terminalia valverdeae*, *Erythroxylum glaucum*, *Albizia multiflora*, *Pithecellobium excelsum*, *Simira ecuadorensis*. y *Cereus diffusus*.

AGRADECIMIENTO

A los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Forestal por el apoyo brindado en el trabajo de campo. Expresamos nuestro agradecimiento al personal técnico del Herbario "Reinaldo Espinosa" por la identificación de plantas y el apoyo logístico del Ing. Diego Armijos que desarrollo conjuntamente el estudio de fauna en el área de estudio.

Aguirre, J.E. Madsen, E. Cotton & H. Balslev (eds.). Botánica Austroecuatoriana. Estudios Sobre los Recursos Vegetales en las Provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Editorial Aya Yala, Quito.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Gram, A.L. Webster, S.A. Primn, M.P.O. Brookbinder & G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones de América Latina y Caribe. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, Washington DC. 135 p.

Jørgensen, P. M. y S. León-Yáñez (eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador.

Moreno C. E. 2001. Método para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

Murphy, P. y Lugo, A.E. 1995. *Dry forests of Central America and the Caribbean*. En: Bullock, S.H., Mooney, H.A. y Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Pp. 9-34. Cambridge University Press, Cambridge

Pennington, R.T., D.E. Prado & C.A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.

Sierra R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/ GEF-BIRG y EcoCiencia, Quito. 194 p.

Ulloa C. & D. Neill. 2005. Cinco años de adiciones a la flora del Ecuador. 1999-2004. Universidad Técnica Particular de Loja. Missouri Botanical Garden – Funbotánica, Loja Ecuador. 75 p.

Vázquez, M.A., M. Larrea, L. Suárez y P. Ojeda (Eds.). 2001. Biodiversidad en Los bosques secos del suroccidente de la provincia de Laja: un reporte de las evaluaciones ecológicas

y socioeconómicas rápidas, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco. Quito

Valencia, R., N.S. Pitman, S. León-Yáñez y P.M. Jørgensen (eds.). 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Variación de la estructura anatómica con la edad de maderas de bosque secundario del sur amazonia ecuatoriana

Variation of the anatomical structure with age, wood secondary forest south Ecuadorian Amazon

Héctor Maza Chamba^{1*}, Carlos Valarezo Manosalvas², Edison Ramiro Vásquez², Miguel Villamagua², Byron Maza Rojas³ y Achim Breuning⁴

¹ Docente-Investigador de la Universidad Nacional de Loja, Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de Maderas.

² Docentes-Investigadores de la Universidad Nacional de Loja

³ Docente-Investigador de la Universidad Regional Amazónica IKIAM

⁴ Investigador del Instituto Nuremberg de Geografía de la Universidad de Erlangen, Alemania

*autor para correspondencia: hectormazach@gmail.com

RESUMEN

Se presenta el estudio de la variación anatómica de la madera de cinco especies de bosques secundarios de 10 y 15 años, colectadas de los cantones Zamora y Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. Las especies estudiadas son: *Miconia glaberrima* (Schltd) Naudin, *Otoba parvifolia* (Markgr) A.H. Gentry, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Pourouma cecropiifolia* Mart, *Trichilia martiana* C.DC., la descripción se hizo de acuerdo a lo establecido por IAWA Committee (1989). Desde el punto de vista de variación de la estructura anatómica de las maderas con dos edades diferentes 10 y 15 años, existen diferencias en número de poros, número de radios por mm², ancho de radios, diámetro de fibra y diámetro de lumen en algunas especies. Estas variaciones no influyen en mayor grado a la calidad de maderas entre las dos edades.

Palabras claves: Anatomía, *Miconia*, *Otoba*, *Pourouma*, *Piptocoma*, *Trichilia*,

ABSTRACT

A study of the anatomical variation of the wood of five species of secondary forests (10 and 15 years) was achieved with samples collected from the province of Zamora Chinchipe - Ecuador. The species analyzed are *Miconia glaberrima* (Schltd) Naudin, *Otoba parvifolia* (Markgr) AH Gentry, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Pourouma cecropiifolia* Mart, *Trichilia martiana* C.DC, and their description was done in accordance with the standards of IAWA Committee (1989). The variation of the anatomical structure of the wood in two different ages 10 and 15; differ in the number of pores, the number of radios per mm², width of radios, fiber diameter and lumen diameter. These variations do not affect the quality of wood between the two age groups.

Keywords: anatomy, *Miconia*, *otoba*, *Pourouma*, *Piptocoma*, *Trichilia*.

INTRODUCCIÓN

El bosque secundario comprende la vegetación leñosa que vuelve a crecer en un área desprovista de su cubierta forestal original, generalmente tiene un 10% menos de la cubierta antes de iniciar el disturbio, sea de origen natural o antrópico (OIMT 2002; Smith *et al.*, 1997). Generalmente, los bosques secundarios, del Sur de la Amazonía ecuatoriana, se desarrollan de forma natural mediante la sucesión secundaria en tierras abandonadas después del cultivo migratorio, el asentamiento de la agricultura, los pastizales o después del fracaso de las plantaciones de árboles (Muller, 2002; OIMT, 2002). Estudios de sucesión de selvas tropicales americanas han sido conducidos en Brasil, Colombia, Costa Rica, México, Puerto Rico, Panamá, y Venezuela entre los más conocidos (Budowski, 1965; Foster *et al.*, 1982; Kanashiro, 1995; Mc Dade *et al.*, 1994; Saldarriaga, 1991). La mayoría de estas investigaciones han concluido que el tiempo de recuperación de la vegetación una vez destruida, generalmente por acción antrópica en procesos de potrerización, es muy largo dependiendo de las especies (heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas)

Los bosques secundarios en la Amazonía ecuatoriana se desarrollan naturalmente, mediante el proceso de sucesión natural, previamente tienen un proceso antrópico de : tumba de bosque primario, quema y uso del suelo en actividades agrícolas o pecuarias; cuyas actividades son de corta duración debido a las condiciones ecológicas frágiles como baja fertilidad, acidez y contenido elevado de aluminio, a esto se suma la humedad relativa y temperatura elevada, que ocasionan una rápida mineralización de la materia orgánica cuyos minerales se lixivian rápidamente con la pérdida acelerada de la fertilidad. El finquero mantiene esta vegetación por un lapso de diez a quince años para luego volver al proceso de tumba y quema de la vegetación y continuar con la producción agropecuaria. La creencia generalizada es que estos bosques secundarios son pobres en diversidad florística, más sucede que tienen mucha diversidad, con alrededor del centenar de especies por hectárea según manifiesta Maza (2012).

Los bosques secundarios poseen características biofísicas en armonía con el manejo forestal, tales como una alta productividad y una composición ecológicamente uniforme de especies arbóreas dominantes, que simplifican su utilización y facilitan su silvicultura. Las evidencias nos indican cómo los bosques secundarios, originados por la intervención humana, pueden ser manejados para proporcionar muchos servicios ecológicos y económicos, que en un principio, fueron suministrados por los bosques primarios.

Por ello, caracterizar la madera de éstos bosques y conocer

su relación con la industria forestal son aspectos claves a tomarse en cuenta cuando se proponen opciones de manejo productivo. La identificación de las características anatómicas y organolépticas de la madera cumple un rol muy importante en el aprovechamiento de los bosques amazónicos y especialmente, en la promoción de las maderas no tradicionales en el mercado nacional e internacional. (Begazo, 1983). También es útil en la identificación de maderas que carecen de muestras dendrológicas completas, circunstancia muy común en la industria forestal (Chavesta, 2006) y para estudios de dendrocronología León y Espinoza de Pernia (1991).

Son escasos los estudios de la variación anatómica con especies de bosques secundarios; sin embargo, existen referentes de estudios realizados con otras especies maderables tropicales, como ejemplo de ello tenemos la melina, donde indican que las variaciones en la anatomía del xilema secundario producido en relación con la edad del árbol (Akachuku y Burley 1979; Akachuku, 1985; Ohbayashi y Shiokura, 1989; y Nobuchi *et al.*, 1997), las condiciones de crecimiento (Chowdhury 1953), la disponibilidad de la tasa de crecimiento (Esan, 1966; Ohbayashi y Shiokura, 1989; y Nobuchi *et al.*, 1997), las diferencias en la fertilidad sitio (Akachuku y Burley 1979, Ogbonnaya 1993), y agua (Ogbonnaya *et al.*, 1992).

Por otra parte Williamson *et al.*, (2011) manifiesta que los árboles que están produciendo xilema más rápidamente de un radio que en otro de un tronco, el aumento de su peso específico depende de la edad del árbol, y, no del tamaño del árbol.

Las variaciones en las características anatómicas: longitud de la fibra, diámetro de la fibra, el lumen de fibra, ancho y el espesor de la pared celular de *Tectona grandis* con madera de 15, 20 y 25 años de edad, Izekor y Fuwape (2011) encontraron que la longitud de la fibra, diámetro de la fibra y la pared celular espesor aumenta con el aumento de edad mientras que el ancho lumen de la fibra disminuye con el aumento de la edad. El objetivo de la investigación fue establecer la variación de la estructura anatómica de cinco especies maderables de bosques secundarios en relación con la edad.

METODOLOGÍA

Ubicación

Las parcelas, donde se tomó muestras de las especies maderables, están ubicados en los cantones de: Centinela del Cóndor y Zamora perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe, en pisos altitudinales de 1000 a 1500 msnm. La zona pertenece a la formación ecológica Bosque muy húmedo Premontano (BmhPm),

caracterizado por una precipitación anual, alrededor de, 4 000 mm. Este clima cálido tropical húmedo está regulado por los vientos alisios del Atlántico. La temperatura fluctúa entre 18 y 25 °C. Está dominado por la entrada de masas de aire húmedo de las tierras bajas del Amazonas (Sudamérica monzón de verano) en la

parte oriental de la zona de estudio.

El relieve orográfico de la provincia de Zamora Chinchipe, de manera particular la zona de estudio, es accidentado ya que la cordillera Oriental y Occidental de los Andes llega a estrecharse formando nudos y ramificaciones que se extienden a esta provincia.

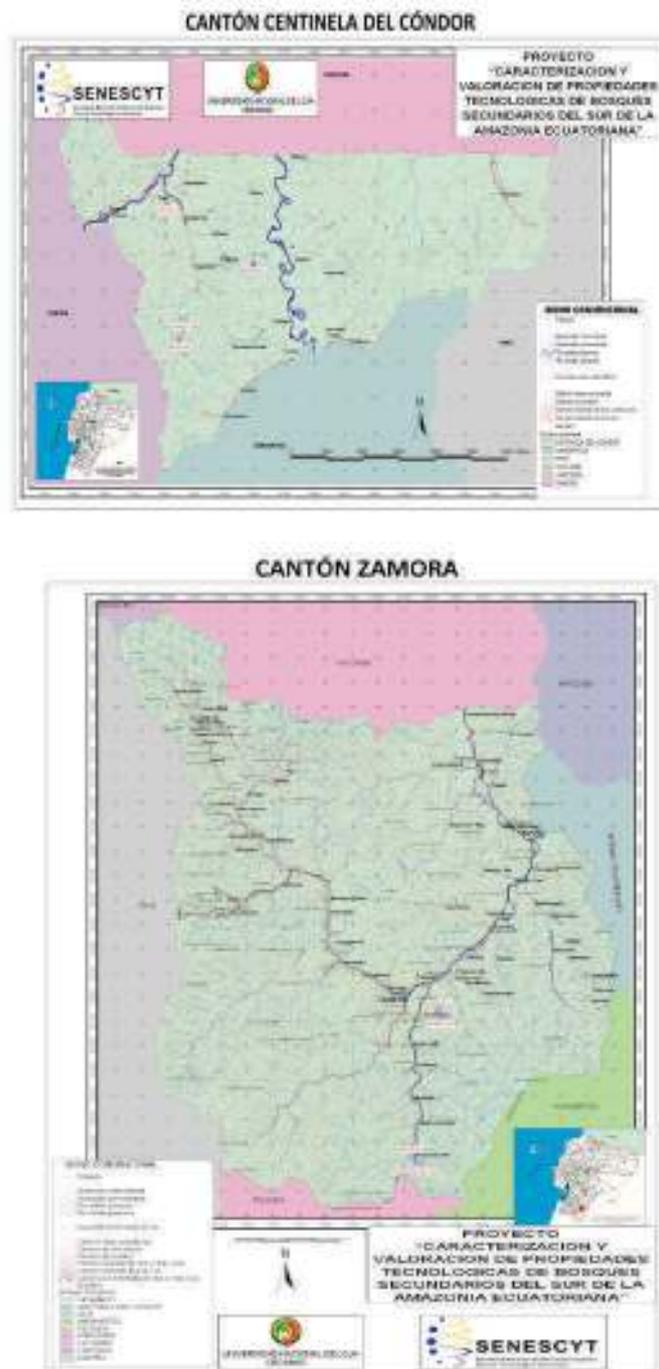


Figura 1. Mapa de ubicación de parcelas en los cantones de Zamora y Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe

La mayoría de especies estudiadas tienen un amplio rango de distribución, así tenemos:

Miconia glaberrima (Schltdl.) Naudin (Melastomataceae), especie de madera tropical, con un rango de distribución geográfica desde el sur de México hasta Bolivia, se encuentra en el bosque tropical húmedo desde 100 a 2800 m s.n.m., árbol de 6 a 18 m de altura, ramificación abierta horizontal ascendente; hojas de cada par algo desiguales, succulentas; flores blanco-rosadas; fruto rojizo-verde o morado. Perennifolio (Aguilar y Castro, 2006)

Otoba parvifolia (Markgr.) A.H. Gentry, especies extendidas desde Costa Rica a la Amazonia Brasileña y Bolivia (Ribeiro *et al.*, 1999; Pennington *et al.*, 2004); se conocen sólo dos especies en el Ecuador: *Otoba glycyarpa* y *Otoba parvifolia*. Presenta hojas elípticas con pecíolos dilatados y un exudado rojizo translúcido. Es una especie común de árboles del dosel en tierras bajas con buen drenaje (Peter *et al.*, 2009)

Piptocoma discolor (Kunth) Pruski, Arbol de crecimiento rápido, se distribuye desde Panamá hasta Perú, la madera tiene densidad media, ramificado en la parte media superior. Las hojas son alternas, pecioladas, ovado-lanceoladas, pubescentes en el envés con tricomas blancos, la base decurrente y el ápice redondeado. Inflorescencias paniculadas, corimbosas, terminales, densas y con las ramas tomentosas (Red Nacional Jardines Botánicos, 2008)

Pourouma cecropiifolia Mart., árbol con alturas de hasta 20m de altura, comúnmente llamado uva de monte o uvilla, es una especie de árbol frutal originario de la selva amazónica (norte de Bolivia, oeste de Brasil, sudeste de Colombia, este de Ecuador, este de Perú, sur de Venezuela) que produce una fruta denominada caimarona o uva de monte. Se desarrolla en zonas húmedas no inundables con precipitación anual entre 1.000 y 3.400 mm, a menos de 1.200 msnm con temperaturas entre 17 y 25 °C (López *et al.*, 2006; Berg *et al.*, 1990). Con la madera se elaboran cajas, embalajes, muebles sencillos y algunos utensilios que se usan exclusivamente para preparar la chicha. También se ha registrado su uso como combustible y como forraje (López *et al.*, 2006).

Trichilia martiana C.DC., el género *Trichilia* abarca cerca de 182 especies en el mundo, de las cuales de las cuales están presentes 90 especies en América tropical, incluido el Ecuador. Los árboles alcanzan hasta los 25 m, crecen (Morales, 1997).

METODOLOGÍA

Las muestras de madera de cada especie se colectaron en parcelas de 2500 m², ubicados bosques secundarios de diez y quince años, en las localidades de Jamboe y Romerillos del cantón Zamora; El Dorado, Zumbi y Nanguipa Alto del

cantón Centinela del Cóndor, de la provincia de Zamora Chinchipe. En cada localidad se seleccionaron árboles con diámetros a la altura del pecho-DAP superior a 15 cm, tres árboles, por especie y por edad. Las muestras de madera fueron cortadas en cubos con planos de corte: transversal, radial y tangencial, perfectamente orientados para luego proceder a hacer los respectivos cortes con un micrótopo de deslizamiento horizontal y obtener láminas micrométricas de secciones transversales, radiales y tangenciales de 5-30 µm de espesor.

Las diferentes secciones fueron sometidas a un proceso de tinción con safranina para luego de lavar el exceso de tinte realizar la deshidratación mediante baños sucesivos en alcohol al 70 % (10 min), 75 % (10 min), 95 % (1,5-2h), alcohol-xilol (50:50, 1 h). El montaje se realizó utilizando resina sintética. Para el tejido macerado se preparó astillas de las maderas y fueron sumergidas en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1), llevadas a estufa (50 °C, 12 h) para luego ser lavadas con agua destilada, hacer la disociación del tejido mediante fricción mecánica, teñido con safranina (1 h) y se realizó el respectivo montaje con el uso de bálsamo de Canadá.

La descripción se hizo tomando en consideración todos los caracteres, cualitativos y cuantitativos, indicados por IAWA Committee (1989). Para la toma de micrografías se utilizó una cámara digital de 32 megapixel acoplada a un microscopio. En la determinación de color se utilizó la tabla de colores de Colour (1990). Para los caracteres cuantitativos (diámetro de poros, longitud de elementos vasculares, altura de radios, longitud de fibras) se determinó la estadística básica (promedio, desviación, máximo, mínimo) y se realizaron análisis de varianza y pruebas de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 99\%$) con el paquete SPSS versión 19.0.

RESULTADOS

Miconia glaberrima (Schltdl.) Naudin.

Acinodendrom glaberrimum (Schltdl.) Huntze

Melastoma glaberrimum Schltdl

Miconia pinetorum Naudin

Miconia glabrissime Meridional

Distribución desde México en Norte América hasta Bolivia en Sud América

> Características microscópicas de *Miconia glaberrima* de 10 años

Presenta porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 3 poros, forma ovalada, orientados radial y diagonalmente, número de poros/mm² de 8±2, diámetro tangencial de 105±16

μ . Vasos con placa de perforación simple; punteaduras intervasculares con distribución opuesta alterna de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo III, con células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares, radios/mm de 15 ± 2 , con altura de $711 \pm 215 \mu$, ancho de $16 \pm 5 \mu$. Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y paratraqueal en series. Fibras con longitud de $741 \pm 158 \mu$, ancho de fibra $28 \pm 6 \mu$, diámetro de lumen $21 \pm 7 \mu$, espesor de pared celular $3 \pm 1 \mu$ (Figura 2).

> **Características microscópicas de *Miconia glaberrima* de 15 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 3 poros, forma ovalada, orientados radial y diagonalmente, número de Poros /mm² de 5 ± 2 , diámetro tangencial de $114 \pm 18 \mu$. Vasos con placa de perforación simple; punteaduras intervasculares con distribución opuesta alterna de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo III, con células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares. Radios/mm de 13 ± 1 , con altura de $627 \pm 165 \mu$, ancho de $13 \pm 5 \mu$. Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de $752 \pm 144 \mu$, ancho de fibra $23 \pm 4 \mu$, diámetro de lumen $14 \pm 1 \mu$, espesor de pared celular $4 \pm 1 \mu$ (Figura 2).

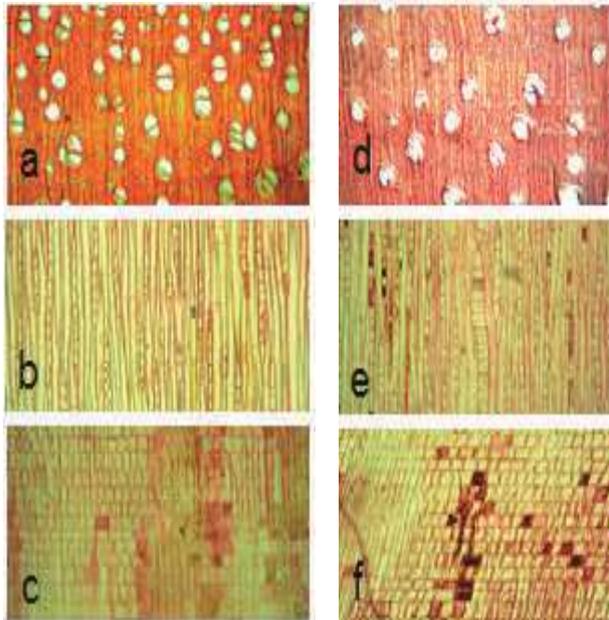


Figura 2. Estructura microscópica de *Miconia glaberrima*, por plano de corte:

a) Transversal de 10 años (4X), b) tangencial de 10 años (10X), radial de 10 años (10X), d) transversal de 15 años (10X), e) tangencial de 15 años, f) radial de 15 años (10 X)

***Otoba parvifolia* (Markgr) A.H. Gentry**
Dialyanthera parvifolia Markgr

Distribución por diferentes países de sud-américa como: Otoba (Col.), Cuangare, Sangre de gallina, Bella María (Ecu.), Aguanillo (Per.), Otoba (Ven.)

> **Características microscópicas de *Otoba parvifolia* de 10 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 4 poros, forma ovalada, con presencia de gomas, orientación radial, número de poros/mm² de 6 ± 1 , diámetro tangencial de $104 \pm 22 \mu$. Vasos con placa de escalariforme; punteaduras intervasculares con distribución escalariforme de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo II, con abundante gomas, las células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares, Radios/mm de 9 ± 1 , con altura de $760 \pm 166 \mu$, ancho de $28 \pm 14 \mu$. Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de $1182 \pm 276 \mu$, ancho de fibra $25 \pm 4 \mu$, diámetro de lumen $18 \pm 3 \mu$, espesor de pared celular $3 \pm 1 \mu$ (Figura 3).

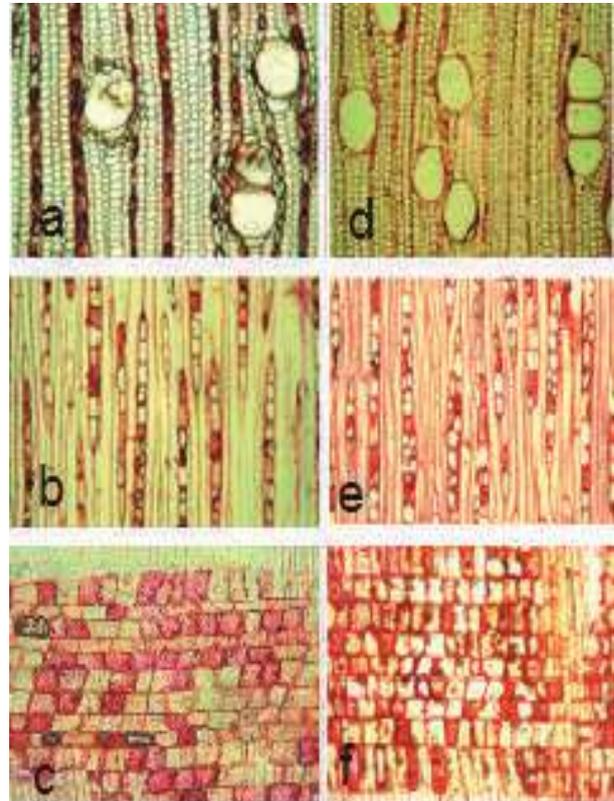


Figura 3. Estructura microscópica de *Otoba parvifolia*, por plano de corte:

Transversal de 10 años (4X), b) tangencial de 10 años (10X), radial de 10 años (10X), d) transversal de 15 años (10X), e) tangencial de 15 años (10X), f) radial de 15 años (10X)

› **Características microscópicas de *Otoba parvifolia* de 15 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 4 poros, forma ovalada, con presencia de gomas, orientación radial, número de poros/mm² de 5±2, diámetro tangencial de 97±13 μ. Vasos con placa de escalariforme; punteaduras intervasculares con distribución escalariforme de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo II, con abundante gomas, las células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares, Radios/mm de 10±2, con altura de 749±281 μ, ancho de 31±9 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de 1360±266 μ, ancho de fibra 24±3 μ, diámetro de lumen 16±3 μ, espesor de pared celular 4±1 μ (Figura 3).

***Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski**

Dialesta discolor Kunth,
Pollalesta discolor (Kunth) Aristeguieta,

Se distribuye en Sud América: Norte de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú; Costa Rica en Centro América

› **Características microscópicas de *Piptocoma discolor* de 10 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 poros, forma ovalada, número de poros/mm² de 11±4, diámetro tangencial de 97±16 μ. Vasos con placa de perforación simple; punteaduras intervasculares con distribución alterna de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo II, las células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares, Radios/mm de 5±1, con altura de 260±40 μ, ancho de 29±4 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de 828±191 μ, ancho de fibra 26±5 μ, diámetro de lumen 19±4 μ, espesor de pared celular 4±1 μ (Figura 4).

› **Características microscópicas de *Piptocoma discolor* de 15 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 poros, forma ovalada, orientación radial, número de poros/mm² de 10±2, diámetro tangencial de 102±22 μ. Vasos con placa de escalariforme; punteaduras intervasculares con distribución alterna de forma ovalada, presencia de torus.

El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo II, las células procumbentes cuadráticas y células erectas rectangulares, Radios/mm de 5±1, con altura de 402±221 μ, ancho de 30±11 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de 952±197 μ, ancho de fibra 24±4 μ, diámetro de lumen 18±5 μ, espesor de pared celular 3±1 μ (Figura 4).

Pourouma multifida Treul,
Pourouma unifera Rusby,
Pourouma edulis Dufr

Se encuentra distribuido en Norte y Centro de Sudamérica, en el Ecuador se encuentra en la Región Amazónica y se conoce con el nombre de Uvilla, uva de monte, caimarón.

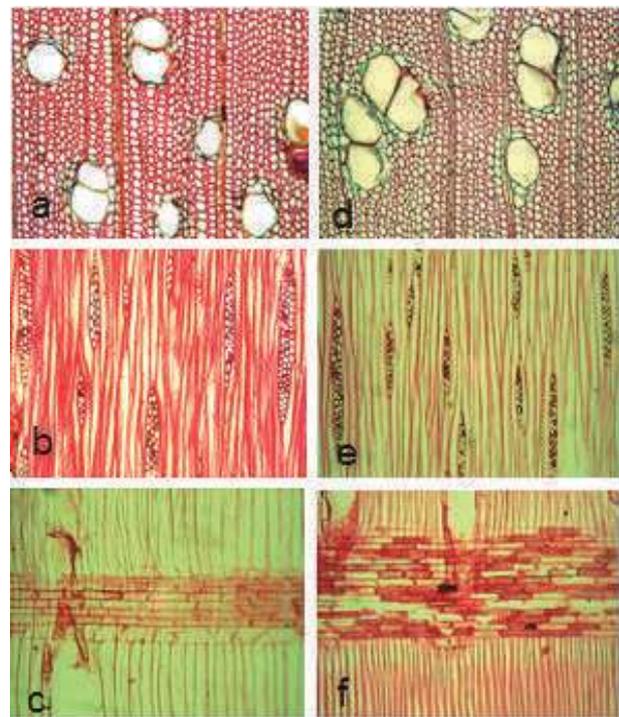


Figura 4. Estructura microscópica de *Piptocoma discolor*, por plano de corte:

Transversal de 10 años (4X), b) tangencial de 10 años (10X), radial de 10 años (10X), d) transversal de 15 años (10X), e) tangencial de 15 años (10X), f) radial de 15 años (10X)

› **Características microscópicas de *Pourouma cecropiifolia* de 10 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 3 poros, forma ovalada, orientación radial, número de poros/mm² de 2, diámetro tangencial de 194±31 μ. Vasos con placa de simple; punteaduras intervasculares con distribución escalariforme de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados y biseriados heterogéneos tipo III, las células procumbentes rectangulares y células erectas rectangulares, Radios/mm de 6±2, con altura de 702±119 μ, ancho de 21±5 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de 1221±213 μ, ancho de fibra 34±5 μ, diámetro de lumen 27±5 μ, espesor de pared celular 3.5±0.6 μ (Figura 5).

› **Características microscópicas de *Pourouma cecropiifolia* de 15 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 2 a 3 poros, forma ovalada, orientación radial, número de poros/mm² de 2, diámetro tangencial de 197±26μ. Vasos con placa de simple; punteaduras intervasculares con distribución escalariforme de forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados y biseriados heterogéneos tipo III, las células procumbentes rectangulares y células erectas rectangulares, Radios/mm de 6±1, con altura de 618±138μ, ancho de 25±8 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y paratraqueal en serie. Fibras con longitud de 1437±185μ, ancho de fibra 24±7 μ, diámetro de lumen 19±6 μ, espesor de pared celular 2.5±1.3 μ (Figura 5).

***Trichilia martiana* C. DC.**

Trichilia acutanthera C. DC., *T. biolleyi* C. DC., *T. biolleyi* var. *nicoyensis* C. DC., *T. caucana* C. DC., *T. chiriquina* C. DC., *T. colombiana* Cuatrec., *T. cuneata* Radlk., *T. fuscescens* Radlk., *T. gaudichaudii* C. DC., *T. heydeana* C. DC., *T. insignis* C. DC., *T. izabalana* S. F. Blake, *T. oaxacana* S.F. Blake, *T. obtusanthera* C. DC., *T. tomentosa* Kunth ex Kunth, *T. tonduzii* C. DC.

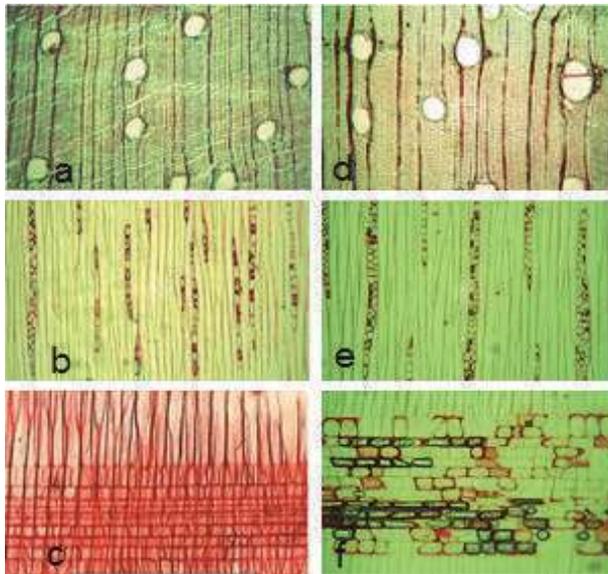


Figura 5. Estructura microscópica de *Pourouma cecropiifolia*, por plano de corte:

Transversal de 10 años (4X), b) tangencial de 10 años (4X), radial de 10 años (10X), d) transversal de 15 años (10X), e) tangencial de 15 años (10X), f) radial de 15 años (10X)

› **Características microscópicas de *Tichilia* sp de 10 años.**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 3 a 4 poros, forma ovalada, orientación radial, número de poros/mm² de 8±4, diámetro tangencial de 113±24μ. Vasos con placa

de simple; punteaduras intervasculares con distribución alterna, forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios uniseriados heterogéneos tipo I, las células procumbentes rectangulares y células erectas rectangulares, Radios/mm de 9±4, altura 389±268μ, ancho 13±7 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y paratraqueal vasocéntrico. Fibras con longitud de 983±313μ, ancho de fibra 23±3 μ, diámetro de lumen 16±2 μ, espesor de pared celular 3±1 μ (Figura 6).

› **Características microscópicas de *Tichilia* sp de 15 años**

Porosidad difusa, solitaria y múltiple de 3 a 4 poros ovalados, orientación radial, número de poros/mm² de 7±3, diámetro tangencial de 98±28μ. Vasos con placa simple; punteaduras intervasculares con distribución alterna forma ovalada, presencia de torus. El parénquima radial presenta radios multiseriados heterogéneos tipo I, las células procumbentes rectangulares y células erectas rectangulares, Radios/mm de 8±3, con altura de 445±265μ, ancho 25±12 μ. Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal en vasocéntricos. Fibras con longitud 1061±269 μ, ancho de fibra 22±3 μ, diámetro de lumen 16±3 μ, espesor de pared celular 3±1 μ (Figura 6).

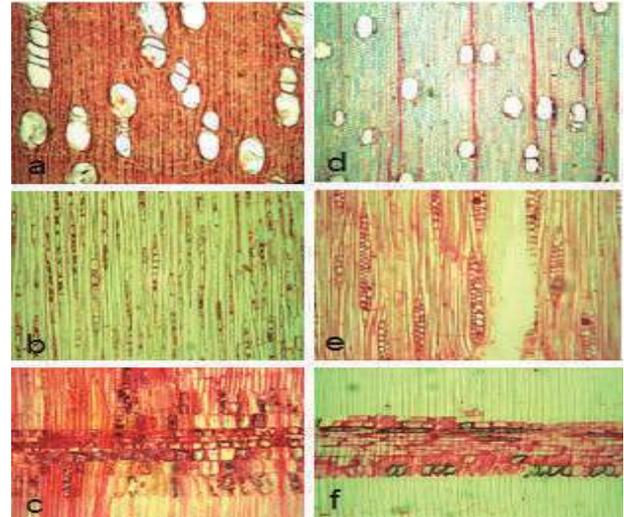


Figura 6. Estructura microscópica de *Trichilia martiana*, por plano de corte:

Transversal de 10 años (4X), b) tangencial de 10 años (4X), radial de 10 años (10X), d) transversal de 15 años (10X), e) tangencial de 15 años (10X), f) radial de 15 años (10X)

DISCUSIÓN

La variación de los elementos anatómicos de la madera a medida que avanza la edad de los árboles no tienen un patrón definido en las especies maderables del bosque secundario, en la mayoría de los elementos no existe

una diferencia significativa, son pocos los elementos que cambian conforme el árbol alcanza su madurez. El número de poros por mm² se reduce a medida que pasa los años en las maderas de: *Miconia glaberrima*, *Otoba*

parvifolia, *Piptocoma discolor* y *Trichilia martiana*, no sucede lo mismo con la madera de *Pourouma cecropiifolia*, que mantiene constante el número de poros (Figura 7).

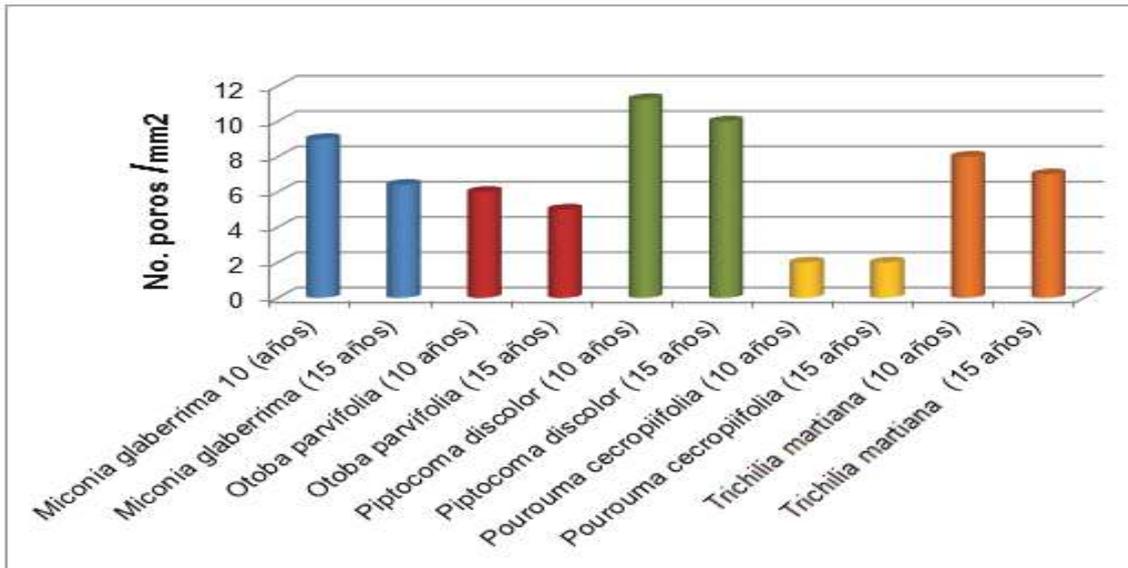


Figura 7. Número de poros/mm² por edad y por especie

Esto significa que en aquellas maderas que reduce el número de poros su densidad va aumentar por la reducción de la porosidad, además va existir un incremento del xilema conforme demuestra en la reducción de los diámetros del lumen de las fibras, se suma a esto el ligero incremento del diámetro de fibra, todos estos cambios se reflejan en el incremento de celulosa, que para determinados usos será beneficioso como es el caso de la industria de tableros concretamente el MDF y

pulpa para papel. El comportamiento de estas especies concuerda con los valores obtenidos Matyás y Peszlen (1997), aunque el estudio no fue con las especies del presente estudio.

La reducción del número de radios por milímetro en el caso de *Miconia glaberrima* a medida que se incrementa la edad del árbol se ve reflejado en el incremento de la densidad de la madera (Figura 8).

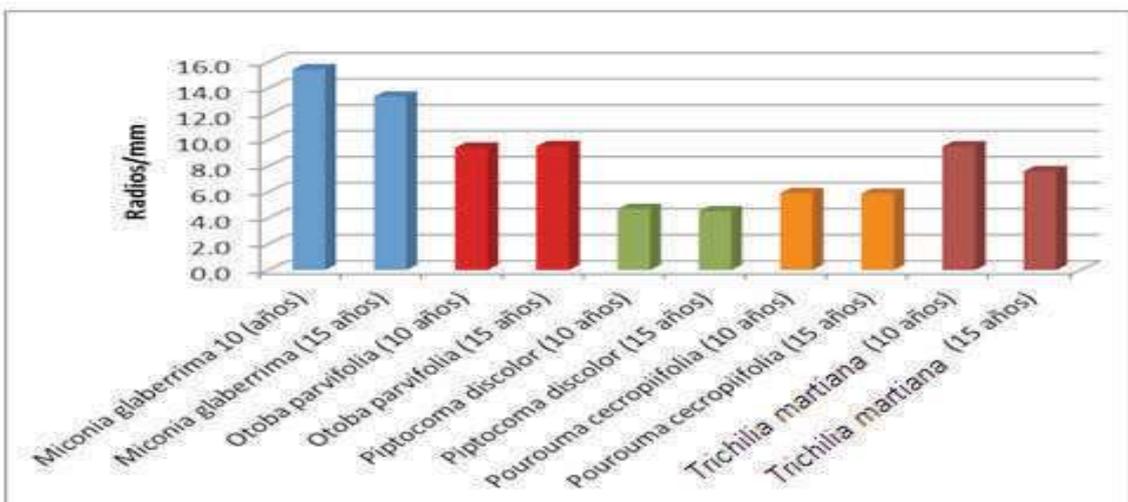


Figura 8. Número de radios/mm y por edad de cada especie

El incremento de longitud de las fibras en las maderas de *Otoba parvifolia*, *Piptocoma discolor* y *Trichilia* influye directamente en la calidad y en el valor del producto final, especialmente como materia prima para fabricar papel (Figura 9 y 10) (Bosman et al., 1994). Con respecto a la altura de los radios el comportamiento no tiene un

patrón definido, para las especies de *Miconia glaberrima* y *Otoba parvifolia* se presenta una disminución, en cambio lo contrario sucede con *Piptocoma discolor* y *Trichilia martiana*. Para los tres elementos anatómicos mencionados la madera de *Pourouma cecropiifolia* no sufre variaciones (Figura 9 y 10).

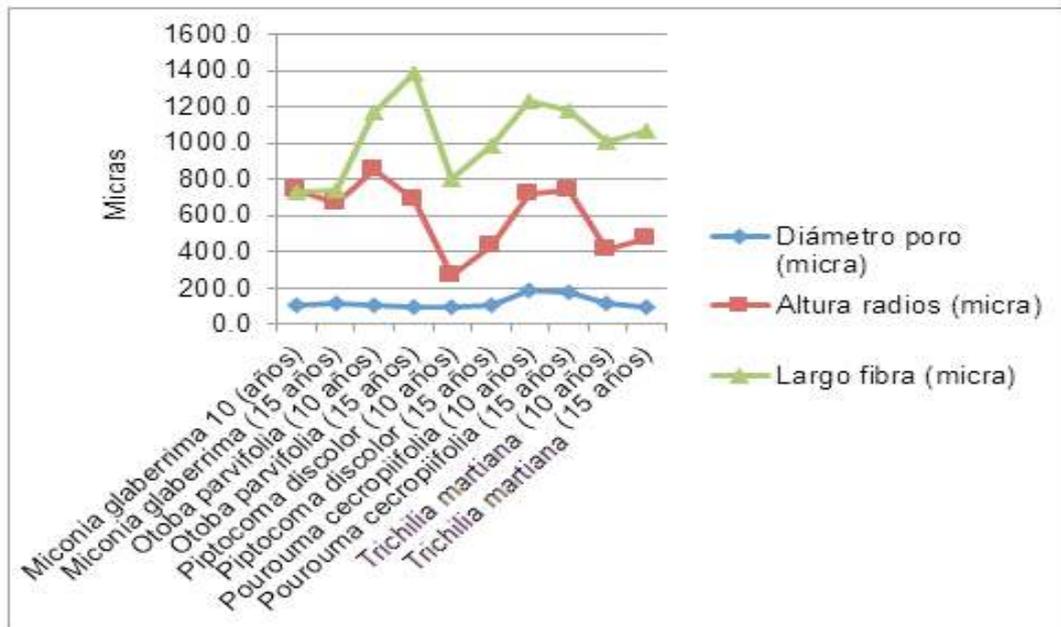


Figura 9. Diámetro de poros, altura de radios y largo de fibra en micras por edad de cada especie maderable

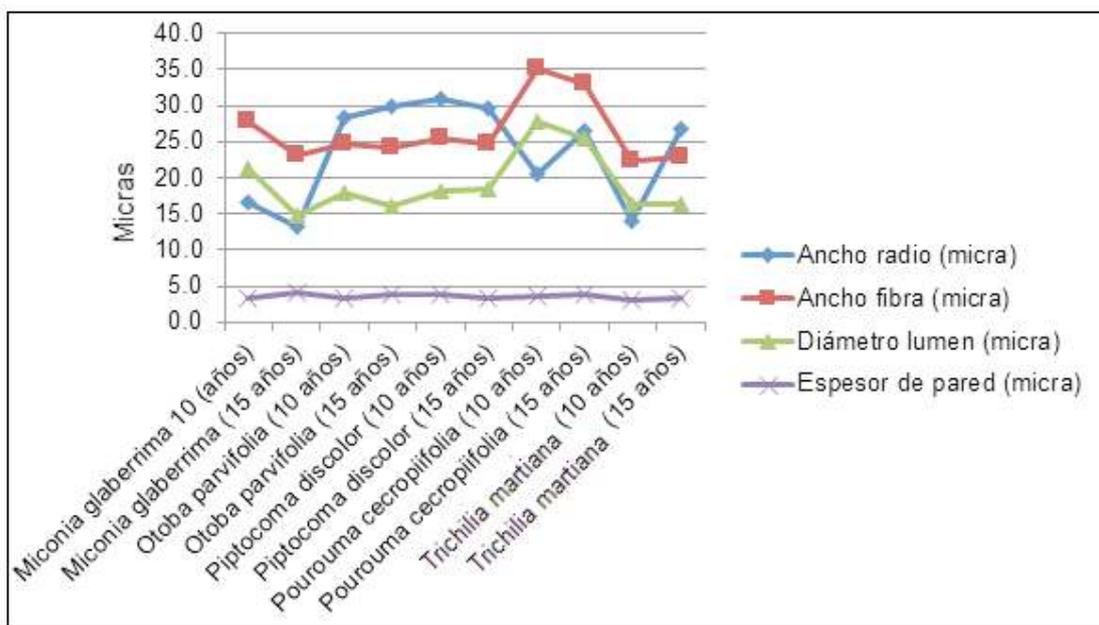


Figura 10. Ancho de radio, ancho fibra, diámetro de lumen de fibra y espesor de pared celular por especie y por edad

CONCLUSIONES

Las maderas blandas no sufren variación significativa en su estructura anatómica a medida que incrementa la edad del árbol. Las cinco especies por tamaño y calidad de fibra constituyen una muy buena opción para utilizar en la fabricación de pulpa para papel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Rodríguez, Silvia; Castro-Plata, Beatriz. 2006. Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del Estado de México. *Madera y Bosques*, Vol. 12, no 1, p. 95-115.

Akachuku, E. 1985. The effects of some extrinsic and intrinsic factors on the proportion of vessels in *Gmelina arborea* Roxb. *Wood Sci. Tech.* 19: 5-12

Akachuku E y Burley J. 1979. Variation of anatomy of *Gmelina arborea* Roxb. in Nigerian plantations. *IAWA Bull* 4: 94-99

Begazo J. 1983. Estructura anatómica y clave de identificación de veinte especies forestales de Iquitos. Tesis para optar título de Ing. forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. 155p.

Berg C. C., Akkermans R. W. A. P., van Exuden E. C. H. 1990. Cecropiaceae: *Coussapoa* and *Pourouma*, with an introduction to the family

Bosman, M.; I. Kort; M. van Genderen y P. Baas. 1994. Radial variation in wood properties of natural and plantation grown light red meranti (*Shorea*, Dipterocarpaceae). *IAWA J.*15:111- 120.

Budowski G. 1965. Distribución de especies en el bosque húmedo tropical de América a la luz de los procesos de sucesión. En: la conservación como instrumento para el desarrollo. San José, Costa Rica, EUNED-MAGUSAID, pp 213-219.

Chavesta. 2006. Manual para identificación de especies forestales (Documento en línea), disponible en <http://www.mongrafias.com/trabajos75/manual-identificación-maderas-forestales/manual-identificación-maderas-forestales2.shtml>

Chowdhury A. 1953. The role of initial parenchyma in the transformation of the structure diffuseporous to ringporous in the secondary xylem of the genus *Gmelina* Linn. *Proc. Nat. Inst. Sci. India* 19: 361-369.

AGRADECIMIENTO

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación-SENESCYT por el financiamiento del proyecto de investigación "Caracterización y valoración de propiedades tecnológicas de bosques secundarios del sur de la Amazonía ecuatoriana" PIC-08-00069, a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja por apoyar con el cofinanciamiento del proyecto y por el apoyo y las facilidades para desarrollar las actividades en el Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de Maderas.

Colour, Munsell. Munsell soil colour charts. 1990.

Esan F.1966. Study of variation in some structural features and properties of *Gmelina arborea* Roxb. Ph.D. Thesis, Faculty of Forestry, University of Oxford, Oxford, England.

Foster B, Brokaw V. 1982. Structure and history of the vegetation of Barro Colorado Island. In: The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes. E.G. Leigh, A.S. Rand and D. M. Wilson (ed.), 1985. Washington D.C., Estados Unidos, Smithsonian Institution Press, 67-81 p.

IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *International Association of Wood Anatomist Bulletin new series* 10 (3): 219-332

Izekor D y Fuwape J. 2011. Variations in the anatomical characteristics of plantation grown *Tectona grandis* wood in Edo State, Nigeria. *Archives of Applied Science Research*, 3 (1): 83-90. Disponible en <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>.

Kanashiro M, Vleck L. 1995. Secondary forest and fallow vegetation in Eastern Amazon region; function and management. In: II SHIFWorkshop. Cuiaba, July 10-14 1995. Univ. Fed. Mato Grosso, Brasil, CNPq- IBAMA-BMBF-DLR, 35 p.

Leon N, Espinoza de Pernia. 1991. Estudio de nueve especies venezolanas para la producción de chapas decorativas. Universidad de Los Andes. Mérida. 754 p.

López-C. R., Navarro-L. J. A., Montero-G. M. I., Amaya-V. K., Rodríguez-C. M. 2006. Manual de identificación de especies no maderables del corregimiento de Tarapacá, Colombia.

Matyás, C. y Peszlen, I. 1997. Effect of age on selected wood quality traits of poplar clones. *Silvae Genetica* 46 (2-3): 64-72.

Maza H. 2012. Caracterización de bosques secundarios del Sur de la Amazonía ecuatoriana. Proyecto PIC 08-000069. SENESCYT- UNL. Loja, Ecuador.

- Mc Dade A, Bawa S, Hespenheide A, Hartshorn S. 1994. La selva, ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago, Estados Unidos, Chicago Press, 451 p.
- Morales M. 1997. Estudio de la familia Meliaceae y su potencial de uso para Colombia. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 307 p.
- Muller E. 2002. Los bosques secundarios salen a la luz. OIMT. Actualidad forestal tropical 10/4. Yokohama, Japón.
- Nobuchi T, Kami C y Fujita M. 1997. Radial variation of vessel and fiber dimensions in some plantation grown tropical trees as it relates to wood qualities, p. 81-101. In International Tropical Wood "New Tropical Timber Crops: Challenges in Processing and Utilization". , Faculty of Forestry, Universiti Putra Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Ohbayashi H. y Shiokura T. 1989. Anatomical structure of fast-growing tropical tree species with differing growth rates. IAWA Bull. 10: 342-343.
- Ogbonnaya, I., Nwalozie C & Nwaigro C. 1992. Growth and wood properties of *Gmelina arborea* (Verbenaceae) seedlings grown under five soil moisture regimes. Am. J. Bot. 79: 128-132.
- OIMT. 2002. Directrices para la restauración, manejo y rehabilitación de los bosques tropicales degradados y secundarios. Series de Políticas de Desarrollo de la OIMT No. 13. OIMT, Yokohama, Japón.
- Peter M. Jørgensen, David A. Neill y Susana León-Yáñez. 2009. Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador. Missouri Botanical Garden Press
- Pennington, T., C. Reynel y A. Daza. 2004. Illustrated guide to the Trees of Peru. Spoelbeech-Artois Foundation. David Hunt, The Manse, Chapel Lane, Milborne Port, Sherborne, DT9 5DL, Inglaterra.
- Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008. *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski. <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=2188&method=displayAAT>
- Ribeiro, J. E., M Hopkins, A. Vicentini, C. Sothers, M.A. Costa, J. Brito, M.A. Souza, L.H. Martins, L. Lohmann, P. Assunção, E. Pereira, C. Silva, M. Mesquita y L. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke - Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA / DFID. Manaus, Brasil
- Saldarriaga J, Uhl C. 1991. Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro. In: Rain Forest Regeneration and Management. Gómez-Pompa, Whitmore, Hadley (ed.). MAB-UNESCO, V, 303-313.
- Smith C, Sabogal W, De Jong y D. Kaimowitz. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Pp. 79-106. En:
- Williamson B, Wiemann M. 2011. Age versus size determination of radial variation in wood specific gravity: lessons from eccentrics. *Trees*. Vol. 25, no. 4 (Aug. 2011): p. 585-591.



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

 UNL-Universidad Nacional de Loja

 @nacionaldeloja

 nacionaldeloja

 Universidad Nacional de Loja

www.unl.edu.ec

Rentabilidad de las pequeñas explotaciones agrícolas en la zona de la reserva de la biosfera "Podocarpus - El Cóndor", Ecuador

Performance of small farms in area of biosphere Reserve "Podocarpus - El Condor", Ecuador

Byron Maza^{1*}, Jan Barkmann², Frank von Walter² y Rainer Marggraf²

¹ Docente-Investigador de la Universidad Regional Amazónica IKIAM

² Georg-August-Universität Göttingen, Department of Agricultural Economics and Rural Development. Göttingen, Germany

*autor para correspondencia: byronvmr@yahoo.es

RESUMEN

La Reserva de la Biosfera "Podocarpus-El Cóndor" es parte de los puntos calientes de la biodiversidad de los Andes y que tiene el problema de la deforestación causada principalmente por la producción ganadera. Este trabajo analiza la rentabilidad de los cultivos locales y sistemas de producción ganadera. El análisis de la rentabilidad es interesante no sólo por razones de desarrollo agrícola, sino también porque proporciona información para determinar el costo de oportunidad de los agricultores locales que se enfrentan a las demandas de conservación. Utilizamos una función de producción Cobb-Douglas para determinar los factores que influyen en la rentabilidad. El modelo econométrico se basa en datos socio-económicos de las 130 familias campesinas. Los cultivos se encuentran sólo en pequeñas parcelas, denominadas principalmente a la producción de subsistencia. Un sistema de producción de ganado a base de pastos domina la producción. La producción ganadera genera un promedio de ingresos netos de 160 USD / ha / año. Los determinantes de los ingresos brutos son la tierra ($p < 0,001$), el trabajo ($p < 0,002$), los gastos de insumos ($p < 0,001$), altitud ($p = 0,013$), la etnicidad ($p = 0,155$), y los accesos a la asistencia técnica ($p = 0,088$) y al crédito formal ($p = 0,131$).

Palabras claves: función de producción, Cobb - Douglas, rentabilidad, pequeños agricultores.

ABSTRACT

The UNESCO Biosphere Reserve "Podocarpus-El Cóndor" is part of the Andes biodiversity "hot spot" suffering from deforestation caused mainly by agricultural production. This paper analyzes the profitability of local arable crops and cattle production systems. The profitability analysis is interesting not only for agricultural development reasons but also because it provides proxies for the opportunity cost of local farmers faced with conservation demands. We use a Cobb-Douglas production function to determine factors that influence farming profitability. The econometric model is based on socio-economic data of 130 peasant households. Arable crops are found in small plots only, designated mainly to subsistence production. A pasture-based cattle production system dominates production. We used an empirically estimated cattle growth equation to predict life weight increments with the explanatory variables race, age and sex of the animals. Cattle production yields an average net income of 160 USD/ha/yr. Determinants of gross income are land ($p < 0.001$), labor ($p < 0.002$), input expenses ($p < 0.001$), altitude ($p = 0.013$), ethnicity ($p = 0.155$), and access to technical assistance ($p = 0.088$) and to credit ($p = 0.131$).

Keywords: Cobb - Douglas production function, profitability, small farmers.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país megadiverso (Brehm *et al.*, 2008) que incluyen los Andes del Ecuador, uno de los puntos calientes de biodiversidad global (Meyers *et al.*, 2000; Brummitt & Lughadha, 2003; Brehm, 2005). Una importante área protegida es el “Parque Nacional Podocarpus” (PNP), ubicado al sur de los Andes ecuatorianos (Barthlott *et al.*, 1996). Al mismo tiempo, el PNP es parte de la Reserva de Biosfera de la UNESCO “Podocarpus-El Cóndor”.

La principal amenaza para la biodiversidad en el punto caliente de los Andes es la deforestación. América del Sur tiene la mayor pérdida de superficie forestal por año (4,3 millones de ha / año en el período 2000-2005), en comparación con la deforestación en otras regiones del mundo. Según la FAO (2006), Ecuador tiene la tasa más alta de deforestación neta del 1,7 % (198 000 ha/año) anualmente en América del Sur. El uso del suelo de los ecosistemas naturales a pastizales aumentó de 2,2 millones de hectáreas en 1978 a 6 millones de hectáreas en 1989 (Wunder, 2000). La tasa anual de deforestación en la zona de amortiguamiento de la PNP se calcula como 1,16% (Torracchi *et al.*, citado por Knoke, 2009), y el uso de la tierra es principalmente para pasturas.

Varios factores influyen en la deforestación en los Andes ecuatorianos. Wunder (2000) señala que la deforestación en los Andes ecuatorianos es el resultado de la creciente demanda de carne y productos lácteos. Por otra parte, la deforestación está alentada por una combinación de crecimiento de la población, la mejora de la infraestructura, y la renta urbana. Además, los agricultores buscan la rentabilidad a corto plazo de sus inversiones en la agricultura. En el área de investigación, la producción de ganado ha sido la causa principal de la deforestación (Wunder, 1996) del ecosistema natural al ser cambiado por procesos de tala y quema (Beck *et al.*, 2008a, Beck *et al.*, 2008b). El patrón actual de uso de la tierra es un extensivo sistema de pasturas (Beck *et al.*, 2008a). Adams (2009), comenta que las causas de la expansión de la frontera agrícola en la zona de amortiguamiento del PNP es el uso no adecuado del suelo, falta del cumplimiento de las políticas de conservación, un deseo para la producción de ganado vacuno, y la percepción de los agricultores de que las tierras forestales son abundantes. Adams propone la intensificación agrícola como una solución al problema de la deforestación.

La conservación del bosque e impactos socio-económicos de la conservación en los hogares campesinos deben equilibrarse (Bawa y Seidler, 1998, Chazdon 1998). Diferentes enfoques se han implementado para equilibrar la conservación de los bosques y las demandas socio-económicas, incluyendo la gestión forestal (Mosandl *et al.*, 2008), los sistemas agroforestales (Miller & Nair, 2006), los pagos por servicios ambientales (Wunder, 2005; Wunder 2007, FAO, 2007, Engel et al., 2009), o la diversificación de las opciones de uso del suelo (Knoke *et al.*, 2009a).

Una herramienta fundamental para analizar la carga

económica del aumento de la demanda de tierras destinadas a la conservación es el análisis de costo de oportunidad (Naidoo *et al.*, 2006). El costo de oportunidad es el posible ingreso que se pierde a través de la siguiente mejor opción de usar un recurso productivo (Naidoo *et al.*, 2006). En el contexto de la conservación de los bosques, el costo de oportunidad de la conversión se puede aproximar por el equilibrio entre las ganancias privadas de la deforestación y un beneficio privado de los usos forestales (Chomitz *et al.*, 2005). El análisis de costo de oportunidad ayuda a los responsables políticos para evaluar la protección del medio ambiente frente a los proyectos de inversión (Azzoni y Isai 1994), y de asignar los presupuestos de conservación de una manera costo-efectiva (Chomitz *et al.*, 2005, Naidoo *et al.*, 2006, Bode *et al.*, 2008, Carwardine *et al.*, 2008, Bryan *et al.*, 2009).

Existen diferentes enfoques para el cálculo de los costos de oportunidad:

- *Valor actual neto* (VAN) es el valor presente de los flujos futuros de efectivo originado por una inversión (Naidoo y Adamowicz, 2005; pp 492). Por ejemplo:
 - Wunder (2000) utiliza un método para calcular el VAN de los beneficios de la extracción de madera, así como la producción de cultivos herbáceos y ganadería como el costo de oportunidad de la conservación forestal de los bosques de los Andes ecuatorianos.
 - Naidoo y Adamowicz (2005) utilizan un enfoque de VAN para estimar los valores de la tierra como los costos de oportunidad del uso del suelo en los paisajes de transición en Paraguay.
- *Un enfoque de preferencia revelada*, revela preferencias de toma de decisiones estimadas basadas en el uso del suelo real (Bockstael y Freeman 2005, pp.538). Por ejemplo:
 - Kelsey *et al.*, (2008) usaron un enfoque de la subasta a las preferencias reveladas por la creación de mercados para los pagos para el control de la erosión del suelo en Indonesia.
 - Chomitz *et al.*, (2005) utilizan el enfoque de valor de la tierra hedónica para estimar el costo de oportunidad de la conservación de la biodiversidad en el Sur de Bahía, Brasil. El precio de la tierra es una función del clima, las propiedades del suelo y acceso a mercados.
- *Enfoques de preferencia declarada* revelan las preferencias de las estimaciones de toma de decisiones basado en elecciones hipotéticas (Bockstael y Freeman 2005, pp.539). Un método popular de preferencia declarada es la valoración contingente (Carson y Hanemann 2005).

Wunder (2000) y Knoke (2009) calculan el costo de oportunidad de la conservación de bosques en el Ecuador. Wunder (2000) utiliza el enfoque de VAN para el cálculo de los ingresos netos (rentabilidad) de la deforestación en un ciclo de deforestación de 15 años. Él utiliza los datos de

costos e ingresos de parcelas de una hectárea obtenidos por información secundaria. Los valores netos de capital y mano de obra barata, es decir la mano de obra contratada, compra de insumos, pagos de préstamos.

Durante el ciclo de la deforestación, los ingresos por la extracción de madera, la agricultura y la producción de ganado disminuye con el tiempo. Por ejemplo, la producción de ganado se valora como 125 USD/ha en el séptimo año, mientras que la rentabilidad se reduce a 24,24 USD/ha en el decimoquinto año, a un 5 % de tasa de descuento. Knoke *et al.*, (2009) calculan el VAN de pastoreo de ganado en la zona de amortiguamiento de la PNP. El VAN promedio es de 70 USD/ha/año (con un rango de 20 a 130 USD/ha/año), con una tasa de descuento del 5 % en un periodo de 20 años. Los datos de los ingresos se derivan de la producción de leche de agricultores locales. Los datos de los costos no se explican en detalle. En el contexto de los apremiantes problemas de conservación el artículo analiza la rentabilidad de los cultivos y sistemas de producción ganaderos.

El análisis de la rentabilidad es interesante no sólo por razones de desarrollo agrícola, sino también porque proporciona información para determinar el costo de oportunidad de los agricultores locales que enfrentan las demandas de conservación.

METODOLOGÍA

Ubicación

El área de investigación se encuentra en el sur de Ecuador en la Reserva de la Biosfera “Podocarpus-El Cónдор”, ubicado en las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe (Figura 1). El área de investigación es un “punto caliente” la biodiversidad global de las montañas de los Andes (CIPRB, 2005; Brummitt y Lughadha, 2003). La mayoría de los hogares rurales son pequeños agricultores pobres que practican la cría de ganado a base de pastos (Beck 2008). El área protegida “Corazón de Oro” (Área de Bosque y Vegetación Protectora Corazón de Oro; ABVPC) se estableció en el norte de la PNP. El área protegida “Corazón de Oro” forma parte de la zona de amortiguamiento del parque nacional que es la zona núcleo de la Reserva de Biosfera de la UNESCO. La tasa anual de deforestación en la zona de amortiguamiento de la PNP se calcula 1,16 % (Torracchi *et al.*, Citado por Knoke, 2009), y el cambio de uso del suelo es principalmente para pasturas.

La región está habitada por personas con características étnicas y socioeconómicas heterogéneas (Pohle, 2009). La mayoría de los hogares rurales son pequeños agricultores pobres que practican la ganadería

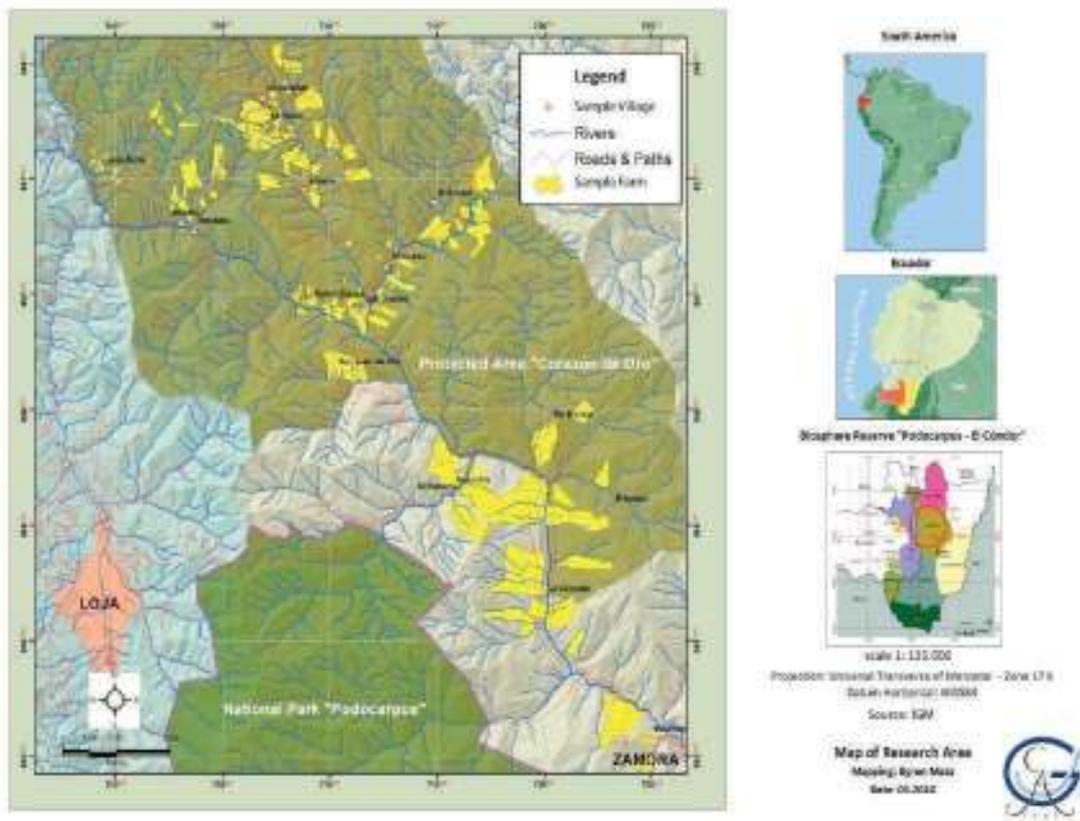


Figura 1. Área de investigación en la Reserva de la Biosfera “Podocarpus-El Cónдор”, Sur del Ecuador

a base de pastos (Pohle, 2008). Los dos grupos étnicos (“mestizos” y el grupo indígena “Saraguro”) se dedican a las actividades agrícolas. La ganadería está integrada en la economía de mercado. La producción de cultivos arables son con fines de subsistencia y en pequeñas parcelas (Pohle y Gerique, 2006; Pohle *et. al* 2009). La producción extensiva de ganado es la principal fuente de los ingresos. Los campesinos utilizan el fuego como una herramienta para tener nuevos pastos y regenerar los pastos viejos (Pohle y Gerique, 2008). Por otra parte, una fuente adicional de ingresos son las pequeñas tiendas, el trabajo fuera de la finca (Pohle y Gerique, 2008), y la extracción de madera (Pohle, 2006).

Muestreo

En el ABVPC y en un estrecho corredor entre ABVPC - PNP, una encuesta socio-económico a hogares se llevó a cabo de marzo a junio del 2008 (n = 130). Alrededor del 24 % de todos los hogares locales participaron en la encuesta. Los

pueblos de la encuesta primaria fueron seleccionados al azar y en proporción con el número de hogares. El número de hogares por aldea refleja aproximadamente el tamaño de la aldea. La selección de los hogares de las aldeas que no podría llevarse a cabo mediante una selección aleatoria. Debido a la información económica sensible para ser revelada durante la entrevista, el muestreo es de tipo “snowball” y la información de los informantes clave con el fin de acercarse a una muestra “representativa”. El uso de la tierra en cada finca fue examinada por medio de entrevistas personales; la ubicación de las parcelas se delimitó de forma independiente en las fotografías aéreas (IGM, 2003), y verificación de campo usando mediciones GPS.

Estadística Descriptiva

El cuadro 1 muestra los valores descriptivos más o menos de acuerdo con los diferentes tipos de capital de los hogares. El análisis se realizó con el programa SPSS versión 17.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables

| Componente | Variables |
|----------------------------------|--|
| Capital personal | Miembros de la familia, la edad, la etnia, el nivel de educación |
| Capital financiero | El acceso al crédito, la fuente de crédito y la razón por qué los agricultores no solicitan crédito formal |
| El capital social | Pertenencia a la Organización, asistencia a las reuniones de la organización, la participación en la organización de la toma de decisiones, la contribución de trabajo a la organización, el dinero contribución a la organización |
| Capital operacional | Terreno: régimen de tenencia, origen agrícola, precio del alquiler solicitado para una hectárea de tierra (ganado o agricultura), el tamaño del predio por hogar, distribución del uso del suelo (bosque, pastos y cultivos herbáceos, preferencia de los pastos agricultor Hato: estructura y número |
| Las fuentes de ingresos y costos | a). <i>Cultivos</i> : Cantidad vendida, cantidad consumida, la mano de obra (contratada y familiar) y los gastos por hectárea b). <i>Ganado Bovino</i> : producción de leche (venta y consumo), los animales (venta y consumo), incremento de peso vivo, la mano de obra (contratada y familiar) y los gastos por hectárea c). <i>Off-farm income</i> (trabajo fuera de la finca) Trabajo y los gastos se muestrearon de forma independiente y se utilizan en la estimación para los dos sistemas de producción |

La rentabilidad de los cultivos y la producción de ganado

En primer lugar, se calcula el ingreso brutos/ha/año¹, El margen bruto/ha/año y las ganancias netas/ha/año para cada agricultor basada directamente en los datos de las

encuestas empíricas. El ingreso bruto incluye la producción de lácteos (consumo y venta), venta y consumo de animales, y los incrementos en peso vivo. El modelo de ingresos del ganado utilizado asume el crecimiento del rebaño, las muertes, las ventas y el autoconsumo. El costo variable incluye la mano de obra contratada.

¹ El ingreso bruto es el valor de la producción en términos monetarios (Zeller Schwarze y 2006)

Con el fin de extraer información resumida sobre la producción en los hogares y analizar las influencias en

la producción, se utiliza la función de producción Cobb-Douglas para el ingreso bruto, el margen bruto, y los datos de utilidades netas. Una forma de función Cobb-Douglas fue evaluado versus una formulación Translog. Aunque las pruebas F indicaron que los términos de interacción adicionales de las variables independientes en el Translog tuvieron un poder explicativo, se optó por la función de producción Cobb-Douglas más sencilla, ya que permitió identificar los predictores más significativo, interpretar con mayor facilidad, y evitar los problemas de multicolinealidad en la producción de cultivos y la ganadería que se encuentran en los modelos Translog. El margen bruto, el margen bruto y el ingreso neto se evaluaron como variables dependientes. El ingreso bruto obtuvo los mejores resultados, y el modelo ingreso bruto Cobb-Douglas fue en consecuencia utilizado para el análisis econométrico.

Después de la decisión en el uso de una forma funcional Cobb-Douglas se predijo el margen bruto utilizando los datos sobre los ingresos brutos empíricos y varias variables explicativas. En segundo lugar, los costos variables estudiados fueron restados de los ingresos brutos previstos (= margen bruto). Finalmente, la utilidad neta se obtuvo restando los costos fijos encuestados incluyendo mano de obra familiar (Zeller Schwarze, 2006). Las fórmulas se describen a continuación en detalle para los cultivos (Cuadro 2) y la producción ganadera (Cuadro 3).

Tierra, trabajo, los gastos de insumos, la altitud (mínimo, máximo y promedio) de tierras de pastoreo, la etnia, la asistencia técnica, el acceso al crédito formal, la edad y la educación del jefe de hogar, la pertenencia a organizaciones, la distancia de costos (mínimo, medio y máximo) de las fincas a los mercados, y los ingresos no agrícolas fueron probados como variables explicativas. El análisis también incluyó las condiciones ambientales,

es decir, la altitud y localidad. El factor topográfico está representado por la altitud. La localidad es una representación de las condiciones del suelo y el acceso al mercado. Las variables climáticas no fueron incluidas. Las regresiones se realizaron con el programa estadístico STATA 9.0. Por último, se evaluó la multicolinealidad y heteroscedasticidad.

La multicolinealidad hace que sea difícil determinar la influencia relativa y absoluta de las variables afectadas sobre la variable dependiente. El factor de inflación de varianza (VIF) se utiliza para la prueba de multicolinealidad (Stata comando VIF). La heteroscedasticidad puede conducir a errores estándar sesgados (Wooldridge, 2006). Para detectar la heteroscedasticidad, la prueba se utiliza Breusch-Pragan/Cook-Weisberg (comando "hettest" en Stata versión 9). Si se detecta heteroscedasticidad, usamos errores estándar robustos que aborden el problema de los errores estándar sesgados (Kohler y Kreuter 2005; Wooldridge, 2006).

a) La producción de cultivos

El ingreso bruto / ha / año incluye el consumo y venta de la producción de los cultivos. No se incluyó la producción de los pequeños "huertos familiares". El coste variable incluye mano de obra contratada y el costo de insumos a precios de mercado. Los costos fijos incluyen mano de obra familiar y la amortización de los instrumentos de trabajo (rudimentarias). El costo variable se restó de los ingresos brutos para calcular el margen bruto. A continuación, los costos fijos se restarán del margen bruto para el cálculo de las utilidades netas de cada hogar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fórmulas utilizadas, cálculo de ingresos netos en la producción de cultivos por año (n = 130)

| Variable | Fórmula |
|-------------------------|--|
| Ingreso Bruto empírico | $GI_i = (Amount\ Sold_i * Market\ Price_i) + (Amount\ Consumed_i * Market\ Price_i)$ $GI_i = (Amount\ Sold_i * Market\ Price_i) + (Amount\ Consumed_i * Market\ Price_i)$ i: número de hogares Los precios de mercado para la cantidad consumida son los precios medios de todas los hogares de la producción vendida |
| Margen bruto | $GM_i = Predicted\ GI_i - Empirical\ Variable\ Cost_i$ i: número de hogares |
| Costo Variable Empírico | $VC_i = (Hired\ Labor_i * Wage_i) + (Input\ Cost_i * Market\ Price_i)$ i: número de hogares |
| Costo Fijo empírico | $FC_i = (Family\ Labor_i * Average\ Wage_i) + Depreciation\ of\ Rudimentary\ Tools_i$ i: número de hogares El salario agrícola fuera de la finca se utiliza como salario promedio en el costo fijo |
| Ingreso neto | $NP_i = GM_i - FC_i$ i: número de hogares |

b) La producción de ganado

El ingreso bruto / ha / año incluye la producción de lácteos (consumo y venta), animales vendidos y consumidos, y el incremento de peso vivo. El costo variable incluye la mano de obra contratada y el costo de insumos a precios

de mercado. Los costos fijos incluyen mano de obra familiar y la amortización de los instrumentos (rudimentarios). A continuación, el costo variable se restó de los ingresos brutos para calcular el margen bruto y el costo fijo se restó del margen bruto para el cálculo de los ingresos netos. Las fórmulas utilizadas se muestran en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Fórmulas utilizadas, cálculo del ingreso neto en la producción de ganado por año (n = 130)

| Variable | Fórmula |
|-------------------------|--|
| Ingreso Bruto empírico | i: número de hogares Dairy incluye productos lácteos vendidos y consumidos Los precios de mercado para la cantidad consumida son los precios medios de todas las hogares de la producción vendida |
| Margen bruto | $GM_i = Predicted GI_i - Empirical Variable Cost_i$ i: número de hogares |
| Costo Variable empírico | $VC_i = (Hired Labor_i * Wage_i) + (Input Cost_i * Market Price_i)$ i: número de hogares |
| Costo Fijo empírico | $FC_i = (Family Labor_i * Average Wage) + Depreciation of Rudimentary Tools_i$ i: número de hogares El salario agrícola fuera de la finca promedio se utiliza como salario promedio en el costo fijo |
| Beneficio neto | $NP_i = GM_i - FC_i$ i: número de hogares |

Por último, se calculó el efecto marginal de los insumos sobre los ingresos brutos. Para calcular el efecto marginal de cada entrada, se utilizó el promedio de la producción y los insumos con el fin de representar las características medias de la finca en la producción de cultivos y el ganado. Con el uso de los coeficientes de la función de producción Cobb-Douglas y el promedio de las variables explicativas, se calculó el promedio de ingresos brutos de la explotación media. El efecto marginal de la tierra, de los gastos de mano de obra e insumos se calculó con la diferencia entre los ingresos brutos de esta finca media, y la incorporación de una unidad más en una sola variable manteniendo las demás variables constantes (“ceteris paribus”).

RESULTADOS

La muestra consiste en 85 % “Mestizo” y 15 % “Saraguro” (grupo indígena) hogares. El número promedio de los miembros del hogar es la 4.1 (Cuadro 4), la media de edad es de 29,5 años, 30,2 años para los hombres y 28,6 años para las mujeres de los hogares. La tasa de analfabetismo es de 12,5 % y 7,7 % para el jefe del hogar. 36,5 % de todas las personas y el 46,9 % de los jefes de hogar completan al menos la escuela

primaria. 3,7 % de todos los miembros del hogar y el 3,1 % de los jefes de hogar completaron la secundaria.

En la muestra, el 88 % de los hogares tiene ingresos no agrícolas. La media y la mediana de los ingresos no agrícolas por hogar son 227 y 122 USD / mes, respectivamente. El promedio de los ingresos no agrícolas por miembro de la unidad familiar es de 55 USD / persona / mes. El salario promedio agrícola fuera de la finca es de 4,75 USD / día.

La fuente más frecuente de los ingresos no agrícolas es el pago del “Bono de Desarrollo Humano” (35 %). El pago es un subsidio en efectivo condicional de \$30 por mes por cada familia muy pobre. El pago puede ser recibido por las personas que son mayores de 65 años, personas con discapacidad, o madre soltera. Es condicional debido a que los beneficiarios deben tener certificados de vacunación y certificados de estudios en el caso de las madres solteras.

En referencia al capital financiero, el 39 % de los hogares obtuvieron un crédito formal. Hay un mercado de crédito informal no cubierto, el crédito informal es ilegal bajo la ley ecuatoriana. Con respecto al capital social, el 40 % de los hogares participan en las organizaciones de agricultores.

Cuadro 4. Estadísticas de capitales personales, financieros y sociales

| Capital personal | Promedio | Desviación Estándar | Porcentaje |
|--|----------|---------------------|------------|
| Número de miembros del hogar | 4.1 | 2.4 | |
| Edad de los miembros del hogar | 29.5 | 21 | |
| Ingresos fuera de la finca | 227 | 288 | |
| <i>Fuente de los ingresos fuera de la finca:</i> | | | |
| - "Bono Desarrollo Humano" | | | 35 |
| - Trabajo temporal agrícola. | | | 17 |
| Origen étnico: | | | 85 |
| - "Mestizo" | | | 15 |
| - "Saraguro" | | | |
| Nivel de educación de los miembros de la familia: | | | |
| - Sin educación | | | 12.5 |
| - Escuela primaria complete | | | 36.5 |
| - Escuela secundaria complete | | | 3.7 |
| Capital financier | | | |
| El acceso al crédito: | | | |
| - menos de un año | 1425 | 985 | |
| - más de un año | 4102 | 1770 | |
| Tasa de interés para acceder al crédito: | | | |
| - menos de un año | 4.8 | 3.3 | |
| - más de un año | 7.3 | 3.4 | |
| Razón por la cual los agricultores no solicitan crédito formal: | | | |
| - Tasa de interés alta | | | 25 |
| - Adversos a la pérdida de sus propiedades | | | 17 |
| Capital social | | | |
| Membresía en una Organización | | | 44 |
| Asistencia a las reuniones | | | 40 |
| Contribución del trabajo de la organización de agricultores (hombre-día/año) | 8.2 | | |
| Organización de agricultores contribución monetaria (USD / año) | 10 | | |

De las 175 fincas² de 130 hogares de la muestra, el 75 % (132 granjas) tienen un título de propiedad legal y el 25 % (43 fincas) no tiene título. Por otra parte, los encuestados informaron que el 76 % de las fincas fueron compradas, el 17 % obtenido por herencia, el 4 % obtenido por donación, y sólo el 1,1 % obtenido por la limpieza de los bosques. Además, se pidió a los encuestados responder: ¿Cuál es el valor de alquilar una hectárea de su finca? El

² Algunos hogares (n = 130) tienen más una finca (175 fincas). En algunos casos, las fincas tienen diferentes regímenes de tenencia de la tierra.

valor medio declarado fue de 67 USD/mes. Los valores más altos se registraron en la región de Sabanilla. En la región del Sabanilla está ubicado a baja altitud cerca de la carretera principal Loja-Zamora, donde las fincas son destinadas principalmente a la producción de leche comercial. Los agricultores tienen 40,4 hectáreas de tierra, en promedio, la mediana es 23,4 ha. El área mínima reportada es de 1,7 hectáreas y la máxima 260,6 ha. 28 % de los hogares tienen menos de 10 hectáreas y sólo el 12 % de más de 80 hectáreas (Figura 2).

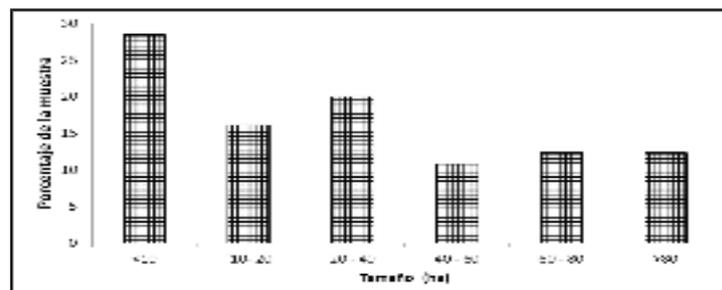


Figura 2. Distribución del tamaño de las fincas por hogar

En la muestra, el 54,0 % (2 820 hectáreas) de la tierra agrícola encuestada es terreno forestal, el 45,3 % (2 398 ha) es tierra de pastoreo. Cultivos herbáceos sólo representan el 0,6 % de la superficie (Figura 3 y la Tabla 5). El uso agrícola está dominado por una asociación de *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris* (56,5 %), que se utiliza con fines de subsistencia (Cuadro 5). La superficie forestal está dominado por bosque nativo 97,8 % (2

757 ha). Hay algunas plantaciones de especies exóticas como *Eucalyptus globulus* (0,2 %) o *Pinus patula* (0,2 %). Los pastizales tiene el predominio de la especie de gramínea *Setaria sphacelata* “Mequerón” (53,2 %) o *Sporobolus indicus* “Morocha” (20,1 %). Más del 12 % de los pastos se siembran con al menos algunos árboles para que pudieran ser llamados un sistema agroforestal (Bhagwat *et al.*, 2008).

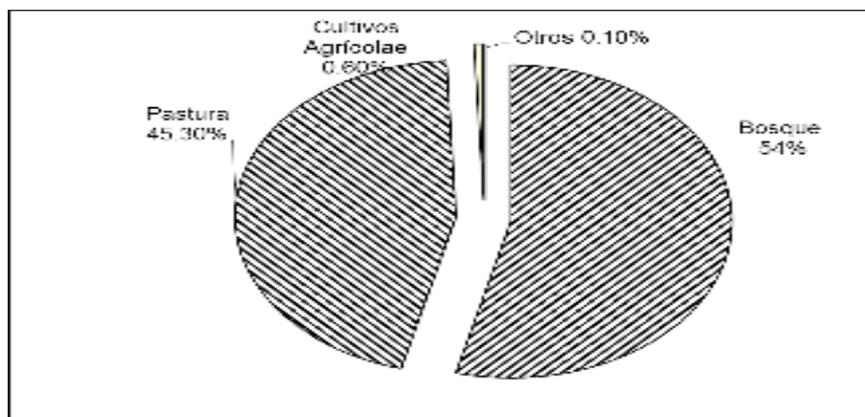


Figura 3. Distribución del Uso del Suelo

La carga animal en el área de investigación es de 0,37 Unidades Animal / ha (0,6 TLU / ha). Este valor está por debajo del promedio de 1,4 UA / ha reportado para ganado de doble propósito (leche y carne) de sistemas de producción en América Tropical (Pearson de Vaccaro, 1986).

En la estructura del Hato (Figura 4), la raza predominante es la “Criolla” con un 47 %. La raza “Holstein” (17,5 %), es predominante en la región “Sabanilla”. La mayoría del ganado es más de 3 años de edad (36 %). 61 % de los bovinos es de sexo femenino.

Cuadro 5. Distribución del uso del suelo por categoría

| Uso de la tierra | Superficie (ha) | Porcentaje |
|---|-----------------|------------|
| Cultivos herbáceos | | |
| Asociación <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i> | 17.33 | 56.5 |
| Huertos familiares | 3.35 | 10.9 |
| <i>Zea mays</i> | 2.78 | 9.1 |
| <i>Musa sp.</i> | 2.63 | 8.6 |
| <i>Saccharum officinarum</i> | 2.60 | 8.5 |
| <i>Prunus sp.</i> | 0.90 | 2.9 |
| Otros cultivos | 1.10 | 3.6 |
| Superficie total de cultivos arables | 30.69 | 100.0 |
| Bosque | | |
| Bosque Nativo | 2757.20 | 97.8 |
| Regeneración natural | 53.82 | 1.9 |
| Plantación de <i>Eucalyptus globulus</i> | 4.73 | 0.2 |
| Plantación <i>Pinus patula</i> | 4.70 | 0.2 |
| Total Bosque | 2820.45 | 100.0 |
| Pastura | | |
| <i>Setaria sphacelata</i> | 1275.90 | 53.2 |
| <i>Indicus Sporobolus</i> | 481.36 | 20.1 |
| Pasto asociado con árboles | 296.28 | 12.4 |
| Pastizal degradado dominado por <i>Pteridium aquilinum</i> (helecho) | 102.86 | 4.3 |
| <i>Melinis minutiflora</i> | 95.29 | 4.0 |
| <i>Lanatus Holcus</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i> , <i>Calamagrostis sp.</i> , <i>Tripsacum laxum</i> , otros pastos | 146.67 | 6.1 |
| Superficie total de pastos | 2398.36 | 100.0 |
| Otro tipo de uso del suelo (Construcción, carretera, campo) | 7.54 | 100.0 |

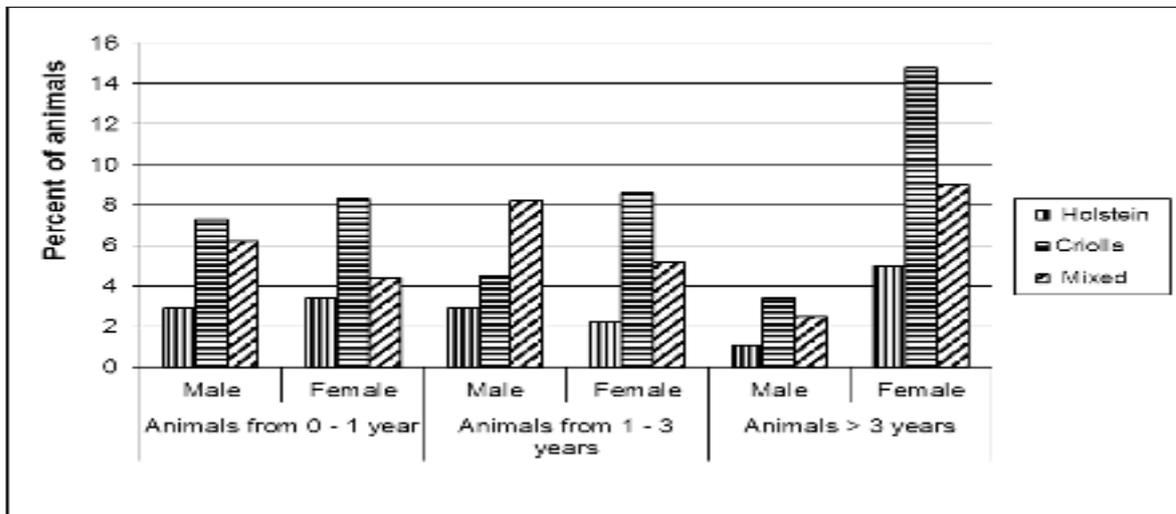


Figura 4. Estructura de la manada por raza, edad y sexo

La mejor función de producción obtenida es una forma funcional Cobb-Douglas con ingreso bruto como variable dependiente ($R^2: 0,94$). Con el margen bruto como variable dependiente, se alcanza solo un R^2 de sólo 0.75. Los estadísticos descriptivos de las variables dependientes y explicativas utilizadas para el cálculo de

la función de producción se muestran en la Tabla 6. Las variables explicativas total del área cultivable y gastos en la entrada son significativas al $p < 0.05$, el trabajo total de los cultivos herbáceos, $p = 0,5$ (Cuadro 7). Los gastos de mano de obra y de insumos tienen un efecto positivo en el ingreso bruto.

Cuadro 6. Estadística descriptiva de las variables dependientes y explicativas

| Variable | Observ. | Media | Desviación estandar. | Min | Max |
|---|---------|---------|----------------------|---------|--------|
| * Ingreso Bruto (USD / año) | 52 | 94.95 | 93.07 | 9.09 | 386.36 |
| * Margen Bruto (USD / año) | 52 | 39.62 | 47.59 | 2.00 | 274.09 |
| * Ingreso Neto (USD / año) | 52 | -100.40 | 99.33 | -399.24 | 4.84 |
| Área cultivable total (ha) | 52 | 0.51 | 0.64 | 0.03 | 4.00 |
| Trabajo total (man-days/yr) | 52 | 28.60 | 27.85 | 2.50 | 116.00 |
| Gastos en insumos (USD / año) | 52 | 59.32 | 59.30 | 1.37 | 270.51 |
| Superficie total (ha) | 52 | 29.25 | 32.20 | 1.52 | 139.34 |
| Radio superficie de cultivos herbáceos/ Superficie total | 52 | 0.04 | 0.06 | 0.001 | 0.32 |
| Etnicidad (1 = "Mestizo", 0 = "Saraguro") | 52 | 0.81 | 0.40 | 0 | 1 |
| Edad del jefe de hogar (años) | 52 | 53.90 | 12.09 | 26 | 88 |
| Años de escolaridad jefe de hogar (años) | 52 | 4.2 | 3.37 | 0 | 15 |
| Ingreso del hogar fuera de la finca (USD / año) | 52 | 2201.77 | 2920.38 | 0 | 12024 |
| Hogar parte de la Organización (dummy), no=0, sí = 1 | 52 | 0.50 | 0.50 | 0 | 1 |
| Acceso al Crédito (dummy),no=0, sí = 1 | 52 | 0.29 | 0.46 | 0 | 1 |
| Log (Ingreso Bruto empírico) | 52 | 5.84 | 0.96 | 3.95 | 7.81 |
| Log (superficie de cultivos) | 52 | -1.20 | 1.07 | -3.61 | 1.39 |
| Log (Trabajo total) | 52 | 2.91 | 0.98 | 0.92 | 4.75 |
| Log (gastos de insumos) | 52 | 3.45 | 1.34 | 0.31 | 5.60 |

* Los valores de ingreso bruto, el margen bruto e ingresos netos son valores empíricos.

No hay problema de multicolinealidad (VIF 3,21 <10). Tampoco hay evidencia de heteroscedasticidad como la prueba Breusch-Pagan/Cook-Weisberg la heteroscedasticidad lineal no rechaza la hipótesis nula de

varianza del error constante ($\text{prob} > \chi^2 = 0,99$). El valor de la constante de regresión es equivalente a 12,79 USD / año (= $\log 2,548922$). Esto no tiene ningún impacto importante en la predicción de los ingresos brutos.

| Factor | Estimación de la población | Std.. Error | valor de t | P> t |
|--|----------------------------|---|------------|---|
| Interceptar | 2.548922 | 0.275024 | 9.27 | 0.000 |
| Logaritmo Tierra | 0.313634 | 0.062856 | 4.99 | 0.000 |
| Logaritmo Trabajo | 0.044776 | 0.070789 | 0.63 | 0.530 |
| Logaritmo Gastos de insumos | 0.519201 | 0.033529 | 15.48 | 0.000 |
| SS Modelo: 47.8883999 (df: 3) SS residual: 2.87243287 (df: 48) SS Total: 50.7608327 (df: 51) | | Número de observ: 52. F (3, 48): 266,75 Prob> F: 0.0000 | | R ² : 0.9434 Adj R ² : 0.9399 MSE Raíz: 0,24463 |
| Prueba Multicolinealidad La media de factores de inflación Variación VIF variables independientes: 3.21 Regla: VIF mayor 10 indica multicolinealidad severa | | | | |
| Breusch-Pagan / test Cook-Weisberg para heteroscedasticidad lineal Ho: varianza constante $\chi^2 (1) = 0.00$ Prob> $\chi^2 = 0,9937$ Resultado: no rechazar Ho: varianza constante | | | | |

Cuadro 7. Función de producción de cultivos arables¹

El ingreso bruto previsto para los cultivos se utilizó para calcular los márgenes brutos (restando el costo variable original) y la utilidad neta (restando los costos fijos

iniciales). El promedio de los ingresos brutos de los cultivos herbáceos fue 243 USD / ha / año., margen bruto 79 USD / ha / año (Cuadro 8).

| Variable | Media | Desviación Estándar |
|--|--------|---------------------|
| Ingreso Bruto Original | 251.87 | 194.99 |
| Ingreso Bruto Predicción | 243.08 | 171.23 |
| Margen bruto original | 88.19 | 42.29 |
| Margen bruto Predicción (Restado el costo variable original) | 79.41 | 38.12 |

Cuadro 8. Rentabilidad de la función de producción de cultivos en USD / ha / año, n = 52

La mejor función de producción es una función de producción Cobb-Douglas. La función de producción Cobb-Douglas con ingreso bruto como variable dependiente, R² = 0.68, el margen bruto (R² = 0,62) y el ingreso neto (R² =

0,34). La coeficiente de determinación entre el ingreso bruto original y predicho es 0.49. Las estadísticas descriptivas utilizadas para el cálculo de la función de producción Cobb-Douglas se muestran en la Tabla 9.

Cuadro 9. Estadística descriptiva de las variables dependientes y explicativas de las familias campesinas

| Variable | Obs | Media | Desviación Estandar. | Min | Max |
|-----------------------------|-----|---------|----------------------|-------|--------|
| * Ingreso Bruto (USD / año) | 130 | 4687.84 | 5527.06 | 0 | 29579 |
| * Margen bruto (USD / año) | 130 | 4236.92 | 5130.20 | 0 | 28210 |
| * Ingreso Neto (USD / año) | 130 | 3465.15 | 4914.10 | 0 | 27196 |
| Área total de Pasturas (ha) | 130 | 18.34 | 17.06 | 0.81 | 82.81 |
| Trabajo total (man-days/yr) | 130 | 159.46 | 96.84 | 19.40 | 647.50 |

¹ La hipótesis nula de rendimientos constantes a escala es rechazada $F_{\text{calculada}} = 12.04 > F_{\text{critical}} (1, 126) = 4,04$ en $\alpha = 0,05$

| Variable | Obs | Media | Desviación Estandar. | Min | Max |
|--|-----|---------|----------------------|-------|---------|
| Gastos de insumos (USD / año) | 130 | 341.95 | 607.94 | 2.50 | 4178.10 |
| Log (Ingresos Brutos) | 130 | 5.37 | 1.00 | -2.30 | 7.05 |
| Log (Area de Pastura) | 130 | 2.46 | 1.01 | -0.21 | 4.42 |
| Log (Total Trabajo) | 130 | 4.89 | 0.63 | 2.97 | 6.47 |
| Log (gastos de insumos) | 130 | 4.57 | 1.67 | 0.92 | 8.34 |
| Localidad (1 = tierra alta, 0 = tierra baja) | 130 | 0.73 | 0.45 | 0 | 1 |
| Mequeron Pasto (Dummy) | 130 | 0.46 | 0.50 | 0 | 1 |
| Mequeron Pasto + Morocha Pasto (Dummy) | 130 | 0.07 | 0.25 | 0 | 1 |
| Pasto de Agroforestería (Dummy) | 130 | 0.07 | 0.25 | 0 | 1 |
| Otro tipo de Pastos (Dummy) | 130 | 0.12 | 0.33 | 0 | 1 |
| Morocha Pasto (%) | 130 | 30.41 | 37.32 | 0.00 | 100.00 |
| Mequerón Pasto (%) | 130 | 44.58 | 37.91 | 0.00 | 100.00 |
| Pasto Agroforestería (%) | 130 | 9.88 | 22.80 | 0.00 | 100.00 |
| Pastura degradada (%) | 130 | 5.24 | 11.81 | 0.00 | 86.50 |
| Melinis Pasto (%) | 130 | 3.12 | 10.49 | 0.00 | 74.70 |
| Pennisetum Pasto (%) | 130 | 2.61 | 11.82 | 0.00 | 100.00 |
| Otro tipo de Pastos (%) | 130 | 4.17 | 13.56 | -0.40 | 76.10 |
| ** Altitud Media de las pasturas (msnm) | 130 | 1996 | 263 | 1261 | 2668 |
| ** Altitud mínima de las pasturas (msnm) | 130 | 1800 | 252 | 1080 | 2360 |
| ** Altitud máxima de las pasturas (msnm) | 130 | 2190 | 301 | 1469 | 2880 |
| Superficie total de la finca (ha) | 130 | 40.37 | 44.99 | 1.52 | 260 |
| Stock de animales (Tropical Livestock Units) | 130 | 9.06 | 9.19 | 0.60 | 50.26 |
| Unidades animales / Superficie total | 130 | 0.18 | 0.10 | 0.01 | 0.47 |
| Etnicidad (1 = "Mestizo", 0 = "Saraguro") | 130 | 0.85 | 0.36 | 0 | 1 |
| Edad del jefe del hogar (años) | 130 | 52.32 | 13.73 | 23 | 88 |
| Años de escolaridad jefe de hogar (años) | 130 | 5.51 | 3.91 | 0 | 18 |
| Ingreso NO agrícola total (USD / año.) | 130 | 2723.69 | 3468.07 | 0 | 19800 |
| Asistencia Técnica (Dummy) | 130 | 0.22 | 0.41 | 0 | 1 |
| Hogar parte de la Organización (Dummy) | 130 | 0.42 | 0.49 | 0 | 1 |
| Acceso al Crédito (Dummie) | 130 | 0.39 | 0.49 | 0 | 1 |
| *** Costo Mínimo Distancia | 130 | 1013 | 2046 | 0 | 9550 |
| *** Costo Maximo Distancia | 130 | 21520 | 22205 | 1531 | 102541 |
| *** Costo Mean Distancia | 130 | 9418 | 7917 | 681 | 37732 |

* Basado en la muestra empíricamente

** Fuente: IGM 2003

*** Fuente: Eichhorn 2009

La función de producción ganadera muestra una relación significativa entre el ingreso bruto y las variables explicativas: superficie total de pastos, trabajo, insumos, altitud mínima de pasturas $p < 0,05$ (Cuadro 10). Como

era de esperar, la tierra, gastos de mano de obra e insumos tienen un impacto positivo en los ingresos brutos. La mayoría de los recursos de mano de obra vinieron de la mano de obra familiar (78%).

Cuadro 10¹. Función de producción del ganado

| Factor | Estimación de la población | Std.. Error | valor de t | P> t |
|--|----------------------------|--|---|--------|
| Interceptar | 2.783633 | 0.8183377 | 3.40 | 0.001 |
| Logaritmo Tierra | 0.3244224 | 0.0951863 | 3.41 | 0.001 |
| Logaritmo Trabajo | 0.9306134 | 0.1374796 | 6.77 | 0.000 |
| Logaritmo Gastos de Insumos | 0.2174619 | 0.0549089 | 3.96 | 0.000 |
| Altitud mínima | -0.0010468 | 0.0003115 | -3.36 | 0.001 |
| Raza | 0.4829716 | 0.2054597 | 2.35 | 0.020 |
| Asistencia técnica | 0.3541327 | 0.1825619 | 1.94 | 0.055 |
| Acceso al Crédito | 0.2579407 | 0.1491435 | 1.73 | 0.086 |
| SS Modelo: 168.744801 (df: 7) SS residual: 78.9144844 (gl: 122) SS Total: 247.659286 (gl: 129) | | Numb. de observ.: 130 F (7, 122): 37,37 Prob> F: 0.0000 | R2: 0.6814 Adj R2: 0.6631 MSE Raíz: 0,80426 | |
| Prueba Multicolinealidad La media de factores de inflación Variación VIF variables independientes: 1.36 Regla: VIF mayor 10 indican de multicolinealidad severa | | | | |
| Breusch-Pagan / test Cook-Weisberg para heterocedasticidad lineal Ho: varianza constante chi ² (1) = 171.36 Prob> chi ² = 0.0000 Resultado: rechazar Ho: varianza constante | | | | |
| Tratar Heterocedasticidad con Robust Error estándar | | | | |
| Factor | Estimación Robusta | Robusto Stand. Error | valor de t | P> t |
| Intercepto | 2.783633 | 1.119741 | 2.49 | 0.014 |
| Log (Tierra) | 0.3244224 | 0.0603147 | 5.38 | 0.000 |
| Log (Trabajo) | 0.9306134 | 0.2997896 | 3.10 | 0.002 |
| Log (gastos de insumos) | 0.2174619 | 0.0367893 | 5.91 | 0.000 |
| Altitud mínima | -0.0010468 | 0.0004137 | -2.53 | 0.013 |
| Raza | 0.4829716 | 0.3374781 | 1.43 | 0.155 |
| Asistencia técnica | 0.3541327 | 0.2061023 | 1.72 | 0.088 |
| Acceso al crédito | 0.2579407 | 0.1695159 | 1.52 | 0.131 |
| Número de obs.: 130 F (7, 122): 33,78 Prob> F: 0.0000 | | R2: 0.6814 MSE: 0,80426 | | |

La altitud tiene un impacto negativo sobre los ingresos brutos. Esto significa que los agricultores situados en la zona inferior “región Sabanilla” son más productivos en comparación con los agricultores situados en zonas altas. Esta interpretación está de acuerdo con una variable dummy “Local”, que también se puso a prueba, pero resultó ser a ser menos importante. La variable “grupo étnico” muestra un impacto positivo en los ingresos brutos. Esto significa que hay diferencias en la producción entre los “mestizos” y “Saraguro”. Una finca de propiedad del “Mestizo” tiene un ingreso bruto superior. Los agricultores con acceso a asistencia técnica

tienen una mayor producción en promedio. Por último, el acceso al crédito formal también tiene un impacto positivo en la producción.

En referencia al valor del intercepto, que es equivalente a 16,18 USD / ha / año (= log 2.783633) no tiene gran impacto en la predicción de los ingresos brutos.

El ingreso bruto previsto de cada uno de los hogares se utilizó para calcular los márgenes brutos y beneficios netos por hectárea (Figura 5). El promedio de los ingresos brutos previsto es de 269 USD / ha / año, el margen bruto es de 245 USD / ha / año y el ingreso neto es de 160 USD / ha / año.

1 La hipótesis nula de rendimientos constantes a escala es rechazada F calcular: 19,9> F (1126) = 3,9 crítico en α 0,05

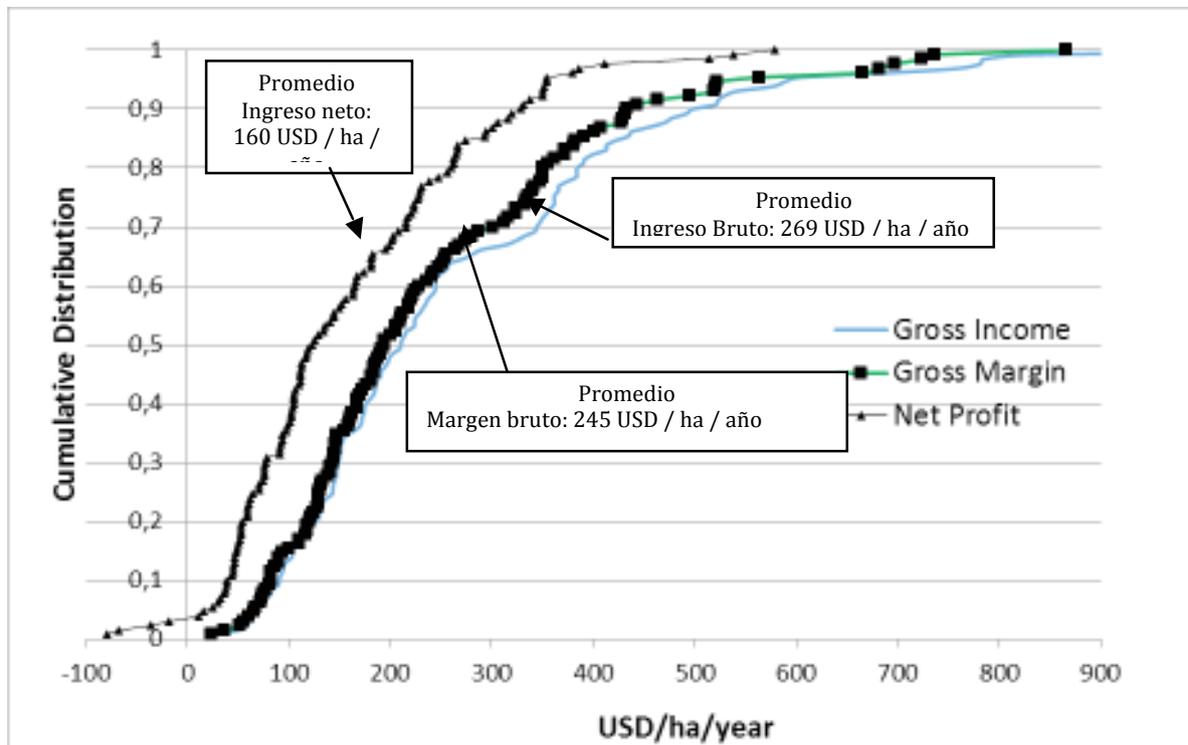


Figura 5. El ingreso bruto, el margen bruto e ingreso neto de la producción de ganado (n = 130)

DISCUSIÓN

Los estudios sobre la rentabilidad de la producción agrícola fueron realizados por Wunder (2000) para los Andes del Ecuador, y por Knoke *et al.*, (2009) para el área de investigación local. Sin embargo, existe una brecha de la información acerca de la heterogeneidad de la rentabilidad agrícola entre las unidades de producción. En este estudio, llenamos este vacío de información. Se analiza la rentabilidad de los cultivos y sistemas de producción ganadera locales.

Dados los recursos limitados del estudio, el método de muestreo “snowball” utilizado probablemente ha obtenido los mejores resultados en comparación a un método de muestreo aleatorio. Las familias campesinas en el área de investigación tienden a exagerar o subestimar sus características agrícolas o de producción como estrategia de la “protección personal” que podría dar lugar a un sesgo estratégico. En este sentido, el enfoque de “snowball” reduce el sesgo estratégico que se presente cuando la información es de alta sensibilidad o cuando se trata de información financiera a ser revelada. El muestreo no aleatorio requiere esa estadística descriptiva presentada y debe ser tratada con cautela. Del mismo modo, la representación de ingreso de ganadero como una función de los incrementos de crecimiento y venta de ganado, necesitará refinamientos que potencialmente afectan a las conclusiones presentadas.

La producción de cultivos representa el 3,9% del ingreso total de los hogares y es menos rentable en promedio que la producción de ganado (160 USD / ha / año). Los

cultivos están restringidos a pequeñas parcelas próximas a las viviendas, principalmente para el autoconsumo. Por otra parte, los ingresos de la producción ganadera representan el 70,4% del ingreso total de los hogares.

La mano de obra familiar tiene una fuerte influencia en la rentabilidad de la producción de los cultivos y la ganadería. Los cálculos de las utilidades netas se reducen drásticamente cuando el trabajo familiar se valora en las tasas de salarios agrícolas reales y se incluyen como costos fijos. El margen bruto en los cultivos van desde 79 USD / ha / año a -276 USD / ha / año. El margen bruto en la producción ganadera va de 245 USD / ha / año a 160 USD / ha / año. Como consecuencia, algunos valores negativos en el ingreso neto de la producción de ganado aparecen. La tasa salarial aplicada puede haber sido demasiado alta ya que los agricultores realmente reportan dificultades para encontrar empleo fuera de la finca.

Nuestros resultados muestran que la producción ganadera es el uso de la tierra más rentable. Pero también tiene una gran heterogeneidad en las ganancias netas. La media de ingreso neto de la producción ganadera es de 160 USD / ha / año. Este valor es menor que el beneficio neto de 208 USD / ha / año (ajustado a la inflación³) Reportado

3 El valor se ajusta con la fórmula: Valor futuro = Valor actual * (1 + % de inflación) ^ número de años. El valor de referencia ajustado es de 2007. La encuesta se realizó a principios de 2008 y la información de datos corresponde a 2007. Ecuador adoptó el dólar como moneda oficial desde 2000.

por Wunder⁴ (2000) para los Andes ecuatorianos. Nuestros valores difieren de los valores reportados por Wunder (2000), ya que Wunder obtuvo los valores en base a la información dada por los expertos en la materia. También, nuestro valor (160 USD / ha / año) es mayor que el beneficio neto ~ 100 USD / ha / año reportado por Knoke⁵ *et al.*, (2009) para el área de investigación. Nuestros valores pueden diferir de los valores reportados por Knoke *et al.*, (2000) porque Knoke *et al.*, Tiene una muestra más pequeña, y han utilizado un algoritmo diferente para el cálculo de la renta.

Nuestra contribución principal es mostrar la enorme heterogeneidad presente en la muestra. Por ejemplo, 70 USD / ha / año (percentil 25), 123 USD / ha / año (percentil 50) y 227 USD / ha / año (percentil 75). La heterogeneidad de la rentabilidad de la producción de ganado tiene implicaciones políticas de biodiversidad, por ejemplo en los efectos distributivos y de eficiencia de los pagos para la conservación forestal o en medidas alternativas de conservación (Wunder, 2005).

El análisis de la producción ganadera sugiere que varios factores influyen en la rentabilidad. La función de producción Cobb-Douglas determina los factores importantes que afectan a los ingresos brutos que afecta directamente a la rentabilidad. Un agricultor que vive en tierras bajas, es de la etnia "Mestizo", tiene acceso a la asistencia técnica y el crédito tiene un mayor margen bruto que un agricultor que vive en las tierras altas, es de etnia "Saraguro", y sin acceso a asistencia técnica y crédito. Una de las razones de las diferencias en la rentabilidad puede ser que los "mestizos" están más conectados con los mercados locales de Loja y Zamora ciudades. Por el contrario, el grupo étnico "Saraguro" se encuentra lejos de los mercados locales.

Una hectárea de cultivo más aumenta los ingresos brutos por 148,6 USD / año. Debido a la problemática del terreno (fuertes pendientes), una extensión sustancial de la agricultura de cultivo no puede ser posible. Un hombre-día más de trabajo aumenta el ingreso bruto por 0,38 USD / año. El efecto marginal de la mano de obra es menor que el salario promedio (4 USD / día) reportado para nuestra muestra. Esto significa que hay demasiada mano de obra disponible para la producción de cultivos. Un USD / año de aumento en los gastos de insumos aumenta los ingresos brutos por 2,12 USD / año. Esto significa que la inversión en insumos parece muy bajo.

El efecto marginal de una hectárea más de pasturas

aumenta en el ingreso bruto en 4,75 USD / año. Esto es mucho menor si se compara con los cultivos. Un hombre-día más de trabajo aumenta el ingreso bruto por 1,56 USD / año. El efecto marginal de la mano de obra sigue siendo menos que el salario promedio pagado (4 USD / día) para la muestra - pero es mucho más alto en comparación con la agricultura. Un USD / año más en los insumos sólo aumenta los ingresos brutos por 0,17 USD / año. Esto significa que la inversión en insumos puede ya ser elevada dado el principio las limitaciones de la tecnología de producción actual.

En vista de las preocupaciones de la conservación de la naturaleza en la zona de estudio que coincidiendo con la pobreza extrema, es un desafío mejorar la rentabilidad de los hogares campesinos locales por hectárea (intensificación). Contrariamente a las ideas expresadas por Adams (2009), quien aboga por una intensificación del sistema de uso de la tierra, nuestros resultados indican que sólo hay un espacio limitado para la intensificación con las tecnologías actuales de producción. Mejores resultados pueden alcanzarse si parte de la tierra de pastoreo se podría destinar a la agricultura sin inducir preocupaciones adicionales de conservación de recursos. También una inversión efectiva más alta a la agricultura arable parece prometedora, con tasa de retorno potencial de más de 100% anual. Por otra parte, el acceso a la asistencia técnica y al crédito formal puede mejorar la producción de ganado.

CONCLUSIONES

A pesar de las dos advertencias sobre la representatividad estadística y análisis más detallados necesarios sobre la representación de los ingresos ganados en función de los incrementos de crecimiento y ventas de ganado, es posible indicar que la producción ganadera extensiva a base de pasturas es el uso del suelo más rentable en el área de investigación y con una gran heterogeneidad entre los hogares. La heterogeneidad de la rentabilidad tiene implicaciones para las políticas de biodiversidad con la aplicación de los instrumentos de conservación en términos de la eficiencia e impactos distributivos. Nuestros resultados sugieren que el ingreso neto de la producción ganadera es de 160 USD / ha / año. Los factores que influyen en el margen bruto y en consecuencia la rentabilidad de la producción ganadera es el tamaño de la tierra, la mano de obra, los gastos de los insumos, el origen étnico, la altitud y el acceso a la asistencia técnica y crédito formal. Mientras que la intensificación agrícola afronta serios retos se deben tomar en cuenta los aspectos de conservación y pobreza como de alta prioridad, nuestros resultados indican que sólo hay un espacio limitado para las mejoras a corto plazo.

4 Wunder (2000) reporta 125 USD / ha / año para la cría de ganado vacuno, con 5% de tasa de descuento, en el cuarto año del ciclo de la deforestación. No explícita cómo se valora el trabajo.

5 No explícita cómo se valora y se incorporó el trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams M. 2009. Pasture Extensification in the Southern Ecuadorian Andes: Appraisal and Recommendations, *Journal of Sustainable Forestry* 28(6):866 - 887.
- Azzoni C., Isai J. 1994. Estimating the cost of environmental protection in Brazil. *Ecological Economics* 11(2):127 -133.
- Barrera V., Grijalva J., León C. 2004. Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecorregión andina del Ecuador. *Arch. Latinoam. Producción Animal*. 12(2):43-51.
- Barthlott W., Lauer W., Placke A. 1996. Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* 50:317- 327.
- Bawa K., Seidler R. 1998. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conservation Biology* 12:46-55.
- Beck E. 2008. Preface. In: Beck, E.; Bendix, J.; Kottke, I.; Makeschin, F. and Mosandl, R.: Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador. *Ecological Studies* 198:5-7.
- Beck E., Makeschin F., Haubrich F., Richter M., Bendix J., Valarezo C. 2008a. The Ecosystem (Reserva Biológica San Francisco). In: E. Beck, J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, R. Mosandl (eds.): Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador: *Ecological Studies* 198:1-14.
- Beck E., Hartig K., Roos K. 2008b. Forest clearing by slash and burn. In: E. Beck, J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, R. Mosandl (eds.): Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador: *Ecological Studies* 198:371-374.
- Benhin J. 2006. Agriculture and deforestation in the Tropics: A Critical Theoretical and Empirical Review. *Ambio* 35:9-16.
- Bode M., Watson J., Iwamura T., Possingham H. 2008. The cost of conservation. *Science* 321:340.
- Bhagwat S., Willis K., Birks H, Whittaker R. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23(5):261-267
- Brehm G. 2005. A revision of the Acrotomodes clota Druce, 1900 species-group (Lepidoptera: Geometridae, Ennominae). *Entomologische Zeitschrift*, 115:75-80.
- Brehm G., Fiedler K., Häuser C., Dalitz H. 2008. Methodological challenges of a Megadiversity ecosystem. In: E. Beck, J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, R. Mosandl (eds.): Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador: *Ecological Studies* 198:37-40.
- Brooks T., Mittermeier R., Mittermeier C., Da Fonseca G., Rylands A., Konstant W., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G., Hilton-Taylor C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16:909-923
- Bockstael N., Freeman M. 2005 Pages 58-539 in Mäler K. and Vicent J. Editors. Handbook of environmental economics. Volumen 2. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Brummitt N., Lughadha E. 2003. Biodiversity: Where's Hot and Where's Not. *Conservation Biology* 17(55): 442-1448.
- Bryan B., King D., Ward J. 2009. Modelling and mapping agricultural opportunity cost to guide landscape planning for natural resources management. *Ecological indicators* *Ecological Indicators* doi:DOI: 10.1016/j.ecolind.2009.02.005.
- Carson R., Hanemann M. 2005. Contingent Valuation. in Mäler K. and Vicent J. Editors. Handbook of environmental economics 2:821-936.
- Carwardine J. Wilson K., Ceballos G., Ehrlich P., Naidoo R., Iwamura T., Hajkowitz S., Possingham. 2008. Cost-effective priorities for global mammal conservation. *PNAS* 105 (32):11446 - 11450.
- Chazdon R. 1998. Tropical forests – log ‘em or leave ‘em? *Science* 281:1295-1296
- Chomitz K., Alger K., Thomas T., Orlando H., Nova P. 2005. Opportunity costs of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia. *Environment and Development Economics* 10:293-312.
- Coelli T., Rao D., O'Donnell C, Battese G. 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Second Edition. Springer, New York, USA.
- CIPRB (Comisión Interinstitucional Pro Reserva de Biosfera). 2005. Reserva de biósfera Podocarpus – El Cóndor, Loja-Ecuador 145 p.
- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-60.
- Diewert W. 1971. An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function." *Journal of Political Economy* 79(3): 481-507.
- Engel S., Wünscher T., Wunder S. 2009. Increasing the efficiency of forest conservation: In Palmer, C and Engel, S. (eds). The case of payments for environmental services in Costa Rica in Avoided deforestation 208-216. Routledge.
- FAO. 2006. Global forest resources assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 2007. The State of Food and Agriculture. Paying farmers for environmental services. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Fiedler K., Beck E. 2008. Investigating gradients in ecosystem analysis. In: E. Beck, J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, R. Mosandl (eds.): Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador: *Ecological Studies* 198:49-54.
- IGM (Instituto Geográfico Militar del Ecuador). 2003. Aerial photographs, scale 1:5000 resolution pixel 1m, panromaticas, Projection UTM, DATUM WGS84 Zone 17S.
- Kaimowitz D., Angelsen A. 2008. Will Livestock Intensification Help Save Latin America's Tropical Forests?, *Journal of Sustainable Forestry*, 27 (1): 6-24.
- Kelsey J., Leimona B., Ferraro P. 2008. A Revealed preference approach to estimating supply curves for ecosystem services: Use of auctions to set payments for soil erosion control in Indonesia. *Conservation Biology*, 23 (2):

- 359 – 367.
- Kohler U., Kreuter F. 2005. Data analysis using Stata. Stata Corp LP, USA.
- Knoke T., Calvas B., Aguirre N., Roman-Cuesta R.M., Günter S., Stimm B., Weber M., Mosandl R. 2009. Can tropical farmers reconcile subsistence demands with forest conservation?. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(10): 548-554.
- Maza B., Barkmann J., von Walter F., Marggraf R. 2010a. Modelling smallholders production and agricultural income in the area of the Biosphere reserve “Podocarpus – El Cónдор”, Ecuador. Internal Discussion paper. Department of Agricultural Economics, Georg-August Universität Göttingen. No. 1009.
- Maza B., Barkmann J., von Walter F., Marggraf. 2010b. Efficiency and Distributional impacts of protected area planning using PES schemes in the Biosphere Reserve “Podocarpus-El Cónдор”, Ecuador. (Chapter IV).
- Maza B., Ogundari K., Barkmann J., Marggraf R. 2010c. Technical efficiency of pasture-based agricultural production by indigenous and non-indigenous smallholders in the buffer zone of Podocarpus National Park, Ecuador. The journal for submission is *Journal of Social and Economical Development*. (Chapter III).
- Miller R., Nair P. 2006. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforestry Systems* 66:151–164.
- Meyers N., Mittermeier R., Mittermeier C., Da Fonseca G., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Mosandl R., Günter S., Stimm B., Weber M. 2008. Ecuador suffers the highest deforestation rate In: E. Beck, J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, R. Mosandl (eds.): *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador: Ecological Studies*, 198:37-40.
- Naidoo R., Adamowicz W. 2005. Modelling opportunity cost of conservation in transitional landscapes. *Conservation Biology* 20 (2):490-500.
- Naidoo R., Balmford A., Ferraro P., Polasky S., Ricketts T., Rouget M. 2006. Integrating economic cost into conservation planning. *Trends in Ecology and Evolution* 21(12): 681–687.
- Nicholson W. 1998. *Microeconomic theory. Basic principles and extensions*. Seventh Edition. Harcourt Brace College Publishers, USA.
- O’Connell M., Young J. 2002. The Role of saltland pastures in the farming system – A whole – Far, *Bio-Economic Analysis*.
- Pohle P., Gerique A. 2006. Traditional ecological knowledge and biodiversity management in the Andes of southern Ecuador. *Geographica Helvetica* 61(4): 275-285.
- Pohle P. 2008. The people settled around Podocarpus National Park. In: Beck, Erwin; Bendix, Jörg; Kottke, Ingrid; Makeschin, Franz; Mosandl, Reinhard (eds.): *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Ecological Studies* 198:25-36.
- Pohle P., Gerique A. 2008. Sustainable and Non Sustainable Use of Natural Resources by Indigenous and Local Communities. In: Beck, Erwin; Bendix, Jörg; Kottke, Ingrid; Makeschin, Franz; Mosandl, Reinhard (eds.): *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Ecological Studies* 198:347-362.
- Pohle P., Gerique A., Park M., Lopez Sandoval M. 2009. Human ecological dimensions in sustainable utilization and conservation of tropical mountain forests under global change in southern Ecuador. In: Tschardtke, T., Leuschner, C., Veldkamp, E., Faust, H., Guhardja, E., Bidin, A. (eds.): *Tropical rainforests and agroforests under global change*, Springer, Berlin. 198:477-505.
- Socio Bosque. 2010. *Socio Bosque: Primer Año de implementación 2008-2009*. Quito, Ecuador.
- Svenning J. 1998. The effect of land-use on the local distribution of palm species in an Andean rain forest fragment in northwestern Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 7:1529-1537
- Torracchi S., Tapia M., Valdivieso M. (without year). Spatial and temporal analysis of vegetation from Zamora’s basin. Universidad Tecnica Particular de Loja; power point presentation cited in Knoke T., Weber M., Barkmann J., Pohle P., Calvas B., Medina C., Aguirre N., Günter S., Stimm B., Mosandl R., von Walter F., Maza B., Gerique A. 2009a. Effectiveness and Distributional Impacts of Payments For Reduced Carbon Emissions From Deforestation. 63(4):365–384.
- UNL (Universidad Nacional de Loja). 2005. Estado de conservación de áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención. CINFA, Herbario Reinaldo Espinosa. Loja, Ecuador.
- Van Houtert M., Sykes A. 1999. Martin F. J. 1999. Enhancing the profitability of pasture-based dairy production in the humid tropics through improved nutrition. *Preventive Veterinary Medicine*. 38 (2-3):147-157.
- Wooldridge J. 2006. *Introductory Econometrics: A modern approach*. Second Edition. South-Western. USA.
- Wunder S. 1996. *Los caminos de la madera*. Probona-Programa Regional De Bosques Nativos Andinos. Quito, Ecuador.
- Wunder S. 2000. *The economics of deforestation: the example of Ecuador*. St. Martin, New York.
- Wunder S. 2005. *Payments for Ecosystem services: Some nuts and bolts*. CIFOR. Ocasional Paper No. 42. Jakarta 10065, Indonesia.
- Wunder S. 2007. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology* 21:48–58.
- Zeller M., Schwarze S. 2006. *Submodule: Planning methods for agricultural development*. Göttingen Germany.

Variación de propiedades físico-mecánicas en relación con la edad de cinco especies maderables de bosque secundario, del sur amazonia ecuatoriana

Variation of physical-mechanical regarding the age of five tree species of secondary forest, south Ecuadorian Amazon properties

Héctor Maza Chamba^{1*}, Carlos Valarezo Manosalvas², Edison Ramiro Vásquez², Miguel Villamagua² y Byron Maza Rojas³

¹ Docente-Investigador de la Universidad Nacional de Loja, Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de Maderas

² Docentes-Investigadores de la Universidad Nacional de Loja

⁵ Docente Investigador de la Universidad Regional Amazónica IKIAM

* autor para correspondencia: hectormazach@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación se realizó con madera proveniente de bosques secundarios de 10 y 15 años de edad, ubicadas en los cantones Zamora y Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. Las especies estudiadas son: *Miconia glaberrima* (Schltd) Naudin, *Otoba parvifolia* (Markgr) A.H. Gentry, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Pourouma cecropiifolia* Mart, *Trichilia martiana* C.DC. El objetivo fue determinar las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas en relación con la edad de la madera, con el fin de contar con información básica de estas maderas para las condiciones de bosque húmedo tropical del sur de la Amazonía Ecuatoriana. La metodología empleada se fundamenta en las normas ASTM (American Society for Testing and Materials 1978). Los resultados de las propiedades físicas determinó que la densidad básica de éstas especies fluctúa entre 0,30 a 0,68 g/cm³. Las contracciones radiales se encuentran en un rango de 2 a 4 %, tangenciales 4 a 7 % y las volumétricas de 7 a 11 %, donde el *Pourouma cecropiifolia* tienen los valores más altos. Las especies de *Miconia glaberrima* y *Pourouma cecropiifolia*, presentan diferencias significativas en la contracción tangencial entre las dos edades de la madera. En referencia al corte o cizallamiento y ELP en compresión perpendicular al grano, la única especie que presenta variación entre madera de 10 y 15 años es la *Miconia glaberrima*.

Palabras claves: densidad, miconia, otoba, pourouma, piptocoma, trichilia, cizallamiento

ABSTRACT

A study of variations in the physical and mechanical properties in relation to the age of the wood was executed with samples from secondary forests of 10 and 15 years old, located in the province of Zamora Chinchipe - Ecuador. The species studied were *Miconia glaberrima* (Schltd) Naudin, *Otoba parvifolia* (Markgr) A.H. Gentry, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Pourouma cecropiifolia* Mart, *Trichilia martiana* C.DC. The standards ASTM (American Society for Testing and Materials) for the evaluation of physical and mechanical properties was used. The basic density species assessed ranges from 0,30 to 0,68 g / cm³. The radial contractions are in a range of 2 to 4 %, tangential from 4 to 7 % and volumetric from 7 to 11 %, where *Pourouma cecropiifolia* has the highest values. The species of *Miconia glaberrima* and *Pourouma cecropiifolia* have significant differences in tangential shrinkage between the two ages of the wood. Referring to the cut or shear and perpendicular compression to ELP grain, the only specie that has variation between wood 10 to 15 years is the *Miconia glaberrima*.

Keywords: density, Miconia, Otoba, Pourouma, Piptocoma, Trichilia, Shear, Rain forest, Physical and mechanical properties

INTRODUCCIÓN

La madera del bosque secundario se desarrolla bajo condiciones adversas como: condiciones de suelo de baja fertilidad, competencia por luz, suelos con pendientes elevadas, factores estos que producen acumulación de tensiones, lo cual conlleva a variaciones en las propiedades de la madera como resultado de patrones de crecimiento de los árboles diferenciados, así como también de las influencias ambientales que afectan ese crecimiento, tales como clima, suelo, humedad y competencia, es indudable que los factores genéticos; hasta el presente mayoritariamente desconocidos, también juegan papel importante. Por su parte Arroyo (1983), menciona que los factores ambientales producen la variabilidad en las características de la madera dentro de una misma especie de un árbol a otro, en la madera de diferentes partes dentro de un mismo árbol y aún dentro de una misma pieza de madera

Según Castro (1972), menciona que el factor externo suelo ejerce gran influencia en el desarrollo del árbol y esto se ve reflejado en la calidad de la madera; así cuando el terreno es húmedo la fibra resulta ligera y esponjosa siendo el exceso de agua el que impide que la savia se concentre y forme un tejido compacto, en cambio los árboles de maderas duras se desarrollan en terrenos secos y arcillosos. Los factores indicativos de la variabilidad en las características de la madera, la apariencia, velocidad de crecimiento, densidad y orientación del grano, son los más fácilmente reconocibles. Por otra parte, las diferencias en las propiedades mecánicas, estabilidad dimensional o la durabilidad, pueden obedecer a razones menos evidentes, tales como tipos y organización de las células dentro de los anillos de crecimiento, composición y cantidades de extractivos, orientación de las microfibrillas en las paredes celulares, o el espesor y la estructura de la pared secundaria. (Arroyo, 1983).

Es importante destacar lo que expresa Mateus, citado por Oliveira, *et al* (1988), quien afirma que cada especie forestal está caracterizada por una estructura anatómica bien diferenciada desde el punto de vista de su geometría, composición y arreglo de sus elementos constituyentes que permiten hacer inferencias respecto a su comportamiento físico-mecánico. Estas propiedades de resistencia no son el reflejo de una sola característica anatómica, sino que el resultado de la interacción de diferentes características estructurales. (Espinoza de Pernía y León, 2001). La característica anatómica de mayor influencia en las propiedades de resistencia mecánica de la madera es el grosor de las paredes de las fibras, observándose que en aquellas maderas en donde se desarrollan fibras de paredes gruesas sus propiedades de resistencia son mayores a las de maderas con fibras delgadas. (Leclercq, 1980). Espinoza de Pernía y León (2001), señalan, la longitud de las fibras ejerce un papel preponderante cuando se aplican esfuerzos en dirección

paralela al grano. La resistencia a la compresión paralela a las fibras, la resistencia a la tensión y la dureza de los extremos son propiedades que se encuentran altamente influenciados por esta característica. En estos casos se observa que aquellas especies que desarrollen fibras de mayor longitud, van a desarrollar mayores valores en las diferentes propiedades mencionadas. Fahn (1978), señala que también la calidad de la madera, se debe a la presencia o ausencia de fibras, su número relativo, su diámetro y el grosor de sus paredes celulares, su longitud y la proporción en que se entrecruce; así mismo su forma recta o curvada. El objetivo de la investigación fue establecer la variación de la estructura anatómica y las propiedades físico-mecánicas de las especies maderables en relación con la edad de bosques secundarios.

METODOLOGÍA

Ubicación

Las parcelas donde se tomó muestras de las especies maderables, están ubicados en los cantones de: Centinela del Cóndor y Zamora perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe a una altura de 1000 a 2000m.s.n.m. La zona pertenece a la formación ecológica Bosque Muy Húmedo Premontano (BmhPm), caracterizado por una precipitación anual, alrededor de, 4 000 milímetros. Este clima cálido tropical húmedo está regulado por los vientos alisios del Atlántico. La temperatura fluctúa entre 18 y 25 °C. Está dominado por la entrada de masas de aire húmedo de las tierras bajas del Amazonas (Sudamérica monzón de verano) en la parte oriental de la zona de estudio (Bendix *et al.*, 2008. Brauning 2009), citado por Volland-Voigt (2011).

Métodos

Las probetas para los ensayos de propiedades físicas tuvieron 3 x 3 x 10 cm con planos de corte transversal, radial y tangencial perfectamente definidos y sin defectos. Seguidamente se determinó el volumen por el método de desplazamiento de agua, se pesó el volumen de agua desplazada se elimina el agua superficial mediante papel secante para inmediatamente pesar. Luego se registró las dimensiones de las caras tangencial, radial y longitudinal. Estas probetas se las llevó al proceso de secado en estufa a 103° C, durante 24 horas. Luego, previo enfriamiento, se registró las dimensiones tangencial, radial y longitudinal en condición seca al horno. Con los datos obtenidos se procedió a calcular lo siguiente:

Para determinar densidad seca al horno, densidad verde y densidad básica se aplicó las formulas siguientes: $D_{sh} = P_{sh} / V_{sh}$; $D_v = P_v / V_v$; $D_b = P_{sh} / V_v$, respectivamente y expresado en g/cm³. Para determinar la contracción en sus diferentes direcciones y planos de corte, se aplicó la fórmula: $C \% = (D_v - D_{sh}) / D_v * 100$



Figura 1. Mapa de ubicación de parcelas en los cantones de Zamora y Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe

Donde:

Dsh = densidad seca al horno en g/cm^3
 Dv = densidad verde en g/cm^3
 Db = densidad básica en g/cm^3
 Psh = peso seco al horno en g
 Pv = peso verde

Vv = Volumen verde
 Vsh = Volumen seco al horno
 C % = contracción en %
 Dv = dimensión verde en cm
 Dsh = dimensión seca al horno en cm

Los ensayos se realizaron utilizando una máquina de resistencia de materiales y de acuerdo a lo estipulado en las normas ASTM, conforme al siguiente detalle:

Para el ensayo de compresión paralela a la fibra se elaboraron probetas rectangulares de 2,5 x 2,5 x 10 cm., las probetas estuvieron libres de defectos, con planos de corte tangencial y radial bien definidos. Se sometió a la aplicación de carga continua a una velocidad de 0,03 cm/min, las deformaciones fueron registradas en una base de datos, mediante el uso del software de la máquina de resistencia

de materiales. Con los datos obtenidos se calculó: $ELP = P_1/A$
 $A: MRC = P_2/A; Y = (P_1 \times L)/(A \times d)$

La probetas para ensayo de compresión perpendicular a la fibra tuvieron una dimensión de 5 x 5 x 15 cm, se sometió a una carga continua con una velocidad de 0,03 cm/min, sobre la cara radial de la muestra por medio de una placa de 5 cm de ancho, con los datos obtenidos del proceso de carga deformación se calculó el esfuerzo de las fibras al límite proporcional con la siguiente fórmula: $ELP = P_1/A$

Donde:

ELP = esfuerzo de la fibra al límite proporcional en kg/cm^2
 MRC = máxima resistencia a la compresión paralela en kg/cm^2
 Y = módulo de Young en kg/cm^2
 P_2 = carga máxima en kg
 A = área de la sección transversal de la probeta antes del ensayo en cm^2
 P_1 = carga al límite proporcional en kg
 d = deformación de la probeta hasta el límite proporcional en cm.
 ELP = esfuerzo de las fibras al límite proporcional en kg/cm^2
 A = área de compresión igual de 25 cm^2

Las probetas para conocer la resistencia en flexión estática tuvieron una dimensión de 2.5 x 2.5 x 41 cm, la velocidad de la carga aplicada fue de 0.25 cm/min, hasta que la carga falle, con los datos del proceso de carga deformación se

calculó:

$$ELP = (3P_1L)/(2ah^2)$$

$$MR = (3P_2L)/(2ah^2)$$

$$MOE = (P_1L^3)/(4dah^3)$$

Donde:

ELP= esfuerzo de las fibras al límite proporcional en flexión estática en kg/cm^2
 MR = módulo de ruptura en kg/cm^2
 MOE= módulo de elasticidad en flexión, kg/cm^2

P_1 = carga al límite proporcional en kg
 P_2 = carga máxima en kg
 L = distancia entre puntos de apoyo en cm
 d = deformación al límite proporcional en cm
 a = ancho de la probeta en cm
 h = espesor de probeta en cm

Para determinar la dureza de la madera se utilizó probetas de 5 x 5 x 15 cm, se aplicó carga continua a una velocidad de 6 mm/min hasta la penetración completa de la semiesfera. Se realizó 6 mediciones: dos por cara tangencia, dos por cara radial y uno en cada extremo. Se registró la carga necesaria para penetrar la semiesfera en cada plano de corte y se calculó los promedios de dureza en lados y extremos expresados en kg/cm²

El esfuerzo al cizallamiento realizó con probetas de 5 x 5 x 6.3cm, seccionada en la cara tangencial para permitir el acoplamiento del accesorio del ensayo y disponer de un área de cizallamiento de 25 cm². Se aplicó carga constante a una velocidad de 0.6 mm/min hasta la ruptura de la probeta, con los valores registrados se calculó la resistencia de la madera al cizallamiento con la fórmula: $C_p = P/A$

Donde:
 C_p = resistencia al cizallamiento en kg/cm²
 P = carga máxima en kg
 A = área de cizallamiento en cm²

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta los resultados de los ensayos realizados para las pruebas físicas y mecánicas de las

cinco especies con valores promedio y su respectiva desviación estándar, divididos por edades de 10 y 15 años. Los valores son promedios de los dos cantones Zamora y Centinela del Cóndor

Cuadro 1. Propiedades físicas de cinco especies maderables de 10 y 15 años de edad

| ESPECIE | Edad (años) | Propiedad física | | Propiedad mecánica | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| | | Densidad básica (g/cm ³) | Coefficient T/R | ELP en flexión (kg/cm ²) | MOE flexión (kg/cm ²) | MOR flexión (kg/cm ²) | ELP en comp perpend (kg/cm ²) | MRC comp perpend (kg/cm ²) | Modulo Young comp perp (kg/cm ²) | ELP Comp perpend | Cizallamiento (kg/cm ²) | Dureza Janka (kg) | Dureza extremo (kg) |
| <i>Miconia glaberrima</i> | 10 | 0.64 | 1.98 | 252 | 193137 | 388 | 102 | 165 | 62818 | 41 | 33 | 216 | 256 |
| | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | 0.03 | 0.97 | 119 | 77512 | 96 | 23 | 40 | 17738 | 6 | 8 | 63 | 58 | |
| | 0.67 | 1.88 | 208 | 204800 | 303 | 101 | 166 | 61434 | 23 | 24 | 147 | 214 | |
| 15 | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |
| | 0.20 | 0.50 | 48 | 49994 | 58 | 24 | 40 | 26224 | 4 | 9 | 48 | 60 | |
| <i>Otoba parvifolia</i> | 10 | 0.39 | 1.78 | 165 | 150633 | 268 | 79 | 126 | 48549 | 17 | 20 | 115 | 148 |
| | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | 0.56 | 0.63 | 26 | 31739 | 50 | 10 | 15 | 6699 | 4 | 5 | 48 | 19 | |
| | 0.42 | 2.22 | 176 | 159589 | 319 | 71 | 113 | 41535 | 17 | 20 | 137 | 142 | |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |
| | 0.94 | 0.73 | 21 | 25070 | 44 | 20 | 34 | 12819 | 5 | 6 | 143 | 39 | |
| <i>Piptocoma discolor</i> | 10 | 0.43 | 1.62 | 194 | 154111 | 317 | 72 | 116 | 37552 | 19 | 24 | 129 | 164 |
| | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | 0.05 | 0.91 | 45 | 26725 | 47 | 16 | 22 | 10804 | 5 | 5 | 49 | 26 | |
| | 0.46 | 1.48 | 188 | 143125 | 306 | 79 | 132 | 42939 | 18 | 23 | 129 | 180 | |
| 15 | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |
| | 0.09 | 0.89 | 72 | 47258 | 56 | 12 | 19 | 8519 | 6 | 8 | 50 | 39 | |

Continúa...

| ESPECIE | Edad (años) | Propiedad física | | Propiedad mecánica | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| | | Densidad básica (g/cm ³) | Coefficient T/R | ELP en flexión (kg/cm ²) | MOE flexión (kg/cm ²) | MOR flexión (kg/cm ²) | ELP en comp perpend (kg/cm ²) | MRC comp perpend (kg/cm ²) | Modulo Young comp perp (kg/cm ²) | ELP Comp perpend | Cizallamiento (kg/cm ²) | Dureza Janka (kg) | Dureza extremo (kg) |
| <i>Pourouma cecropiifolia</i> | 10 | 0.32 | 1.75 | 137 | 101351 | 240 | 64 | 102 | 30831 | 10 | 12 | 66 | 96 |
| | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | 0.06 | 0.93 | 27 | 22727 | 40 | 16 | 22 | 13830 | 2 | 3 | 17 | 15 | |
| | 0.31 | 2.35 | 157 | 103556 | 237 | 49 | 80 | 13987 | 8 | 13 | 43 | 85 | |
| 15 | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |
| | 0.12 | 0.51 | 16 | 19509 | 39 | 14 | 19 | 1015 | 3 | 2 | 15 | 23 | |
| <i>Trichilia martiana</i> | 10 | 0.45 | 2.02 | 200 | 158370 | 332 | 80 | 132 | 43168 | 19 | 24 | 137 | 172 |
| | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | 0.14 | 0.99 | 81 | 64539 | 100 | 20 | 33 | 17737 | 4 | 11 | 87 | 70 | |
| | 0.48 | 1.83 | 195 | 167855 | 303 | 79 | 125 | 42739 | 19 | 24 | 123 | 173 | |
| | 15 | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | | 0.16 | 0.66 | 60 | 41126 | 87 | 20 | 33 | 16284 | 9 | 7 | 66 | 58 |

DISCUSIÓN

Dentro de las propiedades físicas, en lo referente a la densidad básica hubo diferencias significativa en la madera de *Miconia glaberrima*, en maderas de 10 años su densidad fue de 0,55 g/cm³ en promedio, ascendió a un valor cercano a 0,70 g/cm³ en aquellas maderas de 15 años de edad. En las maderas de menor densidad la diferencia no fue significativa. Esto repercute en los usos finales de las maderas, con la *Miconia* cuando se requiera su uso como elemento estructural es preferible dejar que la madera alcance los 5 años o más de edad. En cambio con las cuatro especies restantes se puede hacer uso a los diez

años sin peligro de disminución en la calidad de la madera. Diferencia significativa en la densidad se encontró en maderas duras como es el caso de la *Miconia glaberrima* (Figura 2), en maderas cuya densidad básica está por debajo de 0,5 g/cm³ no existe diferencias significativas, por supuesto que hay un ligero incremento.

Por otra parte, en las cinco especies estudiadas encontramos un rango importante de maderas por su densidad básica, desde el más bajo como el caso del *Pourouma cecropiifolia* de 10 años de edad con un valor promedio de 0,33 g/cm³ hasta 0,68 g/cm³ como el caso de *Miconia glaberrima* con una edad de 15 años.

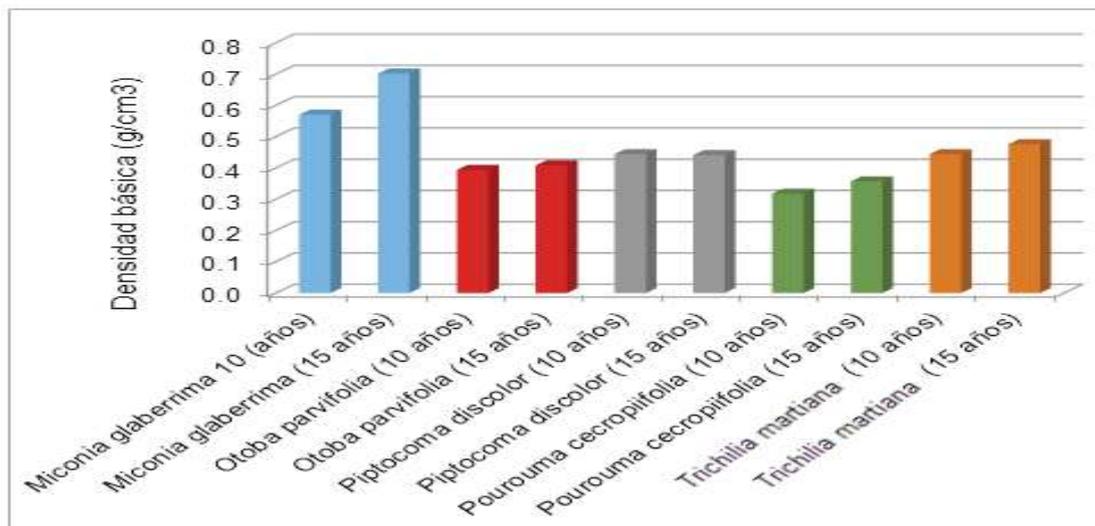


Figura 2. Densidad básica de maderas de 10 y 15 años

Otra característica física objeto de variación significativa es la contracción en el plano de corte radial, esto ocurre con dos especies maderables: *Pourouma cecropiifolia* y *Trichilia martiana*, para la primera especie los valores promedios de contracción radial es más alto con maderas de 10 años, baja considerablemente cuando incrementa la edad; en cambio para la *Trichilia* existe una relación positiva, es decir a medida que incrementa la edad

del árbol existe mayor contracción, con las otras especies su variación es insignificante. También se evidenció variación en la contracción en el plano tangencial, en *Miconia glaberrima* existe un incremento importante a medida que se incrementa la edad del árbol, en cambio se presenta una relación inversa con la madera de *Pourouma cecropiifolia*, el resto de especies su variación no es de mucha importancia (Figura 3).

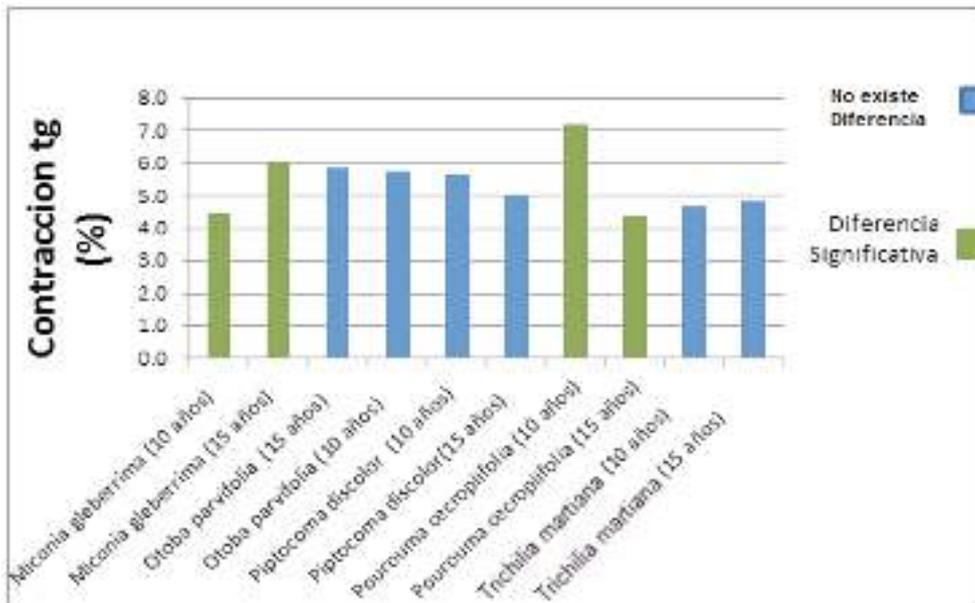


Figura 3. Contracción tangencial por especie y por edad

En lo referente a las propiedades mecánicas, son dos parámetros objeto de variación: cizallamiento o corte y el esfuerzo al límite proporcional en compresión perpendicular al grano. Esto ocurrió con la madera más dura como es el caso de *Miconia glaberrima* su relación es

inversa. Es decir a medida que incrementa la edad del árbol su resistencia tanto al cizallamiento como a la compresión perpendicular se reduce de manera significativa. Valores estos que se debe tener muy en cuenta cuando se utilice dicha madera como elemento estructural (Figuras 4 y 5).

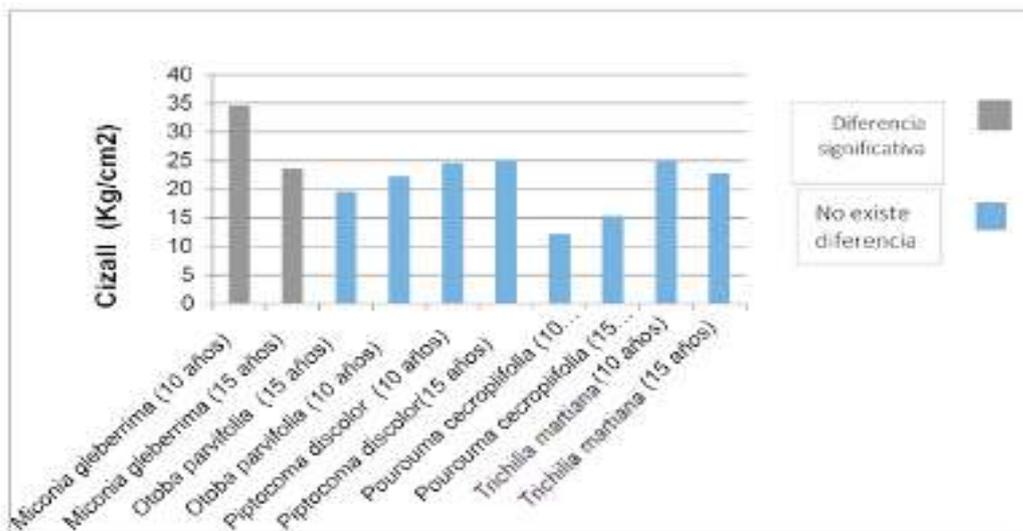


Figura 4. Cizallamiento por especie y por edad

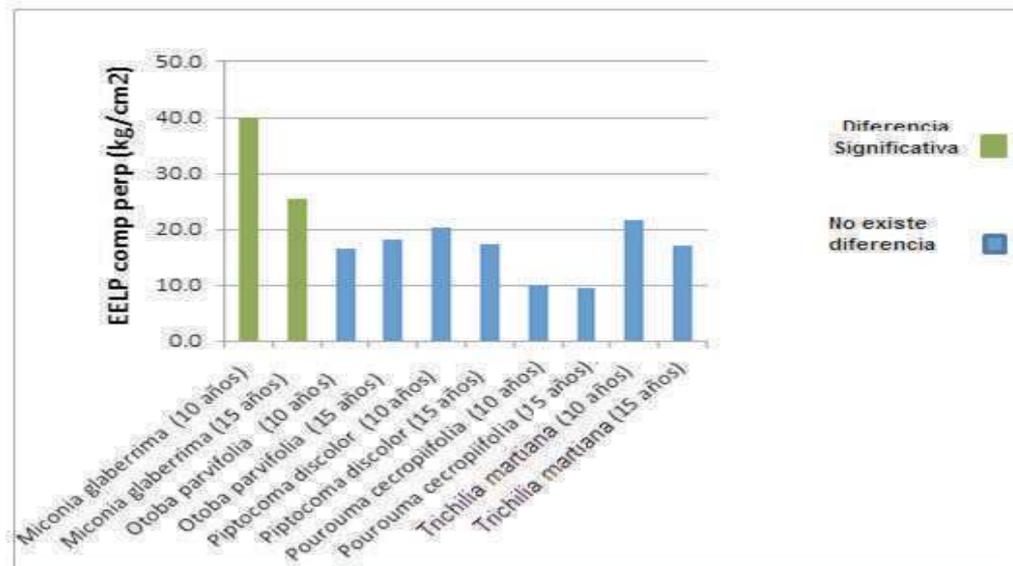


Figura 5. Esfuerzo al límite proporcional en compresión perpendicular por edad de las especies maderables

CONCLUSIONES

Las maderas con densidades altas y muy bajas sufren variaciones en las contracciones causadas por la edad ya sea con una correlación positiva o negativa. Además, la madera con densidad más alta del bosque secundario reduce su resistencia a la compresión perpendicular al grano a medida que adquiere más edad la madera. Las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas entre maderas con edad de 10 y 15 años no repercuten en mayor grado con la calidad de la madera, esto significa que podemos utilizar la madera de estas cinco especies para la mayoría de usos a los 10 años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo, J. 1983. Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera. Universidad de los Andes. Mérida, VE, Facultad de Ciencias Forestales. 197 p.

American Society for Testing and Materials. 1978. Annual book of ASTM Standards. Part 22 Wood, Ashesive. Philadelphia. 1042p.

Castro, F. 1972. Estudio Anatómico, Físico y Mecánico de 15 Especies Tropicales de Iparia. Tesis Ing. Forestal. Huancayo, PE, UNAC. 98 p

Fanh, A. 1978. Anatomía Vegetal. 2 a. ed. Madrid, ES. 643 p.

AGRADECIMIENTO

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación-SENESCYT por el financiamiento del proyecto de investigación “Caracterización y valoración de propiedades tecnológicas de bosques secundarios del sur de la Amazonía ecuatoriana” PIC-08-00069, a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja por apoyar con el cofinanciamiento del proyecto y por el apoyo y las facilidades para desarrollar las actividades en el Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de Maderas, sección de resistencia de materiales.

Espinoza de pernia, N.; León, W. 2001. Anatomía de la madera. 1 a. ed. Mérida, VE, Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos Universitarios. 396 p.

Leclercq, A. 1980. Relationships between beechwood anatomy and its physico – mechanical properties. IAWA – Bulletin 1 (1 – 2). 83 p.

Oliveira, J.; Della lucia, R.; Ramlho, R. 1988. Revista Árbore 12 (2). Estudo das Propiedades Físicas e Tecnológicas da Madeira da Pindaiba (*Xylopia sericea* st. Hil.) II. Anatomía da Madeira. Minas Gerais, BR. 121 p.



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

www.unl.edu.ec



Revista Bosques Latitud Cero

RETIRADO: Impacto del pago por servicios ambientales en el cambio de uso del suelo y la adopción de sistemas silvopastoriles en Costa Rica.

Byron Maza Rojas

Este artículo ha sido retirado, ya que tiene una similitud sustancial con otro artículo del mismo autor: ***Impacto del pago por servicios ambientales en el cambio de uso del suelo y la adopción de sistemas silvopastoriles en Costa Rica***, publicado en la revista SATHIRI: Sembrador N.º5 en la edición Julio-Diciembre de 2013.

<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/269>

DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.269>

El editor lamenta que esta similitud no se haya detectado antes ya que no se disponía de software o herramientas antiplagio cuando se publicó el artículo.



Revista Bosques Latitud Cero

RETIRADO: Modelación de la producción de los pequeños agricultores e ingresos agrícolas en el área de la reserva de la Biosfera “Podocarpus-El Cóndor, Ecuador.

Byron Maza Rojas

Este artículo ha sido retirado, ya que tiene una similitud sustancial con otro artículo del mismo autor: ***Modelación de la producción de los pequeños agricultores e ingresos agrícolas en el área de la reserva de la Biosfera “Podocarpus-El Cóndor, Ecuador.*** publicado en la revista SATHIRI: Sembrador N.º5 en la edición Julio-Diciembre de 2013 en las páginas 98-133.

<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/265/>

DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.265>

El editor lamenta que esta similitud no se haya detectado antes ya que no se disponía de software o herramientas antiplagio cuando se publicó el artículo.

**CONVOCATORIA PARA PUBLICAR EN LA REVISTA INVESTIGATIVA
"Bosques...latitud cero", DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL DE
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, MINISTERIO DEL AMBIENTE DE
ECUADOR Y RED AGROFORESTAL ECUATORIANA**

La Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Forestal, Ministerio del ambiente de Ecuador, Red Agroforestal Ecuatoriana y el Comité Editor de la revista investigativa "Bosques...latitud cero", que se publica en castellano en julio y diciembre invita a todas las personas naturales y jurídicas con experiencia en el campo forestal para que colaboren con artículos en temáticas como: conservación y ordenación del bosque, política y planificación forestal, desarrollo socioeconómico, mejoramiento de especies, desarrollo industrial, comercio internacional, análisis del papel de los bosques en el mantenimiento de una base sostenible para la producción agroforestal y silvopastoril tanto a nivel particular como general y de las consecuencias del cambio ambiental sobre los recursos forestales en Ecuador.

Los interesados pueden pedir mayor información a la siguiente dirección electrónica:
forestengineering2014@gmail.com

**CRONOGRAMA DE TRABAJO EDICIÓN N° 005
Julio – 2015**

- Convocatoria: 30 de enero del 2015
- Fecha límite de recepción de artículo: 20 de marzo del 2015
- Notificación a autores de artículos aceptados para evaluación: 1 al 6 de abril 2015
- Revisión por pares: hasta el 4 de mayo del 2015
- Corrección de artículos: 5 al 31 de mayo del 2015
- Envío de artículos definitivos para diagramación: 1 junio de 2015
- Envío de revista a imprenta: 17 de junio del 2015
- Publicación de la revista: julio 2015

Propagación *in vitro* de banano, mediante la utilización de meristemas caulinares

In vitro propagation of banana using cauline meristem

Anabel Tandazo Yaguachi^{1*}, Víctor Hugo Eras Guamán², Julia Minchala Patiño³, Magaly Yaguana Arévalo³ y Ruth Poma Angamarca³

¹ Auxiliar de Laboratorio de Sanidad Vegetal, Universidad Nacional de Loja

² Docente-Investigador de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

³ Investigadores del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja

*autor para correspondencia: tyaguachi.agr@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación corresponde a la propagación *in vitro* de banano, mediante la utilización de meristemas caulinares de guineo clon *Cavendish*. Las fases que comprendieron la investigación fueron: establecimiento, proliferación y enraizamiento. Para la fase de establecimiento se utilizó como desinfectantes (peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio) en concentraciones de 2,5 y 5 % cada uno y diferentes soluciones antioxidantes (ácido ascórbico 100mg/l, ácido cítrico 150 mg/l y jugo de limón 150 ml/l). El medio de cultivo basal estuvo compuesto por las sales minerales de Murashige y Skoog, MS (1962) a la mitad de su concentración. En la fase de proliferación, el medio de cultivo se suplementó con vitaminas, sacarosa y como reguladores citocininas KIN (1,3 y 5 mg/l) y 6-BAP (3, 5, 7 mg/l). En la fase de enraizamiento se adicionó al medio de cultivo ácido indol acético (AIA: 0,3 y 0,5 mg/l) y carbón activado (1,5 y 3 g/l). Los explantes fueron incubados en condiciones ambientales controladas de luz y temperatura. En la fase de establecimiento, los mejores resultados se obtuvieron al utilizar peróxido de hidrógeno al 2,5 % como desinfectante y jugo de limón como antioxidante; mientras que en la fase de proliferación, la mejor respuesta se observó con la adición de BAP 3,0 mg/l y en la de enraizamiento, la mejor respuesta se obtuvo con 0,5 mg AIA + 3,0g/l de carbón activado.

Palabras claves: banano, micropropagación, meristemas caulinares, cultivo *in vitro*.

ABSTRACT

This research is for the *in vitro* propagation of banana meristems using clone caulinares of Cavendish bananas. The phases included the investigation were: establishment, proliferation and rooting. For the establishment phase was used as disinfectants (hydrogen peroxide and sodium hypochlorite) in concentrations of 2.5 to 5% each, and different solutions antioxidants (ascorbic acid 100 mg/l, citric acid 150 mg/l and 150 lemon juice ml/l). The basal culture medium consisted of the mineral salts of Murashige and Skoog (MS) to half of its concentration. In the proliferation phase, the culture medium was supplemented with vitamins, sucrose as cytokinins regulators KIN (1.3 and 5 mg/l) and 6-BAP (3, 5, 7 mg/l). In the rooting phase was added to the culture medium indole acetic acid (IAA: 0.3 and 0.5 mg/l) and activated charcoal (1.5 and 3 g/l). The explants were incubated under controlled environmental conditions of light and temperature. In the rooting phase was added to the culture medium indole acetic acid (IAA: 0.3 and 0.5 mg/l) and activated charcoal (1.5 and 3 g/l). The explants were incubated under controlled environmental conditions of light and temperature. In the establishment phase, the best results were obtained when using hydrogen peroxide as a disinfectant and 2.5% lemon juice as an antioxidant; while in the proliferation phase, the best response was observed with the addition of BAP 3.0 mg/l rooting in the best response was obtained with 0.5 mg IAA + 3.0 g/l of activated charcoal.

Keywords: banana micro-propagation, meristem cauline, *in vitro* culture.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano posee una gran importancia económica significativa para la actividad agroalimentaria del país, constituyéndose en un componente básico en la dieta de gran parte de la población, siendo una de las pocas actividades que proporcionan a las familias campesinas ingresos regulares durante todo el año (Martínez *et al.*, 2004).

El banano se caracteriza por la dificultad de reproducirse a través de la vía sexual, por lo que se hace necesario emplear otras técnicas que permitan su propagación. El cultivo de tejidos vegetales *in vitro* ha sido considerado como una técnica alternativa para la propagación masiva de plantas y una de las más utilizadas en la propagación de especies que tienen dificultades en su propagación, con ella se logra aumentar la cantidad de material vegetal, obteniendo un gran número de plántulas en espacios reducidos, a partir de un solo explante (meristemo), consiguiendo que este material esté libre de enfermedades, y reduciendo los costos de producción.

Por lo antes mencionado, la investigación se realizó utilizando las técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales en la propagación de meristemos caulinares de guineo clon *Cavendish*, a partir de cormos que se obtuvieron en plantaciones de huertos familiares del cantón Paltas, parroquia Lauro Guerrero. El objetivo principal de la investigación fue el de generar una metodología para fase de desinfección e implantación de meristemos caulinares de banano; así como establecer los balances hormonales adecuados para las fases de proliferación y enraizamiento.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. El material vegetal estuvo conformado por cormos de banano clon *Cavendish*, colectados en la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas, provincia de Loja, Ecuador.

Fase I. Establecimiento.

El objetivo de esta fase fue probar diferentes métodos para la desinfección y control de la oxidación fenólica de meristemos caulinares de banano, durante la fase de establecimiento utilizando como desinfectantes peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio, ambos en concentraciones de 2,5 y 5 %, por un tiempo de 10 y 5 minutos respectivamente. El medio

de cultivo basal estuvo compuesto por las sales de Murashige y Skoog, MS (1962) a la mitad de su concentración. La evaluación se realizó a los 5, 10, 15 y 30 días, mediante observación directa y se registró las siguientes variables: porcentaje de contaminación, porcentaje de oxidación fenólica y porcentaje de sobrevivencia. En esta fase se aplicó un diseño experimental en bloques al azar (DBA), con 12 tratamientos, 3 unidades experimentales y 3 repeticiones cada uno.

Fase II. Proliferación.

El objetivo de esta fase fue establecer el balance hormonal adecuado para la proliferación de meristemos caulinares de banano, estableciendo los siguientes tratamientos: T₁= 1mg/l de KIN; T₂= 3mg/l de KIN; T₃= 3 mg/l de KIN; T₄= 3mg/l de BAP; T₅= 5 mg/l de BAP; y, T₆= 7mg/l de BAP.

El medio basal en estado sólido, estuvo compuesto por las sales MS+ vitaminas y sacarosa. La evaluación se realizó a los 45 días, evaluando el número de días a la brotación, número de brotes, número de hojas y número de raíces. Se aplicó un diseño experimental de bloques al azar (DBA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones cada uno, cada repetición estuvo compuesta por 9 unidades experimentales.

Fase III: Enraizamiento

El objetivo de esta fase fue determinar las mejores concentraciones hormonales del medio de cultivo, para lograr el enraizamiento de vitroplantas de banano, para ello se utilizó AIA (ácido indol acético) + C.A (carbón activado), conformando los siguientes tratamientos: T₁= 0,3 mg/l de AIA + 1,5g/l de C.A; T₂= 0,3 mg/l de AIA+3,0g/l de C.A; T₃= 0,5 mg/l de AIA+1,5g/l de C.A; y, T₄= 0,5 mg/l de AIA+ 3,0 g/l de C.A. La evaluación se realizó a los 30 días. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de sobrevivencia, altura de las plántulas, presencia de raíz, longitud de raíz, número de raíces por vitroplanta y número de hojas por vitroplanta.

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones cada uno, dando un total de nueve unidades experimentales por tratamiento.

RESULTADOS

En la Fase I de establecimiento, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T₂, T₃, T₅, T₆, en donde se utilizó peróxido de hidrógeno en concentraciones de 2,5 y 5 %, los cuales no presentaron contaminación durante todo el ensayo (Figura 1).

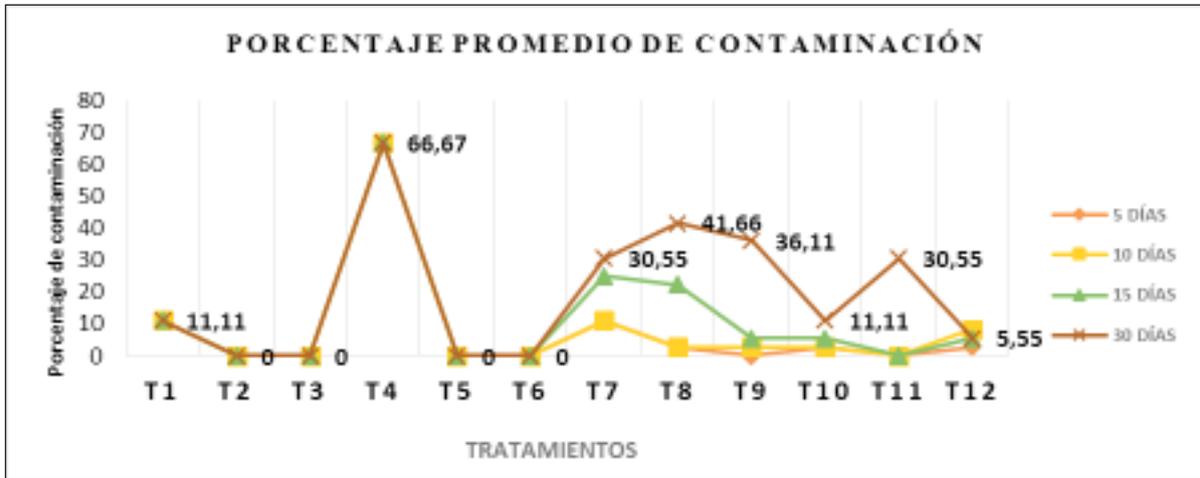


Figura 1. Porcentaje promedio de contaminación de los tratamientos evaluados a los treinta días, durante la fase de establecimiento. Loja, Noviembre – 2013.

Mediante el análisis estadístico se estableció que en las dos concentraciones de peróxido de hidrógeno (2,5 y 5 %), utilizadas durante el proceso de desinfección tuvieron un efecto significativo sobre los explantes, ya que no se evidenció contaminación al finalizar el ensayo que fue a los 30 días.

La oxidación fenólica con el análisis de varianza de los resultados obtenidos, se pudo determinar que los explantes con el tratamiento T6 (jugo de limón 150ml/l)

y desinfectados previamente con peróxido de hidrógeno, resultó ser el mejor estadísticamente, mostrando el porcentaje más bajo de oxidación fenólica 2,78 ±2,78 %; no así en los tratamientos en los que se utilizó hipoclorito de sodio como desinfectante, el tratamiento T11 también compuesto por jugo de limón y el tratamiento T8 formado por ácido ascórbico (100mg/l) + ácido cítrico (150mg/l) + jugo de limón (150ml/l) presentaron los porcentajes más altos de oxidación 61,11 ±5,55 % respectivamente (Figura 2).

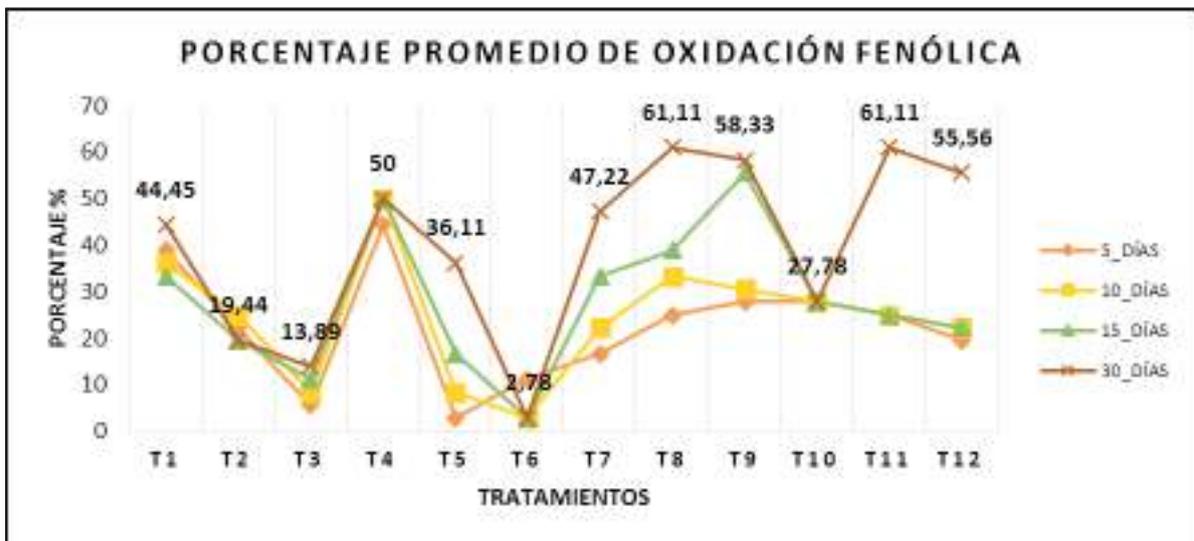


Figura 2. Porcentaje promedio de oxidación fenólica de explantes de banano, evaluados a los treinta días, durante la fase de establecimiento. Loja, Noviembre – 2013.

En la Fase de proliferación la mayor tasa de proliferación se evidenció en el medio de cultivo que contenía las sales MS + 3mg/l de BAP, con un promedio de 2,56 brotes por explante, seguido por el medio de cultivo

MS + 7mg/l de BAP con 1,33 brotes por explante. La menor proliferación se presentó en los medios de cultivo que contenían Kinetina, en donde los promedios no alcanzaron un brote por explante (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de las citocininas (KIN, 6-BAP), en diferentes concentraciones en la fase de proliferación de meristemos caulinares de banano, a los 45 días de evaluación.

| Tratamientos (mg/l) | | Días a la brotación | Brotos por explante | Hojas por explante | Raíces por explante | % contaminación |
|---------------------|----------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| KIN. (mg/l) | T1 KIN 1 | 5,00 ±2,01 a | 0,56 ±0,17 a | 0,00 ±0,00 a | 0,00 ±0,00 a | 22,2 |
| | T1 KIN 3 | 12,67 ±2,26 ab | 0,89 ±0,11 a | 0,00 ±0,00 a | 0,00 ±0,00 a | 22,2 |
| | T3 KIN 5 | 16,38 ±5,70 ab | 0,63 ±0,18 a | 0,00 ±0,00 a | 0,33 ±2,36 a | 0,0 |
| 6-BAP (mg/l) | T4 BAP 3 | 23,67 ±2,50 b | 2,56 ±0,17 b | 0,67 ±0,87 a | 1,22 ±0,54 a | 0,0 |
| | T5 BAP 5 | 19,11 ±4,53 ab | 0,78 ±0,15 a | 0,00 ±0,00 a | 0,00 ±0,00 a | 0,0 |
| | T6 BAP 7 | 14,89 ±3,37 ab | 1,33 ±0,33 a | 0,67 ±0,87 a | 1,78 ±0,76 b | 0,0 |

Datos expresados como promedio ± error típico. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la fase de proliferación se trabajó con explantes asépticos provenientes de la fase de establecimiento; sin embargo, a pesar de ello se pudo observar presencia de contaminación, que alcanzó el 22,2 % en los tratamientos T1 y T2, lo cual pudo haber estado asociado a la presencia de microorganismos endógenos que pudieron haber permanecido en forma latente en el interior de los tejidos, apareciendo nuevamente en presencia de un nuevo medio de cultivo.

Durante esta fase se probaron diferentes concentraciones de kinetina (1, 3 y 5 mg/l) y 6-BAP, (3, 5 y 7 mg/l) al medio de cultivo, la respuesta de los explantes a las diferentes concentraciones de kinetina en las diferentes variables evaluadas no fue significativa estadísticamente; pues no se alcanzó ningún brote por explante, en el número de hojas y raíces el resultado fue de cero en ambos casos,

En contraste a esto, los explantes en los que se adicionó 6-BAP al medio de cultivo, los resultados fueron

diferentes, los cuales mostraron diferencias significativas al nivel del 5 % para las diferentes variables evaluadas; así al incorporar 3 mg/l de 6-BAP, se obtuvo el mayor número de brotes por explante, que alcanzaron un promedio de 2,56 ±0,17, seguido del T6 en el que se incorporó 7 mg/l de BAP, obteniendo 1,33 ±0,33 brotes por explante. Estas concentraciones también favorecieron el número de hojas que tuvo como promedio 0,67 ±0,87 en ambos casos. El número de raíces se vio beneficiado por la concentración de 7 mg/l de 6-BAP, obteniendo un promedio de 1,78 ±0,76 raíces por explante, seguido del T4 con 1,22 ±0,54 raíces por explante.

En lo que refiere a enraizamiento, el mejor tratamiento resultó el medio de cultivo al que se adicionó 0,5 mg/l de AIA + 3 mg/l de carbón activado, donde se obtuvo el mayor número de raíces (6,22), mayor número de hojas (2,77) y mayor altura de la vitroplanta (2,34 cm) (Cuadro 2). Para la longitud de raíces, no se obtuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ensayados.

Cuadro 2. Efecto de auxinas (AIA) y carbón activado en diferentes concentraciones en la fase de enraizamiento de vitroplantas de banano, a los 30 días de evaluación.

| Tratamientos (mg/l) | | Número de raíces | Longitud de raíces | Altura de la vitroplanta | Hojas por vitroplanta | % Sob. | % Raíz |
|---------------------|------------|------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------|--------|
| AIA+C.A (mg/l) | T1 0,3+1,5 | 0,55±0,44 a | 0,25±0,16 a | 0,37±0,16 a | 0,22±0,22 a | 57,4 | 22,2 |
| | T2 0,3+3,0 | 3,88±1,11 ab | 1,9±0,73 a | 1,77±0,48 ab | 1,55±0,81 b | 88,8 | 88,8 |
| | T3 0,5+1,5 | 3,44±1,04 ab | 2,27±0,76 a | 1,37±0,25 ab | 1,44±0,68 b | 100 | 100 |
| | T4 0,5+3,0 | 6,22±1,92 b | 1,91±0,91 a | 2,34±0,84 b | 2,77±1,01 b | 88,8 | 88,8 |

Datos expresados como promedio ± error típico. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Basándose en los resultados obtenidos durante la fase de enraizamiento, se pudo determinar que existieron dos tratamientos que mostraron diferencias en las diferentes variables evaluadas. El T1, en el que se adicionó 0,3 mg/l de AIA + 1,5 de carbón activado al medio de cultivo, mostró ser el menos eficaz durante esta fase, ya que presentó los promedios más bajos y estadísticamente diferentes en todas las variables que se evaluó como fueron: número de raíces (0,55 ±0,44); longitud de raíces (0,25

±0,16 cm); altura de la vitroplanta (0,37 ±0,16), y número de hojas (0,22 ±0,22); además, presentó el porcentaje más bajo de sobrevivencia (57,14%) y la presencia de raíz en los explantes solo alcanzó el 22,2 %.

A su vez, el T4 (0,5 mg/l de AIA + 3 g/l de carbón activado), resultó ser el mejor estadísticamente en las variables número de raíces 6,22 (a) y altura de la vitroplanta 2,34 cm (b); y, aunque en las variables longitud de raíces y número de hojas, el análisis de varianza indicó que no

existía diferencias significativas entre tratamientos, si se pudo apreciar que este tratamiento (T4) se mantuvo como uno de los mejores con 1,91 cm para la variable longitud de raíces y 2,77 hojas promedio por vitroplanta. Finalmente, en esta fase se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, en la cual el promedio más bajo se obtuvo en el T1 con el 57,14 %, mientras que los demás tratamientos mostraron porcentajes satisfactorios entre el 88,8 al 100 %.

DISCUSIÓN

El desinfectante utilizado inhibió el crecimiento de microorganismos infecciosos como bacterias y hongos exógenos, lo que a su vez permitió obtener una mayor cantidad de material vegetal en el establecimiento de los explantes, estos resultados son similares con los obtenidos por Guerrero (2000), quien logró disminuir la contaminación en explantes de banano, en un 3 % al utilizar peróxido de hidrógeno durante esta fase. García (2008) y Saritama (2012), también recomiendan el uso de peróxido de hidrógeno para desinfectar semillas, obteniendo bajos niveles de contaminación, pero en concentraciones bajas, ya que las altas concentraciones (>20 %), podrían provocar quemaduras en los tejidos expuestos. Por tal razón durante la investigación se trabajó con concentraciones bajas (2,5 y 5 %) y con el tamaño del explante de tres centímetros, para evitar la muerte del meristemo por quemaduras debidas a la presencia del peróxido de hidrógeno.

Entre uno de los factores que influyó en el porcentaje de oxidación fenólica de los explantes, estuvo la concentración del desinfectante utilizado durante el proceso de desinfección; los tratamientos en los que se utilizó hipoclorito de sodio relativamente mostraron porcentajes altos de contaminación y oxidación fenólica; lo contrario se observó en los tratamientos en los que se empleó peróxido de hidrógeno, en donde la contaminación fue nula, así también la oxidación fenólica se mantuvo en un rango moderado, estos resultados coinciden con los obtenidos por Paliz (2012) quien observó que durante la fase de establecimiento de ápices de chirimoya, la frecuencia de explantes contaminados disminuyó con el aumento de la concentración de cloro, pero la frecuencia de explantes oxidados aumentaba conforme se incrementaban las concentraciones de cloro evaluadas.

Por otra parte, al incubar los explantes en cajas negras, se oscureció el ambiente, con lo cual se pudo observar que la oxidación fenólica disminuyó considerablemente, esto se debe a que las enzimas involucradas en la biosíntesis y la oxidación de fenoles se incrementan con la luz (Paliz, 2012), por lo cual ha sido usada por varios autores en el cultivo de tejidos *in vitro*, debido a su efectividad y accesibilidad económica. La adición de antioxidantes al medio de cultivo, fue un aliado efectivo en la disminución de los fenoles durante el establecimiento de los explantes de guineo.

En la fase de proliferación los resultados obtenidos son similares a Guerrero y Ramírez (2000) quienes al utilizar diferentes combinaciones de Kinetina + AIA, no

evidenciaron presencia de hojas, brotes, ni raíces, por lo que para este caso se puede evidenciar que el uso de la Kinetina en la fase de proliferación de banano, no es recomendable.

El 6-BAP incorporado al medio de cultivo, favoreció la brotación, así como el número de hojas y raíces durante la fase de proliferación. Estos resultados preliminarmente permiten establecer que el 6-BAP, es la citocinina que mejores resultados brinda durante esta fase, lo que se corrobora con los estudios realizados por Hoyos (2008), quien utilizando concentraciones similares de 6-BAP logró obtener en promedio entre 5 y 5,25 brotes por explante en banano; y, con otros autores quienes al incorporar BAP al medio de cultivo obtuvieron en promedio entre 3,63 a 4,23 brotes de banano, utilizando concentraciones similares. Trabajos similares realizados en el CATIE, concuerdan que durante la fase de proliferación la presencia de citoquininas es imprescindible, por lo que recomiendan utilizar las concentraciones de BAP, entre 3 a 5 mg/l.

El tratamiento de enraizamiento T4 (0,5 mg/l de AIA + 3 g/l de carbón activado) registro los mejores resultados en cuanto a longitud de raíz, esto concuerda con lo obtenido por Gutiérrez (1996) quien utilizando combinaciones de 0,5 mg/l de AIA+ 0g/l de carbón activado; y, 0,5 mg/l de AIA + 2g/l de carbón activado, obtuvo vitroplantas de banano con alturas de 5,1 y 4,8 cm respectivamente.

Se conoce que el pino es una especie que presenta varias dificultades al momento de emitir raíces; sin embargo, Dumas y Monteuis (1995), utilizaron diferentes concentraciones de carbón activado en sus ensayos lograron inducir el enraizamiento de las mismas, por lo que recomiendan su uso durante la fase de enraizamiento de plántulas *in vitro*.

Los resultados de sobrevivencia según Lozano (2011) indican que los bajos porcentajes obtenidos podrían estar asociados a la escasa adaptabilidad de los explantes a las nuevas concentraciones hormonales, ocasionando en los mismos un estrés ambiental y la posterior muerte del explante.

CONCLUSIONES

Durante la fase de establecimiento, los porcentajes más bajos de contaminación se observaron en los tratamientos en los que se utilizó peróxido de hidrógeno como desinfectante, en concentraciones de 2,5 y 5 %, por un tiempo de exposición de 10 y 5 minutos respectivamente. La reducción del tamaño del explante caulinar de guineo, durante la fase de establecimiento contribuyó notablemente a reducir el porcentaje de contaminación. Para el control de la oxidación fenólica, el porcentaje más bajos de oxidación se presentó en el tratamiento en donde se empleó jugo de limón (150 mg/l) como antioxidante. En la fase de proliferación, la adición al medio de cultivo MS de 3 mg/l de 6-BAP presentó la mayor tasa de brotación, con un promedio de 2,56 brotes por explante. Para la fase de enraizamiento, el medio de cultivo MS, suplementado con 0,5 mg/l de AIA y 3 g/l de carbón activado, brindó los mejores resultados en cuanto a número de raíces, número de hojas y altura de la vitroplanta.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja, a través del

Laboratorio de Micropropagación Vegetal, por el apoyo financiero y técnico brindado para la ejecución de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dumas, E. y Monteuis, O. 1995. In vitro rooting of micropropagated shoot from juvenile and mature Pinus pinaster explants: influence of activated charcoal. *Plant cell, tissue and Organ Culture*.

García, F., Alvares, M., Rodríguez, de la O. y Corona, J.A. 2008. Germinación in vitro de semillas de *Nonila parviflora* (h.b.k) hemsl. *Universidad Veracruzana*, vol. 10. Num.2. pp. 27-33.

Guerrero, C. y Ramírez, L. 2000. Implantación y proliferación in vitro de meristemas caulinares de banano en Loja. Tesis de Ing. Agr. Loja- Ecuador. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja.

Gutiérrez, J. 1996. Micropropagación in vitro del clon de banano (*Musa sp.*) enano ecuatoriano (AAA). Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. (En línea). Consultado el 10 de marzo del 2013. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf02g984.pdf>.

Hoyos, J; Perea, C y Velasco, R. 2008. Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagación del plátano dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*).

Lozano, Z. 2011. Establecimiento de un protocolo para la propagación in vitro de Guarango *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, a partir de plántulas como herramienta para la preservación de esta especie. Tesis de grado previa

a la obtención de Ingeniería en Biotecnología. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Sangolqui – Ecuador.

Martínez, G., Tremont, O. y Hernández, J. 2004. Manual técnico para la propagación de Musáceas. Venezuela. (En línea). Consultado el 15 de mayo del 2013. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tc/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.html.

Murashige, T. y Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.

Paliz, K. 2012. Desarrollo de un protocolo de micropropagación de Chirimoya (*Annona cherimola*) a partir de segmentos nodales para la producción masiva de plantas de alto rendimiento. Tesis de grado previa a la obtención de Ingeniería en Biotecnología. Escuela Politecnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Sangolqui – Ecuador.

Saritama, A. 2012. Establecimiento de un protocolo para la germinación in vitro e inducción a callo embrionario de cedro (*Cedrela montana*), a partir de embriones zigóticos. Tesis de grado previa a la obtención de Ingeniería en Biotecnología. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Sangolqui – Ecuador.

Evaluación de la eficacia en evitar la deforestación del programa ecuatoriano de incentivos económicos Socio Bosque

Evaluation of the effectiveness of Ecuador avoid deforestation incentive program socio Economic Forest

Byron Maza Rojas^{1*} y Jan Barkmann²

¹ Docente-Investigador de la Universidad Regional Amazónica IKIAM

² Georg-August-Universität Göttingen. Department of Agricultural Economics and Rural Development. Göttingen, Germany

*autor para correspondencia: byronvmr@yahoo.es

RESUMEN

“Socio Bosque” es un programa nacional de incentivos del gobierno Ecuatoriano con el objetivo de proteger a los bosques y la reducir de la pobreza. Se han incorporado un millón de hectáreas en aproximadamente cuatro años. A pesar de la promoción por parte del gobierno, afirmando que Socio Bosque es efectivo, costo - eficiente, y alivia a la pobreza, no existen estudios científicos basados en instrumentos de evaluación que apoyen este argumento. Esta propuesta de investigación tiene como objetivo evaluar la eficacia del programa Socio Bosque en evitar la deforestación en el territorio continental Ecuatoriano. La evaluación utilizará una forma avanzada de “propensity score matching” para superar la falta de una línea base que dificulta una evaluación rigurosa. Además de los datos geográficos y los datos del censo nacional, se utilizará en la evaluación una encuesta socio-económica de hogares, y una evaluación de “substitution spillage” con la finalidad determinar si la deforestación fue trasladada a otras partes de la propiedad o áreas adyacentes.

Palabras claves: eficacia, evaluación, propensity score matching, substitution spillage.

ABSTRACT

“Socio Bosque” is a national Ecuadorian incentive program aiming at forest protection and poverty reduction. It has incorporated one million hectares in approximately four years. Despite promotion by the government stating that Socio Bosque is effective, cost-efficient, and alleviates poverty, scientific studies conducted with rigorous evaluation instruments do not exist at this point that support this argument. This research evaluates the effectiveness of the Socio Bosque program in avoiding deforestation at the national level. The evaluation will use an advanced form of propensity score matching to overcome the lack of baseline data that hinders rigorous evaluation. In addition to geographic data and data from the national census, a socio-economic household survey will be used in the evaluation and for the assessment of substitution spillage in order to determine whether deforestation was transferred to other parts of the property or adjacent areas.

Keyword: Effectiveness, deforestation, evaluation, propensity score matching, substitution spillage

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, (Myers y Mittermeier, 2000; Brummitt y Lughadha, 2003), sin embargo esta biodiversidad presenta varias amenazas. La principal amenaza es la alta tasa de deforestación. En 2006, la FAO señaló que Ecuador tuvo la tasa más alta de deforestación en América del Sur, con el -1,7 % por año (198 000 ha / año) y MAE (2011) estimó que la tasa promedio de deforestación fue de -0,63 % al año (61 800 ha/año) en el período 2000-2008. La causa principal de la deforestación en el Ecuador es la conversión de bosques naturales en los sistemas agrícolas, especialmente a pastos para la producción ganadera (Wunder, 2000), que son más rentables a corto plazo que la preservación del bosque.

Con el fin de reducir la deforestación, el gobierno Ecuatoriano creó el programa de incentivos económicos denominado “Socio Bosque” en el 2008 (MAE, 2012). El programa se ejecuta a nivel nacional y pretende lograr la protección de más de 3,6 millones de hectáreas de bosques, páramos y otros tipos de vegetación nativa. Al mismo tiempo incrementar los ingresos y desarrollar el capital humano en las comunidades rurales más pobres del país (De Koning *et al.*, 2011). El programa se basa en acuerdos voluntarios de conservación durante un período de 20 años entre los propietarios forestales individuales o comunales (por ejemplo comunidades nacionales indígenas, cooperativas y asociaciones) y el Ministerio de Medio Ambiente a través del Socio Bosque (MAE, 2012). A cambio de la protección de las áreas de inscritas en el programa, los propietarios de bosques reciben un pago fijo de un máximo de 30 USD/ha/año, este pago disminuye a medida que aumenta el tamaño del área inscrita (MAE, 2012). Para lograr sus objetivos, el programa prioriza las zonas con: (i) altos niveles de deforestación, (ii) son relevantes para la generación y conservación de los servicios ambientales, y (iii) muestran un alto nivel de pobreza (MAE, 2012). Del 2008 a 2012, se han incorporado en el programa un total de 1 058 828 hectáreas (Socio Bosque, 2012). Hasta el 2012 se otorgaron 7,7 m millones de dólares en de incentivos.

La implementación exitosa y los impactos positivos en términos de protección de los bosques y alivio a la pobreza son ampliamente proclamadas por el gobierno ecuatoriano. Sin embargo, la base empírica de este éxito es bastante incierto (De Koning *et al.*, 2011). Después de una revisión detallada de la literatura no se encontraron estudios de evaluación científicamente rigurosos sobre programa Socio Bosque; así que no hay base científica para demostrar el costo-eficiencia del **Socio Bosque**, así como su eficacia en la prevención de la deforestación y en la mitigación a la pobreza.

Desde el punto de vista de la evaluación, dos temas son los más críticos para la evaluación de un programa como Socio Bosque: adicionalidad y “spillage substitution” (traslado de la deforestación a otros sitios). Desde la perspectiva de la economía del bienestar, la adicionalidad son condiciones previas para una aplicación exitosa, económicamente, de los incentivos económicos, por

ejemplo, por esquemas de Incentivos de conservación y Pago por Servicios Ambientales (PSA). La adicionalidad significa que el pago en realidad aumenta la prestación de servicios frente a una línea de base. La adicionalidad se ve facilitada por el criterio de *condicionalidad*. En este contexto, la condicionalidad significa que el pago sólo se hace, si el servicio prometido está siendo provisto (Wunder, 2005). Además, es posible que el gobierno ecuatoriano podría estar pagando por nada. Esto podría suceder, si los pagos dados por el Socio Bosque se estén direccionando a lugares con muy bajo costo de oportunidad agrícola y silvícola. Por ejemplo, si la madera no es de alta calidad y es muy caro de extraer, o la tierra es de baja calidad para la agricultura (pendiente pronunciada, en altas altitudes, bajos niveles de fertilidad del suelo), y/o muy lejos de los mercados, el riesgo real de la deforestación sería muy baja. De este modo, incluso sin ningún pago, no habría ninguna deforestación. En consecuencia, la adicionalidad sería muy baja.

Los estudios de Maza *et al.*, (2011) y Wunder (2005) indican que el costo de oportunidad de los pastizales en el Ecuador alcanza fácilmente 150 y más \$/ha, incluso para los pequeños agricultores. Por tanto, parece poco probable que los propietarios de tierras inscriban sus tierras voluntariamente al Socio Bosque, para las cuales ellos tienen planes inmediatos de conversión. A su vez, los propietarios de las tierras podrían solo ofrecer terrenos con el más bajo riesgo de conversión para la suscripción al programa, esto derivando en una baja adicionalidad. Por último, Maza *et al.*, (2011) demostró que existen difíciles disyuntivas entre la eficacia de la conservación y la reducción de la pobreza. Por lo tanto, los administradores de los programas pueden tener la tentación de centrarse en la mitigación de la pobreza en lugar de maximizar la adicionalidad en virtud de un pago máximo muy bajo por hectárea.

El “spillage substitution” es el segundo problema. “Spillage substitution” significa que los agricultores trasladan sus actividades agrícolas a otras partes de su propiedad que no están inscritas en el programa Socio Bosque. En consecuencia, este problema menoscaba los beneficios ambientales del programa debido a que la deforestación se traslada a otras áreas (cf. Alix-García *et al.*, 2012). Las fugas son un efecto similar que puede reducir la eficiencia de un incentivo económico (Wunder, 2005). Las fugas pueden ocurrir aunque el titular de la tierra se rija al contrato *por la tierra directamente cubierta por el incentivo económico*. Sin embargo, con los recursos adicionales pagados en efectivo y/o con el trabajo ahorrado, un uso de la tierra no deseable puede ser implementado en otros lugares, comprometiendo la entrega global de los servicios ambientales del ecosistema. Las preguntas que guiarán el problema de la investigación son: ¿el programa Socio Bosque en realidad reduce la deforestación, hay adicionalidad? y ¿los pagos van a los lugares donde los bosques tienen bajo costo de oportunidad?

Relevancia científica del problema

Donantes y organizaciones internacionales (GEF, OECD,

Banco Mundial) han incrementado la promoción de incentivos económicos basados en el mercado como un completo a los enfoques de “cercas y multas” para la protección de la biodiversidad. Un instrumento específicamente atractivo son los pagos por servicios ambientales (incentivo económico). Sin embargo, existen grandes vacíos de conocimiento en cuanto a la eficacia de este tipo de incentivos para la conservación (Engel *et al.*, 2009). En teoría, los incentivos económicos pueden ser adaptados como para ser eficaces y eficientes en evitar la deforestación. Por ejemplo, los PSA son eficaces cuando existen correlaciones no-positivas entre la oferta de servicios de los ecosistemas y la productividad de los usos alternativos de la tierra (Zilberman *et al.*, 2008). Sin embargo, existe poca evidencia empírica y resultados mixtos sobre la eficacia de los programas de incentivos económicos para evitar la deforestación existente (Pagiola, 2010).

Para el desarrollo del enfoque de PSA, los estudios rigurosos de evaluación detallados son muy importantes. Socio Bosque es un ejemplo particularmente interesante, ya que incluye dos - en parte contradictorios - objetivos: ser un programa de conservación rentable y un programa de alivio de la pobreza. Aunque retóricamente atractiva en la combinación de objetivos ecológicos y sociales de un instrumento económico (cf. desarrollo sostenible), los principios económicos así como los estudios que simulan una aplicación hipotética basada en datos empíricos (Maza *et al.*, 2012) sugieren que esto puede ser un enfoque problemático.

Metodológicamente, la evaluación de los impactos Socio Bosque es un reto, no existe una línea de base y no existe grupos de control, frente a los cuales los impactos del programa deberían ser evaluados. Por lo tanto, es necesario recurrir a métodos cuasi-experimentales que crean un “contrafactual” *ex post*. Aunque la metodología propuesta tiene una alta probabilidad que funcione, contiene ciertos elementos innovadores que pueden ser útiles para futuras evaluaciones de impacto.

Relevancia política del problema

Las naciones necesitan demostrar la eficacia en la reducción de la deforestación debido a que reciben dinero por la Reducción de Emisiones provenientes de la Deforestación y Degradación Forestal en los Países en Desarrollo (REDD). En el caso de Ecuador, el Programa ONU-REDD aprobó 4 millones de dólares el Programa Nacional de Ecuador en marzo de 2011 (UN-REDD, 2012). Los programas de incentivos económicos como el Socio Bosque es una forma de la implementación de REDD (Pagiola, 2010). En este sentido, es necesario que el Ecuador demuestre con rigor la eficacia de la evaluación en reducir la deforestación. La relevancia política es mostrar a la comunidad internacional y a los donantes que Socio Bosque es eficaz en la reducción de la deforestación.

El proyecto, por tanto, determinará el impacto en términos de deforestación evitada y si existen spillover effects. Estas mejoras en la eficiencia pueden, por ejemplo, ser usados para liberar recursos para otros

proyectos de conservación o invertirlos en el mismo proyecto (Engel *et al.*, 2009).

Además, con una perspectiva de optimización, los recursos financieros para la conservación son escasos, y por esta razón los recursos tienen que ser asignados en la forma eficiente con la orientación adecuada. Por ejemplo, Wünscher *et al.*, (2008) hizo una evaluación PSA a gran escala en Costa Rica. El estudio concluyó que la provisión de servicios de los ecosistemas potencialmente podría duplicarse si se supiera más acerca de los costos de oportunidad de los propietarios de las tierras tratadas. En este sentido, el proyecto tiene relevancia política porque el programa Socio Bosque sabrá en qué circunstancias es adecuado comprar “servicios ecosistémicos” y cuando no es bueno para comprar “servicios ecosistémicos” en relación con el costo de oportunidad.

Otro aspecto de relevancia política es que el proyecto pretende conocer a dónde y a quién van los pagos y el grado de cumplimiento. Si los pagos van a lugares donde no existe una amenaza y sólo a la gente más rica, el Socio Bosque no pudo alcanzar sus principales objetivos. Aquí podría haber espacio para una mejor selección de los participantes y una mejor selección de los lugares a conservar.

Por último, una consideración importante es la heterogeneidad del impacto Socio Bosque. Cada familia tiene diferentes características (capitales naturales, financieros y sociales), diferentes objetivos de toma de decisiones y/o diferente costo de oportunidad de la conservación del bosque. Esta información será útil para evaluar las mejoras en eficacia de Socio Bosque.

Estado del Arte

La visión general de la literatura se centra en los estudios que evalúan el impacto de los programas que utilizan incentivos económicos para evitar la deforestación, y que investigan los “spillover effects”. Metodológicamente, la revisión de literatura se enfoca en estudios que usaron en el control de covariantes, o metodologías “matching” para evaluar la deforestación evitada en las áreas protegidas.

Arriagana *et al.*, (2012) evaluaron los 8 años de programa de PSA de Costa Rica a nivel de finca. La evaluación combina un muestreo que incorporan, un pre-matching, datos de teledetección, y encuestas a hogares para identificar los determinantes de la participación y las razones de la no-participación en el programa de PSA. Incluyen un control adecuado de los factores “confounding” a nivel de finca que determinan conjuntamente la participación en el PSA y decisiones sobre el uso del bosque. Por último, complementan sus investigaciones con, diseños de diferencia en “matching” y prueba de sensibilidad de las estimaciones a la heterogeneidad inobservables. El principal resultado es que la cubierta forestal aumentó de un 11 % a 17 % en los participantes del PSA, pero hay un impacto moderado y heterogéneo del programa.

Alix-García *et al.*, (2012) evaluaron el programa de PSA de México a nivel nacional. La principal contribución es el uso de las propiedades de control, proveniente del

grupo de solicitantes para la construcción de un grupo de comparación “contrafactual”. Dos tipos de no-receptores del incentivo se utilizaron como control: a) los solicitantes que fueron rechazados en la base de datos administrativos o geográficos; y b) los futuros destinatarios de los pagos de la próxima ronda de pagos. Los controles fueron escogidos usando exactamente un “matching” en la región y covariante “matching”. Además, se modela y prueban dos tipos de “slippage” de la deforestación a otras áreas: a) efecto sustitución y b) efectos de “slippage out price”. Por último, una estimación de la regresión para determinar el impacto del programa en la deforestación varía respecto a las características observables de los que reciben pagos, variables de control geográficas y socioeconómicas. El principal resultado es que la deforestación se redujo en un 50 % en las parcelas inscritas, pero las tasas deforestación promedio esperadas sin el programa fueron bajas (0,8 %).

Sánchez-Azofeifa *et al.*, (2007) llevaron a cabo una evaluación del programa de PSA de Costa Rica mediante un modelo de regresión lineal para comparar las tasas de deforestación en las zonas administradas por las comunidades que participaron y no participan en los programas de PSA. Ellos controlaron la pendiente, la distancia a las ciudades y zonas ecológicas. Se encontró que las tasas de deforestación en las áreas que participan no son significativamente más bajas en comparación a las tasas de deforestación en las zonas no participantes y llegaron a la conclusión de que los bosques en áreas con programas de PSA probablemente se conservaban en ausencia del programa.

Andam *et al.*, (2008) utilizaron un enfoque “matching” para evaluar la deforestación evitada, debido a la creación de una red de áreas protegidas en Costa Rica. Dado que las áreas protegidas no son asignadas al azar al paisaje, se consideraron como covariables de control: la productividad del uso de la tierra (con base en el clima, el suelo y la pendiente), distancia al borde del bosque, la distancia a las carreteras y la distancia de la ciudad principal más cercana. El análisis indica que las medidas convencionales dentro-fuera sobreestiman la deforestación evitada en comparación a metodologías avanzadas. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Pfaff *et al.*, (2009), quienes encontraron que en particular los efectos de las áreas protegidas fueron sobreestimados ya que las áreas protegidas se distribuyen principalmente en las tierras que tendrían un bajo nivel de deforestación debido a su escaso atractivo para otras actividades de uso del suelo.

Una visión general de los diferentes estudios que utilizan técnicas “matching” es proporcionada por Blackman (2012). El documento proporciona una buena visión metodológica y resume las variables de control que se han utilizado en varios estudios. Hay otros dos estudios (Pfaff *et al.*, 2008 y Robalino, 2008) que se combinan “matching” con el fin de crear un grupo contrafactual.

En este contexto el objetivo general de la investigación fue evaluar la eficacia de los incentivos económicos de conservación del programa de conservación ecuatoriano Socio Bosque para evitar la deforestación a nivel nacional. Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: i)

evaluar el impacto de Socio Bosque en conservar la cobertura forestal de las tierras inscritas y ii) evaluar el efecto “spillage substitution” que aumentan la deforestación en áreas de las propiedades de los participantes que no están inscritos.

METODOLOGÍA

Desde un punto de vista socio-económico, un análisis a nivel de la finca o propietario (comunidad) es ideal. La familia campesina o la comunidad pueden ser tratadas como una unidad de decisión con las características socio-económicas y actitudinal o políticas únicas. Sin embargo, para un análisis más detallado de las tierras que están, o no, suscritas en el programa, y en las cuales se ha producido procesos deforestación, o no, el análisis a nivel de finca/comunidad necesita ser complementada por datos más detallados a nivel de parcela o píxel. Aún con estos datos, es poco claro que tan adecuado son los indicadores, por esta razón debe ser construida una variable describiendo la pendiente media o la elevación de la finca (ver Blackman, 2012).

Como una alternativa al uso de las explotaciones individuales como unidades fundamentales del análisis, se podría llevar a cabo el análisis en el nivel de la parcela o de píxeles, por ejemplo, utilizando la red de imágenes de satélite Landsat. Esto tiene la ventaja de que el número de objetos aumenta dramáticamente. Asignación de variables espaciales como la pendiente, la altitud o la distancia a la carretera o a los mercados es un procedimiento estándar de geo-estadística.

El inconveniente de este último enfoque es que las parcelas / píxeles que se encuentran en estrecha proximidad espacial. Por lo tanto, el estado de la deforestación no es independiente el uno del otro (autocorrelación espacial viola el supuesto i.i.d. de residuos de la regresión). Sin embargo, hay formas de corregir por autocorrelación espacial (métodos de modelización espacial, ver Schwarze 2009 para una aplicación en correspondencia de puntuación de la propensión). Por ejemplo, la correlación espacial se representa frente a la distancia de píxeles (correlogramas de Geary, semi-variogramas) o los residuos puede ser investigado directamente (Moran's I analysis; Dormann *et al.*, 2007 in Ecography). Principalmente, la autocorrelación puede ser explicada por métodos de modelización espaciales, o sólo un subconjunto de píxeles se incluye en el análisis para el que la autocorrelación espacial media se ha reducido a un nivel aceptable (por ejemplo, Schwarze, 2009). Además, los efectos idiosincrásicos propios de las fincas podrían ser explicados mediante la inclusión de variables ficticias para las fincas individuales en el análisis. En resumen, es aconsejable optar por un análisis basado en píxeles que da cuenta adecuadamente de autocorrelación espacial.

Métodos de correspondencia

Existen diferentes métodos de evaluación disponibles. Refiriéndose a Blackman (2012), tres métodos son útiles para el presente tema de investigación.

• Propensity Score Matching

Propensity score matching empareja el tratamiento y las unidades de control en su propensity score- la probabilidad de que una cierta unidad sea tratada. Propensity score define la probabilidad condicional de ser tratado por una determinada unidad (deforestado si / no) como predicho por una elección dicotómica (logit o probit) de un modelo de regresión basado en las covariables individuales de la unidad. (Blackman, 2012). Una covarianza sería si las unidades se suscribieron a Socio Bosque o no.

Propensity score matching es un método de coincidencia bastante rudimentario, pero permite controlar muchas covariables al mismo tiempo, haciendo coincidir en una sola variable escalar. Las puntuaciones de propensión se pueden calcular usando muchos covariables, sin embargo, su puntuación se resumen en un escalar de las variables, y por lo tanto, los procedimientos que emparejan generalmente funcionan bien incluso con grandes conjuntos de variables para tener en cuenta (D'Agostino, 1998).

• Matching Covariable (Mahalanobis Métricas Matching)

Covariate matching se emplea para ordenar objetos al azar, y luego calcula la distancia entre los objetos tratados y todos los controles, donde la distancia, $d(i, j)$, entre un sujeto tratado i y un control de objetos j se define por la distancia de Mahalanobis: $d(i, j) = \sqrt{(u! v) TC \sim 1 (u! v)}$. Una matriz de covarianza de las variables de apareamiento se calcula a partir de la serie completa de los objetos de control. El sujeto de control con la distancia mínima $d(i, j)$ es elegido como match para los objetos tratados i , y ambos objetos se

Cuadro 1. Covariables comunmente usados en estudios económicos

| | La cercanía a carreteras | Distancia al borde del bosque | Distancia a ciudades / mercados | Pendiente | Elevación | Precipitación | Suelos |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|---------------|--------|
| Mertens et al., 2004 | x | x | x | | | x | x |
| Deininger und Minten 2002 | x | | | x | x | x | x |
| Chomitz y Gray 1996 | | | x | x | | x | x |
| Sánchez-Azofiefa et al., 2007 | | | x | x | | | |
| Pfaff et al., 2008 | x | | x | x | | x | |
| Anda et al., 2008 | x | x | | x | | | x |
| Robalino 2008 | x | | x | x | | | |
| Ver Alix-Darcia et al., 2010 | x | | | x | x | | |
| Honey-Roses 2011 | x | | | x | x | | |

Procedimiento analítico

El procedimiento se basa en la idea de que las tierras

eliminan del conjunto. Este proceso se repite hasta que se encuentran coincidencias con todos los objetos tratados.

Uno de los inconvenientes de esta técnica es que es difícil encontrar opciones cercanas cuando hay muchos covariables incluidas en el modelo. Como el número de dimensiones en los que se calcula la distancia de Mahalanobis, aumenta, la distancia media entre las observaciones aumenta también (D'Agostino, 1998).

• Genetic Matching

Dado que propensity score es utilizado en un propensity score matching es un score balanceado, un desequilibrio después del propensity score matching es una preocupación. Genetic Matching (GenMatch), elimina la necesidad de comprobar manualmente y de forma iterativa el propensity matching. GenMatch utiliza un algoritmo de búsqueda para comprobar de forma iterativa y mejorar el equilibrio de covarianza, y este es una generalización de propensity score y Mahalanobis Distance (MD) Matching (Rosenbaum y Rubin, 1985). Se trata de un método multivariado que usa un algoritmo evolucionario de búsqueda desarrollado (Mebane y Sekhon, 1998); Sekhon y Mebane, (1998) para maximizar el equilibrio de las covariables observadas entre las unidades emparejadas del tratamiento y el control (Diamond y Sekhon, 2012)

• Covariables

Hay varias covariables comúnmente usadas en estudios similares. Las que se encuentran con mayor frecuencia se presentan en el Cuadro 1. Para un análisis más extenso, ver Blackman (2012).

inscritas en Socio Bosque 2008-2010 son el resultado de un proceso de auto-selección y se expresa en el hecho de que la tierra se le ofreció al programa. Las tierras rechazadas

por la administración Socio Bosque, a la espera de una decisión o inscritos después de 2010 fueron expuestas a procesos similares de autoselección. Las fincas incluidas y no incluidas son diferentes, lo más importante, en la diferencia del pago Socio Bosque es: recibió o no recibió hasta el año 2010. Así, el grupo de las tierras para las cuales las aplicaciones fueron llenadas, pero que no se incluyeron, representan el primer contrafactual (cf. Alix-García, 2012). Si suficientes terratenientes pueden ser entrevistados del grupo de rechazados o aún en consideración en el año 2014, solo se prefiere su inclusión como contrafactual cuando permita un período un periodo largo de observación de los impactos del programa.

Para los aplicantes no incluidos en el programa, sus tierras se describen en orto-fotografías alta resolución y GIS durante las entrevistas (puntos de borde, usos del suelo y características biofísicas de la propiedad). Los mapas digitales y documentos legales están disponibles en el programa Socio Bosque. Con el fin de evaluar las fugas y / o spillage effects, puntos de SIG definen los bordes de las tierras, usos del suelos, y características biofísicas de las partes de la propiedad no inscritos en el programa serán incluidas también.

En estos dos grupos de propietarios, los procedimientos de matching (emparejamiento) se aplicarán con la inclusión dentro de Socio Bosque (potencialmente: tiempo de inclusión en el programa) como una variable o covariable independiente. Dentro de un modelo de emparejamiento (matching) deforestación controlando adecuadamente por diferencias sistemáticas entre las tierras suscritas o no suscritas al Socio Bosque, la inclusión de una variable significativa con el signo correcto indicará la adicionalidad del programa.

Utilización de los datos de encuestas de hogares

Los datos de las encuesta de hogares se utilizarán como

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriagada R., Ferraro P., Sills E., Pattanayak S., Cordero-Sancho S. 2012 "Do Payments for Environmental Services Affect Forest Cover? A Farm-Level Evaluation from Costa Rica" *Land Economics*. vol. 88 no. 2 382-399

Alix-García J., Shapiro E., Sims K. 2012 "Forest Conservation and Slippage: Evidence from Mexico's National Payments for Ecosystem Services Program" *Land Economics*. 88:613-638

Andam, K. S.; Ferraro, P. J.; Pfaff, A.; Sanchez-Azofeifa, G. A.; Robalino, J. A. (2008): Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (42), S. 16089-16094.

Blackman, Allen (2012): *Ex-post Evaluation of Forest Conservation Policies Using Remote Sensing Data: An Introduction and Practical Guide*. Inter-American

controls socioeconómicos adicionales en propensity score matching. Con estos datos se puede hacer alusión a las diferencias sistemáticas entre los aplicantes que son o no incluidos en el programa Socio Bosque, es decir medir el impacto del programa.

Dado que los esquemas de PSA o esquemas de incentivos económicos se basan en la suposición de que los participantes son compensados por los beneficios percibidos de otros usos de la tierra, estos datos mostrarán si los pagos efectuados por el Socio Bosque cumplen efectivamente con los costos de oportunidad, y de esta forma se cumple con el objetivo de reducción de la pobreza. También será usado para evaluar si los spillover effect difieren entre los grupos de ingresos (ver Alix-García, 2012).

Fuentes de los datos

- Remote sensing data. Con el fin de evaluar la deforestación a través del tiempo, se necesitarán remote sensing data desde antes del inicio del programa (2007/2008) y los datos recientes. Se usarán las imágenes el satélite LANDSAT 2013.

- Otros datos espaciales digitales. Características biofísicas como (covariables) incluyen la pendiente, la altitud, red de carreteras y red de asentamientos (y capas de datos derivados de la distancia a los mercados/ciudades).

- Las encuestas de hogares en forma de entrevistas estructuradas se llevarán a cabo con el fin de recibir los datos socio-económicos tales como: número y hectáreas de propiedades, el régimen de tenencia de las propiedades, los ingresos agrícolas (gastos e ingresos para las principales actividades agrícolas para el cálculo de los costos de oportunidad actual), los ingresos no agrícolas, razones por las que terratenientes decidieron aplicar al Socio Bosque, etc.

Development Bank, Office of Strategic Planning and Development Effectiveness (SPD).

Brummitt N., Lughadha E. 2003. Biodiversity: where's hot and where's not. *Conservation Biology* 17:1442-1448.

d'Agostino, Ralph B. (1998): Tutorial in biostatistics: propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non-randomized control group. In: *Stat Med* 17 (19), S. 2265-2281.

De Koning F., Aguiñaga M., Bravo M., Chiu M., Lascano M., Lozada T., Suarez L. 2011 Bridging the gap between forest conservation and poverty alleviation: the Ecuadorian SocioBosque program. *Environmental Science & Policy*. Volume 14, Issue 5, Pages 531-542

Dirección Nacional Forestal del Ministerio de Ambiente

(MAE). 2011. Estimación de la Tasa de Deforestación del Ecuador Continental. Searching 11/12/2012 <http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/geovanna/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20Tasa%20de%20Deforestaci%C3%B3n%20del%20Ecuador%20Continental.pdf>

Dormann et al., 2007. http://www.who.edu/cms/files/DormannEcography30_57164.pdf,

Engel S., Wünscher T., Wunder S. 2009. Increasing the efficiency of forest conservation: The case of payments for environmental services in Costa Rica in Avoided deforestation. Palmer, C and Engel, S. (eds) 208-216. Routledge.

FAO. 2006. Global forest resources assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Honey-Roses, J. O. R. D. I., Baylis, K., & Ramirez, M. I. (2011). A spatially explicit estimate of avoided forest loss. *Conservation Biology*, 25(5), 1032-1043.

MAE 2012. Sistematización de Socio Bosque. Hg. v. Ministerio del Ambiente.

Maza B. 2011. Heterogeneity of peasant land use decision as an effect of differences financial and personal capitals in the area of Biosphere Reserve "Podocarpus - El

Cóndor", Ecuador. Tesis Doctoral. George August Goettingen, Alemania

Myers N., Mittermeier R. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772):853.

Pagiola 2010. Using PES to implement REDD. Conference paper for the 4th World Congress of Environmental & Resource Economist, 2010

UN_REDD. Ecuador <http://www.un-redd.org/AboutUNREDDProgramme/NationalProgrammes/Ecuador/tabid/7073/Default.aspx>. Searching 11/12/2012.

Pfaff, A., Robalino, J., Sanchez-Azofeifa, A., Andam, K.S., and Ferraro, P.J. (2009): Park Location Affects Forest Protection: Land Characteristics Cause Differences in Park Impacts across Costa Rica. In: *The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy* 9 (2), zuletzt geprüft am 21.05.2013.

Sanchez-Azofeifa, G. A., Pfaff, A., Robalino, J. A., & Boomhower, J. P. (2007). Costa Rica's payment for environmental services program: intention, implementation, and impact. *Conservation Biology*, 21(5), 1165-1173.

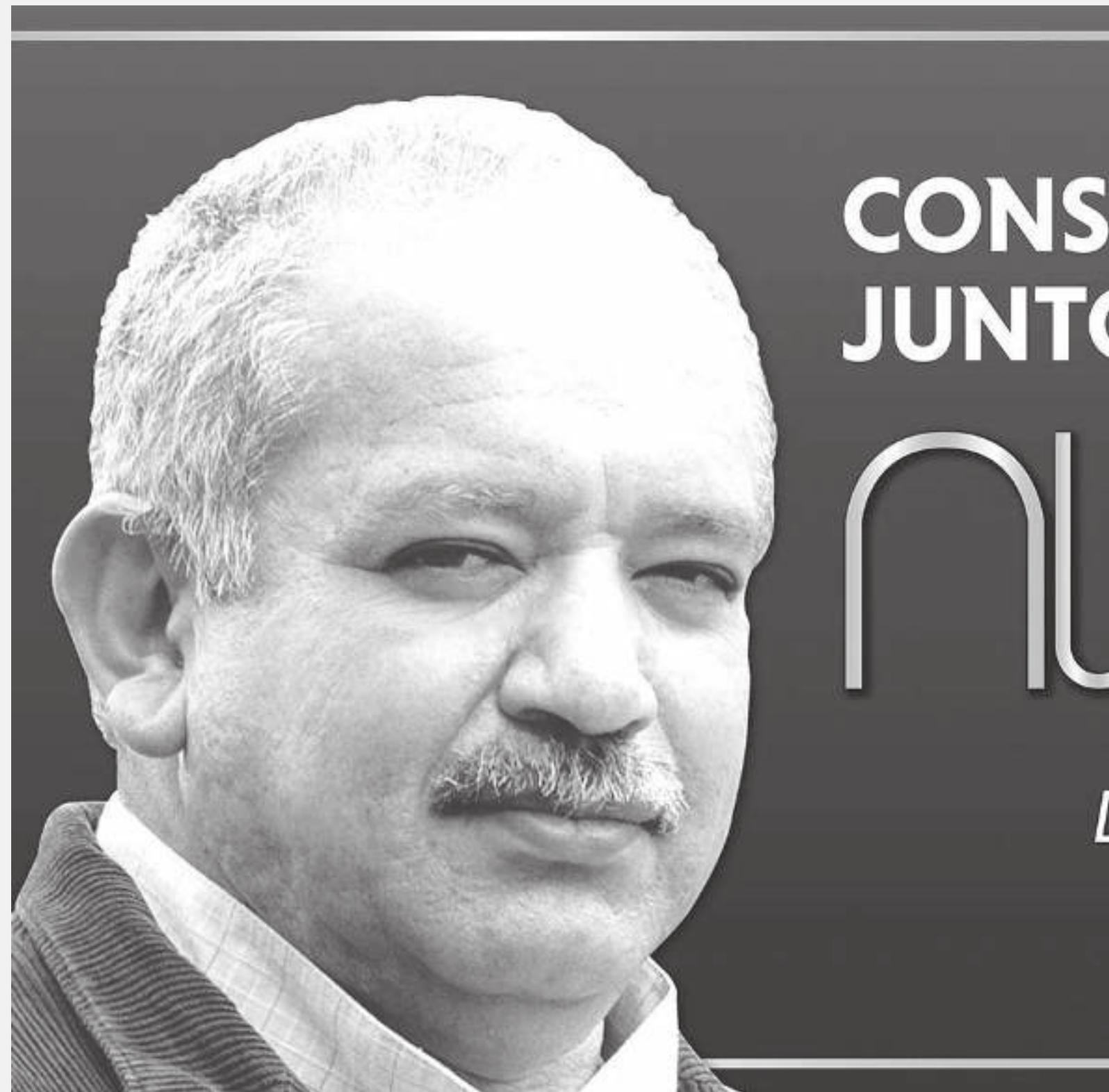
Wunder S. 2000. The economics of deforestation: the example of Ecuador. St. Martin, New York.

Wunder S. 2005. Payments for Ecosystem services: Some nuts and bolts. CIFOR. Occasional Paper No. 42. Jakarta 10065, Indonesia.

Socio Bosque 2012. Resultados del Socio Bosque. Searching 11/12/2012. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/?q=node/44>

Wünscher T., Engel S., Wunder S. 2008. Spatial targeting for environmental services: A tool for boosting conservation benefits. *Ecological Economics* 65(4):822-833.

Zilberman D., Lipper L., McCarthy N. 2006. When could payments for environmental services benefit the poor?. *Environment and Development Economics*. 13:255-278.



CONS
JUNTO

mu

L

TRUYENDO
OS LA



Leva Universidad

Dr. Gustavo Villacís Rivas
RECTOR 2013 - 2018

INSTRUCTIVO PARA PUBLICAR ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN LA REVISTA INVESTIGATIVA “Bosques...Latitud Cero”, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR Y RED AGROFORESTAL ECUATORIANA

“*Bosques...latitud cero*” es una revista de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, Ministerio del Ambiente de Ecuador y Red Agroforestal Ecuatoriana, especializada en tratar temas de investigación científica. La revista se reserva el derecho de revisar los artículos como estime apropiado de acuerdo al estilo de la revista.

Los artículos postulados deben:

- ✓ Corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación.
- ✓ Ser originales e inéditos y,
- ✓ Sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Se clasifica en:

- 1) Artículo de investigación científica y tecnológica: presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cinco apartados importantes: resumen, introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.
- 2) Artículo de reflexión o ensayo: presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
- 3) Artículo de revisión: resultados de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica actualizada en correspondencia con el Tema del artículo.
- 4) Otro tipo de documentos: artículo corto, cartas al editor, revisión de tema o traducción, informe de proyecto de vinculación, reseñas y reportes académicos.

A los colaboradores les sugerimos escribir sus artículos de acuerdo a las siguientes normas:

- **Título en Español:** debe ser conciso y breve que resuma el espíritu del trabajo y escrito en minúsculas excepto (i) la primera letra de la palabra que da comienzo al título y (ii) nombres o palabras condicionadas por distintas razones expuestas en las normas de la nueva edición de la Ortografía de la lengua española
- **Título en Inglés:** Debe tener correlación con lo escrito en español
- **Autor(es):** La identificación de los autores debe hacerse de la siguiente manera: Apellido (si publica con dos apellidos, separarlos con un guión), seguido del nombre completo del autor, separando con coma cada coautor.
- **Dirección(es):** Deberá escribirse la dirección institucional completa de los autores y coautores, con la mayor precisión posible (siglas de la institución, dirección geográfica, ciudad, país). Indicar también la dirección electrónica de correspondencia al autor.
- **Resumen:** No deberá exceder de 250 palabras y deberá incluir: objetivos, materiales y métodos, resultados relevantes u observaciones originales y conclusiones. No debe contener referencias ni ser estructurado.
- **Abstract:** Su contenido deberá ajustarse a lo planteado en el resumen. Si el autor no está capacitado en el inglés es importante consultar con un especialista, para evitar las modificaciones considerables.
- **Palabras Clave en Español:** Se incluirá el número de palabras necesarias para identificar el contenido del texto. Colocar de 3 a 6 palabras claves o frases cortas que ayuden a la clasificación del artículo. Se recomienda que las palabras claves sean diferentes al título.

- **Palabras Clave en Inglés:** Debe ser la traducción de las escritas en español.
- **Introducción:** Contendrá esencialmente aspectos generales, incluyendo finalmente los objetivos claros y concisos. El total de la introducción no debe exceder de dos páginas y media.
- **Materiales y Métodos:** Los autores deberán indicar el material y equipos, señalando marca y modelo (ciudad y país entre paréntesis y separados por una coma) cuando se considere relevante. Los estudios con humanos deben indicar la descripción del material utilizado. Aquellas investigaciones donde se utilicen animales, deben seguir los lineamientos de cuidado y uso de animales de laboratorio.

En relación a los métodos, debe hacerse una descripción breve de las técnicas empleadas para la consecución de los objetivos, en caso que sean utilizadas de rutina y lo suficientemente conocidas puede hacerse la cita bibliográfica. Es imprescindible especificar el análisis estadístico utilizado cuando se trabaje con muestras o cuando se requiera para la comparación de resultados. También es conveniente indicar el tipo de programa de computación utilizado para el procesamiento de los datos.

- **Resultados:** Deberán ser claros y precisos. Escritos en pretérito o participio pasado, en una secuencia lógica en el texto. Se debe enfatizar sólo las observaciones importantes. De ser posible, utilizando recursos tales como: tablas y figuras (fotografías, esquemas, microfotografías, diagramas, esquemas, dibujos, etc).
 - Tablas: Las tablas deben ir numeradas (Tabla 1) en forma secuencial utilizando números arábigos, contener un título descriptivo ubicado en la parte superior y no deben llevar líneas, más que las suficientes para la elaboración de la tabla. Las notas referentes a lo expresado en la tabla deben aclararse al final de ella, colocando los símbolos correspondientes.
 - Debe tenerse claro que los decimales escritos en inglés se separan con punto y en español o portugués con coma, incluir sólo los dígitos significativos.
 - Figuras: Deben ser numeradas en arábigos, con el título al pie de la figura (Fig. 1) y contener la información que permita su comprensión.
 - Fotografías: deben ser a color, en formato JPEG con una resolución mínima de 300 dpi que conserve una nitidez adecuada. Se debe indicar la magnificación de las microfotografías. La leyenda debe ir en la parte inferior de la foto.
- **Discusión:** Debe estar escrita en forma concisa y que facilite la comprensión y asimilación de los resultados. Es necesario hacer énfasis en los aspectos nuevos e importantes del estudio y relacionar los resultados obtenidos con los reportados en otras investigaciones.
- **Conclusión(es):** Deberán (en el caso de ser varias) ir enumeradas y corresponderán a las expectativas dilucidadas en la introducción. Evite hacer un resumen de los resultados.
- **Agradecimientos (prescindible):** Los autores podrán expresar de manera breve, palabras de agradecimiento a instituciones y/o a personas que contribuyeron al logro del trabajo.
- **Referencias citadas en el texto:** Todas las citas hechas en el texto deben ser incluidas en las referencias bibliográficas. Para citarlas en el texto se usará el apellido y el año de los autores o autores de las referencias bibliográficas. Por ejemplo:
 - i) Según Lozano (2010) indica que los bosques...;
 - ii) Biodiversidad del Ecuador es un recurso estratégico que hay que conservarlo (Aguirre *et al.*, 2011; Zury, 2012); y,
 - iii) Los productos forestales no maderables son recursos que pueden aprovecharse independientemente de la madera, los que es sustentado por López (2009). Sin embargo, no han sido valorados hasta la fecha...
- **Bibliografía:** Deben ser presentadas en orden alfabético, siguiendo las normas internacionales ISO. Por ejemplo:
 - Trejos, S. y Platen, H. 1995. Sombras maderables para cacaotales; aspectos económicos. CATIE: Serie Técnica. Informe Técnico No. 266. Turrialba, Costa Rica.
- **Normas de Nomenclatura:** Se recomienda a los autores tener en cuenta las Normas del Sistema Internacional de Medida (SI), tanto para la escritura de plantas, microorganismos y parásitos; como en símbolos, unidades y abreviaturas.
- Letra Arial, tamaño 11, interlineado 1.5, márgenes 2.5.

Procedimiento para la recepción y evaluación de artículos científicos

Presentar el artículo mediante comunicación escrita dirigida al Editor Responsable de la revista “*Bosques...latitud cero*”, Ing. Héctor Maza Chamba, en soporte digital (Word) y dos copias impresas, adjuntando hoja de vida del autor responsable (en digital).

En la comunicación escrita el autor debe expresar que conoce y acepta la política editorial de la revista “*Bosques...latitud cero*”, y cede todos los derechos de reproducción y distribución del artículo. La comunicación podrá remitirse vía digital con la firma escaneada del autor o autores.

Protocolo de recepción y evaluación de textos

- Se confirma la recepción del documento a los autores.
- El Consejo editorial verifica si el documento es pertinente con la temática de la revista y cumple con las características mínimas solicitadas en esta guía, entonces decide si envía a evaluar.
- Si el documento no es aceptado para la evaluación se informa a los autores las razones.
- Cuando un artículo no es aceptado para la evaluación pero es pertinente para la revista, se invita a los autores a un resometimiento del mismo.
- Si el documento es aceptado para evaluación, se contacta a expertos en el tema del banco de evaluadores de la revista y se analiza la solicitud de evaluación.
- Los árbitros evalúan y analizan sus observaciones. Estos desconocen los nombres de los autores y viceversa (revisión a doble ciego).
- En base a los resultados de las evaluaciones, el documento:
 - Se rechaza para publicación,
 - Se debe corregir y enviar nuevamente para evaluación,
 - Debe corregirse y no se requiere nuevamente su evaluación, o
 - Se acepta para publicación.
- Cuando se requiere correcciones, los autores las aceptan. Luego, retornan su documento al Coordinador Editorial. En caso de no aceptar las correcciones, el autor debe explicar y defender su tesis científica.
- El Consejo Editorial verifica el cumplimiento de las observaciones. Entonces se acepta o no su publicación.
- Si el documento no es aceptado para evaluación, se informa a los autores las razones.
- Si el artículo es aceptado para publicación, el autor debe realizar correcciones de estilo, si fuera el caso.
- El Coordinador Editorial revisa la versión final, corrige y envía la autor, corresponsal para su aprobación final.
- El Consejo Editorial informará al autor del resultado de la evaluación en periodo no superior a dos meses, por intermedio del Coordinador Editorial de la revista.
- Si un artículo, una vez aprobado para su publicación, no puede ser publicado en alguno de los próximos dos números de la revista, el Coordinador Editorial comunicara al autor la razón de la demora.

Del autor

- Al someterse un documento, el o los autores, aprueban la publicación en papel y/o electrónicamente de su obra en la revista “*Bosques...latitud cero*”, en caso de ser aprobado por los arbitro y el Consejo Editorial. Además, ceden sus derechos a la revista.
- Se entiende que el autor que envía un artículo actúa de buena voluntad en representación de todos los autores del documento, y expresa la responsabilidad solidaria de la originalidad del trabajo presentado.
- Al realizar el envío de un artículo al Coordinador Editorial de la revista, los autores se comprometen a no presentarlo simultáneamente a otra publicación, a menos que sea rechazado.
- La revista “*Bosques...latitud cero*” no asume responsabilidad legal por efectos de la aplicación de los contenidos publicados, que pueden resultar en daños a propiedades, personas naturales o jurídicas, etc.
- Una vez sea aprobado el artículo para publicación, el autor hará entrega de su material en el formato requerido por la revista.