

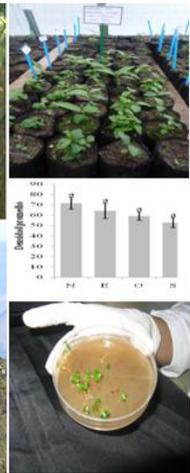
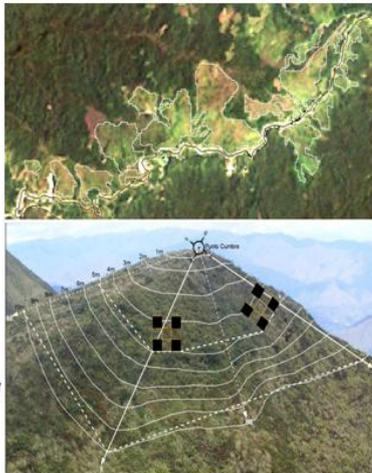
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**



**ÁREA AGROPECUARIA  
Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

# **ECOLOGÍA FORESTAL**

**Revista de la Carrera de Ingeniería Forestal**



*Volumen I, No. 1. 2010  
Loja-Ecuador*



**Universidad Nacional de Loja**  
**Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**  
**Carrera de Ingeniería Forestal**

**Dr. Gustavo Villacís Rivas**  
**RECTOR**

**Dr. Ernesto González Pesantes**  
**VICERRECTOR**

**Revista Ecología Forestal**  
**Volumen 1, No. 1**  
**2010**

**Comité Editorial**

- Jorge García Luzuriaga, Mg. Sc.  
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Forestal
- Nikolay Aguirre Mendoza, Ph.D.  
Profesor de la Carrera de Ingeniería Forestal

**Comité de Revisión**

Nikolay Aguirre Mendoza, Ph.D.  
Zhofre Aguirre Mendoza, Mg.Sc.  
Luis Sinche Fernández, Mg.Sc.

**Portada:** Ing. Deicy Lozano

La reproducción y traducción parcial o total de los trabajos publicados en la Revista "ECOLOGÍA FORESTAL" por terceros, se ajusta a las normas de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador.

**COMISIÓN EDITORIAL DE LA UNL**

Dr. Ernesto González Pesantes  
PRESIDENTE

Dr. Tito Muñoz  
DOCENTE ÁARNR

Dr. Milton Andrade Tapia  
DOCENTE ÁEAC

Dr. Noé Bravo Vivar  
DOCENTE ÁEAC

Dr. Fidel Maldonado Tapia  
DIRECTOR CERACYT

Lic. José Iñiguez Cartagena  
DIRECTOR CUDIC

Lic. Víctor Vicente Regalado Valarezo  
DIRECTOR EDITORIAL UNIVERSITARIA

## CONTENIDO

<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>INVESTIGACIÓN</b> .....	7
<b>Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático</b> <i>Paúl Eguiguren, Tatiana Ojeda y Nikolay Aguirre</i> .....	7
<b>Estudio comparativo de métodos indirectos para la estimación de índice de área foliar en áreas de pastizales abandonados</b> <i>Gabriel Gaona y Jorge García Luzuriaga</i> .....	19
<b>Diversidad de anfibios y reptiles de un bosque seco en el sur occidente del Ecuador</b> <i>Diego Armijos Ojeda y Katusca Valarezo</i> .....	30
<b>Evaluación del efecto de la inoculación con hongos micorrízicos en la propagación de <i>alnus acuminata</i> y <i>morella pubescens</i></b> <i>Narcisa Urgiles Gomez, Lucía Quichimbo, Arthur Schuessler, Claudia Krueger</i> .....	37
<b>Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur occidente del Parque Nacional Podocarpus</b> <i>Celso Yaguana, Deicy Lozano, Zhofre Aguirre</i> .....	47
<b>Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe</b> <i>Elsa Naranjo, Tito Ramírez y Zhofre Aguirre</i> .....	61
<b>Crecimiento inicial de <i>Tabebuia chrysantha</i> y <i>Cedrela montana</i> con fines de rehabilitación de áreas abandonadas en el trópico húmedo ecuatoriano</b> <i>Darlin González Ruth Poma, Milton Ordóñez, y Nikolay Aguirre</i> .....	73
<b>Germinación de <i>Ficus insípida</i>, especie protectora de vertientes de agua en el cantón Paltas</b> <i>Alexandra Condo y Clemencia Herrera</i> .....	81
<b>Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la estación científica san francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo</b> <i>Johana Muñoz y Luis Muñoz</i> .....	88

<b>Anatomía macroscópica y algunas características físicas de siete especies maderables de pie de monte de la zona alta de la Cuenca del río Puyango</b> <i>Héctor Maza Chamba</i> .....	100
<b>REVISIONES</b> .....	
<b>Trayectoria Académica de la Carrera de Ingeniería Forestal</b> <i>Napoleón López Tandazo</i> .....	112
<b>Calentamiento Global y sus implicaciones en el Ecuador</b> <i>Nikolay Aguirre Zhofre Aguirre y Tatiana Ojeda</i> .....	119
<b>Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas</b> <i>Zhofre Aguirre M. y Cristhian Aguirre</i> .....	125
<b>Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja</b> <i>Manuel Quizhpe Córdova y Hugo Sáenz Figueroa</i> .....	139

## EDITORIAL

La preocupación actual por los recursos naturales, en particular los forestales, ha adquirido una importancia sin precedentes en el mundo. Los motivos son evidentes; el grave daño que se ha hecho a los ecosistemas que cobijan a los seres humanos está afectando severamente sus condiciones de vida, haciendo peligrar el futuro mismo de la tierra. El tema ya no sólo agobia a los directamente agredidos por estos problemas sino que se ha convertido en un problema de carácter global, que traspasa fronteras y amenaza a todos por igual.

La presencia e interés por la conservación de los bosques en los grandes foros nacionales e internacionales, es evidente; esta inquietud está trascendiendo la simple retórica y ya se cuestionan y replantean los actuales estilos de vida y de desarrollo, proponiéndose la búsqueda de salidas viables a estos grandes problemas, dentro de un clima de progreso y bienestar colectivos, como legado viviente para las futuras generaciones.

América Latina alberga en su territorio la cuarta parte del total de zonas forestales del mundo y la mitad de bosques y selvas tropicales que quedan en el planeta, con una biodiversidad que se aproxima a las 85 000 especies, el 31 % del total mundial. Incomprensiblemente, sus abundantes recursos naturales, bosques, selvas y biodiversidad mayor que cualquier otro continente están sujetos a procesos de destrucción acelerados que contribuyen a acrecentar los cinturones de pobreza en las zonas rurales.

Esto justifica la preocupación mundial y al mismo tiempo el creciente interés por la conservación de bosques y ecosistemas en general; sin embargo, el acentuado protagonismo, duplicación de esfuerzos, falta de coordinación entre agencias e instituciones, trabajo conjunto y poca participación local en regiones deprimidas donde las desigualdades económicas constituyen el principal factor de deforestación, ponen en riesgo las iniciativas de conservación, el mejoramiento del régimen fiscal y legal, la distribución equitativa de beneficios y el fortalecimiento de las capacidades públicas y privadas de gestión, mejoraría la situación que hoy por hoy se da en nuestro país.

La participación local y autogestión en el manejo de recursos naturales, no ha sido objetada, es hora que los futuros acuerdos y convenios la tengan presente. Sin descartar que la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y especialmente de los bosques se garantizará en la medida que podamos pasar la factura de los servicios ambientales como la captación de CO<sub>2</sub>, que sería más rentable que la misma producción maderera.

La Carrera de Ingeniería Forestal, con la grata oportunidad de celebrar los 35 años de creación, ponemos a consideración de los profesionales y de la colectividad en general el primer volumen de la revista “**Ecología Forestal**”. La presente publicación contiene varios artículos científicos elaborados por profesionales egresados de esta Unidad Académica, quienes a lo largo de su práctica profesional han cosechado valiosas experiencias que hoy las hacen trascendentes como un aporte y colaboración al celebrar un año más de su creación.

La Coordinación de Carrera, quiere rendir tributo de esta manera a todos los estamentos que la conforman y desear un futuro brillante a la profesión forestal, a sus egresados y a sus estudiantes que son la razón de la carrera, así mismo dejamos constancia de nuestra gratitud al Comité Editorial.

*Jorge García Luzuriaga*

## INVESTIGACIÓN

# DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA PÁRAMO DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS PARA EL MONITOREO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

*Paúl Eguiguren<sup>1</sup>, Tatiana Ojeda<sup>1</sup> y Nikolay Aguirre<sup>2\*</sup>*

## RESUMEN

La presente investigación presenta información correspondiente de la diversidad florística de la zona piloto para el monitoreo del cambio climático en el ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Para ello, se inició con la identificación y selección de tres cimas situadas a lo largo de la gradiente altitudinal (desde los 3 270 hasta los 3 400 msnm), estas tres cimas están influenciadas por el mismo clima regional. En toda la zona piloto de instalaron 48 parcelas permanentes de 1m<sup>2</sup> (16 parcelas por cada cima) para la identificación y cuantificación de la diversidad florística. Se registraron 86 especies, 60 géneros y 33 familias, de las cuales 57 especies están representadas en 765 individuos en la cima CIA; 51 especies y 1 085 individuos en CIB; y 59 especies distribuidas en 1 126 individuos en CIC. Entre todas las cimas se estableció que las familias más diversas son Asteraceae y Ericaceae; mientras en la mayor

cantidad de individuos por ha, sobresalen *Oxalis spiralis* con 55 833 ind/ha, *Tillandsia aequatorialis* con 44 375 ind/ha y *Disterigma empetrifolium* con 36 875 ind/ha. Finalmente, se pudo establecer que todas las cimas poseen una diversidad alfa alta; sin embargo, existe una diferencia significativa entre las cimas CIA y CIB, mientras que en lo relacionado a la similaridad los resultados mostraron que ésta es mediana, existiendo una mayor similitud entre las cimas CIB y CIC.

**Palabras clave:** cima, exposición, gradiente altitudinal, calentamiento global.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas globales que la humanidad se enfrenta en la actualidad constituye el calentamiento global, causado principalmente

<sup>1</sup> Investigadores del Proyecto MICCAMBIO, Universidad Nacional de Loja

<sup>2</sup> Profesor del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia: nikoaguirrem@yahoo.com

por el incremento de gases de efecto invernadero (Banco Mundial 2009, FAO 2009), el cual en su gran mayoría es generado por actividades antrópicas (Richardson et al. 2009, Risto et al. 2009, IPCC 2007). Debido a la alta vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas, en el Ecuador se prevé algunas transformaciones como resultado de este fenómeno (BM 2009, CEPAL 2009); bajo este contexto todos los ecosistemas se verán afectados, siendo los de alta montaña particularmente sensibles a dicho calentamiento, puesto que están condicionados por factores climáticos y son extremadamente especializados (BM 2009, Bates et al. 2008, GTP 2008, Morales y Estévez 2006). De esta manera, las especies pueden responder a los cambios globales mediante su adaptación a través de procesos evolutivos, cambios en su abundancia y distribución, desplazamientos y extinción (Pearson y Dawson 2003, Holt 1990). Uno de estos efectos ya ha sido demostrado por Pauli et al. (2007), quienes a través de un monitoreo a largo plazo indican que el aumento de temperatura contribuye a la reducción del hábitat de las especies más adaptadas al frío y está siendo invadido por especies de elevaciones más bajas; de todos modos, la ocurrencia de cualquiera de estos mecanismos dependerá de la variabilidad genética de las especies y de la resiliencia de los ecosistemas.

Los ecosistemas de páramo son categorizados como uno de los sitios con mayor biodiversidad del mundo, considerado por algunos como archipiélago biológico (Pauli et al. 2003, Azócar 1981). En el Ecuador la franja altitudinal entre los 3000 hasta los 4500 m s.n.m. contiene casi el 30% de las especies de plantas vasculares (Josse et al. 2000), esto demuestra la gran representatividad que tiene este ecosistema y la importancia de conocer cuál es su diversidad florística, ya que esta clase de información servirá como punto de partida para el monitoreo del cambio climático, y así poder definir cómo es el comportamiento de la flora frente a este tipo de variaciones.

La presente investigación se desarrolló dentro del Proyecto MICCAMBIO (Monitoreo a Largo Plazo

del Impacto del Cambio Climático en la Biodiversidad de Ecosistemas de Páramo del Parque Nacional Podocarpus), el mismo que está inmerso dentro de la RED GLORIA<sup>1</sup> a través de la cual se busca establecer sitios permanentes a largo plazo para generar información que fundamente el entendimiento del cambio climático y facilite el estudio comparativo de sus impactos en la biodiversidad de los ecosistemas de páramo con otras regiones de los Andes (Aguirre 2008). Este artículo presenta los resultados obtenidos durante el levantamiento de la línea base florística de la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus (PNP), así como un breve análisis sobre la diversidad existente en esta zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el PNP, ubicado en la Región Sur del Ecuador entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (ver Figura 1), cubre una extensión de 146 280 hectáreas, de las cuales 11 000 hectáreas pertenecen a ecosistemas de páramo, que en la Región Sur del Ecuador empiezan a partir de los 2 800 m s.n.m. (MAE 2007, Becking 2004, Lozano et al. 2003, Programa Podocarpus 2002). En dicho sitio se estableció una zona piloto<sup>2</sup> que como se observa en la Figura 2, se sitúa en el ecosistema páramo del PNP, en el filo de la Cordillera Oriental de los Andes y comprende tres cimas localizadas desde 3 270 m s.n.m. (CIA), pasando por los 3 320 m s.n.m. (CIB), hasta los 3 400 m s.n.m. (CIC), influenciadas por las mismas condiciones edafo-climáticas y en su conjunto tienen una superficie de 6 136,4 m<sup>2</sup> (Eguiguren y Ojeda 2009).

<sup>1</sup> Iniciativa para la investigación del seguimiento global de los ambientes alpinos.

<sup>2</sup> Zona Piloto, es el área montañosa comprendida por las tres cimas de estudio, ubicadas a lo largo de la gradiente altitudinal del ecosistema páramo del PNP, para el monitoreo del cambio climático.



Figura 1. Ubicación espacial del PNP en la Región Sur del Ecuador, el recuadro rojo señala la zona piloto.

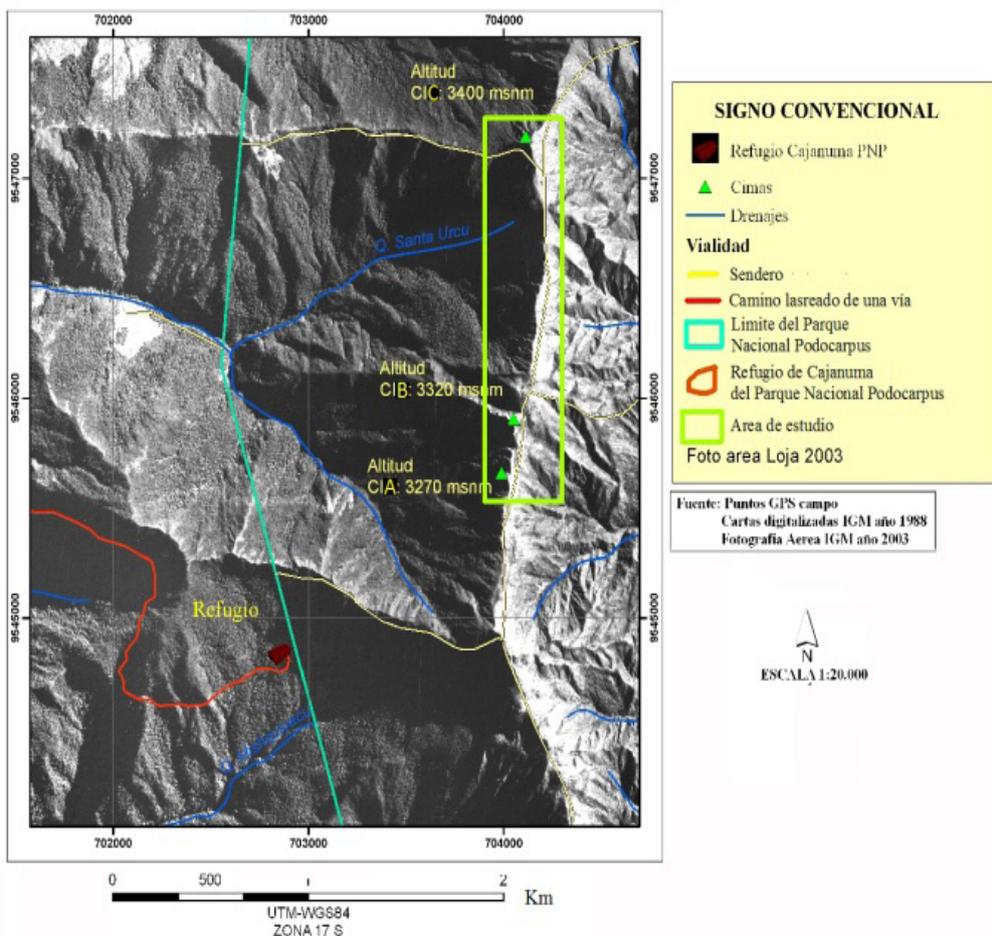


Figura 2. Mapa en tercera dimensión de la ubicación de las tres cimas que conforman la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, donde se observa que están situadas en una misma dirección con respecto a las condiciones orográficas del sector en el filo de la cordillera oriental de los Andes.

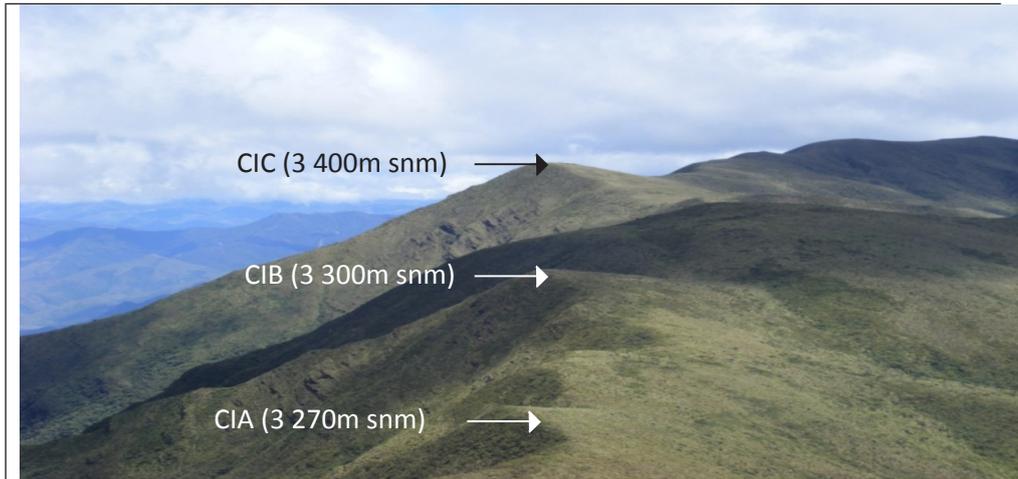


Figura 2b. Localización y distribución de las cimas de la zona piloto, donde se aprecia su posición a lo largo de la gradiente altitudinal del páramo.

**Diseño de Muestreo**

La metodología utilizada fue la propuesta por Pauli et al. (2003) para el proyecto GLORIA de la región europea, razón por la cual se hicieron algunas modificaciones para adaptarla a los páramos andinos. En cada cima se instaló cuatro parcelas de 3x3 m, una en cada punto cardinal (N, S, E y O) y a 5 m de desnivel desde el punto cumbre<sup>3</sup>; cada parcela está dividida en nueve cuadrantes

de 1m<sup>2</sup>, en donde aquellos ubicados en las esquinas, de aquí en adelante denominados parcelas permanentes, se usaron para el muestreo de la vegetación (ver Figura 3). Dentro de las parcelas permanentes se levantó información referente al número de especies y el número de individuos de cada una de ellas, esto sirvió para determinar la diversidad por familia, densidad, diversidad alfa y beta.

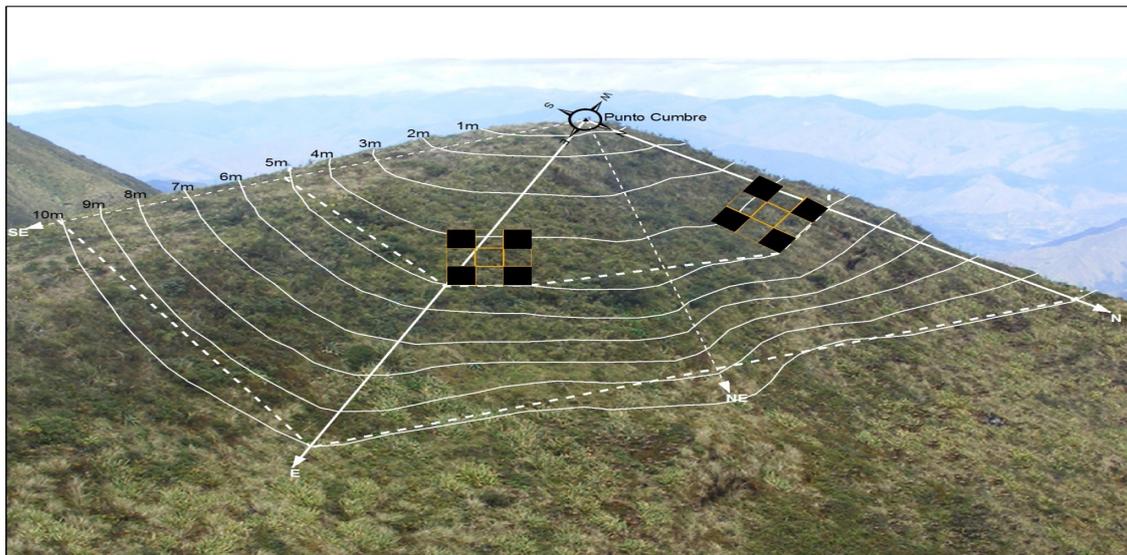


Figura 3. Vista lateral de una cima, con las curvas de nivel y diseño del muestreo esquemático, los cuadrantes de negro, representan las parcelas permanentes.

<sup>3</sup> Punto Cumbre, es la parte más alta y central de la cima, a partir del cual inician todas las mediciones.

## ANÁLISIS DE DATOS

La diversidad florística fue calculada mediante el índice de Shannon-Wiener. Se hizo además ANOVAs mediante el programa SPSS 16.0 para WINDOWS para establecer diferencias significativas entre cimas y entre direcciones en lo que concierne a densidad y diversidad. La similitud florística fue analizada con el programa PAST 1.9 donde se realizó un análisis cluster utilizando el índice de Simpson.

## RESULTADOS

### Densidad y Riqueza Florística

En las parcelas permanentes de la zona piloto del PNP, se registró 86 especies, 60 géneros y 33 familias, de las cuales 57 especies representadas en 765 individuos se encuentran en CIA; 51 especies y 1 085 individuos en CIB; y 59 especies distribuidas

en 1 126 individuos en CIC (ver Figura 4a). En la figura 4b se puede observar que el ANOVA realizado para la riqueza específica no indicó diferencias significativas entre las cimas; mientras que para la densidad de plantas vasculares el análisis indicó que hay una diferencia marcada de CIA con respecto a CIB y CIC.

Las familias con mayor número de especies dentro de la zona piloto son Asteraceae y Ericaceae (ver Figura 5a), éstas a su vez son las que mayor cantidad de géneros poseen, siendo las más diversas en el sitio de estudio. Por otro lado, en la figura 5b, se presentan las especies con mayor cantidad de individuos por ha, en donde sobresalen *Oxalis spiralis* con 55 833 ind/ha, *Tillandsia aequatorialis* con 44 375 ind/ha y *Disterigma empetrifolium* con 36 875 ind/ha.

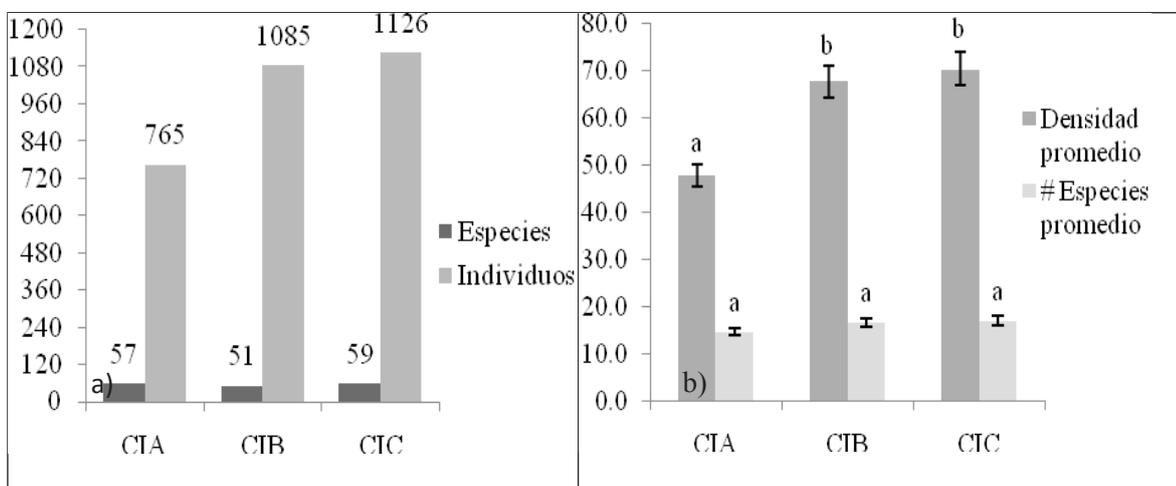


Figura 4. a) Número especies e individuos de cada cima de la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, b) Densidad y riqueza específica promedio de cada cima, las barras indican el error estándar respecto al promedio  $n=16$ , letras iguales indican la inexistencia de diferencias significativas (Test Tukey  $p \leq 0.05$ ).

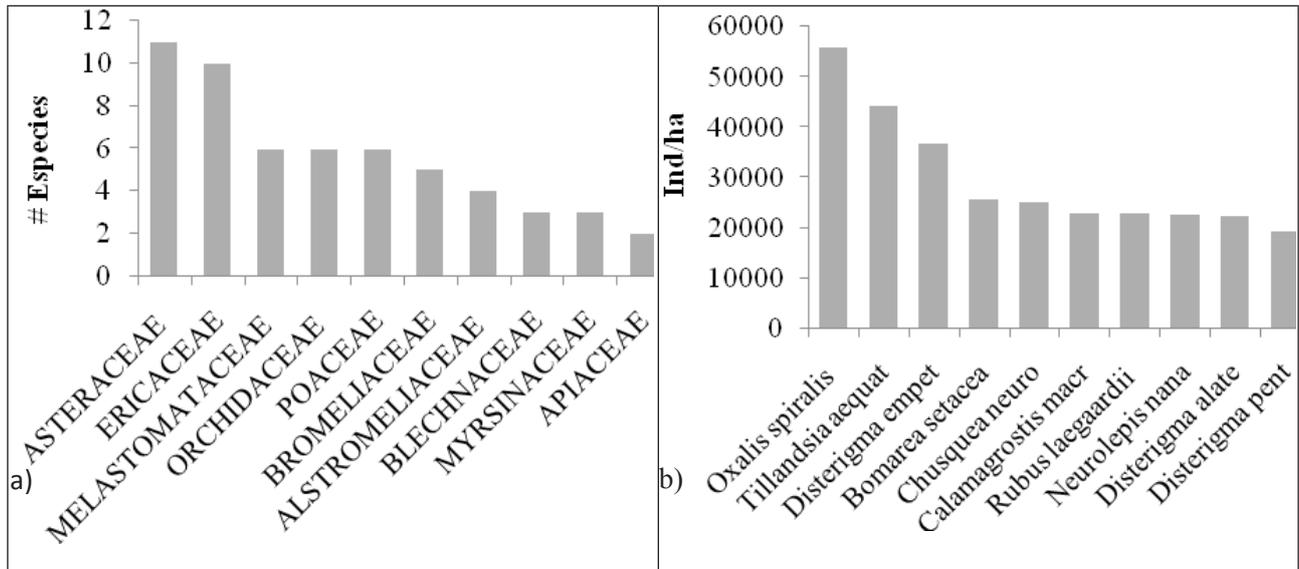


Figura 5. a) Diversidad de las 10 familias con mayor número de especies en la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, b) Densidad de las 10 especies con mayor número de individuos/ha de la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus.

En lo que concierne al comportamiento de la densidad entre direcciones, el ANOVA indicó que no existen diferencias significativas en donde los valores fluctúan entre 52 a 71 individuos por m<sup>2</sup>, tal como se presenta en la figura 6a. Al analizar la densidad de las orientaciones dentro de cada cima, se observó que entre CIA y CIB existe un patrón que indica que la densidad es mayor hacia

el Norte y desciende de manera paulatina hacia el Sur; además, entre estas dos cimas las densidades más altas se dan en CIB. Este patrón se altera en la tercera cima, siendo la orientación Este la que presenta un mayor número de individuos por m<sup>2</sup> (94), mientras que la dirección que menor densidad presenta es la Norte con 59 individuos por m<sup>2</sup> (ver Figura 6b).

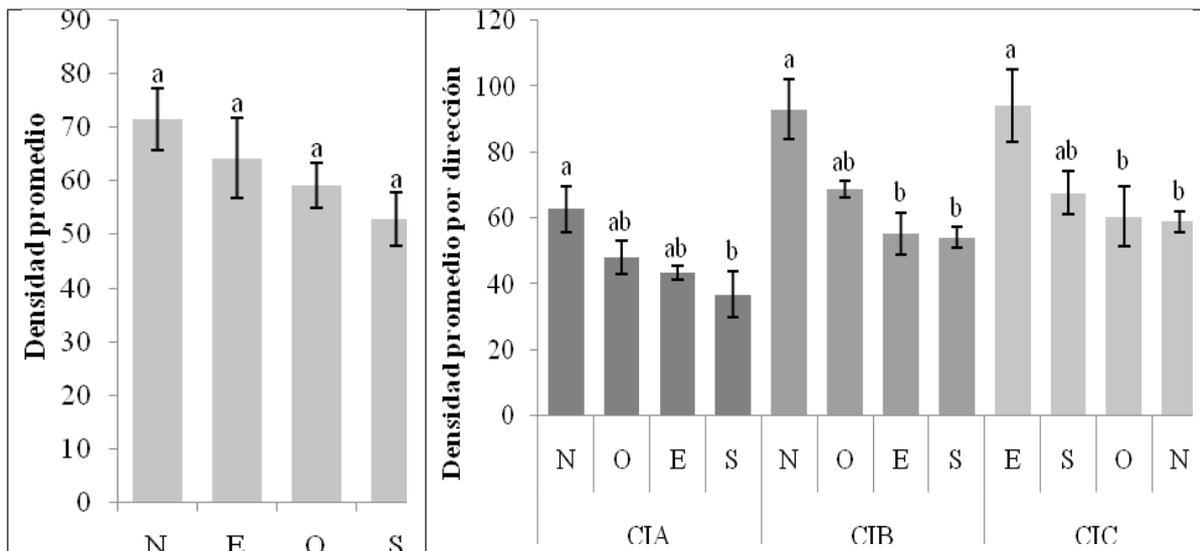


Figura 6. a) Densidad promedio entre direcciones de todas las cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=12; b) Densidad promedio entre direcciones dentro de cada cima, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=4, en ambos casos letras iguales indican la inexistencia de diferencias significativas (Test Tukey p≤0.05).

**Diversidad alfa**

El índice de Shannon determinó que las tres cimas tienen valores altos de diversidad; no obstante, el ANOVA indicó que existen diferencias entre CIA y CIB que son las cimas más cercanas; mientras que entre CIA y CIC no hay diferencias marcadas en base a este índice, pese a que estas últimas son las cimas más lejanas y que respectivamente representan los límites altitudinales inferior y superior de la zona piloto del PNP (ver Figura 7a).

En cuanto a la diversidad florística entre direcciones que se representa en la figura 7b, se observa que la orientación que mayormente difiere es la Este con respecto al Oeste y al Sur, en la misma figura se observa que las diversidades más altas se dan hacia el Sur y Oeste, mientras que las más bajas se dan hacia el Norte y Este.

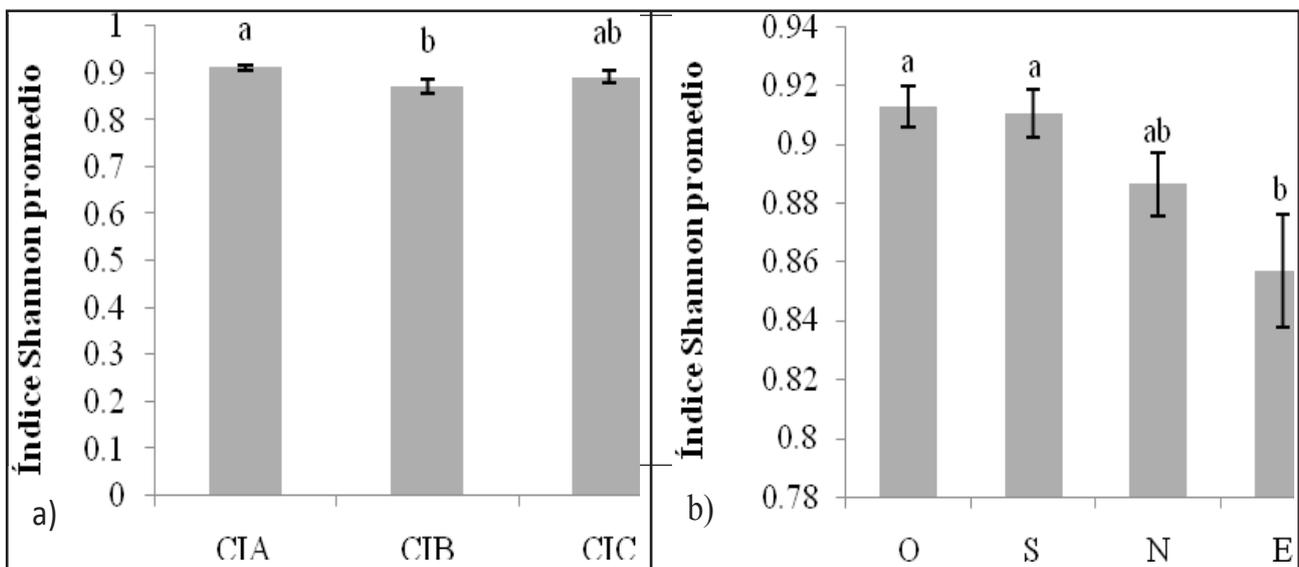


Figura 7. a) Índice de diversidad de Shannon promedio entre cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=16; b) Índice de diversidad de Shannon promedio entre direcciones de todas las cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=12, en ambos casos letras iguales indican la inexistencia de diferencias significativas (Test Tukey  $p \leq 0.05$ ).

**Diversidad Beta**

La diversidad beta se analizó con el índice de Simpson que reveló que todas las cimas son medianamente similares (37 %); sin embargo, las que tienen mayor similitud son la CIB Y CIC (44 %), mientras que la CIA guarda una similitud un poco menor con respecto a las otras. Por otro lado, al

realizar el análisis entre las direcciones se pudo observar que aquellas exposiciones que comparten más elementos florísticos son la Oeste, Sur y Norte de las cimas CIB y CIC, siendo las dos orientaciones últimas las que poseen un alto nivel de similitud entre ellas (ver Figura 8).

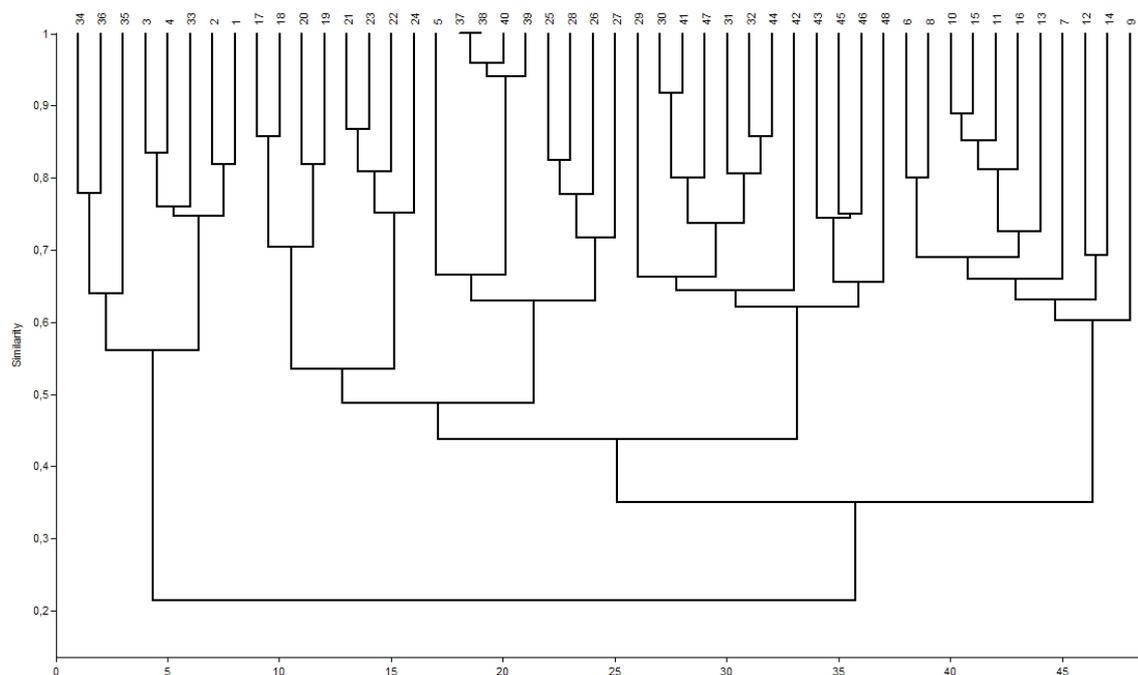


Figura 8. Análisis clúster para la determinación de similitudes entre cimas (Índice de Simpson).

## DISCUSIÓN

### Densidad y Riqueza Florística

La zona piloto del PNP, contiene una muestra representativa de la vegetación existente en los páramos de la Región Sur del Ecuador, ya que las 86 especies registradas en este estudio, representan el 39 % de lo encontrado por el Herbario LOJA (2000), quienes muestrearon 116 parcelas de 25 m<sup>2</sup> en cinco sitios del PNP, lo cual, además, indica la alta diversidad florística de la zona piloto. Con respecto a la riqueza florística, se puede observar que no hay un patrón definido que indique que ésta incrementa de acuerdo a la altitud, contrario a lo que otros autores (Bertin et al. 2003, Villar y Benito 2003, Erschbamer et al. 2006) indican que el número de taxa pueden aumentar o disminuir en función de la gradiente altitudinal; además, la diferencia del número de especies entre las cimas no es muy grande, lo cual se puede deber a que la amplitud vertical de la flora altoandina ecuatoriana es muy grande, existiendo especies que pueden tener una distribución altitudinal de más de 1000 m (Izco et al. 2007, Sklenář y Jørgensen 1999).

De acuerdo a estudios realizados por Herbario LOJA en el PNP y Amaluzza (2000 y 2001) e Izco et al. (2007), las familias más diversas en los páramos del sur son Ericaceae, Asteraceae y Poaceae, lo cual coincide con este estudio en donde las tres familias se encuentran dentro de las diez más diversas y junto a Bromeliaceae hacen de estos ecosistemas sitios muy particulares frente a páramos norteños. Bromelias como *Tillandsia aequatorialis* y hierbas bambusoides como *Chusquea neurophylla* y *Neurolepis nana* se encuentran dentro de las especies con mayor densidad, y también son típicas de estos ambientes andinos.

Dentro de la densidad de individuos por m<sup>2</sup>, existe un patrón que aumenta con la altitud, variando considerablemente de CIA a CIB y luego a CIC, pese a que la distancia y la gradiente altitudinal entre las primeras es menor; probablemente esto sea producto de la ubicación de CIA, en el límite más bajo y en una zona de ecotono entre el bosque

andino y el páramo. Estas tendencias concuerdan con las obtenidas por Kazakis *et al.* (2007) en la zona alpina de Lefka Ori, Crete. Estos lugares medios (ecotonos) en relación al cambio climático son de gran importancia para identificar el posible cambio del límite en un futuro y predecir el destino de las especies en mayores altitudes (Kazakis *et al.* 2007, Pauli *et al.* 2007).

Al analizar si hay diferencias significativas en cuanto al número de individuos con respecto a las orientaciones, se encontró diferencias marcadas dentro de cada cima, lo que posiblemente sea producto de la presencia de microhábitats originados por la interacción de las variables edafo-ambientales de las cimas. Al observar in situ la disposición de las cimas, se determina que las pendientes Norte y Oeste, se encuentran más resguardadas de los vientos que se originan principalmente del lado amazónico, lo cual puede llevar a que una mayor cantidad de individuos se refugien en dichos sitios. La causa para que el patrón de densidad se altere en CIC, puede deberse a que en esta cima existe una mayor presencia de especies herbáceas en el Este y Sur, las cuales están representadas por una gran cantidad de individuos tal es el caso de *Neurolepis nana* que en el Este posee 109 individuos.

### Diversidad alfa

En el PNP, las cimas que en términos de diversidad florística son estadísticamente diferentes son CIA y CIB que son las más cercanas, contrario a lo que se podría esperar que entre las cimas más lejanas haya mayores diferencias; por lo que se puede manifestar que en las dos primeras cimas existen otros factores bióticos que crean condiciones particulares, como por ejemplo la disponibilidad de condiciones apropiadas para la colonización por parte de especies que se encuentran a menores altitudes (Sklenář y Ramsay 2001); esto en CIA podría darse por estar una zona de transición, y en la CIC se podría deber a que esta cima se convierte en el último espacio para la migración de las especies.

De las orientaciones, la que presenta una menor

diversidad es la Este, ya que en su mayoría está formada por especies herbáceas que tienen una alta densidad pero disminuye en diversidad, a pesar de que esta orientación al tener una menor pendiente, abarca una mayor superficie; posiblemente su baja diversidad se deba a que está más expuesta a vientos fuertes, con lo que solo las especies más resistentes pueden sobrevivir a dicha exposición.

### Diversidad Beta

Todas las cimas de la zona piloto son medianamente similares (ver Figura 8), sin embargo existe una igualdad mayor entre las cimas que se encuentran más alejadas (CIB-CIC), lo cual contrasta con lo encontrado por Sklenář y Jørgensen (1999), donde la similaridad entre formaciones cimaras decrece conforme incrementa la distancia entre las mismas. Es posible que la variación de la similitud entre las cimas CIA-CIB y CIA-CIC, se deba a que la primera está en una zona de ecotono entre el páramo y el bosque nublado, y posee algunos elementos florísticos diferentes en contraste con las otras cimas; además, estudios han demostrado que las cimas más bajas situadas en zonas de transición presentan tendencias diferentes a aquellas localizadas a mayores altitudes (Pauli *et al.* 2003). Se cree que al existir una migración de especies desde la cima más baja hasta las de mayor altitud exista una variación en cuanto a los índices de similitud establecidos, donde posiblemente aquellas que están a altitudes menores (CIA-CIB) al verse afectadas por el cambio climático, lleguen a tener índices de similitud mucho más altos que los actuales. Por otro lado, al analizar las direcciones de las cimas con mayor semejanza, se puede observar que las direcciones que tienen una similaridad considerable son la Oeste, Sur y Norte, resultado que concuerda con la diversidad alfa ya que entre estas exposiciones no existen diferencias significativas; eso se puede deber a que las condiciones climáticas en estas tres orientaciones sobre todo la velocidad del viento es menor, mientras que aquellos provenientes de la amazonia, golpean con mayor fuerza a la dirección Este, provocando cambio en la estructura y composición entre las

cimas. Sin embargo, esta variabilidad puede estar dada por la intervención de algunos factores como suelo, gradiente altitudinal, pendientes, etc., las mismas que pueden estar influenciándolas de cada una de las orientaciones desarrollando microclimas muy específicos.

## CONCLUSIONES

Los resultados de diversidad alfa y beta concuerdan en que las cimas CIA-CIB son las que presentan mayores diferencias pese a que éstas tienen una distancia longitudinal menor en comparación con la CIC.

Dentro de la diversidad florística a más de la altitud intervienen otros factores, como velocidad e intensidad del viento, pendiente, composición del suelo, radiación, entre otros, que generan condiciones muy particulares dentro de cada cima.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Nacional de Loja, por el soporte financiero para llevar a cabo esta investigación; al Ministerio del Ambiente del Ecuador por brindar las facilidades para el buen desarrollo del trabajo en el campo; al Herbario LOJA y en especial a Bolívar Merino por su apoyo en la identificación de especies; a Santiago Silva por su colaboración en la elaboración de mapas.

## LITERATURA CITADA

AGUIRRE N. 2008. Proyecto para monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático en la biodiversidad de ecosistemas de páramo en el Parque Nacional Podocarpus, provincia de Loja, Ecuador (MIC-CAMBIO). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

AZÓCAR A. 1981. La flora de los páramos. En: Los páramos venezolanos. De Karl Weidman. Edi. Librería Alemana S.R.L. pp. 6-27. Disponible en: <http://www.ciens.ula.ve/icae/>

[publicaciones/paramo/articulos\\_por\\_autorb.php](http://publicaciones/paramo/articulos_por_autorb.php). (Consultado Enero, 11 2010).

BANCO MUNDIAL 2009. Desarrollo con menos carbono: Respuestas Latinoamericanas al desafío del cambio climático. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTBOLIVIAIN>

SPANISH/Resources/desarrolloconmenoscarbono.pdf (Consultado Febrero 13, 2010)

BATES B., Z. KUNDZEWICZ Y J. PALUTIKOF 2008. El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra. Disponible en: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). (Consultado Enero 20, 2010).

BECKING M. 2004. Sistema microregional de conservación Podocarpus. Tejiendo (micro) corredores de conservación hacia la cogección de una Reserva de Biosfera Cándor-Podocarpus. Programa Podocarpus. Loja, Ec. Imprenta Monsalve Moreno. p. 35-36.

BERTIN L., R. DELLAVEDORA, M. GUALMINI, G. ROSSI, Y M. TOMASELLI, 2003. Monitoring plant diversity in the Northern Apennines Italy. Disponible en: [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at) (Consultado Febrero 11, 2010).

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y El Caribe) 2009. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Disponible en: [www.gtz.cepal.org](http://www.gtz.cepal.org). (Consultado Enero 20, 2010).

EGUIGUREN P. Y T. OJEDA 2009. Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 101 pp.

ERSCHBAMER B., M. MALLAUN Y P. UNTERLUGGAUER 2006. Plant diversity along

- altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). Disponible en: [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at) (Consultado Enero 14, 2010)
- FAO 2009. Revista internacional de silvicultura en industrias forestales. Volumen 60. Disponible en: [www.fao.org/forestry/unasyuva](http://www.fao.org/forestry/unasyuva) (Consultado enero 09, 2010)
- GTP 2008. Cambio Climático. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec>. (Consultado enero 07, 2010)
- HERBARIO LOJA 2000. Diagnóstico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Programa Podocarpus. Informe final. Loja, Ecuador. 75 pp.
- HERBARIO LOJA 2001. Evaluación Bioregional y Ecológica de los Páramos de Amaluza en el área de influencia del Proyecto Páramo, una propuesta para el Corredor Biológico Sabanilla, provincia de Loja-Ecuador. Loja, Ecuador. 78 p.
- HOLT R. 1990. The microevolutionary consequences of climate change. *Tree* 5 (9) Disponible en: <http://people.biology.ufl.edu/rdholt/holtpublications> (Consultado febrero 28, 2010)
- IPCC 2007. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. disponible en: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). (Consultado Febrero 01, 2010).
- IZCO J., I. PULGAR, Z. AGUIRRE Y F. SANTÍN 2007. Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe> (Consultado Febrero 05, 2010)
- KAZAKIS, G., D. GHOSN, I. VOGIATZAKIS Y V. PAPANASTASIS 2007. Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. disponible en [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at) (Consultado Enero 11, 2010).
- JOSSE C., P. MENA P. Y G. MEDINA 2000. La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec> (Consultado Febrero 28, 2010)
- LOZANO P., T. DELGADO Y Z. AGUIRRE 2003. Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus. Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la Investigación y Desarrollo de la Botánica. Loja, Ec. 180 p.
- MAE 2007. Parque Nacional Podocarpus. Disponible en: [www.ambiente.gov.ec/webloja/parque/pnp.htm](http://www.ambiente.gov.ec/webloja/parque/pnp.htm) (Consultado febrero, 01 2010)
- MORALES J. Y J. ESTÉVEZ 2006. El Páramo: ¿Ecosistema en Vía de Extinción? *Revista Luna azul* n 22. Disponible en <http://lunazul.ucaldas.edu.co> (Consultado marzo, 01 2010)
- PEARSON R. Y T. DAWSON 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology y Biogeography* 12: 361-371. Disponible en: <http://www.gbif.es> (Consultado enero 06, 2010)
- PAULI H., M. GOTTFRIED, D. HOHENWALLNER, K. REITER, R. CASALE, G. GRABHERR 2003. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Instituto de ecología y conservación biológica. Universidad de Viena. Disponible en: [http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA\\_MS4\\_Web\\_espanol.pdf](http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA_MS4_Web_espanol.pdf) (Consultado enero 29, 2010)
- PAULI H., M. GOTTFRIED, K. REITER, C. KLETTNER Y G. GRABHERR 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* 13: 147–156. Disponible en: [http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA\\_MS4\\_Web\\_espanol.pdf](http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA_MS4_Web_espanol.pdf) (Consultado enero 29, 2010).

- PEARSON R. Y T. DAWSON 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful. *Global Ecology Biogeography* 12: 361-371. Disponible en: <http://www3.interscience.wiley.com>. (Consultado febrero 10, 2010).
- PROGRAMA PODOCARPUS 2002. Informe Podocarpus 1997-2002. Programa Podocarpus. Loja, Ecuador. Impresión NINA Comunicaciones. Quito, Ecuador. 13, 24-26 p.
- RICHARDSON K., W. STEFFEN, H. SCHELLNHUBER, J. ALCAMO, T. BARKER, D. KAMMEN, R. LEEMANS, D. LIVERMAN, M. MUNASINGHE, B. OSMAN-ELASHA, N. STERN Y O. WÆVER (2009). *Climate Change, Risks, Challenges y Decisions*. Disponible en: [www.iaurani.org](http://www.iaurani.org) (Consultado febrero 05, 2010).
- RISTO S., A. BUCK Y P. KATILA 2009. *Adaptation of Forests and People to Climate Change: A Global Assessment Report*. Disponible en: [www.iufro.org](http://www.iufro.org) (Consultado Febrero 05, 2010)
- SKLENÁŘ P. Y P. JØRGENSEN 1999. Distribution patterns of paramo plants in Ecuador. Disponible en: [www.jstor.org](http://www.jstor.org). (Consultado Marzo 09, 2010).
- SKLENÁŘ P. Y P. RAMSAY 2001. Diversity of zonal páramo plant communities in Ecuador. *Diversity and distribution* 7: 113-124. Disponible en: <http://www.jstor.org>. (Consultado marzo 07, 2010).
- VILLAR L. Y J. BENITO 2003. La flora alpina de Europa y el cambio climático: El caso del Pirineo central. Disponible en <http://www.aet.org>. (Consultado marzo 10, 2010).

# ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS INDIRECTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EN ÁREAS DE PASTIZALES ABANDONADOS

Gabriel Gaona<sup>1\*</sup> y Jorge García Luzuriaga<sup>2</sup>

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en los meses de julio a diciembre del año 2008, con el propósito de validar dos metodologías indirectas de determinación de Índice de Área Foliar (IAF), mediante un método convencional. La primera metodología, LICOR2000, se basó en la relación existente entre la radiación incidente y la radiación transmitida, que fue medida con el equipo *LAI-2000 Plant Canopy Analyzer*. Y la segunda se basa en principios de teledetección, y se calcula el IAF a partir de imágenes del satélite Landsat. Las metodologías utilizadas han sido adecuadas a las necesidades de áreas de estudio, en las que predominan las especies de *Setaria sphacelata* y *Pteridium aquilinum*. Como resultados más relevantes se obtiene que: El valor de determinación,  $R^2$ , entre el método convencional y el método LICOR2000, es de 0.93; y, con el método indirecto (Imágenes Landsat) fue

de 0.76. La aplicación del método indirecto, como comprobación, fue un análisis multitemporal del IAF en las mismas áreas estudiadas, con escenas Landsat de los años de 1986, 1999 y 2001, cuyos resultados confirman una alteración de la vegetación por actividades antrópicas. A partir de esto se concluye que mediante imágenes Landsat, se puede obtener una gran aproximación a la realidad, como la obtenida con los métodos directos en los sitios estudiados.

**Palabras Claves:** Teledetección, Landsat, LICOR2000, *Setaria sphacelata*, *Pteridium aquilinum*

## INTRODUCCIÓN

Al considerar la importancia que la FAO ha dado al uso de la teledetección en la caracterización de

<sup>1</sup> Ingeniero Ambiental, Profesor de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Loja.

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal, Coordinador de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

\* Autor para correspondencia, gavg712@gmail.com

la superficie terrestre, con fines de ordenamiento y toma de decisiones, se puede fácilmente concluir que los sensores remotos marcan una nueva tendencia en la evaluación y monitoreo de la vegetación. Un ejemplo de éstos es la promoción de estas tecnologías por parte de la FAO en La Evaluación Global de los Bosques por Teledetección. Esto debido a que las mejoras tecnológicas y un mejor acceso a los datos de tele-observación permiten ampliar el acceso a la información de forma más rápida y con una alta confiabilidad (FAO 2009).

Las imágenes de satélite han constituido una herramienta fundamental en el monitoreo y análisis de la vegetación (Chuvieco 1996, Schlerf et al. 2004), permitiendo acceder a datos relevantes para la expansión del conocimiento de los lugares más remotos, a los cuales es necesario llegar (FAO 2009).

El índice de Área Foliar (IAF), es definido como la relación entre el área de las hojas de un dosel y el área de suelo (Asner Sner et al. 2003, Wilhem et al. 2000, LICOR 2000, Napolitano et al. 2001). Según Bréda (2003), es uno de los parámetros más útiles para caracterizar el estado de la vegetación. Considerando que la estimación del IAF ha resultado uno de los trabajos más delicados, debido a que es un parámetro muy importante, se ha podido detectar que en muchos estudios de validación de datos existe una subestimación del IAF en métodos indirectos con respecto a métodos directos (Bréda 2003).

El IAF está estrechamente relacionado con otros índices de vegetación, como lo demuestran los estudios de Chen et al. (2002), Asner Sner et al. (2003), Baret et al. (1991). El índice de vegetación usado en esta investigación como base para obtener el IAF fue el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, conocido por sus siglas en inglés como Normalized Difference Vegetation Index NDVI (Reifschneider 2006).

En base a estas consideraciones, se ha visto la posibilidad de acelerar el proceso de estimación del Índice de Área Foliar, mediante el uso de equipos basados en la radiación solar incidente y de

imágenes de satélite. Estas metodologías han sido consideradas en numerosos estudios de la vegetación, especialmente en coníferas (Lindroth et al. 2008), como una alternativa a las complicaciones que presenta el método destructivo; pero tomando en cuenta que las mismas metodologías necesitan ser probadas y corregidas.

La mayoría de los estudios muestran claramente que la aplicación de métodos para determinar IAF, son dedicadas a plantaciones específicas, en donde la cobertura vegetal en homogénea, por ejemplo bosques de coníferas, cultivos de maíz, cultivos de patatas, cultivos de caña de azúcar, etc. (Lindroth et al. 2008, Coops, et al. 2004, De la Casa et al. 2007, Camacho, et al. 1995).

Se hace necesario realizar estudios de vegetación que permitan fácilmente analizar la variación multitemporal del estado de aquella vegetación. Para ello es necesario utilizar metodologías, que permitan obtener una información confiable, en un menor tiempo y con menos recursos. Una de estas herramientas, que está siendo estudiada para cumplir con este propósito son los métodos indirectos basados en sensores remotos.

Este artículo presenta resultados sobre la base del cumplimiento de los siguientes objetivos: a) Probar tres metodologías para obtener información sobre IAF, con el propósito de validar el uso de dos de los tres métodos en la caracterización de este índice en áreas de pastizales abandonados; b) Aplicar el método indirecto en la obtención de datos reales para un análisis multitemporal del estado de la vegetación en las mismas áreas de pastizales abandonados. La aplicación de uno o ambos métodos permitirá dotar de una herramienta nueva para investigadores y entidades de planificación del territorio en base al monitoreo de cambios en el estado de la vegetación.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El área de estudio está ubicada en la cuenca del Río San Francisco, en el área de investigaciones de la

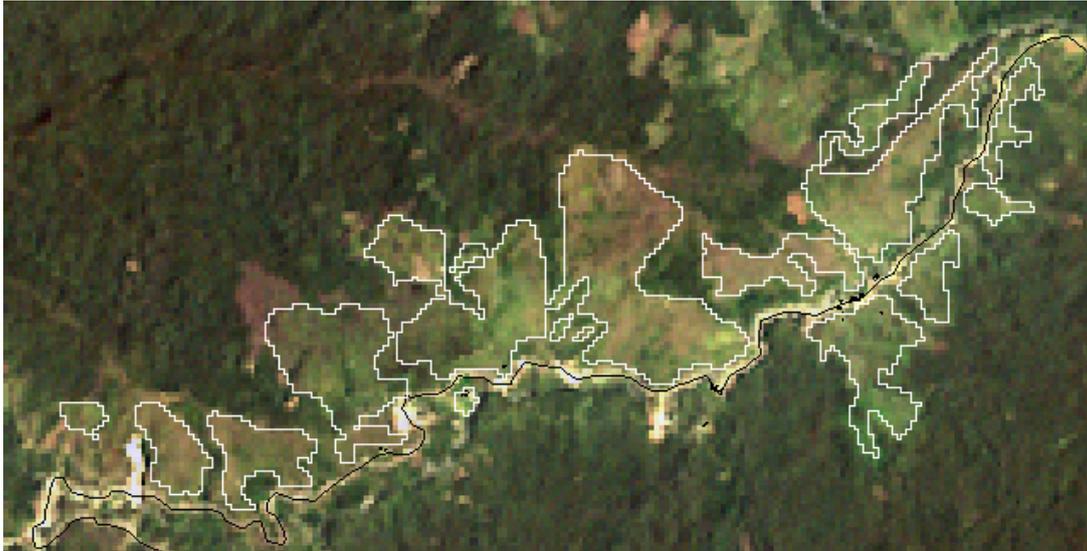


Figura 1. Área de estudio (fondo composición RGB de Landsat, 2001). Ubicación geográfica: Norte 9559983,2 - 9557225,2 m; y, Este: 715613,7 - 712676,2 m. UTM 17s. Ubicación del Norte: hacia "ARRIBA"; las líneas más claras representan los límites de las áreas incluidas en este estudio.

DFG (ver Figura 1). La cobertura vegetal en esta parte de la cuenca está caracterizada por mosaicos de usos del suelo entre los que se destaca pasturas, pastos abandonados y vegetación de sucesión secundaria. En general esta área pertenece a un ecosistema de Bosque húmedo tropical montañoso, en el cual se presentan áreas que han sido utilizadas para actividades de extractivas (madera) y agropecuarias. El clima de la localidad se caracteriza por tener precipitaciones que alcanzan los 2220 mm anuales, una temperatura media anual de 16.2 °C, Humedad relativa del 85 %. (Bendix et al., 2004, Wilcke et al., 2001)

### Comparación de métodos

Los métodos utilizados fueron: i) El método destructivo, que consiste en cortar la planta, medir el área de sus hojas y relacionarlas con la superficie de terreno donde se encuentre. ii) El método indirecto LICOR2000, que se basa en la relación de mediciones de radiación incidente sobre el dosel (medición A) y transmitida bajo el dosel (medición B); e, iii) el método indirecto con sensores remotos (Imágenes Landsat ETM).

Para el método destructivo se definieron nueve parcelas de 1m<sup>2</sup> cubiertas por *Setaria sphacelata*

y *Pteridium aquilinum*, de donde se cortó absolutamente toda cobertura vegetal. Todas las hojas fueron escaneadas para generar imágenes, las cuales fueron utilizadas para calcular el área. En Photoshop se transformaron las imágenes del RGB (real) a BW (byte, dos colores), de forma que se pueda calcular en Idrisi el área para 0 y 1 como únicos valores. Los datos correspondientes a las áreas del valor 0 corresponden a las hojas, y estos fueron exportados como archivos de texto, para finalmente ser corregidos por la inclinación de las hojas y consolidados en una base de datos. En las mismas áreas que fueron definidas para el método destructivo, se midió el IAF con el método LICOR2000, siguiendo las recomendaciones del fabricante (LICOR2000).

Para el método de sensores remotos previamente se aplicaron las debidas correcciones a la escena Landsat, incluyendo la eliminación del efecto topográfico en la irradiación de la luz, mediante una corrección de relieve de acuerdo con (Chuvieco 1996) Una vez realizadas las correcciones se calculó el NDVI con el módulo Vegindex del programa Idrisi (IDRISI 2008); se georreferenciaron los datos de IAF medido en seis parcelas de áreas aproximadas a las de un pixel de la imagen Landsat (≈30x30 m); y finalmente se construyó

una tabla de datos de los valores de IAF de las 6 parcelas y junto a cada uno de ellos los 9 valores de NDVI requeridos por la técnica “Moved Window” (esta técnica se usa para corregir el efecto de movido de una imagen). Se estableció una correlación de tipo potencial entre los datos de IAF medido y NDVI del pixel correspondiente. Y para concluir con esta parte, se aplicó el modelo matemático obtenido de esa correlación para calcular el IAF en las áreas de estudio, adaptando del procedimiento planteado por Reifschneider (2006) en bosque húmedo tropical.

El análisis de la información estuvo basado en regresiones lineales simples, donde se relacionaron los diferentes métodos con el fin de encontrar los modelos adecuados para corregir los resultados de los métodos LICOR2000 y Landsat respecto de los resultados del método destructivo.

Finalmente, una vez corregido el método Landsat, se procedió a calcular el IAF para dos escenas más, la de 1986 y la de 1999. De forma que, mediante

Cuadro 1. Índice de Área Foliar, obtenido con el método LICOR2000, en parcelas 1m<sup>2</sup>, en la ECSF. IAF= índice de área foliar, ESL=Error estándar de la medición del IAF, DIFN=Fracción de cielo interceptada, IA=Pendiente media de las Hojas, ESI=Error Estándar de la pendiente media de las hojas, NPO= Número de pares de mediciones AB; S=*Setaria sp.*, Pt=*Pteridium sp.*, S-Pt=mezcla de *Setaria sp.* y *Pteridium sp.*

Plot	Vegetación	Capa	IAF	ESL	DIFN	IA	ESI	NPO
1	S	90	1.55	0.08	0.32	65.50	6.50	40.00
2	S	90	1.54	0.08	0.32	61.00	2.50	38.50
3	S	90	1.57	0.08	0.28	57.50	5.50	40.00
4	Pt	90	1.45	0.07	0.29	24.00	12.50	35.00
5	S-Pt	45	3.07	0.35	0.03	42.00	5.00	8.00
6	S-Pt	90	3.29	0.11	0.08	38.00	3.50	24.00
7	Pt	90	1.53	0.05	0.27	24.50	14.00	40.00
8	Pt	90	1.64	0.08	0.24	19.50	13.00	31.50
9	S-Pt	90	2.55	0.11	0.15	59.00	5.50	30.00

Los resultados del 0 corresponden a los valores obtenidos para cada una de las parcelas de 1m<sup>2</sup>, de los cuales, en las parcelas de *Setaria sp* están entre 1.54 y 1.57, ±8%; en las parcelas de *Pteridium sp*

comparaciones estadísticas con diagramas de cajas se puede observar variaciones temporales (esperadas) en los datos de IAF de las tres escenas.

## RESULTADOS

### Relación entre los métodos: destructivo y LICOR 2000

Esta relación fue procesada con la finalidad de obtener un modelo de regresión mediante el cual se pueda corregir los datos del LICOR2000 en base al método más conocido que es el método destructivo.

Los primeros resultados reflejados con esta investigación fueron obtenidos en parcelas de 1 m<sup>2</sup>, en las cuales primero se obtuvieron los datos correspondientes al método LICOR2000, para que no se vean afectados los resultados. En el 0, se presenta un resumen de los datos obtenidos para las 9 parcelas seleccionadas.

está entre el 1.55 y 1.64, ± 6%; y, en las parcelas combinadas, superan el 2,5%, ±SEM. En las mismas parcelas, para el método destructivo se obtuvieron los siguientes resultados (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados del Método Destructivo en 9 parcelas de 1m<sup>2</sup>; en donde, SH= Superficie total de las hojas, IA= Pendiente de las hojas en grados, SP=Superficie proyectada de las Hojas, IAF= Índice de Área Foliar; S=*Setaria sp.*, Pt=*Pteridium sp.*, S-Pt=mezcla de *Setaria sp.*, y *Pteridium sp.*)

PLOT	Vegetación	SH m2	IA Ángulo de Inclinacion de las Hojas	SP (m2)	Terreno m2	IAF S.H/S.P
1	S	3.86	73.00	1.13	1.00	1.13
2	S	2.70	62.00	1.27	1.00	1.27
3	S	2.27	57.50	1.22	1.00	1.22
4	Pt	1.06	24.00	0.97	1.00	0.97
5	S-Pt	3.23	42.00	2.40	1.00	2.40
6	S-Pt	2.87	38.00	2.26	1.00	2.26
7	Pt	0.99	24.50	0.90	1.00	0.90
8	Pt	1.38	19.50	1.30	1.00	1.30
9	S-Pt	3.33	59.00	1.72	1.00	1.72

Las nueve parcelas de 1m<sup>2</sup> seleccionadas, fueron escogidas por su cobertura de *Setaria sp* (S) y *Pteridium sp.* (Pt) y una combinación de ambas especies en proporciones iguales (S-Pt). De esta manera, se puede apreciar que el rango de valores con el método destructivo, para estas parcelas, va desde 0.9 a 1.72, tomando en cuenta que existe una

marcada diferencia entre los tres tipos de cobertura vegetal. Así: para S, se presentan los valores más elevados; para Pt, los valores más bajos; pero la combinación de ambos está ligada a la combinación 50-50 (%) de cobertura de cada especie, determinando así valores intermedios, así se puede ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de Resultados del método LICOR2000, en las seis parcelas de ≈30x30m; en donde: IAF= Índice de Área Foliar, S=*Setaria sp.*, Pt=*Pteridium sp.*, S-Pt=mezcla de *Setaria sp.* y *Pteridium sp.*) .

Nº	Sitio	Composición Florística	IAF
1	Pastos	50% S + 50%Pt	2.56
2	Pastos	90% S + Arbustos	3.02
3	Pastos	90% S + Arbustos	3.43
4	Pastos	80% S + 12% Pt + Arbustos	3.59
5	Pastos	90% S + Arbustos	3.21
6	Pastos	70% S + 30% Arbustos	4.22

La regresión lineal establece que para estos dos métodos el coeficiente de determinación, R<sup>2</sup>, es de 0.9349; y, el modelo de regresión establecido para este efecto, es ( $y=1.3112x+0.1034$ ). A partir de este modelo de regresión, se obtuvo el modelo para corrección de los datos del método LICOR2000 en

áreas de pastizales abandonados que estén cubiertos con *Setaria sp* (S) y *Pteridium sp.*, es:

$$\text{Metodo Destructivo} = (\text{LICOR2000} - 0.1034) / 1.3112.$$

Modelo (1)

**Relación entre los métodos LICOR2000 y método indirecto de sondeo remoto.**

**Método LICOR2000 en seis parcelas de aproximadamente 30x30m**

Las coberturas vegetales en este método fueron similares a las muestreadas con los dos métodos anteriores, es decir una composición florística predominante de *Setaria sp.*, *Pteridium sp.* y en menor proporción de *arbustos* característicos de

la sucesión secundaria de estas áreas. Parte de estos resultados son recopilaciones de datos de otra investigación paralela, con la cual se compartió la información de campo. El IAF de las parcelas 2 a 6, son promedios de cientos de mediciones realizadas en parcelas de 10x10m dentro de áreas más grandes de 40x40m (ver Cuadro 4).

Los resultados del LICOR2000, fueron corregidos mediante la aplicación del *Modelo 1*, cuyos valores obtenidos se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados del método LICOR2000: Originales y Corregidos con el *modelo (1)*.

Parcela	Original	Corregido
1	3.45	2.55
2	4.06	3.02
3	4.60	3.43
4	4.81	3.59
5	4.31	3.21
6	5.64	4.22

**Resultados método indirecto (mediante imágenes Landsat) en las seis parcelas de aproximadamente 30x30 m**

Una vez que las escenas de Landsat fueron debidamente corregidas y calibradas geográficamente, se usaron las bandas rojo (R; banda 3) e infrarrojo

cercano (IRC; banda 4), para calcular en el NDVI, de donde se obtuvo como resultado una imagen de datos, de donde se extrajeron los valores correspondientes a las coordenadas de cada parcela en el campo. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados de NDVI (técnica “Move Window”) para cada parcela de IAF medido. C: Punto que corresponde a las coordenadas de las parcelas; N: Pixel al Norte del punto central; NE: al Noreste; E: al Este; SE: al Sureste; S: al Sur; SW: al Suroeste; W: al Oeste; NW: al Noroeste.

PLOT	IAF	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	2.550	0.267	0.447	0.381	0.249	0.308	0.235	0.328	0.365	0.261
2	3.020	0.270	0.241	0.223	0.268	0.294	0.178	0.116	0.248	0.323
3	3.430	0.493	0.498	0.478	0.472	0.398	0.447	0.469	0.443	0.367
4	3.590	0.447	0.493	0.472	0.398	0.363	0.404	0.427	0.469	0.343
5	3.210	0.221	0.159	0.365	0.407	0.295	0.267	0.319	0.268	0.331
6	4.220	0.504	0.464	0.548	0.478	0.522	0.478	0.498	0.462	0.421

Las correlaciones lineales simples entre los datos de IAF y NDVI de cada posición geográfica reflejaron que existe una correlación de tipo potencial entre el IAF y el NDVI del Noroeste (ver Cuadro 6). El modelo de obtenido es el siguiente:  $y=0.1157x^{0.8976}$ .

Para calcular el IAF a partir de la imagen Landsat se usó el siguiente modelo:

$$IAF=Inv \ln(\ln(NDVI/0.1157)/0.8976)$$

*Modelo (2)*

Cuadro 6. Coeficientes de determinación para LICOR2000 y NDVI de Landsat, (técnica “Move Window”), obtenidos mediante Regresiones Simples.

Orientación	Lineal	Exponencial	Potencial	Logarítmica
C	0.6079	0.5642	0.5508	0.5951
N	0.1048	0.0856	0.0652	0.0840
NE	0.5184	0.4047	0.3719	0.4790
E	0.7122	0.7058	0.7412	0.7401
SE	0.7641	0.7590	0.6994	0.6985
S	0.6925	0.6343	0.6239	0.6793
SW	0.426	0.2794	0.2570	0.3987
W	0.3680	0.3203	0.2899	0.3386
NW	0.9318	0.9167	0.9361	0.9360

Los resultados de la imagen Landsat escena del 2001, se presentan en el Cuadro 7, como *IAF Calculado*. Aquí también se presentan los resultados obtenidos

anteriormente con el método LICOR2000, bajo la denominación de *IAF Medido*

Cuadro 7. Resultados de IAF de Mediciones Directas (IAF Medido) y Mediciones Indirectas (Landsat).

Puntos	IAF Medido	IAF Calculado
1	2.55	2.116490
2	3.02	2.135986
3	3.43	3.673651
4	3.59	3.367109
5	3.21	2.789692
6	4.22	3.744969

**Aplicación del método indirecto**

Una manera de obtener una idea de la factibilidad en la aplicación del método indirecto es hacer una

retrospectiva del comportamiento de la vegetación en las mimas áreas; al emplearlo en las escenas de 1986 y 1999, se obtuvieron los siguientes resultados (ver Cuadro 8)

Cuadro 8. Estadísticos descriptivos y de dispersión para los datos de LAI de cada escena Landsat.

Estadísticos		LAI Escenas			
		1986	1999	2001	
N	Válidos	4463	4434	4470	
	Perdidos	7	36	0	
	Media	4.91	4.41	2.4	
	Mediana	5.07	4.53	2.41	
	Desv. típ.	0.81	0.9	0.63	
	Varianza	0.66	0.82	0.39	
	Asimetría	-2	-1.32	0	
	Error típico de asimetría	0.04	0.04	0.04	
	Curtosis	6.33	3.23	-0.12	
	Error típico. de curtosis	0.07	0.07	0.07	
	Mínimo	0.05	0.01	0.16	
	Máximo	6.18	6.2	4.59	
	Percentiles	25	4.59	3.99	1.95
		50	5.07	4.52	2.41
75		5.45	5.01	2.84	

## DISCUSIÓN

Del total de parcelas, ocho fueron medidos con una capa de 90° de abertura sobre el sensor. La parcela 5, fue medida con una capa de 45°, ya que no fue posible usar una de 90°, esto representó algunas variaciones en el resultado. Por esto se puede evidenciar que el error estándar del LAI (ESL) en la parcela 5 es de  $\pm 35\%$  (0.35), mientras que en las demás parcelas el ESL, no es mayor que el  $\pm 11\%$ . Es necesario rescatar que la inclinación promedia de las hojas (IA), para *Setaria sp* está en un promedio de 62.5 grados con promedios de error, menores al 6.5 %, lo que determina que la mayoría de las hojas están dispuestas verticalmente.

Las plantas de *Pteridium sp* disponen sus hojas en aproximadamente a 23 grados,  $\pm 13\%$ , lo que significa que predominan las hojas horizontales. Los valores intermedios que se presentan en las

parcelas combinadas, representan que el 50 % de las hojas están dispuestas con una tendencia horizontal y el otro 50 % con tendencia vertical. La última columna del cuadro 1 corresponde al número de pares de observaciones sobre y bajo el dosel, las cuales en la mayoría de las parcelas fue superior a 30 pares, exceptuando a la parcela 5 que no superó los 8 pares.

Hay que considerar que el IAF para *Setaria sp.* y *Pteridium sp.* aún no ha sido determinado por ningún estudio, ya que siempre se ha aplicado el método LICOR2000 a especies cultivables o plantaciones forestales. Esto hace que los procedimientos usados en este estudio tengan una relativa incertidumbre con respecto a la base sobre la cual fue hecho el equipo, que fue para plantaciones de maíz.

Por otra parte, en correspondencia al método destructivo, las mediciones con LICOR2000, presentaron ciertas similitudes con otros estudios que respaldan el funcionamiento del equipo (De Jesús et al. 2001). La regresión lineal establece para estos dos métodos un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.9349, mientras que en (De Jesús, et al. 2001) es de 0.97. El modelo de regresión establecido para este efecto, ( $y=1.3112x+0.1034$ ), muestra que la diferencia más significativa es que en *Setaria sp.* y *Pteridium sp.*, existe una sobre estimación de aproximadamente el 30 % del método LICOR2000 frente al método destructivo.

Hay una relación entre el tipo de cobertura y el valor de IAF, cada vez que se presentan arbustos u otros factores adicionales, el IAF tiende a subir. Esto se puede apreciar en todos los métodos usados.

Cuando se ha obtenido un modelo de corrección de los datos de IAF del método LICOR2000, es fácil ampliar el área de muestreo, y con esto cubrir áreas de aproximadamente 30x30 m, de acuerdo con la resolución de las imágenes Landsat usadas en el método indirecto.

La relación entre el IAF y otros índices de vegetación espectrales, ha sido ampliamente utilizada, por lo que resultó fácil comprender la relación entre el IAF y el NDVI (índice que ha sido utilizado por un sinnúmero de estudios desde la creación de los satélites) (NASA 2009).

La correlación entre IAF y NDVI en este estudio fue de tipo potencial, de la misma manera que se presenta en el estudio de Reifschneider (2006) con las respectivas consideraciones de cada caso. En Reifschneider (2006), se estudió el IAF en bosque natural, mientras que en este estudio fue hecho para áreas de pastizales abandonados; a diferencia de Reifschneider (2006), el método directo no destructivo usado fue LICOR2000, mientras que dicho estudio se basó en fotografías hemisféricas.

La validación del método indirecto está dada por el coeficiente de determinación  $R^2$  que es de 0.76, que en términos de estadística es aceptable.

La aplicación del método indirecto estaba orientada bajo la teoría de que el IAF sirve para conocer la vigorosidad o estrés de la vegetación en el terreno (Haboudane et al. 2004) y se demostró mediante datos estadístico e imágenes de satélite que las condiciones de la cobertura vegetal en el año de 1986 estuvo en mejores condiciones que las disponibles en el 2001. Además, en los datos (ver Figura 2) se puede notar el impacto sobre la vegetación de la presión generada por la Vía a Zamora, a lo largo de toda el área de estudio.

## CONCLUSIONES

Los métodos indirectos permiten la obtención de datos de LAI en menos tiempo que otros métodos tradicionales y contribuyen a la optimización de recursos, lo que puede simplificar el trabajo en monitoreo de áreas intervenidas y el estado de estrés de la cobertura vegetal.

El método indirecto puede ser de gran utilidad al momento de monitorear el cambio de uso del Suelo en función del estrés de la vegetación, con fines de planificación territorial.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a los señores: Dr. Hugo René Pérez, Dr. Nikolay Aguirre, Ing. Zhofre Aguirre; a la Fundación Alemana para la Investigación (DFG), a los Doctores Rutger Rollenbeck y Kristin Ross, al Prof. Joerg Bendix; a los colegas: Ing. Natalia Samaniego, Ing. Marlon Andrade, Ing. Diego Mejía, Ing. Carlos Villavicencio, Egda. Johana Saritama.

## LITERATURA CITADA

- ASNER SNER G. P., J.M. SCURLOCK, Y J. HICKE 2003. Global Synthesis of Leaf Area Index Observations: Implications for Ecological and Remote Sensing Studies. *Global Ecology and Biogeography* 12. pp.195-205.
- BARET F. Y G. GUYOT 1991. Potentials and Limits of vegetation indices for LAI and

- APAR Assessment. Remote Sensing of Environment. Vol. 35. pp.161-173.
- BENDIX J., ROLLENBECK R. AND W. PALACIOS 2004. Cloud Detection in the Tropics: A suitable Tool for Climate-Ecological Studies in the High Mountains of Ecuador. International Journal of Remote Sensing. Vol 25 pp.4521-4540.
- BRÉDA N. J. 2003. Based Measurements of Leaf Area Index: A Review of Methods, Instruments and Current Controversies Vol.54. pp.2403-2417.
- CAMACHO R. G., O. GARRIDO Y M.G. LIMA 1995. Caracterización de Nueve Tipos de Maíz (*Zea mays* L.) en Relación a Área Foliar y Coeficiente de Extinción de Luz. Sci. Agric. Piracicaba. Vol. 52. pp.294-298.
- CHEN J. M. et al. 2002. Derivation and validation of Canada-wide coarse-resolution leaf area index maps using high-resolution satellite imagery and ground measurements. Remote Sensing of Environment. Vol. 80. pp.165-184.
- Chuvieco E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. ed. Rialp. Madrid, España. 568p.
- COOPS N. C. et al. 2004. Estimation of plant and leaf area index using three techniques in mature native eucalypt canopies. Austral Ecology. Vol. 29. pp.332-341.
- DE JESÚS W. C. et al. 2001. Comparison of Two Methods for Estimating Leaf Area Index on Common Bean. Agron J. Vol. 93. pp989-991.
- DE LA CASA A. [et al.] Uso del Índice de Área Foliar y del Porcentaje de Cobertura de Suelo para Estimar la Radiación Interceptada en Papa [Journal]. - Chile : [s.n.], 2007. - 1 : Vol. 67. - pp. 78-85.
- FAO 2009. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/fra/fra>. Consultado, marzo, 08. 2010.
- HABOUDANE D. et al. 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. Remote Sensing of Environment. Vol. 90.
- IDRISI 2008. Módulo de ayuda del Programa Idrisi Andes.
- LICOR LAI 2000. Plant Canopy Analyzer: For Rapid Non Destructive Leaf Area Index Measurements p.14.
- LINDROTH A. et al. 2008. Leaf Area Index is the Principal Scaling Parameter for both Gross Photosynthesis and Ecosystem Respiration of Northern Deciduous and Coniferous Forests [Journal] // TELLUS. - Singapore Vol. 60B. pp129-142.
- NAPOLITANO R. et al. 2001. Data Integration for Leaf Area Index Prediction in Function of Land Cover Change.
- NASA 2006. The Remote Sensing Tutorial / ed. Taylor M.. - NASA. Disponible en: <http://rst.gsfc.nasa.gov/>. Consultado, marzo, 2010.
- REIFSCHNEIDER A.L. 2006. Landbedeckungs-Klassifikation und Ableitung des LAI in einem Bergregenwald Südecuadors unter Berücksichtigung von Skalenübergängen zwischen Landsat ETM+ und MODIS. Diplomarbeit am Fachbereich Geographie. - Marburg : Philipps-Universität Marburg.

SCHLERF M. 2004. Derivation of Forest Leaf Area Index from Multi - Hyperspectral Remote Sensing Data EARSeL eProceedings. Trier, De. Vol.3. pp.405-413.

WILCKE W. 2001. Change in water quality during the passage through a Tropical Mountain Rain Forest in Ecuador.

Biogeochemistry. Kluwer Academic Publishers. Vol. 55. - pp. 45-72.

WILHEM W., K. RUWE Y M.R. SCHLEMMER 2000. Comparison of Three Leaf Area Index meters in a Corn Canopy. Crop Science. Vol. 40. pp.1179-1183.

# DIVERSIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES DE UN BOSQUE SECO EN EL SUR OCCIDENTE DEL ECUADOR

*Diego Armijos Ojeda<sup>1\*</sup> y Katusca Valarezo<sup>1</sup>*

## RESUMEN

En el presente trabajo se encuentra el análisis de la composición herpetofaunística de la finca “El Chilco” en el bosque seco de la provincia de Loja. El mismo que fue realizado en el año 2008 utilizando la metodología de inventario completo de especies. Se registraron un total de 143 individuos de 12 especies, agrupadas en 12 géneros y 11 familias. De acuerdo al Índice de Diversidad de Shannon y la interpretación propuestas por Magurran (1998), el área de estudio tiene una baja diversidad. Además, se identificó el estado de conservación de las especies y se hizo un análisis preliminar del hábitat donde los individuos fueron más frecuentemente encontrados. El mayor número de individuos prefiere hábitats húmedos, es decir junto a los cuerpos de agua.

**Palabras Claves:** Herpetofauna, Región Tumbesina, inventario, riqueza, abundancia.

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte del bosque seco del país se encuentra en la provincia de Loja (3400 km<sup>2</sup>), lo que biológicamente es importante ya que está dentro de la zona de endemismo tumbesina (Aguirre y Kvist 2005). Esta Ecoregión, única en el mundo, ha sido estudiada principalmente en lo referente a las aves, donde se demuestra una alta tasa de endemismo (Stattersfield et al. 1998), siendo aún poco conocida la diversidad de especies y tasa de endemismos de otros grupos taxonómicos (Venegas 2005).

De lo que se conoce de la herpetofauna del bosque seco en el sur del Ecuador, se han encontrado dos especies de anfibios (Rodríguez et al. 1993), 21 especies de reptiles (Carrillo y Icochea 1995), así como 11 especies de anfibios y 29 reptiles registradas por Tello (1998).

Pero la biodiversidad de estos ecosistemas, a pesar de su importancia biológica, se encuentra en una

---

<sup>1</sup> Profesores Investigadores, Departamento de Zoología (LOUNAZ), Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia, diegoanfibs@hotmail.com

de las mayores crisis, debido a la combinación de amenazas y al estado de conservación, pues estos bosques tienen menos de un 10 % de superficie intactos (Dodson y Gentry 1991).

Con estos antecedentes se desarrolló el presente trabajo, el cual se lo realizó en la finca “El Chilco” de propiedad de la Universidad Nacional de Loja, con el fin de fortalecer las investigaciones en el bosque seco y en la región tumbesina en general, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: a) determinar la riqueza y diversidad herpetofaunística de la finca “El Chilco”, y b) conocer el estado de conservación de los principales anfibios y reptiles de la finca “El Chilco”.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se lo realizó en la finca “el Chilco”, ubicada en la parroquia Garza Real, cantón Zapotillo, provincia de Loja (Figura 1). La cual tiene una extensión de 153 ha. Según la clasificación de Sierra *et al.* (1999) este bosque pertenece a la formación vegetal de Bosque semidecíduo piemontano donde se destacan árboles de más de 20 metros de altura, la altitud va de 200 a 400 msnm.



Figura 1. Ubicación del área de estudio en relación a la provincia de Loja.

**Inventario de anfibios y reptiles**

Como la idea principal del estudio era elaborar una lista de especies se utilizó el método estandarizado para el estudio de anfibios y reptiles llamado Inventario Completo de Especies; de acuerdo a lo establecido por Heyer et al. (1994), el cual consiste en realizar una minuciosa búsqueda en todos los microhábitats (apropiados) posibles (p.ej.: removiendo troncos, hojarasca, levantando piedras), realizándose recorridos durante el día (10h00 – 13h00) y en la noche (19h00 – 20h00). Se efectuaron 4 salidas de campo, cada una con una duración de 4 días.

La mayoría de reptiles fueron clasificados taxonómicamente en el campo, y para el caso de los anfibios, aquellos individuos que no pudieron ser directamente identificados, fueron colectados y fijados con alcohol etílico al 70 %, etiquetados y conservados en alcohol para su posterior identificación en el museo del departamento de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ).

Con los datos obtenidos se determinó la riqueza de especies y posteriormente se obtuvo la abundancia.

La riqueza es el número de diferentes especies presentes en el área y la abundancia permite conocer el número de individuos por especie que hay en el área de estudio en relación al número total de individuos.

Posteriormente, con los datos y registros obtenidos de las hojas de campo, se analizaron los resultados con la aplicación del Índice de Diversidad de Shannon, basándose en la interpretación propuesta por Magurran (1998).

El estado de conservación de las especies se determinó de acuerdo al libro rojo y lista de los reptiles (Carrillo et al. 2005) y anfibios (Ron et al. 2008) del Ecuador respectivamente.

**RESULTADOS**

**Análisis de Riqueza, Diversidad y Abundancia de la Herpetofauna de “El Chilco”**

Se encontraron un total de 143 individuos de 12 especies (cinco de anfibios y siete de reptiles), agrupadas en 12 géneros y 11 familias, información que se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Listado de anfibios y reptiles encontrados en El Chilco, Zapotillo.

Nombre científico	Familia	Nombre común	No. Indiv.
<b>ANFIBIOS</b>			
<i>Rhinella marina</i>	BUFONIDAE	Sapo	22
<i>Epipedobates tricolor*</i>	DENDROBATIDAE	Rana venenosa	5
<i>Pristimantis lymani</i>	STRABOMANTIDAE	Rana joy - joy	19
<i>Lithobates bwana</i>	RANIDAE	Rana verde	22
<i>Leptodactylus labrosus</i>	LEPTODACTYLIDAE	Rana	17
<b>REPTILES</b>			
<i>Phyllodactylus reiissi</i>	PHYLLODACTYLIDAE	Gecko	9
<i>Stenocercus puyango</i>	TROPIDURIDAE	Lagartija	28
<i>Ameiva endracantha</i>	TEIIDAE	Lagartija	6
<i>Callopiastes havipuntatus</i>	TEIIDAE	Lobo pollero	2
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	COLUBRIDAE	Serpiente mariposa	7
<i>Boa constrictor imperator</i>	BOIDAE	Mata caballo	1
<i>Iguana iguana</i>	IGUANIDAE	Iguana	5

\* Especie venenosa

La especie con mayor número de individuos encontrados es *Stenocercus puyango* (lagartija) la cual durante los muestreos diurnos era encontrada con facilidad principalmente posada en la arena y piedras grandes junto a los cuerpos de agua.

Las especies *Rhinella marina* y *Lithobates bwana*, sapo y rana respectivamente, de las cuales también se encontró un importante número de individuos, se las encontró únicamente cerca de cuerpos de agua. Se registraron cinco individuos de *Epipedobates tricolor* (Rana venenosa), todos en lugares fangosos junto a piedras ubicadas sobre la orilla del río.

En cuanto a serpientes, *Leptodeira septentrionalis* fue la especie de la que se encontró un mayor número de individuos, siempre junto a cuerpos de agua e incluso dentro de ellos, mientras que

*Boa constrictor imperator* fue encontrada en la hojarasca en el interior del bosque.

Existe una riqueza herpetofaunística de 12 especies. La diversidad de anfibios y reptiles del área de estudio cuantificada con el índice de Shannon, según la interpretación de Magurran (1998), es media.

En la Figura 2 se puede observar en el lado izquierdo las especies más abundantes y en la parte derecha las más raras o menos abundantes.

La especie más abundante es *Stenocercus puyango*, seguida de cuatro especies de anfibios, las tres especies menos abundantes son reptiles (*Iguana iguana*, *Callopiastes havipuntatus* y *Boa constrictor imperator*).

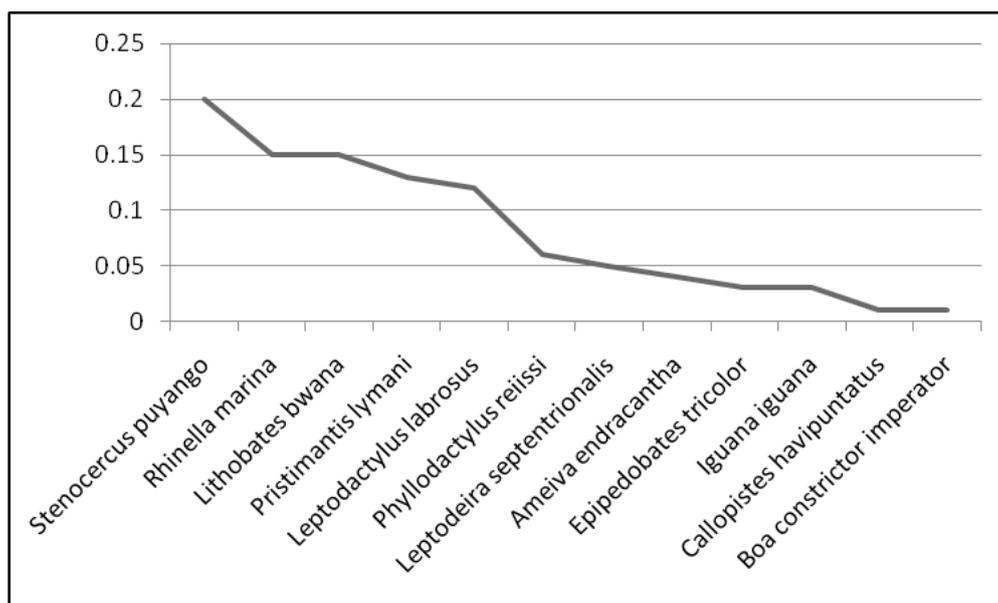


Figura 2. Curva de abundancia y diversidad de los anfibios y reptiles registrados.

### Estado de Conservación de la Herpetofauna de “El Chilco”

El 58,3 % de las especies registradas (n=12) están categorizadas en preocupación menor (LC), el 8,33 % en casi amenazada (NT), el 16,7 % en la categoría en peligro (EN) y el 8,33 % en la categoría Vulnerable (VU). Otro 8,33 % corresponde a la categoría no evaluada (NE).

Las especies *Epipedobates tricolor* y *Boa constrictor imperator* se encuentran incluidas en los apéndices de la CITES, la primera en el apéndice II y la segunda en el I y II.

En el cuadro 2, se presentan el estado de conservación de las especies de anfibios y reptiles de El Chilco.

Cuadro 2. Estado de conservación de los anfibios y reptiles encontrados en El Chilco, Zapotillo.

Nombre científico	Familia	Lista Roja (UICN)	CITES
ANFIBIOS			
<i>Rhinella marina</i>	BUFONIDAE	LC	Ninguno
<i>Epipedobates tricolor</i>	DENDROBATIDAE	EN	Apéndice II
<i>Pristimantis lymani</i>	STRABOMANTIDAE	LC	Ninguno
<i>Lithobates bwana</i>	RANIDAE	NT	Ninguno
<i>Leptodactylus labrosus</i>	LEPTODACTYLIDAE	LC	Ninguno
REPTILES			
<i>Phyllodactylus reiissi</i>	PHYLLODACTYLIDAE	LC	Ninguno
<i>Stenocercus puyango</i>	TROPIDURIDAE	NE	Ninguno
<i>Ameiva endracantha</i>	TEIIDAE	LC	Ninguno
<i>Callopiastes havipuntatus</i>	TEIIDAE	EN	Ninguno
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	COLUBRIDAE	LC	Ninguno
<i>Boa constrictor imperator</i>	BOIDAE	VU	Apéndices I, II
<i>Iguana iguana</i>	IGUANIDAE	LC	Ninguno

La especie *Stenocercus puyango* no se encuentra evaluada en el Libro Rojo de los Reptiles de Ecuador (Carrillo et al. 2005).

## DISCUSIÓN

### Análisis de Riqueza, Diversidad y Abundancia de la Herpetofauna de “El Chilco”

Son pocas las listas de anfibios y reptiles publicadas hasta el momento en lo que se refiere a la región, pues aún existen muchos vacíos de información (Amanzo 2003), lo cual representa una limitación al momento de realizar una adecuada discusión comparativa. La riqueza herpetofaunística según los resultados antes presentados (12 especies) es menor a lo publicado por Venegas (2005) donde se reportan seis especies de anfibios y 33 de reptiles, pero su estudio abarca toda la zona costera del Perú y el bosque seco ecuatorial; por lo tanto, la riqueza del área de estudio con 153 has es importante, pues en lo que a anfibios se refiere se encontró una especie de rana (*Litobhates bwana*)

no registrada por Venegas (2005) y cuatro de las que él reporta.

En cuanto a reptiles en el presente trabajo se encontraron seis de las 33 especies que Venegas (2005) señala existen en la región. Además, se encontró *Boa constrictor imperator*, variedad que no estaba incluida en dicho estudio, pues ahí solo se anota la presencia de *Boa constrictor ortoni*.

En lo que se refiere a lo encontrado en el Área de Conservación y Desarrollo La Ceiba (Aguilar 2008), la cual se encuentra junto a la finca El Chilco, la herpetofauna es más diversa, pues ahí se encuentran nueve especies de anfibios y 18 de reptiles, lo cual podría deberse al mejor estado de

conservación del bosque, pues en el caso de “La Ceiba” se encuentra restringido el ingreso para personas y ganado a través de un cerramiento que lo impide, mientras que en el caso de la finca “El Chilco” no se ha controlado la introducción de ganado, principalmente caprino, así como también existe evidencia de actividad humana que afecta el estado del bosque.

Cabe anotar que en el presente trabajo no se han reportado serpientes venenosas, posiblemente debido a la presión que el ser humano ejerce sobre este grupo animal, pues la percepción que tienen los pobladores del sector es que estos reptiles representan una amenaza para sus familias siendo común el hecho de que ellos sacrifiquen estos animales.

Las especies *Leptodeira septentrionalis* (Culebra), *Iguana iguana* (iguana), *Stenocercus puyango* (Lagartija), *Rhinella marina* (sapo), *Lithobates bwana*, *Leptodactylus labrosus*, *Pristimantis lymani* (ranas), y *Epipedobates tricolor* (rana venenosa), fueron encontradas en las orillas de los cuerpos de agua, lo que sugiere una estrecha relación entre la herpetofauna y dicho recurso.

En cuanto a la abundancia, la especie más común fue *Stenocercus puyango*, la cual es fácil de ser encontrada, principalmente durante el día en piedras y arena junto a los cuerpos de agua. *Boa constrictor imperator* es la menos abundante, pues únicamente se encontró un individuo en el interior del bosque, caminando sobre la hojarasca.

### Estado de Conservación de la Herpetofauna de “El Chilco”

Es importante destacar la presencia de *Epipedobates tricolor* y *Callopistes havipuntatus*, especies categorizadas como en peligro según Ron *et al.* (2008) lo que indica que éstas corren un muy alto riesgo de extinción en la naturaleza, en un futuro cercano, según lo propuesto por la UICN para los libros y listas rojas de especies.

Además, la especie *Boa constrictor imperator* se

encuentra categorizada como vulnerable (Carrillo *et al.* 2005), lo cual representa un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)). Ésta por su gran tamaño es aprovechada en muchos casos por los habitantes de la zona para extraer manteca, a la cual los pobladores le atribuyen principios medicinales.

Las especies *Epipedobates tricolor* y *Boa constrictor imperator*, incluidas en los apéndices de los apéndices I y II de la CITES, debería servir como justificación para planificar, desarrollar e implementar un plan de manejo de la Finca, que incluya la conservación de estas especies así como de los hábitats en los que se desarrollan, en el caso de *Epipedobates tricolor* tomando en cuenta que por tratarse de un anfibio tiene una etapa de vida acuática y una terrestre.

### CONCLUSIONES:

La diversidad herpetofaunística del área de estudio está influenciada por las actividades antrópicas que afectan a las poblaciones de anfibios y reptiles que ahí existen.

La mayoría de especies de anfibios y de reptiles fueron encontradas en las riberas de los cuerpos de agua.

Es importante destacar la presencia de *Epipedobates tricolor* (Rana venenosa) y de *Boa constrictor imperator* (Boa), pues la primera es una de las ranas venenosas que se conoce para el bosque seco de la provincia de Loja y la segunda es una especie categorizada como Vulnerable, según el libro rojo de los reptiles del Ecuador.

### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Max González y al Dr. Gustavo Villacís R. (Ex Rector y Rector de la UNL, respectivamente), al Ing. Jorge García L., a David Veintimilla Y., y a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja por su apoyo en el trabajo en el campo.

**LITERATURA CITADA**

- AGUILAR Z. 2008. Guía de Vida Silvestre del Área de Conservación y Desarrollo La Ceiba. Naturaleza y Cultura Internacional. Quito, Ec.
- AGUIRRE Z. Y L. KVIST 2005. Floristic composition and conservation status of the dry forests in Ecuador. *Lyonia*, Volume 8(2).
- AMANZO J. 2003. Evaluación Biológica Rápida del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y Zonas Aledañas. Informe WWF-OPP: QM91. Perú.
- CARRILLO E., S. ALDÁZ, M. ALTAMIRANO, F. AYALA, Y D. CISNEROS, et al. 2005. Lista Roja de los Reptiles del Ecuador. Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano,
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA. Serie proyectos PEEPE. Quito.
- CARRILLO N. Y J. ICOCHEA. 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 49: 1-27.
- DODSON C.H. Y A. GENTRY 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78: 273-295.
- HEYER W.R., M.A. DONELLY, R. MCDIARMID, L.A. HAYEK Y M. FOSTER 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution. USA.
- HOLDRIDGE L. 1977. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. Centro Tropical de Ciencia. San José, Costa Rica.
- MAGURRAN A. 1998. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Rodrigues L., J. Cordova y J. Icochea. 1993. Lista preliminar de los anfibios del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 45: 1-22.
- RON S., J.M. GUAYASAMÍN, L. COLOMA, Y P. MENÉNDEZ-GUERRERO. 2008. Lista Roja de los Anfibios de Ecuador. [En línea]. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. Consulta: 08 de Junio – 2009.
- SIERRA R. 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- STATTERSFIELD A., M. CROSBY, A. LONG Y D. WEGE. 1998. Endemic bird areas of the world – Priorities for biodiversity conservation. *Bird Life Cons. Ser.* 7.
- TELLO V.G. 1998. Herpetofauna de la zona reservada de Tumbes. En: W. H. Wust, (Eds.), *La zona reservada de Tumbes: biodiversidad y diagnóstico socioeconómico*. 81-87. Australis, Lima, Perú.
- VENEGAS P. 2005. Geographic distribution. *Heutherodactylus lymani*. *Herpetol. Rev.* 36(1): 73-74.

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS EN LA PROPAGACIÓN DE *Alnus acuminata* y *Morella pubescens*.

*Narcisa Urgilés Gómez*<sup>1\*</sup>, *Lucía Quichimbo*<sup>2</sup>,  
*Arthur Schuessler*<sup>3</sup>, *Claudia Krueger*<sup>3</sup>

## RESUMEN

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son indispensables para el crecimiento y desarrollo de especies forestales. Las especies de *Alnus acuminata*. H.B.K y *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Wild.) Wilbur **Sinónimos:** *Myrica pubescens* H. & B. ex wild. Establecen una relación simbiótica dual con hongos micorrízicos arbusculares y *Frankia*, bacterias actinorrizas. El presente estudio estuvo enfocado a la aplicación de inóculos nativos de micorrizas en la propagación de especies forestales, por ello se realizó un bioensayo en el invernadero utilizando las especies en estudio como plantas hospederas inoculados con sustrato micorrízico. Durante el experimento se evaluaron el crecimiento de las plántulas en altura y diámetro después del trasplante, a los

tres y seis meses, mientras que el porcentaje de colonización de micorrizas y biomasa foliar y radicular se realizó en plántulas de seis meses de crecimiento. Las dos especies propagadas en invernadero demostraron un mejoramiento en el crecimiento al ser inoculadas con propágulos de hongos micorrízicos, respecto de los controles (plantas sin inóculo) indicando diferencia estadística al aplicar one-way ANOVA y la prueba de Tukey aplicado para evaluar estadísticamente el crecimiento de las plantas con y sin inóculos micorrízicos con una probabilidad de 0,05 en las dos especies propagadas en el vivero forestal.

**Palabras claves:** Hongos micorrízicos arbusculares, inóculos nativos, actinorrizas, especies forestales, invernadero.

<sup>1</sup> Fundación Alemana para la Investigación (DFG), ResearchUnit-816. Loja. Ecuador. narcisamug@gmail.com

<sup>2</sup> Laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad Nacional de Loja

<sup>3</sup> Department Biology. Grosshaderner Str. 4. D-82152 Planegg Martinsried. Alemania.

\* Autor para correspondencia

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los ecosistemas naturales se encuentran modificados por el accionar de las actividades antrópicas (agricultura intensiva, minería, industria, deforestación) causando el desaparecimiento paulatino de comunidades vegetales naturales y a la par la destrucción de comunidades de microorganismos, generando inconvenientes en la adaptación y sobrevivencia de especies vegetales destinadas a la restauración de ecosistemas (Moncayo 2007).

La mayoría de las especies forestales están asociadas con hongos simbióticos que forman micorrizas que permiten la absorción de nutrientes, mayor captación de agua y estimulan el crecimiento aéreo y radicular (Smith y Read 1997). Dos tipos de micorrizas son actualmente distinguidas en las especies forestales: hongos micorrízicos arbusculares (HMA) formando estructuras como arbusculos y vesículos y las ectomicorrizas (ECM) que forman el manto de hifas y la red de Harting. Los HMA están formados por los hongos *Glomeromycota* anteriormente dentro de los hongos *Zigomycetes* (Schuessler 2001). Mientras que los ECM son hongos *Ascomycetes* y *Basidiomycetes* que tienen la capacidad de movilizar minerales disponibles para las plantas (Read 1991, Read y Pérez 2003). Es importante conocer el papel que cumplen las micorrizas al asociarse con la mayoría de las plantas, y el beneficio que proporcionan a las plantas para su sobrevivencia.

Las micorrizas en vivero y en ensayos de campo no han sido utilizadas a gran escala, a pesar de haber existido hace años atrás dentro de una compleja co-evolución de 400 millones de años (Simón et al. 1993). Algunas investigaciones confirman la naturaleza multifuncional de la simbiosis en el sistema suelo-planta-clima, ampliando sus beneficios potenciales a movilización de nutrientes de sustratos complejos, optimización de productividad en suelos con niveles bajos de insumos, resistencia a factores bióticos y abióticos de estrés, restablecimiento de suelos erosionados o degradados y otros, contribuyendo a la supervivencia,

fecundidad y adaptación de los organismos involucrados (Duchicela et al 2004). Recientes investigaciones revelan éxito en el aislamiento y reproducción de estos microorganismos del suelo utilizados como inóculos (Hernández 2000).

El conocimiento de esta asociación simbiótica no solo debe interesar a los investigadores, sino a todos los involucrados en el manejo forestal en la búsqueda de nuevas alternativas para un mejor crecimiento y desarrollo de especies forestales.

Con este panorama, se precisa realizar ensayos de propagación de especies forestales y generar información sobre inóculos nativos micorrízicos, recalcando la importancia de la simbiosis mutualista hongo-planta que vayan en beneficio de la sobrevivencia de especies forestales en vivero y plantaciones. Las especies forestales utilizadas para evaluar la efectividad del inóculo de HMA fueron escogidas por su importancia ecológica y económica para la gente local y la disponibilidad de semillas (Urgilés et al. 2009).

El objetivo del presente trabajo consiste en comparar la efectividad de diferentes inóculos micorrízicos nativos evaluados en el crecimiento y desarrollo de *A. acuminata* y *M. pubescens* propagados en invernadero y el grado de colonización micorrízica de cada especie forestal y tratamiento, útiles para el establecimiento de plantaciones forestales, reforestación y restauración de áreas degradadas en el sur del Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención de plántulas

La propagación se realizó en el invernadero del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, situado a 2.160 ms.n.m. Con coordenadas de (04°02' 90'' S, y 79° 11' 49'' W), con una temperatura promedio de 15 a 29 °C.

Las semillas de *A. acuminata* y *M. pubescens* fueron colectadas al noreste de la hoya de Loja (Vía Zamora). El sustrato para la germinación de semillas consistió en arena de mina y tierra de páramo (1:1). Las plántulas fueron trasplantadas en fundas individuales de polietileno (1000 cml) después de 6 semanas de su germinación en las dos especies. El sustrato para el trasplante de plántulas consistió en arena de mina y suelo de páramo (3:1) La desinfección del sustrato de germinación y trasplante se hizo a vapor a 120 °C por 2 horas

### Obtención de Inóculos

Inóculo de rodales forestales: Se utilizó inóculo de rodales naturales de *A. acuminata* y *M. pubescens* consistió en suelo de la rizosfera del suelo (20 cm de profundidad) de 10 árboles muestreados, seguidamente se mezcló la tierra colectada de los diferentes árboles con la finalidad de obtener mayor diversidad de esporas, micelio externo e interno de HMA, los rodales se localizaron en la hoya de Loja.

Inóculo UNL: Este tipo de inóculo fue producido en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja. Se obtuvo después de dos ensayos preliminares para inocular *A. acuminata* y *M. pubescens*. En el primer ensayo se utilizaron como plantas trampa: *T. chrysantha*, *H. americanus*, *I. acreana* y *C. montana*, estas plantas fueron inoculadas con suelo proveniente de bosque y suelos agrícolas de la hoya de Loja, las plántulas crecieron durante 6 meses en vivero y posteriormente con el sustrato y raíces colectados de las cuatro especies se montó un segundo ensayo en el que se inoculó plántulas de *C. montana* y *H. americanus*. En los dos ensayos se evaluaron variables de crecimiento como: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, biomasa foliar y radicular). Cantidad de esporas por g de sustrato, y el grado de colonización por HMA (Urgilés et al. 2009).

Para la descripción y conteo de esporas de HMA el sustrato de *C. montana* y *H. americanus*, provenientes del segundo ensayo, el aislamiento de esporas de HMA se realizó con el método del tamizado y decantado (Gedermann y Nicholson,

1963). Para la caracterización de morfo-tipos de esporas se tomaron sus características morfológicas: tamaño, color, forma, ornamentación, número de capas en las esporas, presencia y ausencia de hifas supresoras (Fig. 4. Ver anexo). Las esporas encontradas fueron comparadas con descripciones disponibles en <http://invam.caf.wvu.edu/cultures/cultsearch.htm>. Las observaciones microscópicas indicaron que las raíces de las especies trampa, estuvieron colonizados con hongos micorrízicos de las especies de *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora* (Urgilés et al. 2009).

Previo a la inoculación de los HMA se determinó el número de esporas en 100 g de suelo seco. La conservación del inóculo fue a 4 °C en refrigeración por un año antes de la inoculación en *A. acuminata* y *M. pubescens* en el laboratorio de Fisiología Vegetal del Área de Recursos Naturales.

Suelo estándar de vivero: El sustrato utilizado en los controles fue una mezcla de sustrato estándar de arena de mina y tierra de páramo en un relación 3:1. En el primer control no se hizo desinfección alguna mientras que en el segundo control sí se desinfectó el sustrato con vapor con la finalidad de eliminar microorganismos existentes en el mismo.

La inoculación de micorrizas en especies forestales se hizo al momento del trasplante de las plántulas en fundas plásticas, en el hoyo de siembra se colocó 10 g de cada inóculo a las especies en estudio.

### Diseño estadístico

El diseño estadístico consistió en un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos, seis plantas con cinco réplicas, en total 30 plántulas por especie forestal y tratamiento, resultando un total de 120 plántulas de *A. acuminata* y *M. pubescens* respectivamente (ver Cuadro 1).

El análisis estadístico se hizo con el programa SPSS versión 14, utilizando las variables de crecimiento de las plántulas con un análisis de one-way ANOVA, utilizando la prueba Tukey, basados en la significancia estadística de  $\alpha = 0,05$ .

Cuadro 1. Tratamientos de sustratos micorrízicos en plántulas de *A. acuminata* y *M. pubescens* en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja (UNL)

Código	Descripción de Tratamientos
T01	Control 1. Suelo estándar de vivero sin esterilización
T02	Control 2. Suelo estándar de vivero esterilizado
T3	10g *cóctel de micorrizas (inóculo producido en la UNL)
T4	10g de suelo provenientes de rodales de <i>A. acuminata</i> y <i>M. pubescens</i> aplicados respectivamente

\*Coctel de micorrizas: sustrato arenoso con raicillas, micelio extraradical e intraradical y esporas de HMA provenientes de plántulas de *C. montana*, *H. americanus*.

### Evaluación del efecto de las micorrizas en especies forestales

En vivero se tomaron las variables de altura de la planta y diámetro del tallo después del trasplante, a los tres y a los seis meses de crecimiento. La evaluación de biomasa foliar y radicular fue de 5 plantas, tomadas al azar por especie y tratamiento a los seis meses de crecimiento, la biomasa fue secada en estufa a 90 °C por 24 horas.

La descripción y evaluación del porcentaje de micorrizas también se la realizó a los seis meses cosechándose raicillas de 5 plantas, sumergiéndolas en KOH al 10% por 2 horas en baño maría a 60 °C, seguidamente se enjuagó en agua normal dos veces y se neutralizó con ClH al 10% por 5 minutos, posteriormente se sumergió las raicillas en azul de metileno 0,05% y ácido láctico al 90% por 8 horas en baño maría a 60 °C. (Grace y Stribley 1991) con modificaciones. Los montajes se hicieron en porta objetos para las observaciones microscópicas de la colonización de los segmentos de raicillas (2 cm), en un total de 30 segmentos por especie forestal y tratamiento. Las clases de colonización de micorrizas con porcentaje fueron evaluadas de acuerdo Trouvelot et al. (1986).

### RESULTADOS

#### Evaluación del crecimiento de las especies forestales

El crecimiento de las plántulas de *A. acuminata* y *M. pubescens* inoculados con HMA reaccionaron con un mayor crecimiento en comparación con las plantas del tratamiento de los controles (Fig.1) los tratamientos de tierra de rodales e inóculo de la UNL fueron estadísticamente significativos en las variables de altura de la planta y diámetro del tallo a un centímetro de la base del tallo a los tres y seis meses. Además hubo diferencia estadística frente al crecimiento de las plántulas de los controles, suelo estándar desinfectado y no desinfectado. Las plántulas de *A. acuminata* a los seis meses alcanzaron un promedio en altura en crecimiento de 23 cm con el tratamiento de tierra de rodales, y con el inóculo de la UNL 16 cm de altura, estos datos fueron comparados al crecimiento de las plantas del control 1 y 2 con aturas de 12 y 13 cm respectivamente, mientras que plántulas de *M. pubescens* a los seis meses fueron de 24 cm en plántulas inoculadas con tierra de rodales (T4), inóculo UNL 15,0cm. Control 1. 14,8 cm y Control 2. 9,2 cm.

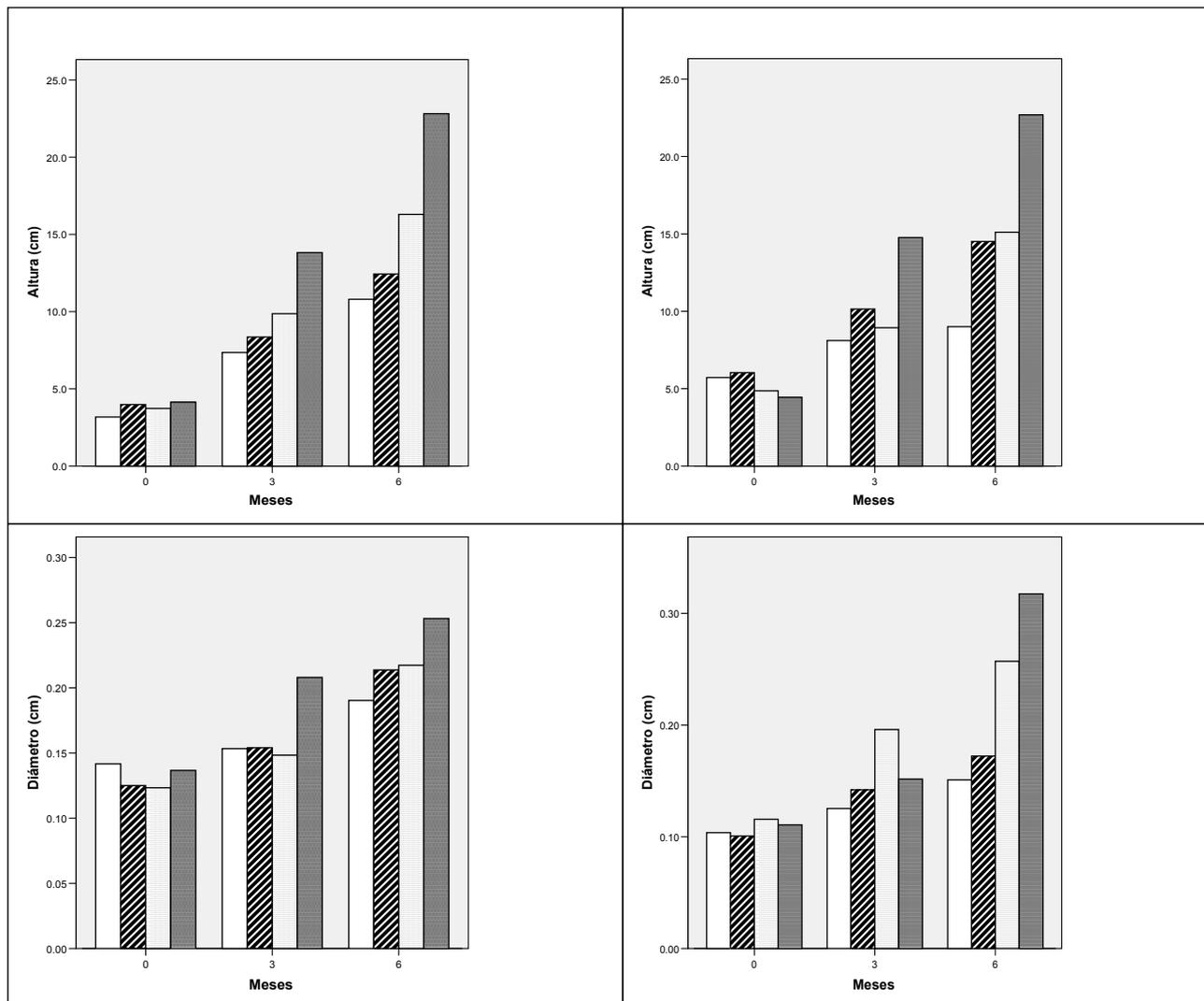


Figura 1. Altura y diámetro de plántulas de *A. acuminata* (A) y *M. pubescens* (B), después del transplante, tres y seis meses de crecimiento. Diferentes letras representan diferencia significativa a  $p < 0,05$  entre tratamientos.

La biomasa foliar y radicular de las especies de *A. acuminata* y *M. pubescens*, fueron significativamente apreciables en las plantas micorrizadas, el inóculo producido en el vivero forestal de la UNL, alcanzó el mayor peso en biomasa radicular en *A. acuminata* 820 g y 780 g con el inóculo tierra de rodales, las plántulas del control 1,210 g y control 2, obtuvieron un peso de 190 g mientras que en plántulas de *M. pubescens* tuvo su mejor producción en biomasa radicular fue con el inóculo de

tierra de rodales con 830 g y plántulas inoculadas con inóculo de la UNL 440g en comparación con la biomasa radicular del control 1 y 2 con valores de 200 g y 290 g respectivamente.

Los datos obtenidos en biomasa foliar y radicular en los controles presentaron diferencias estadística frente a los tratamientos correspondientes a los sustratos micorrízicos en las dos especies forestales en estudio.

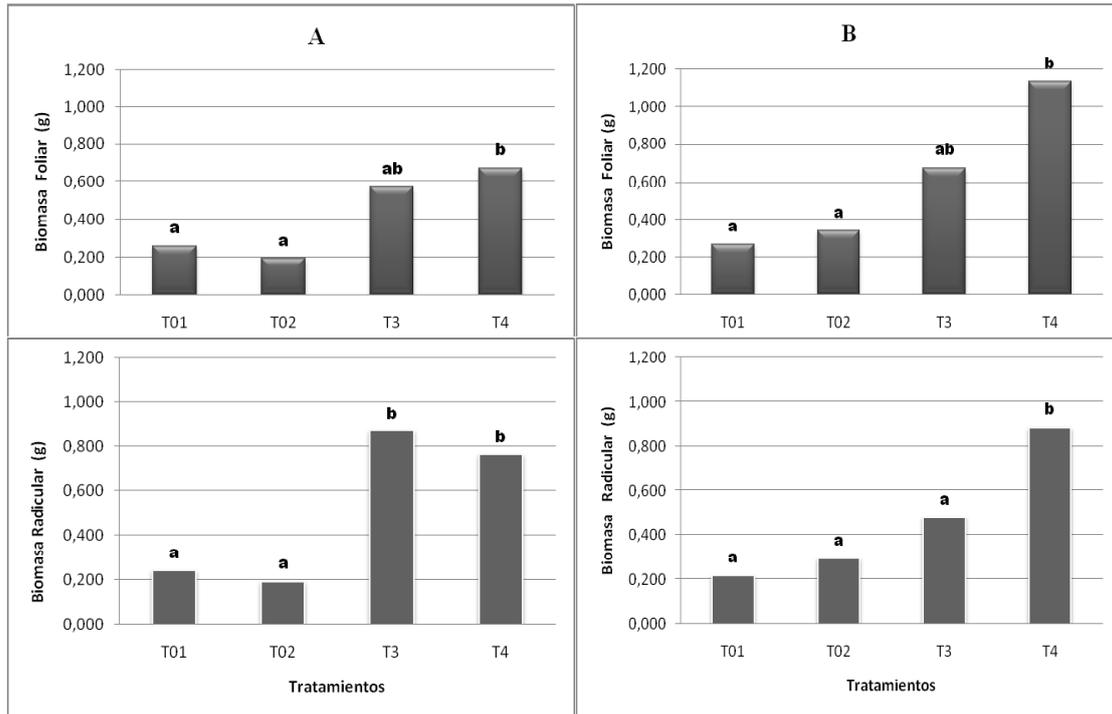


Figura 2. Biomasa foliar y radicular de *A. acuminata* (a) y *M. pubescens* (b) a los seis meses de crecimiento. Diferentes letras representan diferencia significativa a  $p < 0,05$  entre tratamientos.

Todos las plántulas de los diferentes tratamientos fueron colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares con estructuras como arbusculos, vesículas e hifas inter e intraradical. En *A. acuminata* los tratamientos de tierra de rodales presentaron una colonización del 70% y en *M. pubescens*, 50% el inóculo de la UNL, presentó una colonización del 50% ambas especies (Fig.3). También se reporta que en el suelo estándar de

vivero sin esterilización se encontraron propágulos de hongos micorrízicos con un 10% de colonización, pero su incidencia es mínima en la colonización de raíces frente a las plantas inoculadas con sustratos micorrízicos. En el control 2 que corresponde al suelo de vivero esterilizado presentaron menos del 10% de colonización, lo que indica que no hubo una buena desinfección del sustrato de siembra.

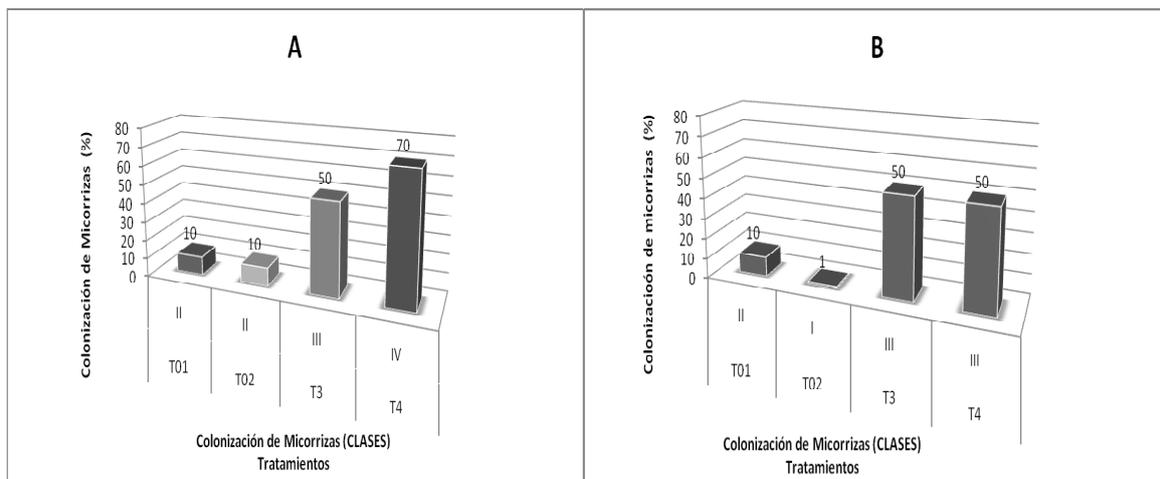


Figura 3. Colonización del grado de micorrizas (%) y clases de micorrizas basadas en seis escalas de valores de porcentaje como: clase 0 = 0%; clase I < 1%; clase II < 10%; clase III < 50%; clase IV > 70% y clase V > 90% de colonización de HMA en células corticales en plántulas de *A. acuminata* (a) y *M. pubescens* (b) a los seis meses de crecimiento. Diferencia significativa a  $p < 0,05$  entre tratamientos.

## DISCUSIÓN

### Evaluación del crecimiento de plántulas

En las dos últimas décadas, la rehabilitación del equilibrio ecológico de las tierras degradadas a través de la reforestación con especies nativas se ha convertido en una cuestión importante (Borja y Lasso 1990 y Aguirre et al. 2006), junto a la técnica de inoculación con estructuras micorrízicas (raíces, micelio y esporas) se pone de manifiesto una multitud de especies de HMA que han demostrado ser favorables para el crecimiento de las plantas (Lovelock y Ewel 2005). La mezcla de humus del bosque y tierra de rodales naturales se encuentra en el sustrato de vivero y puede ser la técnica más simple de inoculación de HMA (Allen et al. 2003). Inóculos comprenden esporas de HMA, hifas asociadas con raíces vivas, e hifas asociadas con raíces muertas dentro de un sustrato que sirve como vector de HMA (Janos 1992, Sieverding 1991).

Esta técnica fue utilizada en nuestro experimento en condiciones controladas y los resultados corroboran la práctica de la aplicación de inóculos o sustratos micorrízicos presentando un efecto notorio en el crecimiento de *A. acuminata* y *M. pubescens* frente a las plantas que no tuvieron propágulos de micorrizas.

El tratamiento que corresponde a tierra de rodales (T4) tuvo su efecto en el crecimiento en altura y diámetro del tallo en las dos especies, presentaron diferencia estadística a los tres y seis meses de crecimiento (Fig. 1), mientras que el inóculo producido en la UNL (T3) no presenta diferencia estadística a los 3 meses pero sí a los 6 meses en altura en las dos especies forestales, plántulas de los dos controles (T01 y T02) no presentaron significancia estadística en las variables de crecimiento, obteniéndose plantas pequeñas en comparación a plantas micorrizadas. El uso de inóculos de micorrizas es viable en viveros, jardines, plantaciones, en prácticas agrícolas y en tierras degradadas en restauración. (Johnson N et al 2006). Pero se considera que las diferentes especies y aislamientos de diferentes zonas geográficas de HMA difieren en el crecimiento de las plantas (Caravaca, F. et al 2004) y (Carpio. et al 2003). Así como la producción de inóculos locales podría minimizar el riesgo de extender patógenos no nativos que podrían accidentalmente contaminar y alterar ecosistemas funcionales (Schwartz 2006). Pero se requiere una higiene adecuada para evitar la proliferación de plagas y enfermedades en la producción de inóculos de HMA (Douds et al. 2000).

### Evaluación de biomasa foliar y radicular

La producción de biomasa foliar y radicular es diferente en cada especie, en *A. acuminata* la biomasa radicular es mayor que su biomasa foliar en las plantas que corresponden al tratamiento del inóculo de la UNL y en *M. pubescens* la producción de biomasa aérea es casi proporcional a la biomasa radicular. El beneficio de las micorrizas en las plantas hospederas es evidente debido a la mayor adquisición de agua y nutrientes minerales por el incremento del grado de fotosíntesis, y por la resistencia de raíces frente a patógenos que estimula el incremento en biomasa foliar y radicular (Liderman 1988) por la falta de inoculación de HMA las plántulas de los tratamientos no inoculadas presentan pesos bajos mientras que los pesos de las que contienen inóculo duplicaron la producción de biomasa, presentando una diferencia estadísticamente significativa en las plantas de los tratamientos con inóculos frente a las plantas no inoculadas.

### Evaluación del porcentaje de colonización micorrízica en especies forestales

En un ensayo en vivero local se determinó el tipo y grado de micorrizas en *A. acuminata* y *M. pubescens* en plantaciones naturales y en vivero. Determinando la presencia de hongos micorrízicos arbusculares y con una colonización de 85,5% y 80% respectivamente y en condiciones naturales (Urgilés 2003). Así también en un bioensayo en invernadero se inocularon plántulas de *A. acuminata* con fragmentos radicales de *Medicago sativa* L. Colonizados por *G. intraradices*. Se describió la colonización de HMA, estableciendo su funcionalidad de la simbiosis por la presencia de arbusculos en las células corticales de la raíz (Becerra 2002, Becerra 2007).

En *M. pubescens* se encontraron hifas y vesículas de micorrizas arbusculares de HMA dentro de las hojas en descomposición así como también colonizando sus raíces. (Aristizabal 2003). Basados en estas referencias literarias se inocularon las especies de *A. acuminata* y *M. pubescens* con sustratos micorrízicos regionales.

En nuestro ensayo existió un efecto significativo en la colonización de micorrizas obtenidas con cada uno de los tratamientos, uno de los inoculantes efectivos fue el tratamiento de tierra de rodales, las plantas

inoculadas con este sustrato alcanzaron entre el 70 y 50 % de colonización para *A. acuminata* y *M. pubescens* respectivamente (ver Figura 3), con el inóculo UNL fue del 50 % para las dos especies, su colonización es representativa debido a la alta diversidad de HMA entre ellos *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora* descritos en el inóculo producido en nuestro vivero forestal, resultando como un buen indicativo para su utilización y los resultados corroboran del por qué de la colonización alta para ambas especies forestales. La colonización en las plantas no inoculadas es poco notoria, existiendo una micorrización de menos del 10 % de colonización en las plantas de los dos controles.

En las plantas del tratamiento que pertenecieron al sustrato de vivero esterilizado también se encontró colonización de HMA, lo cual nos despeja especulaciones sobre el tiempo de desinfección, demostrado que el tiempo no fue suficiente como para eliminar toda clase de microorganismos existentes en el sustrato estándar utilizado en vivero, siendo un indicativo de que la desinfección del sustrato necesita un tiempo más prolongado o realizarse por dos veces o más, esto con la finalidad de medir la capacidad de los inoculantes sobre el crecimiento de las plantas.

En otro ensayo también se ha demostrado que los inóculos provenientes de suelo de bosque y suelo de rodales de *A. acuminata* entre otras especies forestales incrementan notablemente el crecimiento en alturas, diámetro del tallo, producción de biomasa y colonización, obteniendo plántulas de calidad, y capaces de superar sin inconvenientes el shock de plantación (Urgilés 2003). La importancia de estas especies nativas radica en su potencialidad para la reforestación y restauración de ambientes degradados en la Región Sur y del país en general (Aguirre 2007). Las plantas de *A. acuminata* y *M. pubescens* son utilizadas en programas de reforestación en el Ecuador (Weber et al. 2008), pero sin inoculación con hongos micorrízicos el desarrollo solo es adecuado en virtud de determinadas condiciones del sitio (Aguirre 2007).

Para obtener plántulas de calidad se consideran algunos aspectos técnicos como: métodos pre-germinativos, sustrato de germinación, fertilización, control de plagas y enfermedades, riego, sustrato de germinación y transplante, fuentes semilleras, recolección y

madurez de la semilla y los inoculantes micorrízicos (Aguirre 2007).

## CONCLUSIONES

La inoculación de micorrizas provenientes de suelo de rodales de especies forestales, utilizados en la propagación de plántulas ayudan al crecimiento de las mismas en sus primeras fases de crecimiento y establecen la relación simbiótica entre planta-hongo, asegurando su sobrevivencia en vivero y posteriormente en plantaciones con fines de forestación, reforestación o en restauración de ecosistemas.

La utilización de suelos de rodales o tierra de bosque utilizados en la propagación de cualquier tipo de plantas no debe sobrepasar más del 10 % del volumen total del recipiente donde la plántula crecerá con la finalidad de no sobre explotar el recurso suelo de habitats naturales.

Los inóculos nativos que se consiguen en viveros locales, deberían ser replicados en cultivos trampa, y realizarse estudios genéticos y morfológicos de HMA, con la finalidad que los inoculantes micorrízicos tengan mayor credibilidad en especies agrícolas o forestales y su aplicación debe hacerse no solo en vivero sino también en ensayos de campo.

## AGRADECIMIENTO

A la Fundación Alemana para la Investigación (FOR 402 and FOR 816) por el financiamiento en el proyecto de Micorrizas Arbusculares para la Reforestación. Y el sincero agradecimiento al Ing. Paúl Loján, Ing. Jéssica Duchicela, Ph.D., Alejandra Becerra y Blgo Ximena Palomeque, por sus constructivas sugerencias y comentarios.

## LITERATURA CITADA

AGUIRRE N. 2007. Silvicultural contributions to the reforestation with native species in the tropical mountain rainforest region of South Ecuador. Ph.D. Thesis, Faculty of forest Sciences, Technical University of Munich, Germany. 146 pp.

- AGUIRRE N., S. GÜNTER Y B. STIMM 2007. Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. *Revista Universitaria*. Loja, Ecuador.
- AGUIRRE N., S. GÜNTER., M. WEBER, B. STIMM 2006. Enriquecimiento de plantaciones de *Pinus patula* con especies nativas en el Sur del Ecuador. *Lyona* 10(1), 17-29.
- ALLEN B., M. ALLEN, E. WARBURTON, L. CORKIDI Y P. GÓMEZ 2003. Impacts of early-and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecol Appl* 13:1701-1717. Doi: 10.1890/02-5309
- ARISTIZABAL C., E. RIVERA Y D. JANOS RECEIVED 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi colonize decomposing leaves of *Myrica parvifolia*, *M. pubescens* and *Paepalanthus sp.* Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia. Carrera 7a, 221- 228.
- BECERRA A. Y M. CABELLO 2007. Micorrizas arbusculares en plantines de *A. acuminata* (Betulacea) inoculados con *Glomus intraradices* (Glomaceae) *Bol. Soc. Argent. Bot* 42 (3-4) 155 – 158.
- BECERRA A. 2002. Influencia de los Suelos Ustorthentes sobre las ectomicorrizas y endomicorrizas de *Alnus acuminata* H.B.K. Tesis de Maestría, UBA, Argentina.
- BORJA C. Y S. LASSO 1990. Plantas nativas para la Reforestación en el Ecuador. Fundación Natura, AID-EDUNAT III. Quito, Ecuador.
- CARAVACA F., M. ALGUACIL, R. AZCON, G. DÍAZ Y A. ROLDÁN 2004. Comparing the effectiveness of mycorrhizal inoculation with sugar beet, rock phosphate and *Aspergillus niger* to enhance field performance of the leguminous shrub *Dorcynium pentaphyllum* L. *Appl. Soil Ecol.* 25:169-180.
- CARPIO L., J. DAVIES Y M. ARNOLD 2003. Effect of commercial arbuscular mycorrhizal fungi on growth, survivability, and subsequent landscape performance of selected container grown nursery crops. *J. Environ. Hort.* 21:190-195.
- DOUDS D., J. GADKAR. Y A. ADHOLEYA 2000. Mass production of VAM fungus biofertilizer. In: *Mycorrhizal Biology* (eds Mukerij K. et el) Kluwer Academic Plenum Publishers, New York. pp 197- 214.
- DUCHICELA E. Y M. GONZÁLEZ CHÁVEZ 2004. La Micorriza Arbuscular y la Agricultura Sustentable. Monografía CEINCI – 02 – 03. Centro de Investigaciones Científicas – ESPE, Microbiología de Suelos Colegio de Posgraduados. Quito – Ecuador. 80 pp.
- GRACE C. Y D. STRIBEY 1991. A safer procedure for routine of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research* 95: 1160-1162.
- GERDEMANN J. Y T. NICHOLSON 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Trans. Brit. Myc. Soc.* 46: 235-244.
- HERNÁNDEZ M. 2000. Las Micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral del tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.) Tesis de maestría, INCA. Tipos de micorriza 12 pp. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/tipos-micorrizas/tipos-micorrizas.pdf> (Consultado Febrero 27, 2010).
- JANOS D. 1992. Heterogeneity and scale in tropical vesicular-arbuscular mycorrhizas formation. In D. J. Read , D. H.Lewis, A. Filter, and I. J. Alexander (Eds). *Mycorrhizas in ecosystems*, pp. 276 -282. CAB International, Oxon, England.
- JOHNSON N., D. JASON, J. HOEKSEMA, J. BEVER, Y B. CHAUDHARYL 2006. From Lilliput to Brobdingnag: Extending Models of Mycorrhizal Function across Scales. *Bio Science* 56 (11): 889-900.
- LIDERMAN R. 1998. VA (vesicular-arbuscular) mycorrhiza symbiosis. *ISI. Atlas Sci. Anim. Plant Scien.* 1:183-188.
- LOVELOOK C. Y J. EWEL 2005. Links between tree species, symbiotic fungal diversity and ecosystem functioning in simplified tropical ecosystems. *New Phytol* 167:219-228
- MONCAYO I. 2007. Micorrizas: Solución para la reforestación y recuperación de suelos contaminados. 5 pp. (En línea) URL: <http://www>.

- biotri-ton.cl/TRI-TON%20medioambiente (Consultado marzo 10, 2010)
- READ D. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. 47: 376-91.
- SMITH S. Y D. READ 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press. Elsevier Science. San Diego. California. USA. 589 pp
- SIEVERDING E. 1991. Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agroecosystems. Technical Cooperation Federal Republic of Germany. GTZ. Eschborn. 371 pp.
- SIMON L., R. BOUQUET. C. LEVESQUE Y M. LALONDE 1993. Origin and Diversification of Endomycorrhizal Fungi and Coincidence with Vascular Land Plants. Nature.
- SCHUESSLER A., D. SCHAWARZOTT Y C. WALKER 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycol. Res. 105: 1413 – 1421.
- SCHWARTZ M., J. HOEKSEMA, C. GEHRING, N. JOHNSON Y J. KLIRONOMOS 2006. The promise and the potential consequences of the global transport of mycorrhizal fungal inoculum. Ecol Lett 9:501–515
- TROUVELOT A., J. KOUGH Y V. GININAZZI 1986. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un systeme racinaire. Recherche de methodes d' estimation ayant une signification fonctionnelle
- URGILÉS N., P. LOJÁN, N. AGUIRRE, H. BLASCHKE, S. GUNTER, B. STIMM Y I. KOTTKE 2009. Application of mycorrhizal roots improves growth of tropical tree seedlings in the nursery: a step towards reforestation with native species in the Andes of Ecuador. New Forest 38 (3): 229-239.
- URGILÉS N. 2003. Evaluación del potencial de mycorrhizas en la propagación de tres especies nativas forestales. Tesis Ing. Agrónomo, Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 116 pp.
- WEBER M, GÜNTER S., AGUIRRE N., STIMM B., MOSANDL 2008. Reforestation of abandoned pastures: silvicultural means to accelerate forest recovery and biodiversity. In: Beck E, Bendix J, Kottke I, Makeschin F, Mosandl R (eds) Gradients in a Tropical Mountain ecosystem of Ecuador. Ecological Studies 198. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp 447.

# DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE NUBLADO EN EL SUR OCCIDENTE DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS

Celso Yaguana<sup>1\*</sup>, Deicy Lozano<sup>2</sup>, Zhofre Aguirre<sup>3</sup>

## RESUMEN

Los bosques nublados de la Región Sur del Ecuador, albergan especies de flora importante como los *Podocarpus*, típicas de este ecosistema, los *Podocarpus* spp., son especies de importancia ecológica y socioeconómica. La investigación se desarrolló en la Reserva Natural Numbala (RNN) en la zona sur de occidental del Parque Nacional Podocarpus (PNP), donde se determinó la composición florística y estructura del bosque de neblina. Se identificó 171 especies con diámetros  $\geq 5$  cm de DAP que pertenecen a 44 familias y 84 géneros. Las familias más diversas son: Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. El bosque registra un volumen de 652 m<sup>3</sup>/ha. La especie *Retrophyllum rospigliosii*, *Podocarpus oleifolius* y *Prumnopitys hamsiana* son las especies dominantes del bosque con 513 m<sup>3</sup>/ha, y el resto de las 168 especies como *Saurauia bullosa*, *Anaxagorea dolichocarpa*, *Tabebuia chrysantha*,

*Cecropia montana* entre otras, complementan 139 m<sup>3</sup>/ha, la diferencia del volumen se debe a la presencia de árboles de romerillos con diámetros superiores a 80 cm DAP. La diversidad florística del bosque es media según el índice de Shannon, *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys hamsiana* son las especies ecológicamente más importantes en el bosque nublado de Numbala y, la estructura del bosque está constituida por árboles de gran tamaño de las Podocarpaceae que en el dosel superior están asociados con *Nectandra*, *Clusia*, *Tabebuia* y *Eugenia*.

**Palabras claves:** Bosque nublado, Podocarpus, productividad, conservación y monitoreo

## INTRODUCCIÓN

El bosque nublado es uno de los ecosistemas más diversos del mundo, rico en especies de flora y

<sup>1</sup> Herbario Reinaldo Espinosa, Universidad Nacional de Loja, anibalya@hotmail.com

<sup>2</sup> Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja, caroladeicylo@hotmail.com

<sup>3</sup> Director del Herbario Reinaldo Espinosa, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia.

se ubican entre los más importantes *hotspots* de biodiversidad mundial (Tobón 2009). Además es importante, desde el punto de vista de la regulación hídrica, debido a la presencia de capas gruesas de briofitos, especialmente musgo de hasta 27 cm de espesor sobre la superficie del suelo en la mayoría de los bosques nublados con bajo grado de perturbación, dicho fenómeno provoca que estos bosques tengan un funcionamiento hidrológico excepcional (Avendaño 2007).

También, varios autores coinciden en el gran papel hidrológico que juegan las epifitas que abundan en el dosel de estos bosques al capturar el agua de la neblina, esta riqueza de plantas no vasculares, además de aumentar la biodiversidad, contribuyen sustancialmente a mantener y regular el régimen hídrico que los caracteriza. En los ecosistemas nublados existe una relación directa entre la biodiversidad y el agua, bosques diversos generan estructuras diversas y esto facilita las funciones ambientales de los bosques (Tobón 2009).

En el sur del Ecuador, específicamente al suroccidente del Parque Nacional Podocarpus (PNP) se encuentran los últimos remanentes boscosos con las poblaciones de Podocarpaceae más grandes y mejor conservadas del país. Los bosques del suroccidente del PNP, potencialmente ofrecen una diversidad florística especial, denotada en la existencia de especies maderables de alto valor comercial como: romerillos *Prumnopitys* spp, *Podocarpus oleifolius*, *Nageia rospigliosii*, cedros *Cedrela montana*, *C. odorata*, cedrillos *Guarea* spp, *Ruagea* spp, guayacán *Tabebuia chrysantha*, bella maría *Vochysia gardneri*, canelones *Nectandra* spp, *Ocotea* spp, *Aniba* spp, almiscle *Clethra* spp., entre otras; conocidas a nivel local, regional y nacional por su importancia económica (Galves *et al.* 2003). En estudios realizados por: Cesa (1989); Loján (1992); Hofstede (1998); Castillo y Castro (1989), Ríos y Ríos (2000); Predesur (1975); destacan también que los romerillos son considerados especies en peligro de extinción local, en razón que requieren de acciones de conservación y manejo.

Pero, la composición florística y la estructura (potencial maderero) del bosque nublado, en la actualidad se vean amenazados por actividades antrópicas, fragmentación y disminución de cobertura vegetal, que deberían ser objeto de acciones intensas de manejo y conservación, debido a que albergar romerillales, especies emblemáticas muy importantes para el sur del Ecuador.

Con la finalidad de determinar la diversidad florística y estructura del bosque nublado del ecosistema nublado Numbala, se estableció una parcela permanente, donde se realizó el inventario botánico del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, en el caso de los árboles se registró los individuos  $\geq$  a 5 cm de DAP.

Se determinó que el bosque nublado de Numbala tiene características extraordinarias en relación a otros bosques nublados del Sur del país, en cuanto a composición florística y estructura, por la abundante presencia de tres especies de la familia Podocarpacea, que en esta zona se conservan en buen estado natural. Se presentan datos de área basal, volumen, parámetros ecológicos y endemismo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en el bosque nublado Numbala en el sector sur occidental del Parque Nacional Podocarpus (PNP), cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, al sur del Ecuador, en los predios de la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional. El área de estudio fue priorizada porque existe una diversidad florística especial y por ser el hábitat de los últimos remanentes naturales de Romerillales. La parcela permanente se encuentra en las siguientes coordenadas 79° 03' 37,30" W 04° 24' 19,46" S, en una rango altitudinal de 2090 y 2128 msnm (ver Figura 1).

La temperatura promedio anual es de 16 °C, la precipitación de 2000 a 4000 mm/año y los suelos son de clase textural franco arenoso (FoAo), con un pH de 3,81 y materia orgánica de 11,77 % (Gálvez *et al.* 2003). Según Sierra *et al.* (1999) corresponden a la formación de bosque de neblina montano.

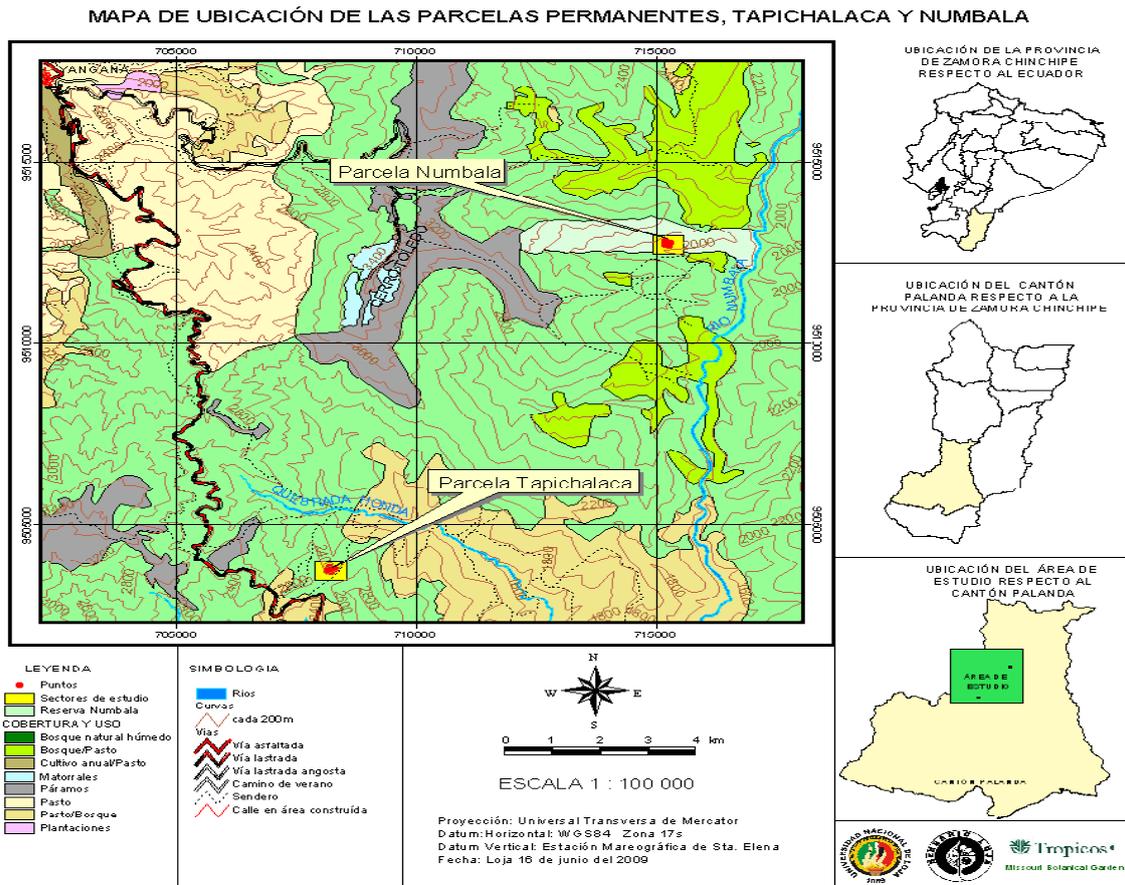


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

### Establecimiento de la parcela

Se consideró la topografía del terreno y la heterogeneidad del bosque. Luego se delimitó e instaló una parcela permanente de 100 x 100 m (10 000 m<sup>2</sup>) divididas en 25 subparcelas de 20 x 20 m (Aguirre 2009). Para el estrato arbóreo se tomó los datos de los individuos  $\geq 5$  cm de DAP, altura total, coordenadas X,Y y las características botánicas de las especies.

Dentro de las 25 subparcelas se delimitó nueve subparcelas de 5 x 5 m para registrar los datos del estrato arbustivo y, dentro de cada subparcela de 5 x 5 m se estableció una subparcela de 1x1 m (Figura 2) para el estrato herbáceo. Para el estrato arbustivo y herbáceo se contabilizó el número de individuos.

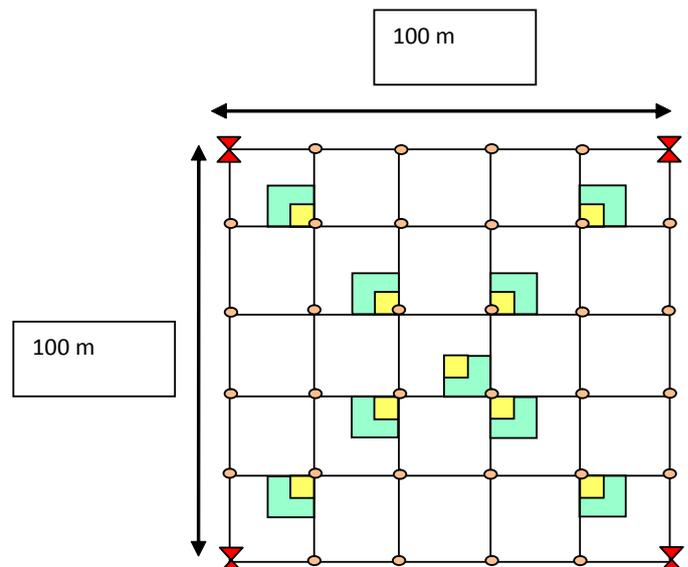


Figura 2: Diagrama de la parcela permanente para el muestreo del estrato arbóreo (100x100 m, 25 subparcelas), arbustivo (5x5 m, 9 subparcelas) y herbáceo (1x1m, 9 subparcelas).

**Análisis de datos**

Con los datos obtenidos se calculó los parámetros ecológicos: 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  $\geq 5$  cm DAP, arbustos y hierbas) se calculó el índice de Shannon (Cerón 2003).

Previo a determinar el volumen de los árboles, se calculó el factor de forma, para ello se agrupó los registros de DAP en ocho clases diamétricas utilizando intervalos de 10 cm. Al azar se seleccionó tres árboles por clase diamétrica, a los cuales se midió en pie los diámetros cada 3 m de altura. Finalmente con los datos obtenidos se aplicó la fórmula de Smalian para la cubicación:

$$Va = \frac{G0 + G1}{2} * L + \frac{G1 + G2}{2} * L + \frac{G2 + \dots + Gn}{2} * L$$

**Donde:**

- Va** = Volumen del árbol
- G** = Área basal de cada troza
- L** = Longitud de troza (3 m)

Para determinar la estructura horizontal y vertical se instaló un transecto de 5 x 100 m (dentro de la parcela grande), considerando los individuos  $\geq 5$  cm de DAP; trazando un eje en la mitad de la parcela, desde éste se midió la distancia a la que se encuentra cada árbol (0 - 100 m), distancia horizontal desde el eje (izquierda y derecha), se consideró la altura, forma y diámetro de copa de cada individuo.

**RESULTADOS**

**Composición Florística**

Se registro 234 especies, 171 especies son arbóreas, 20 arbustivas, 13 herbáceas y 30 epífitas (ver cuadros 1, 2, 3 y 4).

Cuadro 1. Diversidad relativa de cada familia de los individuos  $\geq 5$ cm DAP, identificada en el bosque nublado de Numbala.

Nº	FAMILIA	Nº géneros	Nº especies	DR (%)
1	Actinidiaceae	1	1	0,58
2	Annonaceae	2	3	1,75
3	Aquifoliaceae	1	2	1,17
4	Araliaceae	1	1	0,58
5	Arecaceae	1	1	0,58
6	Asteraceae	2	2	1,17
7	Bignoniaceae	1	1	0,58
8	Cecropiaceae	2	3	1,75
9	Celastraceae	1	1	0,58
10	Chloranthaceae	1	2	1,17
11	Clethraceae	1	1	0,58
12	Clusiaceae	2	3	1,75
13	Cunnoniaceae	1	1	0,58
14	Cyatheaceae	2	2	1,17
15	Cyrillaceae	1	1	0,58
16	Dicksoniaceae	1	1	0,58
17	Euphorbiaceae	5	7	4,09
18	Flacourtaceae	2	4	2,34
19	Icacinaceae	2	2	1,17
20	Lauraceae	5	15	8,77
21	Lecythidaceae	1	1	0,58
22	Melastomataceae	3	11	6,43

23	Meliaceae	2	14	8,19
24	Mimosaceae	1	4	2,34
25	Monimiaceae	2	4	2,34
26	Moraceae	4	7	4,09
27	Myrsinaceae	2	2	1,17
28	Myrtaceae	4	14	8,19
29	Piperaceae	1	4	2,34
30	Podocarpaceae	3	3	1,75
31	Proteaceae	2	2	1,17
32	Rosaceae	1	3	1,75
33	Rubiaceae	10	21	12,28
34	Sabiaceae	1	1	0,58
35	Sapindaceae	1	1	0,58
36	Sapotaceae	1	5	2,92
37	Simaroubaceae	1	1	0,58
38	Solanaceae	3	10	5,85
39	Staphyleaceae	1	1	0,58
40	Theaceae	1	1	0,58
41	Urticaceae	1	1	0,58
42	Verbenaceae	1	3	1,75
43	Violaceae	1	1	0,58
44	Vochysiaceae	1	2	1,17
<b>TOTAL</b>		<b>84</b>	<b>171</b>	<b>100</b>

Cuadro 2. Diversidad relativa de cada familia del estrato arbustivo.

Nº	FAMILIA	Nº genero	Nº especies	DR (%)
1	Arecaceae	1	1	5
2	Campanulaceae	1	1	5
3	Flacourtaceae	1	1	5
4	Melastomataceae	1	2	10
5	Piperaceae	1	9	45
6	Rubiaceae	1	4	20
7	Solanaceae	2	2	10
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Cuadro 3. Diversidad relativa de cada familia del estrato herbáceo.

Nº	FAMILIA	Nº genero	Nº especies	DR (%)
1	Araceae	2	3	23,077
2	Blechnaceae	1	1	7,692
3	Dryopteridaceae	2	2	15,385
4	Gesneriaceae	2	2	15,385
5	Piperaceae	1	3	23,077
6	Selaginellaceae	1	1	7,692
7	Urticaceae	1	1	7,692
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

Cuadro 4. Diversidad relativa de cada familia de las epífitas vasculares.

Nº	FAMILIA	Nº genero	Nº especies	DR (%)
1	Araceae	1	5	16,67
2	Bromeliaceae	2	6	20,00
3	Cyclantaceae	1	1	3,33
4	Dryopteridaceae	1	3	10,00
5	Orchidaceae	7	13	43,33
6	Polypodiaceae	1	1	3,33
7	Zingiberaceae	1	1	3,33
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

La composición arbórea del bosque nublado de Numbala está compuesta por 1091 individuos con diámetros  $\geq 5$  cm de DAP que pertenecen a 44 familias, 84 géneros y 171 especies. Las familias más diversas son Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. En el cuadro 5 se indican las especies ecológicamente más importantes, que son *Retrophyllum rospigliosii* y

*Prumnupitys hamsiana* (romerillos). La familia Podocarpaceae es la mejor representada y dominante en esta zona. Los parámetros ecológicos de las 12 especies representativas del bosque nublado de Numbala constan en el cuadro 5 y en el apéndice 1 se indican los resultados de todas las especies.

Cuadro 5. Parámetros ecológicos del ecosistema nublado Numbala, 10000 m<sup>2</sup> de muestreo, 171 especies diferentes.

Familia	Nombre científico	D (Ind/ha)	AB (m <sup>2</sup> )	D R (%)	D m (%)	IVI
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax yK. Hoffm.	42	1,32	3,85	2,80	6,65
Piperaceae	<i>Piper obtusifolium</i> L.	35	0,26	3,21	0,54	3,75
Rubiaceae	<i>Jossia aequatoria</i> Steyerm.	33	0,30	3,03	0,62	3,65
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	32	0,58	2,93	1,24	4,17
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	31	0,71	2,84	1,50	4,34
Rubiaceae	<i>Psychotria brachiata</i> Sw.	30	0,36	2,75	0,77	3,52
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	29	0,89	2,66	1,88	4,54
Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	29	16,58	2,66	35,17	37,83
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	27	0,29	2,48	0,62	3,10
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	26	0,21	2,38	0,45	2,83
Podocarpaceae	<i>Prumnupitys hamsiana</i> (Pilg.) Laub.	22	11,55	2,02	24,51	26,53
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolios</i> D. Don ex Lamb.	5	0,31	0,46	0,66	1,12

### Estructura diamétrica

El volumen del bosque nublado de Numbala es de 652 m<sup>3</sup>/ha, debido a la presencia de árboles con diámetros superiores a 80 cm DAP, como los *Podocarpus* spp. Pese a que la densidad de los romerillos

es baja en este bosque, su volumen representa el 79,6 % del volumen total. *Nageia rospigliosii* con 315 m<sup>3</sup>/ha en 29 árboles y *Prumnupitys hamsiana* con 195 m<sup>3</sup>/ha en 22 árboles, son las especies con mayor volumen en el área de estudio (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Datos por clases diamétricas en el ecosistema nublado Numbala.

N° Clase diamétrica	Clase diamétrica (DAP cm)	N° Arboles/ha	Área ha (m <sup>2</sup> )	basal/ha	Factor de forma promedio	Vol. Total/ha (m <sup>3</sup> )	D A P promedio (m)	HT promedio (m)
I	0 - 10	471	2,462			8,201	0,081	6,02
II	10,1 - 20	440	6,507			33,809	0,135	8,83
III	20,1 - 30	91	4,267			35,862	0,243	15,12
IV	30,1 - 40	25	2,299		0,5440	23,700	0,341	18,98
V	40,1 - 50	16	2,411			27,611	0,437	20,84
VI	50,1 - 60	6	1,354			18,955	0,536	25,67
VII	60,1 - 70	6	1,934			29,785	0,640	28,17
VIII	70,1 - ≥ 80	36	25,882			473,967	0,942	32,89
TOTAL		1091	47,116			651,890		

La estructura diamétrica del bosque nublado de Numbala que se presenta en la figura 3, indica que el bosque se encuentra en proceso de recuperación, la distribución diamétrica tiene la forma de J invertida, con un desfase en las clase diamétrica

I y II donde los 911 árboles están en proceso de crecimiento, mientras que la clase VIII está formada por 36 árboles de *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys hamsiana* que se conservan en estos ecosistemas nublados.

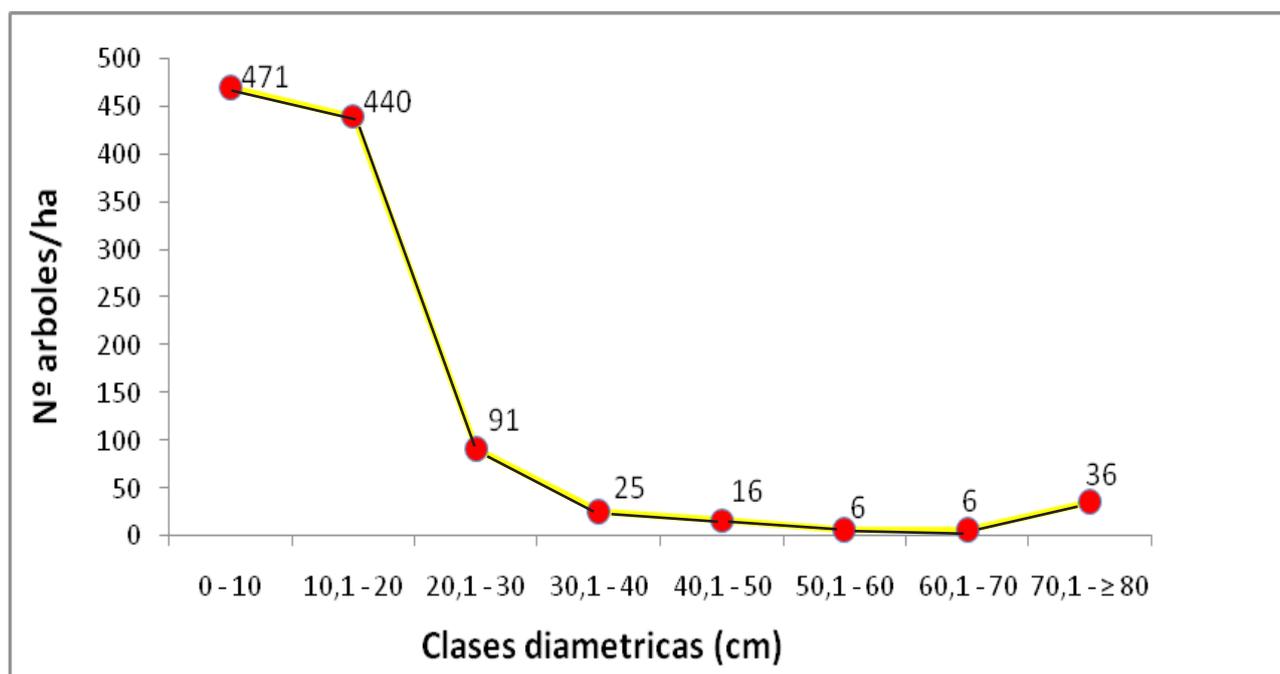


Figura 3. Curva de la estructura diamétrica del bosque nublado de Numbala.

En la figura 4 se muestra el perfil vertical del bosque, se observa tres estratos bien diferenciados: dominante, codominante y dominado, asociados

en su dosel superior especies de las familias: Lauraceae, Clusiaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae, Proteaceae y Moraceae.

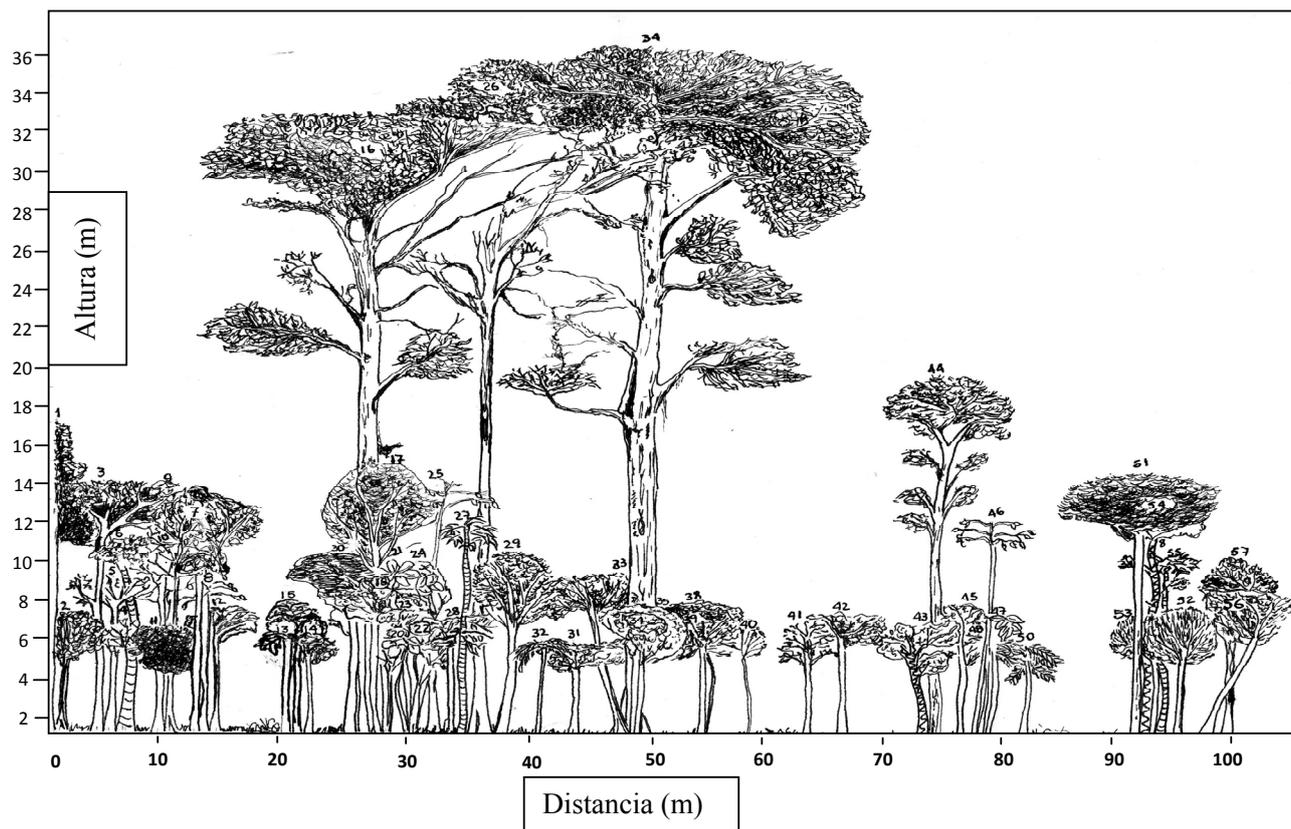


Figura 4. Perfil estructural vertical del bosque nublado de Numbala, en el transecto de 5 x 100 m (dentro de la parcela grande), tomando en cuenta los individuos  $\geq 5$  cm de DAP.

## DISCUSIÓN

### Composición Florística

Gentry (1993) y Atlas de los Andes del Norte y Centro (2009), indican que las familias más ricas en especies en los bosques nublados localizados entre 1500 y 2900 m de elevación son Lauraceae, Rubiaceae y Melastomataceae, lo que se confirma con los resultados obtenidos en este estudio.

Las especies ecológicamente más importantes son *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys hamsiana* (romerillos), resultados que confirman que los bosques del suroccidente de PNP en su mayor parte son romerillales que crecen asociados con otras especies propias de este ecosistema montañoso, lo que confirma su importancia ecológica y socioeconómica y la necesidad de su conservación.

Cabe recalcar que estos bosques a más de ser importantes económicamente por el valor de su madera, son ecológicamente de interés para la conservación, debido a que albergan gran riqueza

florística en taxones como las epifitas, hemiepifitas, helechos, musgos y líquenes, que lamentablemente se encuentran amenazados por actividades antrópicas. Esta situación debe ser aprovechada para orientar acciones técnicas y legales para su conservación, basada en el potencial biológico y estructural de estos bosques, ya que en los próximos años estos bosques se convertirán en una reliquia ecológica.

### Estructura del Bosque

La masa forestal del bosque nublado de Numbala es muy diferente en relación a otros estudios realizados en ecosistemas similares, debido a la marcada diferencia en lo concerniente a la abundancia, altura y DAP de los árboles, p.g: Sánchez y Rosales (2002) en Cajanuma registraron un volumen de 284,95 m<sup>3</sup>/ha.

Estas características marcan considerablemente la

diferencia con otros bosques nublados del país, así mismo, se puede afirmar que el bosque de la RNN al sur occidente del PNP, posee particularidades para ser considerado como huerto semillero, al existir 30 árboles/ha de *Podocarpus* spp. de buenas características fenotípicas. *Retrophyllum rospigliosii* con individuos de 36 m de altura es la especie dominante en estos bosques.

Con la finalidad de documentar la importancia y riqueza de los bosques nublados se ha estimado los parámetros dasonómicos que corresponden al registro total de árboles por hectárea, así, en la figura 3 se muestra que, el mayor número de individuos se concentran en las clases diamétricas I y II (5-30 cm de DAP), mientras que, en la clase diamétrica VIII (70 a  $\geq$  85 cm DAP) se ubican la mayor cantidad de romerillos con una densidad de 35 árboles/ha, lo que indica que el bosque se encuentra en proceso de recuperación ya que la distribución diamétrica tiene la forma de J invertida, confirmando lo propuesto por Lamprecht (1990).

En la primera y segunda clase diamétrica se encuentran 911 árboles que constituyen el 83,51 % del total registrado, esto significa que la mayoría de especies están dentro de este rango en el bosque nublado de Numbala y, es de destacar que la capacidad de regeneración de éstas es significativo, suponiendo la permanencia del bosque.

## CONCLUSIONES

Los bosques nublados de la zona suroccidental del PNP presentan mayor diversidad florística en relación a otros bosques de la región sur, con mayor dominancia e importancia ecológica de las especies *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys hamsiana*, los mismos que están asociados en su dosel superior a otras especies de las familias Lauraceae, Euphorbiaceae, Cunnoniaceae, Cyatheaceae, Cecropiaceae y Moraceae, propias de ecosistemas montañosos.

El bosque nublado de Numbala se caracteriza por la presencia de un potencial forestal de especies con alto valor comercial como: *Retrophyllum*

*rospigliosii*, *Prumnopitys hamsiana* y *Podocarpus oleifolius*. *Retrophyllum rospigliosii* sobresale con el valor más alto de volumen (314,89 m<sup>3</sup>/ha), la mayoría de árboles se agrupan en la clase diamétrica VIII, esto significa que son árboles que han alcanzado su madurez fisiológica y, que debido a su valor comercial y elevado volumen son sobreexplotadas.

## AGRADECIMIENTO.

A la fundación Naturaleza y Cultura Internacional por las facilidades logísticas proporcionadas para la zona de estudio. Al Programa de Botánica y Conservación del Jardín Botánico del Missouri para el Ecuador, en la persona del Doctor David Neill por el aporte financiero de las Becas Mellón. Al Doctor Nikolay Aguirre e Ingeniero Luis Sinche, por sus comentarios y sugerencias en la redacción del texto. Finalmente dejamos constancia de nuestro agradecimiento al personal Técnico del Herbario Reinaldo Espinosa por la logística y apoyo brindado en el desarrollo de la investigación.

## LITERATURA CITADA

- AGUIRRE Z. Y N. AGUIRRE 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.
- ATLAS DE LOS ANDES DEL NORTE Y CENTRO 2009. Secretaría General de la Comunidad Andina. Editorial Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-03566.
- AVENDAÑO D. 2007. Biomasa y capacidad de almacenamiento de agua de las epifitas en el Páramo de Guerrero (Cundinamarca, Colombia). Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín. 78 p.
- CASTILLO N. Y B. CASTRO 1989. Estudio dendrológico y fenológico de las principales especies forestales nativas del cantón

- Saraguro. Tesis Ing. For. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Forestal. 238 p.
- CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRÍCOLAS-CESA. 1989. Especies forestales nativas de los Andes ecuatorianos: resultados preliminares de algunas experiencias. Quito, Ec. 50 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.
- GÁLVEZ J., Z. AGUIRRE, O. SÁNCHEZ, Y N. LÓPEZ 2003. Estado Actual de Conservación y Posibilidades del Manejo del Romeillo en la Región Sur Occidental del Parque Nacional Podocarpus. UTPL. Loja: Ministerio del Ambiente, Herbario Loja, Programa Podocarpus. 155 p.
- GENTRY, A. H. 1993. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. The New York Botanical Garden.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) GmbH.
- LOJÁN, L. 1992. El Verdor de los Andes: árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino. FAO, Proyecto de desarrollo forestal participativo en los Andes. Quito, Ec. 217 p.
- PREDESUR 1975. Inventario forestal y aprovechamiento de los bosques del sur... Loja, Ecuador. MAG, 209 p.
- RÍOS, A. Y A. RÍOS 2000. Fenología y propagación de tres especies de Podocarpaceae, por semillas y estacas. Tesis Ing. For. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Forestal. 106. p.
- SÁNCHEZ, O. Y C. ROSALES 2002. Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanuma. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador.
- TOBÓN, C. 2009. Los bosques andinos y el agua: Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA. Serie investigación y sistematización N° 4. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERACION, CODESAN. Quito.

Anexo 1. Cálculo de parámetros ecológicos de los individuos  $\geq$  a 5 cm de DAP.

°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	D (Ind/ha)	Área basal (m <sup>2</sup> )	D R (%)	D m (%)	IVI (%)
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra.	Monte de oso	1	0,003	0,092	0,006	0,098
2	Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague y Sandwith		2	0,035	0,183	0,074	0,258
3	Annonaceae	<i>Guatteria aff. decurrens</i> R.E. Fr.	Chirimoya silvestre	19	0,467	1,742	0,991	2,732
4	Annonaceae	<i>Guatteria megalophylla</i> Diels		1	0,014	0,092	0,030	0,121
5	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.1		1	0,021	0,092	0,045	0,136
6	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.		6	0,086	0,550	0,182	0,732
7	Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp.		9	0,096	0,825	0,204	1,029
8	Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i> (Ruiz & Pav) Mart.	Palma	3	0,011	0,275	0,023	0,298
9	Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.		1	0,016	0,092	0,034	0,126
10	Asteraceae	<i>Pictocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Tunashe	21	0,312	1,925	0,662	2,587
11	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Guayacán	31	0,705	2,841	1,496	4,337
12	Cecropiaceae	<i>Cecropia montana</i> Warb. Ex Snethl.	Guarumo	11	0,430	1,008	0,912	1,921
13	Cecropiaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Uva de monte	2	0,014	0,183	0,030	0,213
14	Cecropiaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Hormiguero estrella	8	0,161	0,733	0,342	1,075
15	Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.		1	0,008	0,092	0,017	0,109
16	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G Don.		1	0,009	0,092	0,019	0,111
17	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> sp.		3	0,146	0,275	0,310	0,585
18	Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Almizcle	11	0,228	1,008	0,484	1,492
19	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	Duco	3	0,049	0,275	0,104	0,379
20	Clusiaceae	<i>Clusia elliptica</i> kunth	Duco	2	0,104	0,183	0,221	0,404
21	Clusiaceae	<i>Vismia tomentosa</i> Ruiz & Pav.		2	0,014	0,183	0,030	0,213
22	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia sorbifolia</i> Kunth	Cashco	14	0,256	1,283	0,543	1,826
23	Cyatheaceae	<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant.	Helecho arbóreo	15	0,117	1,375	0,248	1,623
24	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Llashin	23	0,158	2,108	0,335	2,443
25	Cyrtillaceae	<i>Purdiaea nutans</i> Planch		1	0,004	0,092	0,008	0,100
26	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Helecho arboreo	13	0,080	1,192	0,170	1,361
27	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.		20	0,399	1,833	0,847	2,680
28	Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> Baill.		9	0,550	0,825	1,167	1,992
29	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Müll. Arg.		1	0,005	0,092	0,011	0,102
30	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	Sanón	42	1,320	3,850	2,801	6,650
31	Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho	1	0,018	0,092	0,038	0,130
32	Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium andinum</i> Müll. Arg.		5	0,054	0,458	0,115	0,573
33	Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium macrophyllum</i> Muell		3	0,035	0,275	0,074	0,349
34	Flacourtiaceae	<i>Casearia gorgonea</i> Killip.		1	0,020	0,092	0,042	0,134
35	Flacourtiaceae	<i>Casearia obovalis</i> Poepp. ex Griseb.		17	0,241	1,558	0,511	2,070
36	Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp.	Det. Orlando	1	0,028	0,092	0,059	0,151
37	Flacourtiaceae	<i>Xilosma</i> sp.		1	0,003	0,092	0,006	0,098
38	Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	Palo azul	15	0,110	1,375	0,233	1,608
39	Icacinaceae	<i>Citronella</i> sp.		1	0,015	0,092	0,032	0,123
40	Lauraceae	<i>Aniba hostmanniana</i> (Ness) Mez.		2	0,081	0,183	0,172	0,355
41	Lauraceae	<i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez		2	0,009	0,183	0,019	0,202
42	Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.		1	0,006	0,092	0,013	0,104

43	Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.1		7	0,236	0,642	0,501	1,142
44	Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.2		2	0,013	0,183	0,028	0,211
45	Lauraceae	<i>Endlicheria formosa</i> A. C. Sm.	Canelón blanco	1	0,039	0,092	0,083	0,174
46	Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	n/n	32	0,583	2,933	1,237	4,170
47	Lauraceae	<i>Endlicheria</i> sp.	Canelón, curiquiro	1	0,020	0,092	0,042	0,134
48	Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Laurel	29	0,886	2,658	1,880	4,538
49	Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	Canelón	26	0,211	2,383	0,448	2,831
50	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Canelón	14	0,241	1,283	0,511	1,795
51	Lauraceae	<i>Ocotea benthamiana</i> Mez		3	0,052	0,275	0,110	0,385
52	Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> (Ness) Mez.		1	0,007	0,092	0,015	0,107
53	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.		1	0,009	0,092	0,019	0,111
54	Lauraceae	<i>Pleurothyrium</i> sp.		1	0,053	0,092	0,112	0,204
55	Lecythidaceae	<i>Grias peruviana</i> Miers		4	0,034	0,367	0,072	0,439
56	Melastomataceae	<i>Clidemia dentata</i> D. Don.		2	0,014	0,183	0,030	0,213
57	Melastomataceae	<i>Clidemia septulinervia</i> Cong.		19	0,293	1,742	0,622	2,363
58	Melastomataceae	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana		3	0,011	0,275	0,023	0,298
59	Melastomataceae	<i>Graffenrieda</i> sp.		5	0,043	0,458	0,091	0,550
60	Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i> DC.		2	0,067	0,183	0,142	0,325
61	Melastomataceae	<i>Miconia capitellata</i> Cong.		3	0,014	0,275	0,030	0,305
62	Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Sierrilla oxidada	8	0,049	0,733	0,104	0,837
63	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.		1	0,010	0,092	0,021	0,113
64	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp. 1		13	0,076	1,192	0,161	1,353
65	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cong.		7	0,038	0,642	0,081	0,722
66	Melastomataceae	<i>Miconia triplinervis</i> Ruiz & Pav.		2	0,012	0,183	0,025	0,209
67	Meliaceae	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	Cedrillo	1	0,008	0,092	0,017	0,109
68	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		3	0,015	0,275	0,032	0,307
69	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Cedrillo	27	0,294	2,475	0,624	3,099
70	Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms	Cedrillo	1	0,006	0,092	0,013	0,104
71	Meliaceae	<i>Guarea subandina</i> W. Palacios	rabo de mono	6	0,100	0,550	0,212	0,762
72	Meliaceae	<i>Trichilia cf. pallida</i> Sw.		12	0,162	1,100	0,344	1,444
73	Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.		1	0,007	0,092	0,015	0,107
74	Meliaceae	<i>Trichilia guianensis</i> Klotzsch ex C. DC.		2	0,017	0,183	0,036	0,219
75	Meliaceae	<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.		1	0,036	0,092	0,076	0,168
76	Meliaceae	<i>Trichilia rubra</i> C. DC.		1	0,011	0,092	0,023	0,115
77	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Guabillo	5	0,085	0,458	0,180	0,639
78	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp. 1		2	0,016	0,183	0,034	0,217
79	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp. 2		2	0,025	0,183	0,053	0,236
80	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp. 3		1	0,004	0,092	0,008	0,100
81	Mimosaceae	<i>Inga acreana</i> Harms	Guabillo	18	0,408	1,650	0,866	2,516
82	Mimosaceae	<i>Inga nobilis</i> Willd.		2	0,014	0,183	0,030	0,213
83	Mimosaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Guabo	1	0,002	0,092	0,004	0,096
84	Mimosaceae	<i>Inga striata</i> Benth.		1	0,006	0,092	0,013	0,104
85	Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i> Ruiz & Pav.		5	0,066	0,458	0,140	0,598
86	Monimiaceae	<i>Mollinedia repanda</i> Ruiz & Pav.		13	0,078	1,192	0,165	1,357
87	Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Limoncillo	2	0,007	0,183	0,015	0,198
88	Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp.		1	0,014	0,092	0,030	0,121
89	Moraceae	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Pituca	3	0,034	0,275	0,072	0,347
90	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i> Dugand	Higuerón sarnoso	4	0,665	0,367	1,411	1,778
91	Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuerón	7	0,207	0,642	0,439	1,081

92	Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Higuerón	12	0,212	1,100	0,450	1,550
93	Moraceae	<i>Ficus mutisii</i> Dugand		1	0,013	0,092	0,028	0,119
94	Moraceae	<i>Morus insignis</i> Bureau		13	0,243	1,192	0,516	1,707
95	Moraceae	<i>Pseudolmedia</i> sp.		1	0,009	0,092	0,019	0,111
96	Myrsinaceae	<i>Geissanthus</i> sp.		4	0,070	0,367	0,149	0,515
97	Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> sp.		1	0,008	0,092	0,017	0,109
98	Myrtaceae	<i>Calyptanthes bipennis</i> O. Berg		1	0,020	0,092	0,042	0,134
99	Myrtaceae	<i>Calyptanthes cf. paniculata</i> Ruiz & Pav.		7	0,056	0,642	0,119	0,760
100	Myrtaceae	<i>Calyptanthes plicata</i> McVaugh		1	0,004	0,092	0,008	0,100
101	Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i> sp.		1	0,003	0,092	0,006	0,098
102	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	Arrayán	2	0,024	0,183	0,051	0,234
103	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Saca	4	0,114	0,367	0,242	0,609
104	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 1		1	0,008	0,092	0,017	0,109
105	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 2	Saca	3	0,084	0,275	0,178	0,453
106	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 3		1	0,004	0,092	0,008	0,100
107	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Richar) DC.	Saca blanca	8	0,052	0,733	0,110	0,844
108	Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	Saca	1	0,004	0,092	0,008	0,100
109	Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i> sp.	Arrayán	11	0,985	1,008	2,090	3,098
110	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragans</i> (Sw.)Mc Vaugh		1	0,033	0,092	0,070	0,162
111	Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Arrayán	11	0,643	1,008	1,364	2,373
112	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Matico	2	0,034	0,183	0,072	0,255
113	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.		4	0,021	0,367	0,045	0,411
114	Piperaceae	<i>Piper obtusifolium</i> L.	Sacha matico	35	0,255	3,208	0,541	3,749
115	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Matico fino	1	0,028	0,092	0,059	0,151
116	Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	Mollón	29	16,576	2,658	35,171	37,829
117	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolios</i> D. Don ex Lamb.	Romerillo azuceno	5	0,310	0,458	0,658	1,116
118	Podocarpaceae	<i>Prumnopitys hamsiana</i> (Pilg.) Laub.	Romerillo fino	22	11,553	2,016	24,514	26,530
119	Proteaceae	<i>Panopsis</i> sp.		3	0,055	0,275	0,117	0,392
120	Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.		13	0,644	1,192	1,366	2,558
121	Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilg.	Canelón	9	0,122	0,825	0,259	1,084
122	Rosaceae	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.		1	0,010	0,092	0,021	0,113
123	Rosaceae	<i>Prunus</i> sp.		6	0,179	0,550	0,380	0,930
124	Rubiaceae	<i>Cinchona</i> sp.	Cascarilla	1	0,006	0,092	0,013	0,104
125	Rubiaceae	<i>Elaeagia cf. utilis</i> (Goudot) Wedd.		1	0,009	0,092	0,019	0,111
126	Rubiaceae	<i>Elaeagia karstenii</i> Standl.	Sacha sapote	4	0,043	0,367	0,091	0,458
127	Rubiaceae	<i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg.		1	0,004	0,092	0,008	0,100
128	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i> (Kunth ex Roem & Schult.) Standl.		1	0,024	0,092	0,051	0,143
129	Rubiaceae	<i>Ferdinandusa chlorantha</i> (Wedd.) Standl.		2	0,009	0,183	0,019	0,202
130	Rubiaceae	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		2	0,035	0,183	0,074	0,258
131	Rubiaceae	<i>Joosia pulcherrima</i> Steere		1	0,011	0,092	0,023	0,115
132	Rubiaceae	<i>Jossia aequatoria</i> Steyerem.	n/n	33	0,294	3,025	0,624	3,649
133	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Café de monte	6	0,082	0,550	0,174	0,724
134	Rubiaceae	<i>Palicourea luteonivea</i> C. M. Taylor	Café de monte	1	0,004	0,092	0,008	0,100
135	Rubiaceae	<i>Palicourea myrtifolia</i> K. Schum. & K. Krause		3	0,013	0,275	0,028	0,303

## ECOLOGÍA FORESTAL

136	Rubiaceae	<i>Palicourea ovalis</i> Standl.		2	0,019	0,183	0,040	0,224
137	Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i> DC.		4	0,053	0,367	0,112	0,479
138	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.		2	0,026	0,183	0,055	0,238
139	Rubiaceae	<i>Psychotria brachiata</i> Sw.	Café de monte	30	0,364	2,750	0,772	3,522
140	Rubiaceae	<i>Psychotria epiphytica</i> K. Krause		22	0,308	2,016	0,654	2,670
141	Rubiaceae	<i>Psychotria gentryi</i> (Dwyer)C.M. Taylor		4	0,026	0,367	0,055	0,422
142	Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.		3	0,031	0,275	0,066	0,341
143	Rubiaceae	<i>Randia</i> sp. 1		1	0,066	0,092	0,140	0,232
144	Rubiaceae	<i>Stilpnophyllum</i> sp.		5	0,029	0,458	0,062	0,520
145	Sabiaceae	<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe.		1	0,007	0,092	0,015	0,107
146	Sapindaceae	<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk.		10	0,071	0,917	0,151	1,067
147	Sapotaceae	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach.		1	0,022	0,092	0,047	0,138
148	Sapotaceae	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.		5	0,127	0,458	0,269	0,728
149	Sapotaceae	<i>Pouteria capacifolia</i> Pilz		10	0,156	0,917	0,331	1,248
150	Sapotaceae	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz &Pav) Kuntze	Luma silvestre	2	0,113	0,183	0,240	0,423
151	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.		1	0,006	0,092	0,013	0,104
152	Simaroubaceae	<i>Picramnia latifolia</i> Tul.	Remo	2	0,022	0,183	0,047	0,230
153	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal		1	0,003	0,092	0,006	0,098
154	Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.		2	0,009	0,183	0,019	0,202
155	Solanaceae	<i>Markea</i> sp.		1	0,003	0,092	0,006	0,098
156	Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Mata perro	3	0,022	0,275	0,047	0,322
157	Solanaceae	<i>Solanum cucullatum</i> S. Knapp		1	0,005	0,092	0,011	0,102
158	Solanaceae	<i>Solanum pendulum</i> Ruiz & Pav.	Sacha tomate	1	0,005	0,092	0,011	0,102
159	Solanaceae	<i>Solanum sessile</i> Ruiz & Pav.		4	0,108	0,367	0,229	0,596
160	Solanaceae	<i>Solanum smithii</i> S. Knapp		1	0,005	0,092	0,011	0,102
161	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.		1	0,014	0,092	0,030	0,121
162	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. 1		2	0,020	0,183	0,042	0,226
163	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Cedrillo	6	0,037	0,550	0,079	0,628
164	Theaceae	<i>Freziera</i> sp.		2	0,010	0,183	0,021	0,205
165	Urticaceae	<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.	Chine	9	0,078	0,825	0,165	0,990
166	Verbenaceae	<i>Aegiphila cuatrecasasii</i> Moldenke	Guando	25	0,433	2,291	0,919	3,210
167	Verbenaceae	<i>Aegiphila</i> sp.1		1	0,000	0,092	0,001	0,093
168	Verbenaceae	<i>Aegiphila</i> sp.2		1	0,006	0,092	0,013	0,104
169	Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L. B. Sm. & A. Fernández	Sacha sapote	3	0,045	0,275	0,095	0,370
170	Vochysiaceae	<i>Vochysia aurantiaca</i> Stafleu		13	0,217	1,192	0,460	1,652
171	Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.1	Zharapungo	2	0,021	0,183	0,045	0,228
<b>TOTAL</b>				<b>1091</b>	<b>47,13</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

# FLORA Y ENDEMISMO DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA QUINTA EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE

*Elsa Naranjo<sup>1\*</sup>, Tito Ramírez<sup>2</sup> y Zhofre Aguirre<sup>3</sup>*

## RESUMEN

El presente estudio fue propuesto con la finalidad de contribuir al conocimiento de la diversidad florística de un bosque siempreverde piemontano de la región amazónica sur del Ecuador. En la quinta El Pادمي de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, se instalaron dos parcelas permanentes separadas entre sí por una distancia de 1000 m, cada una, se subdividió en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) para árboles mayor o igual a 5cm DAP, cinco parcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) para arbustos y cinco parcelas de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1 m) para hierbas. Se calculó la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia y el índice valor importancia (IVI). Se registró un total de 230 especies en las parcelas “Quebrada El Pادمي” y “Sendero a la Meseta Rocosa”, 135

especies son árboles, 36 arbustos, 35 hierbas, 21 epifitas vasculares y 3 especies de lianas/bejucos. Las familias más diversas son: Moraceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Mimosaceae. Se registró 6 especies endémicas: *Rollinia dolichopetala*, *Swartzia aureosericea*, *Pouteria capacifolia*, *Piper longepilosum*, *Peperomia fraseri*, *Peristeria lindenii*.

Palabras claves: Amazonía, diversidad florística, conservación, especies.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de la amazonía ecuatoriana se desarrollan sobre áreas geográficas muy singulares, marcados por la diferenciación geológica, topográfica, climática y una vegetación muy

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, elsa2naranjot@yahoo.com

<sup>2</sup> Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía, Universidad Nacional de Loja

<sup>3</sup> Herbario “Reinaldo Espinosa”, Universidad Nacional de Loja, zhofrea@yahoo.es

\* Autor para correspondencia

peculiar en composición y estructura. Resultado de esto se ha generado una especial diversidad biológica característica del trópico húmedo.

La diversidad florística de los bosques tropicales húmedos de la Amazonía sur del Ecuador, está amenazada por la explotación insostenida a lo largo del tiempo, que ha desembocado en la explotación y destrucción de los bosques, con el propósito de establecer minería a pequeña y gran escala, conversión de uso para pastos y agricultura y, la extracción selectiva de maderas de alto valor comercial.

Para el sur oriente del Ecuador se conocen escasos trabajos referentes a la riqueza biológica de este tipo de bosques, en los años 1990 a 1994 se realizaron exploraciones botánicas en la cordillera del Cóndor por los botánicos Alwyn Gentry y Henk van der Werff. Desde el 2001 se reiniciaron los estudios botánicos y a partir de 2004 a 2007 se han establecido seis parcelas permanentes bajo la dirección del botánico David Neill, con el propósito de muestrear la mayor cantidad de flora existente sobre la formación de arenisca, dando como resultado el descubrimiento de nuevas especies para el Ecuador (Neill 2007).

En este contexto el presente estudio realizado durante los meses de junio 2008 a febrero 2009 en los remanentes boscosos de la Quinta El Padmi de

la Universidad Nacional de Loja, demuestra que la composición florística de este bosque húmedo tropical tiene una diversidad media y que las especies endémicas registradas en este bosque son importantes ecológicamente para la conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Área de Estudio

La Quinta El Padmi de la Universidad Nacional de Loja, está ubicada 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 Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe, tiene una área de 103.5 hectáreas. Por su territorio cruza la carretera interprovincial que une a Loja, Zamora y Morona Santiago (Castillo 2007).

La temperatura media anual es de 23 °C, la precipitación media anual es de 2000 mm. Según Sierra *et al.* (1999) en la quinta existen dos tipos de vegetación: bosque siempreverde de tierras bajas y bosque siempreverde piemontano.

Geográficamente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM:

Latitud: 9585400 a 9588100 N

Longitud: 764140 a 765600 E

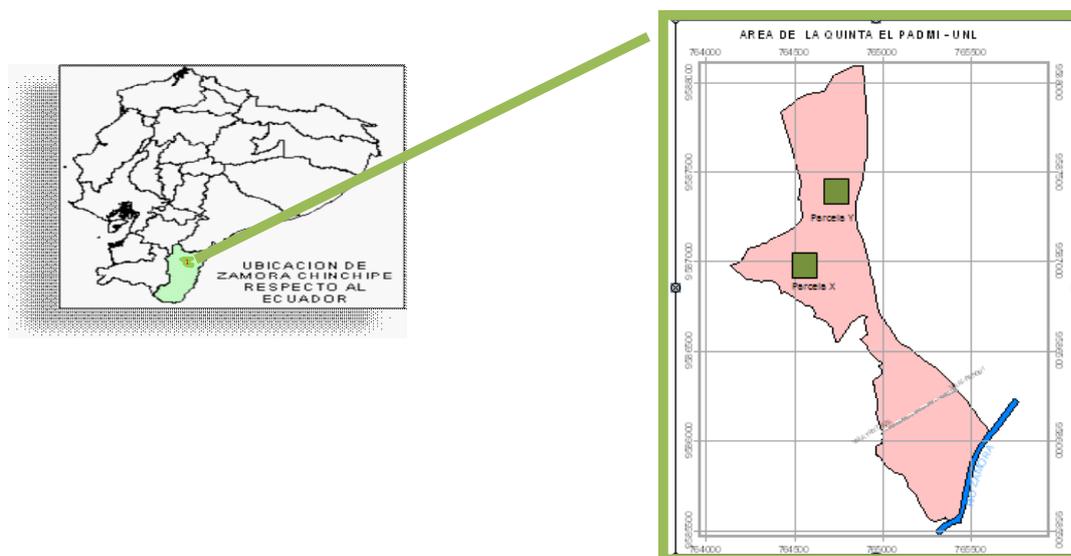


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el contexto del Ecuador.

Las dos parcelas de muestreo permanentes fueron ubicadas: una en el margen derecho de la quebrada El Padmi a una altitud de 880 m s.n.m y, la segunda parcela "Sendero a la Meseta Rocosa" ubicada en el margen derecho de la quebrada El Padmi a una altitud de 960 m.s.n.m.

### Delimitación de las Parcelas de Estudio

Se demarcó e instaló dos parcelas permanentes de una hectárea (100 x 100 m) cada una, se subdividió en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) para muestrear árboles. Se delimitó con estacas y piola cinco subparcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) para contabilizar arbustos y cinco parcelas de 1 m<sup>2</sup> (1x1 m) para registrar hierbas.

### Determinación de la Diversidad Florística

En las parcelas de 400 m<sup>2</sup> se recopiló información de los individuos mayores o iguales a 5 cm de DAP, se colocó una placa de aluminio con un código numérico a cada individuo a una altura de 1,5 m desde el suelo, se midió la circunferencia a la altura del pecho (CAP) y la altura total (m). En las parcelas de 25 m<sup>2</sup> y 1 m<sup>2</sup> se registró el número de arbustos y hierbas. Se colectaron muestras botánicas fértiles de cada especie, éstas se identificaron en el Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja.

Para estudiar las epífitas vasculares se seleccionó un árbol al azar por cada parcela de 400 m<sup>2</sup>; y se registró el número de individuos, nombre vulgar y especie hospedera.

Con los datos obtenidos se calculó la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia (Fr), índice valor importancia (IVI) e índice de diversidad de Shannon, aplicando las fórmulas planteadas por Aguirre y Aguirre (1999).

### Determinación de Especies Endémicas del Bosque de la Quinta El Padmi

El endemismo se identificó mediante la comparación de las especies con las colecciones existentes en el Herbario "Reinaldo Espinosa" y se verificaron los nombres científicos con las reportadas en

el Libro Rojo de plantas endémicas del Ecuador 2000 (Valencia *et al.* 2000).

## RESULTADOS

### Diversidad florística de la Parcela "Quebrada El Padmi"

Se identificaron 100 especies que corresponden a 75 géneros, dentro de 38 familias. Se registró un total de 968 árboles/ha con un DAP igual o mayor a 5 cm. Las familias Moraceae (12 %) Lauraceae (9 %) y Euphorbiaceae (7 %) son las más diversas. El estrato arbustivo está compuesto por 22 especies agrupadas en 17 géneros dentro de 12 familias, con 148 individuos en un área de muestreo de 125 m<sup>2</sup>. En el estrato herbáceo se registró 18 especies, dentro de 13 géneros en 9 familias, la densidad registrada en 5 m<sup>2</sup> es de 95 individuos. La diversidad de las epífitas está representada por 19 especies, pertenecientes a 10 familias, se registraron un total de 324 individuos en 25 árboles seleccionados.

### Parámetros Ecológicos

En el estrato arbóreo las especies abundantes son *Grias peruviana* con 170 ind/ha, *Iriarteia deltoidea* con 62 ind/ha, la especie de mayor importancia ecológica es *Grias peruviana* con un IVI de 25,6 %. El índice de Shannon de los individuos con DAP  $\geq$  a 5 cm es de 0,5497; que indica una diversidad media.

En el estrato arbustivo *Piper immutatum* registró una abundancia de 2720 ind/ha, seguido de *Chamaedorea pauciflora* con 1920 ind/ha y *Piper augustum* con 1600 ind/ha. La familia Piperaceae con 27,3 % es la más diversa con seis especies del género *Piper*. El índice de diversidad de Shannon con un valor de 0,4876 indica que el estrato arbustivo tiene una diversidad media.

El estrato herbáceo está representado por *Danaea* sp. con 54000 ind/ha, *Diplazium* sp. 26000 ind/ha y *Xanthosoma viviparum* con 18 000 ind/ha, que registran la mayor densidad. La familia más diversa es Araceae con 27,8 % con cinco especies, dentro de los géneros *Xanthosoma*, *Rhodospatha*

y *Anthurium*. La diversidad del estrato herbáceo, según el índice de Shannon, es media con un valor de 0,5339.

Las epífitas más representativas en función a la densidad relativa son *Tillandsia complanata* con 32,09 % y *Rhodospatha* sp. con 16,6 %; Las familias más diversas son Araceae con 26,3 % y Orchidaceae con 21,1 %.

#### Parcela “Sendero a la Meseta Rocosa” (Y).

En el estrato arbóreo se identificaron 110 especies, dentro de 73 géneros en 38 familias. Éstos están contenidos en 969 individuos vegetales de DAP  $\geq$  a 5 cm. Las familias más diversas son: Moraceae 10,9 % con 12 especies, Lauraceae 10,0 % con 11 especies y Euphorbiaceae 9,09 % con 10 especies.

En el estrato arbustivo se registró 143 individuos en un área de muestreo de 125 m<sup>2</sup>, pertenecientes a 24 especies, dentro de 17 géneros y 13 familias. En el estrato herbáceo se identificó 23 especies, dentro de 19 géneros y 13 familias, con un total de 67 individuos en un área de 5 m<sup>2</sup>

#### Parámetros Ecológicos

En el estrato arbóreo el apay *Grias peruviana* es la especie más abundante con 155 ind/ha y una densidad relativa de 15,99 %, seguida por el pambil *Iriartea deltoidea* con 99 ind/ha y una densidad relativa de 10,21 %. *Sorocea trophoides* es la especie más dominante con el 8,23 %. La especie de mayor importancia ecológica es *Grias peruviana* con 22,75 %, ratificando el potencial biótico de la especie, característica fundamental para que dentro del ecosistema sea la especie más representativa. Otras especies que registran un IVI alto, son: *Iriartea deltoidea* con 16,71 %, *Sorocea trophoides* con 14,63 % y *Sapium marmieri* con

10,97 %. El índice de diversidad de Shannon es de 0,548, que significa una diversidad media.

La especie representativa del estrato arbustivo es *Piper* sp.5 con 1760 ind/ha y una densidad relativa de 15,4 %, seguida por *Piper cuspidispicum* con 1200 ind/ha con una densidad relativa de 10,5 % y *Chamaedorea pauciflora* con 1120 ind/ha, con 9,8 % de densidad relativa Las familias más diversas son: Piperaceae que registró 6 especies (25 %) y Gesneriaceae con 3 especies (12,5 %).

En el estrato herbáceo la mayor densidad presenta *Diplazium* sp.1 con 34 000 ind/ha, y una densidad relativa de 25,4 %, *Selaginella haematodes* con 14 000 ind/ha, una densidad relativa de 10,4 % y *Rhodospatha* sp. con 12 000 ind/ha y 9,0 % de densidad relativa La familia más diversa es Araceae con 7 especies (30,4 %), seguida de Piperaceae con 4 especies (17,4 %). El índice de diversidad de Shannon es de 0,636 que indica una diversidad media.

En las epífitas la composición florística es de 17 especies, dentro de 16 géneros en 10 familias. Se registraron 307 individuos, en 25 árboles. Las epífitas con mayor abundancia son: *Tillandsia complanata* con 74 individuos y una densidad relativa de 24,1 %, seguida de *Rhodospatha* sp. 2 con 47 individuos, con una densidad relativa de 15,3 %. La familia más diversa es Araceae con 23,5 % con los géneros *Anthurium*, *Rhodospatha* y *Monstera*.

#### Endemismo de la flora

Se identificaron 6 especies endémicas (ver Cuadro 1), de las 568 registradas para la provincia de Zamora Chinchipe y de las 1435 registradas para el sur del Ecuador (Valencia *et al.* 2000).

Cuadro 1. Especies endémicas registradas en el bosque nativo de la quinta experimental “El Padmi”.

Nombre científico	Familia	Categorías de amenaza (Iucn)	Hábito de crecimiento
<i>Rollinia dolichopetala</i> R.E Fr.	Annonaceae	NT	Árbol
<i>Swartzia aureosericea</i> R.S. Cowan	Caesalpinaceae	EN	Árbol
<i>Pouteria capacifolia</i> Pilz	Sapotaceae	CR	Árbol
<i>Piper longepilosum</i> C .DC.	Piperaceae		Arbusto
<i>Peperomia fraseri</i> C. DC.	Piperaceae		Hierbas
<i>Peristeria lindenii</i> (Rolfé)	Orchidaceae	VU	Epífita

CR = En peligro crítico, EN = En peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi amenazado

## DISCUSIÓN

La diversidad florística del bosque de la quinta El Padmi es de 230 especies entre las parcelas “Quebrada El Padmi” y “Sendero a la Meseta Rocosa”, distribuidas en función de su hábito de crecimiento en 135 especies de árboles, 36 de arbustos, 35 de hierbas, 21 de epifitas vasculares y 3 especies de lianas/bejucos (Anexo 1 y 2). En cambio Cerón *et al.* (2003) en un estudio realizado en la misma quinta mediante el método punto cuadrado; registró 160 árboles de 10 cm de DAP en adelante, identificando 31 familias, 61 géneros y 77 especies. Mientras que Cañar y Costa (2008), en la parroquia Guadalupe, del cantón Zamora, registraron 191 especies. Los resultados varían básicamente debido a que los métodos de muestreo utilizados son diferentes, que demuestra la mayor diversidad existente en la quinta.

Al analizar y comparar los estudios realizados en la cordillera del Cóndor por Neill (2007), se evidencia que en la parcela permanente instalada en “Kuankus”, a 670 m s.n.m. se registraron 771 ind/ha con 220 especies, mientras que en la parcela “Nangaritzza Río Arriba” ubicada en el área de conservación los “Tepuyes” a 920 m s.n.m., se registraron 770 arb/ha de 110 especies. Lo que indica que las parcelas “Quebrada El Padmi” y “Sendero a la Meseta Rocosa” de la quinta El Padmi son menos diversas que la parcela de “Kuankus” y la

parcela “Nangaritzza Río Arriba” existe una ligera semejanza.

También se reporta a *Iriartea deltoidea* como la especie más dominante en el bosque de la quinta, criterio que es ratificado como la más dominante en los estudios realizados por Cerón y Montalvo (1998) en el bosque de Quehueiri-ono provincia de Napo y, por Palacios (1997) en la reserva Jatun Sacha. Esta especie tiene un amplio rango de distribución, siendo una de las especies más representativas en la región amazónica del Ecuador.

Las seis especies endémicas que se registraron refuerzan la consideración de que la región amazónica sur se encuentra en una de las zonas más ricas de la tierra que constituyen un hot spots mundial (Myers 1988).

De las especies endémicas encontradas, las de mayor riesgo de extinción por la sobre-explotación del bosque son *Swartzia aureosericea* que se encuentra en peligro y *Pouteria capacifolia* que esta categorizada como en peligro crítico. La existencia de estas especies demuestra la importancia biológica de este bosque que debe seguir conservándose.

## CONCLUSIONES

La flora de la quinta El Padmi comparte una importante variedad de especies tropicales que también se encuentran en la cordillera del Cóndor, constituyéndose como un área de interés para la conservación.

El estado actual de conservación del bosque de la quinta El Padmi es bueno, a pesar de existir presiones internas y externas sobre los recursos florísticos del bosque

El bosque de la Quinta El Padmi actualmente presenta una mediana intervención, sin embargo experimenta procesos de recuperación por sucesión y regeneración luego de las actividades antrópicas.

La extracción selectiva de especies maderables ha ocasionado la fragmentación del bosque natural y, por ende, el crecimiento de especies de sucesión secundaria

## AGRADECIMIENTOS

A la Carrera de Ingeniería Forestal, al Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja, al Administrador y Técnico de la Estación El Padmi – UNL. Ing. Ricardo González e Ing. Néstor León, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

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

CASTILLO J. 2007. Diseño e implementación de un Jardín Botánico Forestal en la Estación Experimental El Padmi, en la provincia de Zamora Chinchipe. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja. Ecuador. Pág. 52.

CERÓN C., Z. AGUIRRE, B. MERINO Y C.

REYES (2003). Leñosas Frecuentes en la Estación Experimental "El Padmi" de la Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador Pag. 40.

CERÓN, C. Y C. MONTALVO. 1998. Etnobotánica de los Huaorani de Quehueiri-ono. Napo-Ecuador, pag. 231.

COSTA, A. Y M. CAÑAR 2008. Etnobotánica de tres comunidades rurales en la parroquia Guadalupe del cantón Zamora. Tesis de Ing. Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja AARNR. Loja-Ecuador. Pag. 50, 77, 101.

JORGENSEN P. M. Y S. LEÓN – YÁNEZ 1999. Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador. Missouri Botanical Garden.

MYERS N. (1988). Threatened biotas "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, 8. Accesible en: <http://www.lyonia.org/view-Article.php?articleID=390> - 47k (Consultado mayo 2009).

NEILL D. 2007. Inventario Florístico de la Cordillera del Cóndor, 2004-2007 (Consultado mayo 2009). Accesible en <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/Ecuador/projscdc.html>.

PALACIOS W. 1997. Composición, estructura y dinamismo de una hectárea de bosque en la Reserva Florística El Chuncho, Napo, Ecuador. En: Mena, P.A., A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga y L. Suárez (Eds). *Estudios Biológicos para la Conservación. Diversidad, Ecológica y Etnobotánica*. Ecociencia. Quito, Ec. Pp 299-303.

SIERRA R. (Ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco Ciencia. Quito, Ec. 155-163 p.

VALENCIA R., N. PITMAN, S. LEON, Y P. JORGENSEN 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Quito, Ec. 489p.

Anexo 1. Lista de especies comunes entre las parcelas “Quebrada El Padmi” (X) y “Sendero a la Meseta Rocosa” (Y).

Hábito de Crecimiento	Nº	Familia	Especies comunes
Árboles	1	Anacardiaceae	Tapirira obtusa (Benth.) D. J. Mitch.
	2	Annonaceae	Rollinia sp.
	3	Araliaceae	Dendropanax macrophyllum Cuart.
	4	Arecaceae	Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.
	5	Arecaceae	Wettinia kalbreyeri (Burret) R. Bernal
	6	Arecaceae	Chamaedorea linearis (Ruiz & Pav.) Mart.
	7	Burseraceae	Dacryodes peruviana (Loes.) J.F. Macbr.
	8	Boraginaceae	Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken
	9	Caricaceae	Jacaratia digitata (Poepp& Endl.) Solms
	10	Cecropiaceae	Pourouma cecropiifolia Mart.
	11	Cecropiaceae	Cecropia montana Warb. Ex Snethl.
	12	Cecropiaceae	Cecropia marginalis Cuatrec.
	13	Cecropiaceae	Coussapoa villosa Poepp & Endl
	14	Clusiaceae	Chrysochlamys bracteolata Cuatrec.
	15	Clusiaceae	Marila magnifica linden & Pl.
	16	Combretaceae	Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell
	17	Euphorbiaceae	Sapium marmieri Huber
	18	Euphorbiaceae	Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.
	19	Euphorbiaceae	Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.
	20	Euphorbiaceae	Caryodendron orinocense H. Karst.
	21	Euphorbiaceae	Alchornea latifolia Sw.
	22	Euphorbiaceae	Tetrorchidium rubrivenium Poepp.
	23	Euphorbiaceae	Hyeronima sp.
	24	Flacourtiaceae	Casearia combaymensis Tul.
	25	Lauraceae	Nectandra lineata (Kunth) Rohwer
	26	Lauraceae	Pleurothyrium sp.
	27	Lauraceae	Beilschmiedia sp.
	28	Lauraceae	Aniba Aff. riparia (Nees) Mez.
	29	Lauraceae	Nectandra sp. 1
	30	Lauraceae	Endlicheria sericea Nees
	31	Lauraceae	Nectandra sp. 3
	32	Lecythidaceae	Grias peruviana Miers
	33	Lytraceae	Lafoensia sp.
	34	Melastomataceae	Miconia sp. 1
	35	Melastomataceae	Miconia sp. 4
	36	Melastomataceae	Miconia calvescens DC.
	37	Melastomataceae	Miconia punctata (Desr.) D. Don ex DC.
	38	Meliaceae	Trichilia sp.
	39	Meliaceae	Guarea kunthiana A. Juss.
	40	Meliaceae	Guarea sp.
	41	Meliaceae	Trichilia sp. 2

	42	Mimosaceae	<i>Inga acreana</i> Harms
	43	Mimosaceae	<i>Inga</i> sp. 2
	44	Mimosaceae	<i>Albizia</i> sp.
	45	Mimosaceae	<i>Inga</i> sp. 1
	46	Mimosaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke
	47	Moraceae	<i>Claricia racemosa</i> Ruiz & Pav.
	48	Moraceae	<i>Sorocea</i> vs. <i>trophoides</i> W.C. Burger
	49	Moraceae	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.
	50	Moraceae	<i>Batocarpus</i> sp. 2
	51	Moraceae	<i>Batocarpus</i> sp. 1
	52	Moraceae	<i>Naucleopsis</i> sp.
	53	Moraceae	<i>Poulsenia</i> sp.
	54	Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.
Árboles	55	Moraceae	<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg
	56	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.
	57	Myristicaceae	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry
	58	Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i> Aff. <i>plicata</i> Mc Vaugh
	59	Nyctaginaceae	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A. Schmidt
	60	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey.
	61	Rosaceae	<i>Prunus</i> sp.
	62	Rubiaceae	<i>Psychotria pichisensis</i> Standl.
	63	Rubiaceae	<i>Genipa</i> sp.
	64	Rubiaceae	<i>Simira</i> sp.
	65	Rubiaceae	<i>Gonzalagunia</i> sp.
	66	Sapindaceae	<i>Allophylus pilosus</i> (J.F. Macbr.) A.H.
	67	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.
	68	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> Aff. <i>caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.
	69	Sapotaceae	<i>Pouteria capacifolia</i> Pilz
70	Simaroubaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	
71	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal	
72	Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	
73	Tiliaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aublet	
74	Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	
75	Urticaceae	<i>Ureca caracasana</i> (Jacq.) Griseb	
Arbustos	76	Araceae	<i>Philodendron</i> sp. 2
	78	Costaceae	<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.
	79	Piperaceae	<i>Piper cuspidispicum</i> Trel.
	80	Piperaceae	<i>Piper</i> sp. 1
	81	Piperaceae	<i>Piper augustum</i> Rudge
	82	Piperaceae	<i>Piper immutatum</i> Trel.
	83	Rubiaceae	<i>Psychotria pilosa</i> Ruiz & Pav.
	84	Rubiaceae	<i>Faramea</i> sp.
85	Zingiberaceae	<i>Renealmia Thyrsioidea</i> (Ruiz & Pav.) Poepp.&Endl.	

Hierbas	86	Araceae	Rhodospatha sp.
	87	Araceae	Xanthosoma viviparum Madison
	88	Commelinaceae	Dichorisandra sp.
	89	Dryopteridaceae	Diplazium sp. 1
	90	Orchidaceae	Habenaria sp.
	91	Selaginellaceae	Selaginella haematodes (Kunze) Spring
Epifitas	92	Bromeliaceae	Tillandsia complanata Benth.
	93	Araceae	Rhodospatha sp. 2
	94	Begoniaceae	Begonia glabra Aubl.
	95	Dryopteridaceae	Diplazium sp.1
	96	Polypodiaceae	Polypodium bolivianum Ros.
	97	Polypodiaceae	Niphidium crassifolium (L.) Lellinger
	98	Araceae	Monstera sp
	99	Araceae	Anthurium sp. 1
	100	Cyclanthaceae	Asplundia sp. 2
	101	Dryopteridaceae	Tectaria incisa Cav.
	102	Piperaceae	Peperomia sp. 1
103	Araceae	Anthurium triphyllum Brongn. ex Schott	
104	Orchidaceae	Vanilla planifolia Jacks. ex Andrews	
105	Melastomataceae	Clidemia sp. 1	
106	Gesneriaceae	Columnea tessmannii Mansf.	
Bejuocos	107	Ulmaceae	Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.
	108	Sapindaceae	Paullinia sp.
	109	Rubiaceae	Uncaria tomentosa (Willd. Ex Roem. & Schult.)

Anexo 2. Listado de especies no comunes entre las parcela “Quebrada El Padmi” (A) y “Sendero la Meseta Rocosa” (B)

Hábito de Crecimiento	Nº	Familia	Especies no comunes	A	B
Árboles	1	Actinidiaceae	Saurauia peruviana Buscal.		
	2	Annonaceae	Rollinia dolichopetala R.E Fr.		
	3	Annonaceae	Guatteria sp. 2		
	4	Araliaceae	Dendropanax sp.		
	5	Annonaceae	Xylopia Aff. cuspidata Diels.		
	6	Annonaceae	Guatteria sp. 1		
	7	Apocynaceae	Aspidosperma laxiflorum Kuhlman.		
	8	Araliaceae	Schefflera sp.		
	9	Bignoniaceae	Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don		
	10	Caesalpinaceae	Lonchocarpus hylobius Harms.		
	11	Caesalpinaceae	Swartzia aureosericea R.S. Cowan		
	12	Caesalpinaceae	Caesalpinaceae		
	13	Chrysobalanaceae	Parinari sp.		
	14	Combretaceae	Terminalia oblonga (Ruiz & Pav.) Steud.		
	15	Elaeocarpaceae	Sloanea sp.		
	16	Euphorbiaceae	Tetrorchidium sp.		
	17	Flacourtiaceae	Casearia sp.		
	18	Icacinaceae	Citronella sp.		
	19	Fabaceae	Erythrina ulei Harms		
	20	Lauraceae	Nectandra sp. 2		
	21	Euphorbiaceae	Tetrorchidium Aff. macrophyllum Müll. Arg.		
	22	Euphorbiaceae	Sapium glandulosum (L.) Morong		
	23	Lauraceae	Aniba formosa A. C. Sm.		
	24	Rubiaceae	Elaegia sp.		
	25	Lauraceae	Aniba guianensis Aubl.		
	26	Lauraceae	Aiouea sp.		
	27	Lauraceae	Aniba sp.		
	28	Lauraceae	Nectandra membranacea (SW.) Griseb.		
	29	Melastomataceae	Miconia sp. 2		
	30	Melastomataceae	Miconia sp. 3		
	31	Melastomataceae	Miconia prasina (Sw.) DC.		
	32	Meliaceae	Trichilia pallida Sw.		
	33	Meliaceae	Trichilia sp. 1		
	34	Meliaceae	Guarea guidonia (L.) Sleumer		
	35	Mimosaceae	Inga densiflora Benth.		
	36	Mimosaceae	Inga edulis Mart.		
	37	Mimosaceae	Inga sp.		
	38	Monimiaceae	Mollinedia sp.		
	39	Mimosaceae	Inga marginata Willd.		

	40	Monimiaceae	Siparuna aspera (Ruiz & Pav.) A. DC.		
	41	Moraceae	Ficus sp	■	
	42	Moraceae	Brosimum sp.	■	
	43	Moraceae	Ficus cuatrecasana Dugand		■
	44	Myristicaceae	Virola sp	■	
	45	Myrtaceae	Eugenia florida DC.	■	
	46	Moraceae	Ficus pertusa L. f.		■
	47	Nyctaginaceae	Neea sp.	■	
	48	Nyctaginaceae	Neea divaricata Poepp. & Endl.		■
	49	Rubiaceae	Psychotria sp	■	
	50	Rubiaceae	[Psychotria brachiata Sw.]	■	
	51	Rubiaceae	Ladenbergia oblongifolia (Humb. ex Mutis) L..		■
	52	Rubiaceae	Palicourea guianensis Aubl.		■
	53	Rubiaceae	Sommeria sabiceoides Schum.		■
	54	Rutaceae	Zanthoxylum grandifolium Tul.		■
	55	Sapindaceae	Allophylus sp. 2	■	■
	56	Solanaceae	Cestrum sp.	■	
	57	Sapindaceae	Allophylus sp. 1		■
	58	Sapotaceae	Pouteria sp.		■
	59	Sterculiaceae	Herrania sp.		■
	60	Verbenaceae	Aegiphila integrifolia (Jacq.) B.D. Jacks.		■
	61	Acanthaceae	Aphelandra aurantiaca (Scheidw.) Lindl.		■
	62	Apocynaceae	Tabernaemontana sananho Ruiz & Pav.	■	
	63	Araceae	Anthurium sp. 2		■
	64	Clusiaceae	Chrysoclamys sp.	■	
	65	Arecaceae	Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.		■
	66	Flacourtiaceae	Casearia sp.	■	
	67	Gesneriaceae	Besleria sp. 2	■	
	68	Gesneriaceae	Alloplectus sp. 2	■	
	69	Melastomataceae	Miconia denticulata Naudin	■	
	70	Melastomataceae	Clidemia hirta (L.) D. Don	■	
	71	Cyatheaaceae	Cyathea sp.		■
	72	Euphorbiaceae	Acalypha diversifolia Jacq.		■
	73	Gesneriaceae	Besleria aggregata (Mart.) Hanst.		■
	74	Gesneriaceae	Besleria membranacea C.V. Morton.		■
	75	Gesneriaceae	Alloplectus sp. 3		■
	76	Marantaceae	Ischnosiphon annulatus Loes.		■
	77	Melastomataceae	Clidemia sp. 2		■
	78	Melastomataceae	Miconia triplinervis Ruiz & Pav.		■
	79	Piperaceae	Piper sp. 5		■
	80	Piperaceae	Piper sp. 4	■	
	81	Piperaceae	Piper sp. 2	■	
	82	Piperaceae	Piper longepilosum C. DC.		■
	83	Rubiaceae	Coussarea brevicaulis K. Krause	■	
	84	Rubiaceae	Palicourea subspicata Huber.	■	

Arbustos

	85	Solanaceae	Cestrum auriculatum L' Hér.		
	86	Solanaceae	Cestrum Cf. megalophyllum Dunal		
	87	Araceae	Anthurium ceronii Croat.		
	88	Araceae	Philodendron sp. 3		
	89	Araceae	Stenospermation longipetiolatum Engl.		
	90	Araceae	Anthurium nigrescens Engl.		
	91	Araceae	Anthurium incurvatum Engl.		
	92	Araceae	Xanthosoma caracu L		
	93	Araceae	Anthurium sp. 2		
	94	Araceae	Monstera sp.		
	95	Bignoniaceae	Arrabidaea sp.		
	96	Gesneriaceae	Alloplectus sp. 1		
	97	Gesneriaceae	Besleria sp. 1		
	98	Gesneriaceae	Diastema racemiferum Benth.		
	99	Marattiaceae	Danaea sp. 2		
	100	Marattiaceae	Danaea sp. 1		
	101	Cyclanthaceae	Asplundia sp. 1		
	102	Davalliaceae	Nephrolepis sp.		
	103	Gesneriaceae	Besleria citrina Fritsch.		
	104	Gesneriaceae	Drymonia sp.		
	105	Marantaceae	Calathea sp.		
	106	Marattiaceae	Danaea nodosa (L.) Sm.		
Hierbas	107	Piperaceae	Peperomia sp. 2		
	108	Piperaceae	Peperomia sp. 4		
	109	Piperaceae	Peperomia alata Ruiz & Pav.		
	110	Piperaceae	Peperomia fraseri C. DC.		
Hierbas	111	Piperaceae	Peperomia sp. 3		
	112	Piperaceae	Peperomia sp. 5		
	113	Piperaceae	Peperomia sp. 1		
	114	Poaceae	Lasiacis ligulata Hitch. & Chase		
	115	Solanaceae	Solanum sp.		
Epifitas	116	Orchidaceae	Xylobium sp		
	117	Orchidaceae	Stelis sp		
	118	Araceae	Anthurium sp. 2		
	119	Orchidaceae	Gongora saphephorus		
	120	Orchidaceae	Peristeria lindenii (Rolfe)		
	121	Orchidaceae	Gongora sp.		

# CRECIMIENTO INICIAL DE *Tabebuia chrysantha* Y *Cedrela montana* CON FINES DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS ABANDONADAS EN EL TRÓPICO HÚMEDO ECUATORIANO

Darlin González<sup>1\*</sup>, Ruth Poma<sup>2</sup>,  
Milton Ordóñez<sup>1</sup> y Nikolay Aguirre<sup>3</sup>

## RESUMEN

El proceso de recuperación natural en áreas degradadas es lento, puede tomar varios años hasta lograr establecer una cubierta forestal, por tal razón, es indispensable generar conocimientos en la reforestación con especies nativas como una herramienta promisorio para reconvertir estos ambientes degradados en áreas productivas. La finalidad de la presente investigación es contribuir al conocimiento forestal del país mediante la evaluación de plantaciones forestales en tres tipos de uso del suelo (llashipa, arbustivo y pastos). La investigación se realizó en la Estación Científica "San Francisco", en el periodo julio del 2007 a noviembre del 2008, los objetivos planteados fueron a) determinar la sobrevivencia, crecimiento en altura, diámetro a la base y diámetro de copa de *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana* a los

60 meses en plantaciones experimentales puras en tres sitios, y b) evaluar el estado de las especies forestales en sitios que difieren en su tipo de uso del suelo. En los tres sitios las especies forestales demostraron diferente comportamiento y estrategias de adaptación, así: *T. chrysantha* en Arbustivo con el 97,5 % de sobrevivencia, Altura de (47,83 cm.), Diámetro a la base de 1,63 cm. y diámetro de copa (24,03 cm.), presentó los mejores valores de los tres sitios. *C. montana* en Llashipa obtuvo la mayor sobrevivencia con el 59,5 %. En cuanto refiere al crecimiento en Altura de 57,73 cm. y Diámetro a la base de 1,87 cm. presentó los mejores valores en Pastos. El crecimiento de las dos especies forestales está en función del tipo del uso del suelo ya que cumple con los requerimientos y, además, la cobertura arbórea y arbustiva favorece la sobrevivencia y crecimiento de

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, dg\_zoo@hotmail.com

<sup>2</sup> Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja

<sup>3</sup> Profesor del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia

las especies, debido a la cantidad de luz requerida por las especies.

**Palabras claves:** Sucesión vegetal, especies forestales, monitoreo, uso del suelo, silvicultura.

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador posee una superficie de bosques nativos que bordea los 10.9 millones de hectáreas, que representan el 39 % de la superficie total de Ecuador continental, caracterizada por alta riqueza de recursos naturales y diversidad de ecosistemas (Brummit y Lughadha 2003).

Por otro lado, esta enorme riqueza natural está disminuyendo, lo cual se refleja en el incremento de la tasa anual de deforestación en los últimos 15 años, pasando de una tasa del 1.5% en el periodo 1990-2000 al 1.7 para el periodo 2000-2005, siendo una de las más altas de sudamérica (FAO 2006).

En este panorama, las estrategias con mayor atención se han orientado a fomentar actividades de reforestación, registrándose para el periodo 2000–2005 un incremento de 560 ha/año básicamente con especies exóticas de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* (FAO 2006). Por ello, propuestas que orienten el uso de especies nativas en programas de reforestación deberían incrementarse en el país. La presente investigación tuvo la finalidad de generar información sobre el crecimiento y comportamiento de dos especies nativas (*Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana*) en tres de los dominantes uso del suelo (Pastos, Llashipa y Arbustos), lo cual puede ayudar a fortalecer los criterios para el establecimiento e inversión en futuros programas de forestación y reforestación

en sitios con condiciones semejantes en la Región Sur del Ecuador.

Para ello se plantearon los siguientes objetivos: a) determinar la sobrevivencia, crecimiento en altura, diámetro a la base y diámetro de copa de *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana* en plantaciones experimentales puras en tres sitios, y b) evaluar el estado de las especies forestales en sitios que difieren en su tipo de uso del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Área de Estudio

El estudio se realizó en los alrededores de la Estación Científica San Francisco (ECSF), localizada a 30 km en la vía que conduce de la ciudad de Loja a Zamora. En el límite Norte del Parque Nacional Podocarpus perteneciente a la Parroquia Sabanilla, cantón y provincia de Zamora Chinchipe (ver Figura 1). En un rango altitudinal entre los 1850 y 2220 msnm, en las coordenadas planas (UTM): 9 560 200 a 9 561 550 Norte y 712 150 a 714 600 Este.

La ECSF pertenece a la formación natural Bosque de Neblina Montano (Sierra et al. 1999). Presenta un régimen pluviométrico, corresponde al tipo amazónico, con lluvias en todo el año, siendo de marzo a agosto los meses más lluviosos, y noviembre el periodo seco, con una precipitación media anual de 2200 mm/año y una temperatura promedio anual de 15,3 °C (Bendix et al. 2006). Una descripción de las principales características de los tres sitios es presentada en el Cuadro 1.

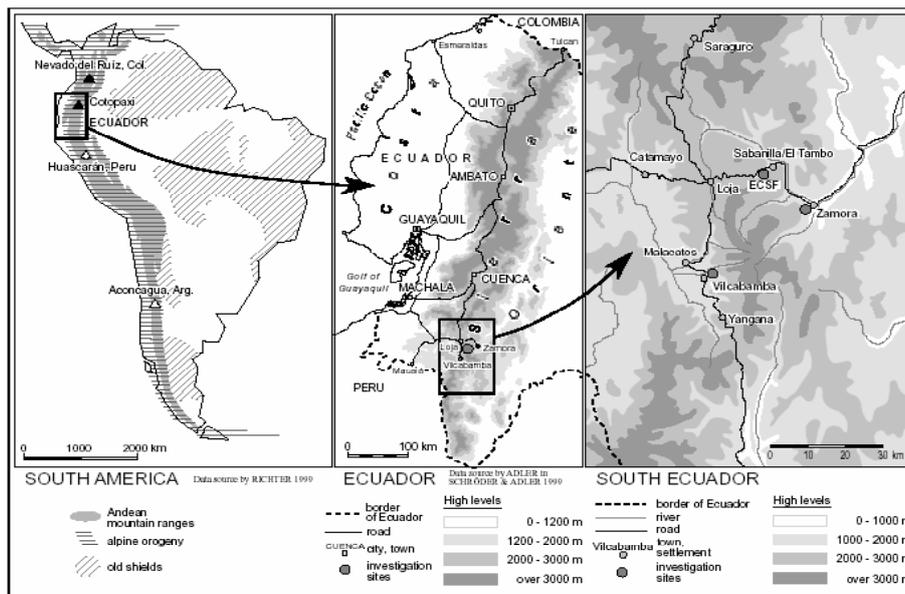


Figura 1. Localización de los tres estadios de estudio (Fuente: Aguirre. 2007).

Cuadro 1. Características de los sitios de estudio (Fuente: Aguirre 2007, Gunter 2009).

Características	Pastos	Llashipa	Arbustos
Localización	Finca Don Herminio	Finca Don Ramón	Cerro “Chamusquin”
UTM	713475 9560931	714299 9561044	712269 9560293
Altitud (msnm.)	1800 - 2100	1850-2100	2000-2200
Inclinación (%)	53	69	44
Cobertura de Vegetación (%)	100	100	80-100
Formaciones de vida dominantes	Pastos	Llashipa y pocos arbustos	Arbustos, Llashipa y hierbas
Especies dominantes	<i>Setaria sphacelata</i> , <i>Melinis minutiflora</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	<i>Pteridium arachnoideum</i> , <i>Ageratina dendroides</i> , <i>Baccharis latifolia</i>	<i>Ageratina dendroides</i> , <i>Myrsine coriacea</i> , <i>Alchornea pearcei</i>
Uso del suelo	ganadería	Estado de sucesión media dominada por Llashipa	Estado de sucesión avanzado dominado por arbustos
Topografía	Irregular y escarpado	Irregular y escarpado	Irregular y escarpado
Árboles remanentes	<i>Piptocoma discolor</i> , <i>Iseritia laevis</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Nectandra membranacea</i> , <i>Inga sp.</i>	<i>Vizmea tomentosa</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Clethra sp.</i>
Características del Suelo			
Ph	5,2	5,3	5,1
Horizonte A	C (%)	5,2	5,8
	N (%)	0,26	0,31
Horizonte B	C (%)	1,2	0,9
	N (%)	0,07	0,09
Subsuelo	C (%)	0,7	0,7
	N (%)	0,05	0,07

**Colección de datos**

La colección de información se basó en la evaluación del crecimiento a los 60 meses de *T. chrysantha* y *C. montana* establecidas en tres tipos de

uso del suelo: Pastos, Llashipa y Arbustos. Las unidades experimentales evaluadas fueron establecidas en el 2003 por el proyecto de reforestación de pastizales abandonados del sur del Ecuador.

Cada área de estudio abarca 4 has y 288 unidades experimentales (10,75 x 10,75 m). El diseño experimental fue en Bloques al azar, donde se ubicaron 16 unidades experimentales. En cada unidad experimental se sembraron 25 plantas con un espaciamiento de 1,8 x 1,8 m con ocho repeticiones por especie. En todas las unidades experimentales se consideró la sobrevivencia, altura (cm), diámetro a la base (cm), diámetro de copa (cm) y estado sanitario.

**Procesamiento y análisis de la información**

Con la información recolectada se calculó la sobrevivencia y los promedios de altura, diámetro a la base y diámetro de copa para cada una de las unidades experimentales por tipo de uso del suelo. El estado sanitario se analizó a partir de la estadística descriptiva en la representación de gráficos en barras rectangulares, en base a los porcentajes de plantas obtenidos de la observación de campo. Se realizó un ANOVA y Comparación Múltiple de

Tukey o Kruskal-Wallis en el software SPSS vers. 16.0, para identificar diferencias estadísticas en el crecimiento entre los tres tipos de uso del suelo en cada especie.

**RESULTADOS**

**Sobrevivencia y Crecimiento de *T. chrysantha***

Como puede observarse en la Figura 2 a los 60 meses de plantación se evidencia mejor desarrollo de *T. chrysantha* en los ambientes con cobertura vegetal arbórea y arbustiva. Así, la sobrevivencia (97,5 %), altura (47,83 cm) y diámetro a la base (1,63 cm) en Arbustivo varía significativamente en relación a Pastos y Llashipa. El diámetro de copa se muestra influenciado por el sitio y por la cobertura de la vegetación, así en el Arbustivo registro mayor diámetro (24,03 cm). En general el estado sanitario de las plantas en los tres tipos de uso del suelo está agrupado en la categoría de muy bueno y excelente, lo que denota que el sitio le es indiferente.

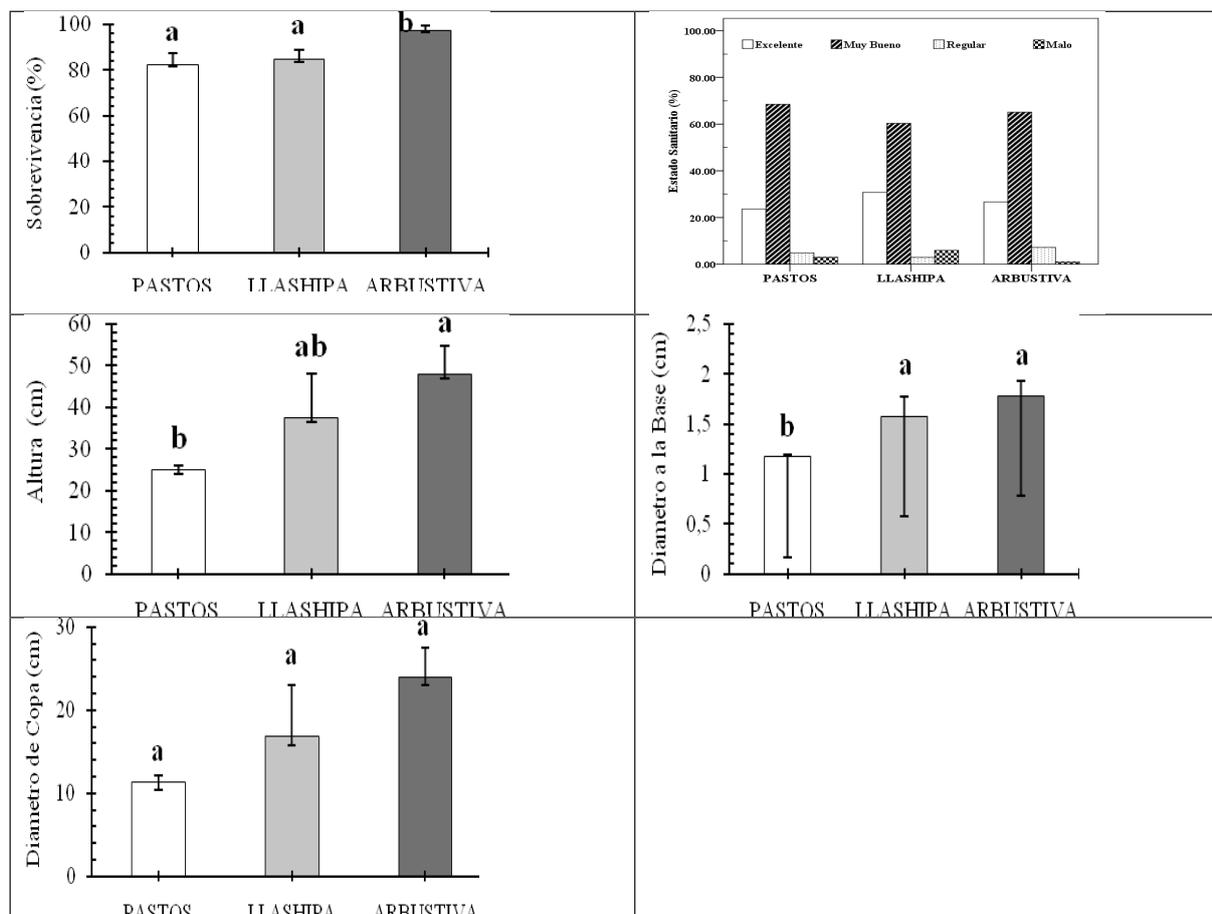


Figura 2. Sobrevivencia, estado sanitario, altura y diámetro a la base y de copa de *T. chrysantha* a los 60 meses de plantación en tres tipos de suelo. Barras muestran el error estándar, diferentes letras representan diferencia significativa a nivel de confianza p= 0.95. N=8 unidades experimentales.

**Sobrevivencia y Crecimiento de *C. montana***

En la figura 3 se puede observar que a los 60 meses de plantación *C. montana* registró mejor crecimiento en ambientes con mayor cantidad de luz. Así, sobrevivencia mayor (59,5 %) en Llashipa; altura (57,73 cm.), diámetro a la base (1,87 cm) y

diámetro de copa (28,53 cm) se registró en Pastos. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas entre los tipos de uso del suelo, como se esperaría de acuerdo a las diferencias de crecimiento que se muestran en la figura. En general el estado sanitario de las plantas en los tres tipos de uso del suelo está agrupado en la categoría excelente y muy bueno, no difiriendo entre sitios.

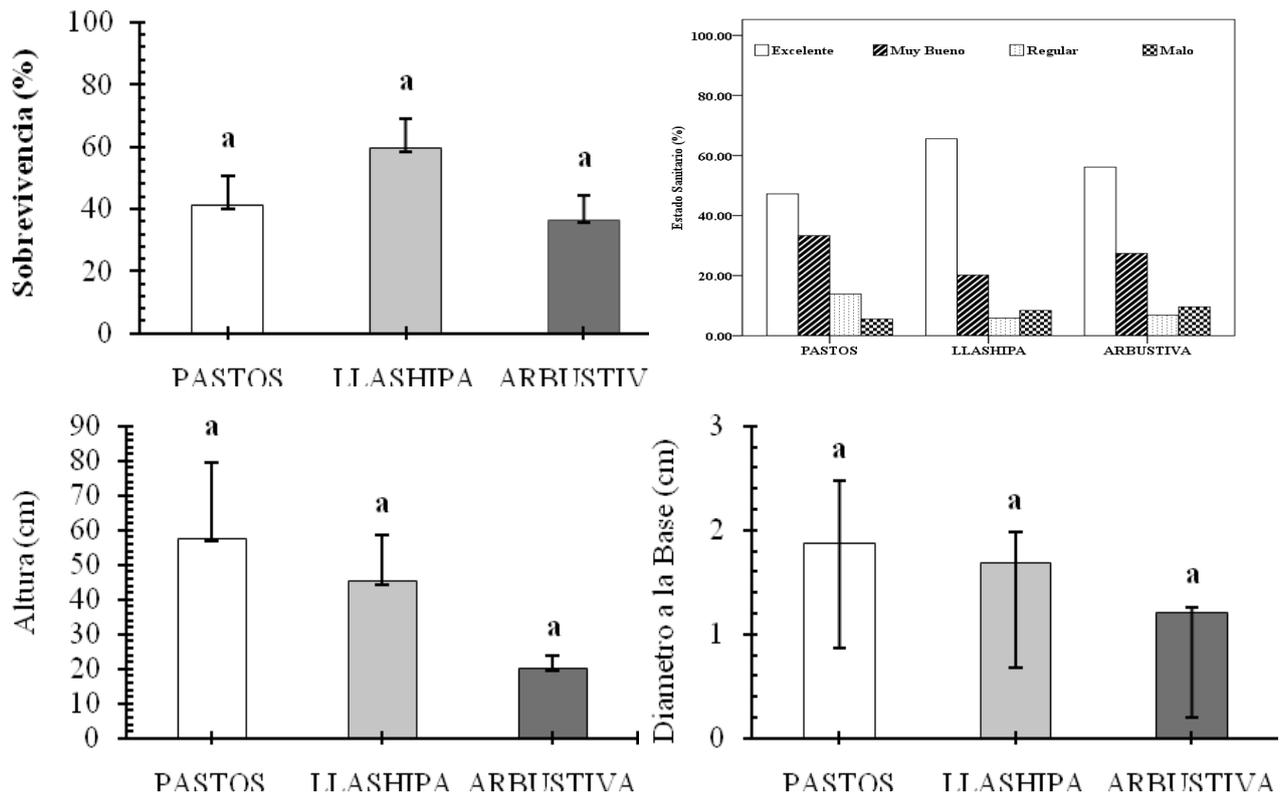


Figura 3. Sobrevivencia, Estado Sanitario, Altura, Diámetro a la Base y Diámetro de Copa de *C. montana* a los 60 meses de plantación en tres tipos de uso del suelo (barras muestran error estándar. Diferentes letras representan diferencia significativa, nivel de confianza p=0,95, N= 8 unidades experimentales).

**DISCUSIÓN**

El establecimiento de plantaciones con especies nativas en áreas abandonadas es una actividad incipiente en el Ecuador y en los trópicos, además el comportamiento de las especies dependen de las condiciones de cada sitio. Por otro lado, la ecología de las especies seleccionadas también juega un rol crucial en el desarrollo de los árboles en cada sitio (Pedraza y Linera 2003). Las diferencias en el desarrollo de los árboles entre estadios puede

principalmente ser atribuido al efecto de la vegetación dominante (Günter 2009).

**Sobrevivencia y Crecimiento de *T. chrysantha***

*T. chrysantha* registró la mejor sobrevivencia de las dos especies nativas en los tres tipos de uso del suelo, lo que es ratificado por Aguirre (2007) quien manifiesta la habilidad de *T. chrysantha* para

establecerse en áreas degradadas bajo condiciones heterogéneas.

La diferencia de sobrevivencia de *T. chrysantha* en Arbustivo en relación a los dos restantes puede ser explicado por su tolerancia a la sombra; además, debido al efecto facilitador de la vegetación nativa en lo relacionado a la proporción de sombra, humedad del suelo, así como el aporte de materia orgánica. Por otro lado, Günter (2009) argumenta que especies de valor maderero pertenecientes al grupo de especies de sucesión media (*Tabebuia*, *Cedrela* y *Juglans*) requieren de baja protección para su desarrollo comparado con la cobertura densa de *Pteridium arachnoideum* de Llashipa. En este mismo contexto Pedraza y Linera (2003) manifiestan que la presencia de un estrato arbóreo abierto mejora las condiciones del microclima, minimizando los efectos de la fuerte radiación solar. Por su parte Otsamo et al. (1997) manifiestan que los Pastos pueden realmente ser competitivos y causar alta mortalidad en especies arbóreas en muchos casos.

*T. chrysantha* a los 60 meses de plantación exhibe los mayores promedios en Altura (47,8 cm), Diámetro basal (1,6 cm) en el Arbustivo. Sin embargo, estos crecimientos son relativamente bajos en comparación con otras especies; este crecimiento según Günter (2009) es debido al efecto temporal del estado inicial de plantación; así mismo, Aguirre (2007) manifiesta que *T. chrysantha* en competencia con la vegetación de su alrededor invierte recursos en la producción de biomasa en sus raíces que sobre el suelo y que a partir de años posteriores mejora su crecimiento, además, manifiesta que un razón para el bajo crecimiento de las especies tolerantes a la sombra, principalmente en fases tempranas de su desarrollo, es el hecho que ellos invierten sus recursos en producir madera de mejor densidad y calidad.

Los resultados del crecimiento son sustentados por Günter (2009) quien indica que las especies de sucesión media muestran similar o mejor desarrollo bajo llashipa o arbustos en comparación a los pastos.

En *T. chrysantha* se identificó la incidencia de hormigas cortadoras e insectos Chrysomelidae en el follaje. Aguilera (2001) manifiesta que el principal problema de plagas en *T. chrysantha* es con hormigas de los géneros (*Formica* spp. y *Atta* spp.) y de termitas (*Neotermes castaneus*). Además, se presentó coloraciones amarillentas en sus hojas, identificado como deficiencias nutricionales que concuerdan con el estudio realizado por Aguirre et al. (2006) quien manifiesta características similares en la calidad de las plántulas bajo dosel de plantación. En algunos casos se presentó una coloración blanquecina en el envés de las hojas, lo que caracteriza a la cochinilla y mosca blanca.

### **Sobrevivencia y Crecimiento de *Cedrela montana***

La documentación sobre las condiciones óptimas para el desarrollo de *C. montana* son escasos, por tal razón se ha visto conveniente relacionar con las características de *C. odorata*, de ello la mayor sobrevivencia de *C. montana* (59,5 %) en este estadio puede ser explicada por que durante la etapa de plántula puede tolerar la competencia, aunque se clasifica como intolerante a la competencia y la sombra durante la etapa de brinzal (Cintrón 1990), a pesar que el sitio está cubierto por *Pteridium arachnoideum* ampliamente conocida por especie invasora y por competir con las especies nativas por la humedad del suelo, los nutrimentos y la luz, en ocasiones pudiendo excluirlas (Ramírez et al. 2007). Así también Günter (2009) a los 36 meses logró el mejor desarrollo en el estadio Llashipa que posee alto N, Mg, Mn, y baja disponibilidad de P.

Además no se registró el ataque de *Hypsipyla*, aunque esta situación según Cintrón (1990) se evidencia preferiblemente en plántulas que excedan los 2 m. de altura.

El mayor registro de crecimiento de *C. montana* ocurrió en el estadio, a pesar de tener el menor número de plantas es convalidado por los resultados obtenidos por Gunter (2009) quien a los 36 meses bajo su estudio de cluster en suelos determina en las condiciones del estadio Pastos (alto contenido de Mn, y bajo P) presentó el mejor

desarrollo que el estadio Llashipa (alto contenido de N, Mg, Mn y baja disponibilidad de P). Cintrón (1990) manifiesta que en algunas pruebas *Cedrela* creció mejor en los suelos enriquecidos con los restos quemados del bosque secundario. Günter (2009) a los 36 meses de plantación manifiesta que *C. montana*, mostró aceptable desarrollo bajo la cobertura del estadio Llashipa, lo que es similar a nuestros resultados y criterio, restando un poco la idea de algunos autores (Humphrey y Swaine 1997) que asumen que la llashipa dificulta la reforestación.

Los crecimientos registrados en este estudio son menores a los registrados para otras especies de *Cedrela*, por ejemplo Castillo et al. (1999), en plantaciones de 32 meses de edad, en condiciones de cielo abierto registraron los siguientes datos: para *C. saltensis* una altura de 1,25 m.; *C. fissilis* una altura de 1,0 m.; *C. balansae* una altura de 1,76 m.; y *C. odorata* una altura de 1,70 m valores de referencia muy superiores a los registrados en nuestro estudio con *C. montana* con una altura promedio de 57,73 cm. El bajo crecimiento registrado en altura en los tres tipos de uso del suelo puede ser explicado por las observaciones de campo donde el tallo murió lentamente, rebrotando nuevamente a partir de la base difiriendo su altura. El cedro es capaz de crecer nuevamente después del desmoche (un nuevo crecimiento terminal parcial después de un daño moderado por el viento o una muerte de terminales parcial) (Cintrón 1990).

## CONCLUSIONES

Del análisis de los datos, las conclusiones preliminares a las que se ha podido llegar son:

El crecimiento de las dos especies forestales nativas está en función del tipo del uso del suelo, debido a que cumple con los requerimientos de la especie en la cantidad de materia orgánica, humedad relativa y competencia. Además la cobertura arbórea y arbustiva favorece la sobrevivencia y crecimiento de las especies, debido a la cantidad de luz requerida por las especies.

## AGRADECIMIENTOS

A la fundación Alemana para la Investigación DFG por su apoyo financiero y técnico, A la Blga. Ximena Palomeque e Ing. Luis Sinche por su valiosa ayuda en la ejecución y análisis estadísticos.

## LITERATURA CITADA

AGUILERA M. (2001) *Tabebuia chrysantha*. SIRE.

AGUIRRE N., S. GÜNTER, M. WEBER Y B. STIMM 2006. Enriquecimiento de plantaciones de *Pinus patula* con especies nativas en el Sur del Ecuador. *Lyona* 10(1), 17-29

AGUIRRE N. 2007. Silvicultural contributions to the reforestation with native species in the Tropical Mountain rain forest region of South Ecuador. Dissertation, Institute of Silviculture, Technical University München. 150 pp.

AGUIRRE N., C. ORDÓÑEZ Y R. HOFSTEDE 2002. Comportamiento inicial de 18 especies forestales plantadas en el páramo. Reporte Forestal Nº 7. Quito, Ecuador.

AÑAZCO M. 1996. El Aliso. Proyecto de desarrollo forestal campesino en los Andes de Ecuador. Quito, Ecuador. 7 – 12, 22 pp.

BENDIX J., J. HOMEIER, E. CUEVA, P. EMCK, S. BRECKLE, M. RICHTER Y E. BECK 2006. Seasonality of weather and tree phenology in a tropical evergreen mountain rain forest. *International Journal of Biometeorology* Nº 50, 370–385 pp.

BRUMMITT N. Y E LUGHADHA 2003. Biodiversity: Where's hot and where's not. *Conservation Biology* 17 (5), 1442-1448.

- CALVA E. Y D. CHURO 1989. Estudio de *Pestalotiopsis guepinii* (Desm). Stey en la plantación de *Pinus patula* del Sector Villonaco-Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja, Ecuador. 92p.
- CASTILLO E., M. ZAPATER Y N. GIL 1999. Distribución, Ecología y Silvicultura de los Cedros en la Selva Subtropical de Salta y Jujuy. Estación de Cultivos Tropicales INTA Yuto, Yuto, Jujuy, Argentina.
- CINTRON B. .1990 *Cedrela odorata* L. In: Burns, R.M., Honkala, B. H., (eds.) Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handbook. 654. Washington, DC.
- DAÑOBEYTIA F., S. TACHER, H. RIVERA; N. MARCIAL, D. DOUTERLUNGNE Y L. MENDOZA 2007. Establecimiento de seis especies arbóreas nativas en un pastizal degradado en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Revista Ecología aplicada volumen 6 n.1-2, diciembre. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 9 pp.
- FAO 2006. Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome
- GÜNTER S., P. GONZÁLEZ, G. ALVAREZ, N. AGUIRRE, X. PALOMEQUE, F. HAUBRICH Y M. WEBER 2009. Determinants for successful reforestation of abandoned pastures in the Andes: Soil conditions and vegetation cover. Forest Ecol. Manage. (2009), doi:10.1016/j.foreco.2009.03.042.
- HUMPHREY J. Y W. SWAINE 1997. Factors affecting the natural regeneration of *Quercus* in Scottish oakwood. Competition from *Pteridium aquilinum*. Journal of Applied Ecology 34, 577-584.
- OTSAMO, A., G. ADJERS, SASMITO, T. HADI, J. KUUSIPALO Y R. VUOKKO 1997. Evaluation of reforestation potential of 83 tree species planted on *Imperata cilíndrica* dominated grassland. New Forests 14, 127-143.
- PEDRAZA R. Y W. LINERA 2003. Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest. Institute of Ecology. Xalapa, Veracruz. México. New Forests 26. Kluwer Academic Publishers. 83-99 pp.
- RAMÍREZ M., B. GARCÍA, Y A. SEGOVIA 2007. Helechos Invasores y Sucesión Secundaria Post-Fuego. Ciencias, Enero-marzo, N° 085. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 18-25 pp.
- SIERRA R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRD y Ecociencia. Quito, Ecuador. 194 pp.

# GERMINACION DE *Ficus insipida*, ESPECIE PROTECTORA DE VERTIENTES DE AGUA EN EL CANTÓN PALTAS

Alexandra Condoy<sup>1</sup> y Clemencia Herrera<sup>1\*</sup>

## RESUMEN

Se realizaron ensayos de germinación de *Ficus insipida* para determinar la viabilidad de semillas. El estudio se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal e invernadero de la Universidad Nacional de Loja. Se utilizó tres tipos de tratamientos pre-germinativos: nitrato de potasio, ácido giberélico y ácido sulfúrico. Para cada tratamiento se aplicó 4 réplicas de 25 unidades cada una y en total se colocaron 400 semillas. En invernadero se utilizaron 4 réplicas de 10 unidades cada una y para cada tratamiento, en total se pusieron 160 unidades. En laboratorio se inició el proceso a la germinación a los 8 días y culminó a los 15 días, se alcanzó el 96 % de germinación con ácido sulfúrico como lo muestra la figura 3 y 100 % con agua destilada, nitrato de potasio y ácido giberélico; mientras que en el invernadero la tasa de germinación alcanzó un promedio de 96 % en un periodo de tres meses como se observa en la figura

4. Las semillas de *Ficus insipida* en condiciones controladas de laboratorio e invernadero y con la aplicación de los tratamientos pre-germinativos tienen un alto poder de germinación.

**Palabras claves:** ensayos, viabilidad, semillas, tratamientos, germinación.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en la actualidad es el deterioro de los ecosistemas originales que se encuentran en esta región; este deterioro ambiental afecta la vegetación, los animales, el agua y el suelo de los sistemas naturales, alterando las interacciones biológicas y los procesos ecológicos característicos de estos ambientes (Lippitt et al. 1994).

En la provincia de Loja, particularmente el cantón Paltas, existe la amenaza constante de la

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia, cmhwc2@hotmail.es

desertificación, cuyo síntoma se observa con las frecuentes sequías, procesos erosivos avanzados del suelo, pérdida de especies vegetales valiosas que coexisten en estos ecosistemas (Valdivieso 2007). Remanentes de vegetación nativa arbórea y arbustiva de gran valor ecológico, desaparecen anualmente. También se observa remanentes de bosques asociados a los acuíferos, cuya función en la protección hídrica es fundamental y su conservación es prioritaria, ya que aquí se genera el agua para riego y consumo humano de centros poblados (Chamba 2008).

De la gran variedad de árboles existentes en los bosques tropicales, el género *Ficus* posee árboles muy importantes, siendo éstas utilizadas como recurso alimentario por muchos frugívoros: murciélagos, monos araña y algunas aves como los tucanes (Domínguez et al., 2005).

Existe conocimiento campesino, sobre las ventajas de estos árboles, que a su criterio "llaman el agua" y se constituyen en especies resistentes a la sequía que sostienen las vertientes de agua en las zonas semidesérticas, como es el *Ficus insipida* (higuerón) que es un árbol grande de raíces largas y profundas con muchas ramas que hacen sombra para que no se evapore el agua, su fruto es un sicono globoso de 2 a 5 cm de diámetro, verde con lenticelas blancas en el exterior y un poro pequeño en la punta.

Es muy importante conocer los requerimientos para la germinación de las semillas, la facilidad de colecta de las mismas, procesamiento y las condiciones adecuadas para el almacenamiento de éstas, la tolerancia a las condiciones ambientales extremas y las relaciones competitivas que pueden ocurrir con otras especies, entre otros aspectos (Vázquez-Yanes y Batis, 1996).

Al alcanzar la semilla su punto máximo de madurez, se inicia un periodo de letargo producido por factores internos y externos, que normalmente se interrumpe cuando se presentan las condiciones adecuadas para la germinación. Sin embargo, en ocasiones las semillas no germinan o lo hacen

lentamente, debido algún grado de letargo o reposo (estado en el cual una semilla viable es incapaz de activar e iniciar su proceso de germinación, a pesar de tener condiciones de agua, temperatura, etc., apropiadas para tal efecto) (Triviño et al., 1990).

Para generar conocimiento sobre los procesos de germinación, existe la necesidad de buscar alternativas para lograr que la germinación de *Ficus insipida* sea eficiente y eficaz. Desde esta perspectiva con este estudio se pretende analizar la influencia que tienen para la germinación de semillas de *Ficus insipida*, aplicando tres tratamientos químicos: nitrato de potasio, ácido giberélico y ácido sulfúrico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se desarrolló en la comuna Collana-Catacocha, situada en las coordenadas geográficas: 03°49'13" a 04°11'5" Latitud S; 79°30'52" a 79°59'72" Longitud W.

Altitud: 1400-2000 msnm (Microcuencas de los ríos Playas y Catamayo). La temperatura media en la parte alta llega hasta 12°C y en la parte baja 24°C. La precipitación oscila entre 500 y 1000 mm anuales. En su mayor extensión las pendientes superan el 50 % (Chamba 2008).

El ensayo de germinación se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja. El material fue colectado de diferentes árboles, distribuidos en tres lugares que predominan en el área de estudio, en todas los ensayos se usó semilla fresca; se determinó la calidad física de las semillas según las Normas ISTA.

El material de laboratorio se esterilizó a una temperatura de 100°C por 24 horas. Se sembró las semillas aplicando el Diseño Simple al Azar; para cada tratamiento, se utilizaron 100 semillas seleccionadas del ensayo de pureza y divididas en 4 réplicas de 25 semillas cada una, previamente desinfectadas con vitabax y sometidas a

tratamientos pre-germinativos con ácido sulfúrico al 3 %, ácido giberélico a 500 partes por millón, nitrato de potasio al 2 % durante 5 minutos y agua destilada. Todos estos ensayos se realizaron bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando el germinador digital regulado a 24 horas luz, a una temperatura de 22°C y humedad relativa del 65 %.

Se efectuó el conteo de las semillas germinadas cada día. Después de concluido el ensayo se evaluó y calculó el porcentaje de germinación para cada tratamiento. Para el análisis estadístico se aplicó un test paramétrico ANOVA (Analysis of variance).

Especificaciones del diseño:

- Número de especies: 1
- Número de tratamientos: 4
- Número de repeticiones: 4
- Número total de unidades experimentales: 100
- To = Testigo (agua destilada)
- T1 = Tratamiento 1 (ácido giberélico)
- T2 = Tratamiento 2 (ácido sulfúrico)
- T3 = Tratamiento 3 (nitrato de potasio).

Para el ensayo de germinación en invernadero se utilizó un Diseño Simple al Azar, las semillas utilizadas fueron seleccionadas de la misma forma que para los ensayos en laboratorio.

Se utilizó un sustrato 2:1:1 (tierra, arena y humus). La desinfección del sustrato se realizó en carretillas eléctricas a una temperatura de 120°C por el lapso de 3 horas y a 120 voltios; se dejó enfriar el sustrato durante 6 horas y se repitió el proceso, esto con el objeto de prevenir enfermedades como mal de almácigos o Damping-off.

Cuadro 1. Resumen de resultados de la germinación mediante la aplicación de tratamientos pre-germinativos aplicados a la especie de *Ficus insípida*.

Especie	Tratamientos	Inicio de germinación (días)	Término de germinación (días)	Resultados de germinación (%)
<i>Ficus insípida</i>	Agua destilada	8-12	12-15	100
	Acido giberélico	8-11	11-13	100
	Acido sulfúrico	8-12	11-15	100
	Nitrato de potasio	9-12	13-15	96

La siembra de las semillas se realizó en 160 fundas de polietileno, separándolas en 4 repeticiones, cada repetición contenía 40 fundas al tratamiento aplicado. Las semillas utilizadas fueron obtenidas del ensayo de pureza, previamente desinfectadas con vitabax y sometidas a tratamientos pre-germinativos con ácido sulfúrico al 3 %, ácido giberélico a 500 partes por millón y nitrato de potasio al 2 % durante 5 minutos.

Se realizaron riegos periódicos, control de la temperatura, humedad relativa y deshierbas en forma manual. El registro de datos de la germinación se realizó en forma diaria a partir del quinto día después de la siembra, considerando el número de semillas germinadas por tratamiento y repetición durante noventa días. Después de concluido el ensayo se evaluó y calculó el porcentaje de germinación para cada tratamiento. Para establecer la existencia significativa entre los tratamientos ensayados de la especie, se realizó el análisis estadístico de ANOVA.

De acuerdo a las Normas ISTA, el porcentaje de pureza de *Ficus insípida* es de 62,60%, el peso de la semilla (1000) es de 1gr y el contenido de humedad es de 10%.

**Germinación de *Ficus insípida* a nivel de laboratorio.**

Se presenta en el cuadro 1 un resumen con los resultados obtenidos en el laboratorio de acuerdo con los tres tratamientos aplicados a la especie; los valores corresponden al tiempo de germinación en días y al porcentaje de germinación. El cuadro 2 resume los resultados obtenidos en el análisis estadístico ANOVA.

**Germinación de *Ficus insipida* a nivel de Invernadero.**

El Cuadro 2 resume los resultados de germinación obtenidos en el invernadero de acuerdo a tres tratamientos químicos aplicados, los días que tardan las semillas para germinar y el porcentaje

de germinación. La capacidad germinativa se refiere a la cantidad de semillas que germinan desde que se inicia la germinación hasta un periodo máximo de 30 días (Carreño y Martínez 1983). El cuadro 4 presenta el análisis estadístico ANOVA.

Cuadro 2. Resumen de resultados con tres tratamientos pre-germinativos aplicados a la especie de *Ficus insípida*.

Especie	Tratamientos	Inicio de germinación (días)	Término de germinación (días)	Resultados de germinación (%)
<i>Ficus insípida</i>	Testigo	36-53	71-90	52,5
	Nitrato de potasio	28-36	75-90	80.0
	Acido giberélico	36-64	80-90	85,0
	Acido sulfúrico	28-36	75-90	82,5

Cuadro 3. Análisis estadístico ANOVA. FV=Fuentes de Variación, Sci= Suma de cuadrados de tratamientos, GL= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, Fc= Factor de conversión, Fc 0.05= Factor de conversión.

FV	Sci	GL	CM	Fc	Fc 0,05
Tratamientos	27,5	3	9,167	2,018	3,49
Error experimental	54,5	12	4,542		
Total	82	15			

**DISCUSIÓN**

Un test paramétrico ANOVA informa las probabilidades en que se puede aceptar o rechazar la hipótesis nula. En el caso de rechazarla, lo que se reconoce es que las varianzas no son homogéneas. Al aceptar la hipótesis alternativa, lo que se infiere es que las varianzas heterogéneas expresan un conjunto de diferentes poblaciones (Ortego et al., 2005). De acuerdo con el análisis de los parámetros estadísticos no se presentaron diferencias significativas en los parámetros germinativos evaluados entre las semillas sometidas a tratamientos químicos aplicados con la muestra testigo; entonces es probable que el reblandecimiento de la cubierta de la semilla haya sido el óptimo para ayudar a mejorar la velocidad de su germinación.

Haciendo comparaciones del período de germinación de *Ficus insipida* obtenido en este estudio con distintos tratamientos químicos y, con semillas provenientes directamente del árbol, tanto en fase de laboratorio como en invernadero fue de 8 a 15 días y de 28 a 90 días respectivamente, a una temperatura promedio de 22°C y una humedad relativa de 65 %, lo cual difiere sustancialmente con lo reportado en el ensayo de germinación de semillas de *Ficus insípida* defecadas por tucanes y monos araña en la Universidad de Veracruz-México, cuyos autores mencionan que el tiempo de germinación de semillas obtenidas de excretas de tucanes fue de 30 días en condiciones naturales y de 20 días en invernadero (Domínguez et al. 2005). Sí se apreciaron diferencias en el porcentaje de

germinación que fue de 100 % en laboratorio y 82 % en invernadero.

Es importante señalar que la germinación de *Ficus insípida*, aparte de los tratamientos químicos realizados en las diferentes fases, también se podría hacer ensayos de germinación de la especie con animales frugívoros existentes en el medio como por ejemplo murciélagos, aves, ardillas y otros; que serían una posible alternativa para sustituir los métodos rigurosos de laboratorio e invernadero y bajar los costos de producción.

## CONCLUSIONES

*Ficus insípida* tiene un alto porcentaje de germinación con los tratamientos pre-germinativos aplicados en laboratorio, logrando similares resultados al utilizar el mismo proceso a nivel de invernadero. Su germinación en condiciones controladas de suelo, agua y temperatura es posible aun sin la aplicación de tratamientos químicos, siempre y cuando las semillas a utilizarse tengan aproximadamente quince días de almacenamiento para ser sembradas.

Según los resultados obtenidos en laboratorio e invernadero se puede establecer que sí se puede realizar este tipo de ensayos pese a la poca información existente sobre germinación de esta especie y hacer posteriormente repoblaciones en vertientes.

Los datos muestran la variación que puede existir en la germinación de semillas de una misma especie arbórea y en las comparaciones que puedan establecerse con diferentes tratamientos, pero siempre se deberá considerar un grado de error que implica la variación individual de los árboles y las diferentes temporadas de producción de frutos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de un agradecimiento especial al Ing. Nikolay Aguirre, a la Coordinación de Investigaciones del Área Agropecuaria, a la administración del Laboratorio de Fisiología

Vegetal e Invernadero de la Universidad Nacional de Loja, al personal que labora en el Herbario Reynaldo Espinosa, al Ing. Edmigio Valdivieso, al Ing. Francisco Guamán y al técnico Ángel Lalangui por el apoyo en el trabajo de campo, comentarios y sugerencias.

## LITERATURA CITADA

- CARREÑO E. Y A. MARTÍNEZ 1983. Respuesta de 10 especies forestales a diferentes tratamientos pregerminativos y repetición en vivero. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital F.J.C. Bogotá. 158 pp.
- CHAMBA F. 2008. Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los acuíferos ubicados entre 1000 a 2000 msnm del cantón Paltas, provincia de Loja. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 93 pp.
- DÍAS M. Y M. LOJÁN 2004. Fenología y propagación en vivero de especies forestales nativas del Bosque Protector "El Bosque". Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 148 pp.
- EDMIGIO V. (en prensa). Especies arbóreas que contribuyen a sostener las vertientes de agua en el cantón Paltas, provincia de Loja.
- LAURA E. DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, JORGE E. MORALES-MÁVIL Y JUAN ALBA-LANDA. 2005. Germinación de semillas de *Ficus insípida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). Rev. Biol. trop. (Int.J.Trop.Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 54(2): 387-394. (en línea) URL: <http://www.latindex> (consultado Febrero 20, 2010).
- LIPPITT L, M. W. FIDELIBUS Y D. A. BAINBRIDGE 1994. Native seed collection, processing and storage for revegetation projects

- in the Western United States. *Restoration Ecology*, 2:120-131.
- ORDÓÑEZ L. 2001. Identificación y selección de fuentes semilleras de Chachacomo (*Escalonia myrtilloides*) y Sacha capulí (*Vallea stipularis*) en los bosques andinos del Ecuador. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 84 pp.
- ORTEGO R., CARLOS S. 2005. Curso: Bioestadística básica para médicos asistenciales. *Revista Index FAC*. Argentina. 10 pp.(en línea) URL: [http:// www.psyc.memphis.edu/students/craig/3001/13anova.ppt#257,2](http://www.psyc.memphis.edu/students/craig/3001/13anova.ppt#257,2) (consultado marzo 13, 2010).
- TRIVIÑO T, R. ACOSTA, A. CASTILLO 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Proyecto CONIF-CIID- INDERENA. Serie de documentación No. 19. Bogotá, Colombia. 90 pp.
- VÁZQUEZ-YANES, C Y A. I. BATIS 1996. Adopción de arboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Boletín de la sociedad botánica en México*, 58:75-84.

Anexo 1. Semillas de *Ficus insipida*



Figura 1. Siconos maduros de *Ficus insipida* listos para la recolección.

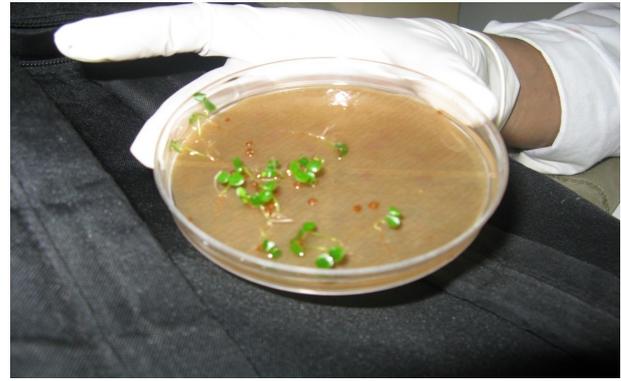


Figura 3. Semillas de *Ficus insipida* a los 20 días de germinadas en laboratorio.



Figura 2. Semillas de *Ficus insipida* extraídas de los siconos y clasificadas, listas para el ensayo de germinación.



Figura 4. Semillas de *Ficus insipida* a los 90 días germinadas en invernadero.

# EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLO- RÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRAN- CISCO BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE RALEO SELECTIVO

*Johana Muñoz<sup>1\*</sup> y Luis Muñoz<sup>2</sup>.*

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la regeneración natural de especies forestales en áreas sometidas a intervención y áreas no intervenidas en la Estación Científica San Francisco. La evaluación se realizó en 260 parcelas de 2x2 m, donde se analizaron variables como: densidad, abundancia, tasa anual de reclutamiento y mortalidad.

El tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque influyeron en la composición florística de la regeneración natural, la cual se caracterizó por la dominancia de especies típicas del sotobosque, sobre todo en el área testigo. Se evidenció diferencias significativas entre la mortalidad del área sometida a tratamiento fuerte y al área testigo, efecto de la aplicación del tratamiento silvicultural. Similar comportamiento ocurrió con

el reclutamiento, en donde las áreas intervenidas presentaron las tasas más altas.

**Palabras claves:** Bosques tropicales, regeneración natural, tratamiento silvicultural, mortalidad, reclutamiento.

## INTRODUCCIÓN

El Manejo Forestal Sustentable puede convertirse en una herramienta importante para establecer equilibrios entre el aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque, la conservación de la biodiversidad y el crecimiento económico que propenda a mejorar las condiciones de vida de la población; sin embargo, la carente aplicación de políticas consistentes respecto a la conservación y

---

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

\* Autor para correspondencia.

al manejo de los bosques, así como la generación de información de procesos claves como la regeneración natural, ha permitido que este importante recurso siga perdiéndose. La regeneración natural es el proceso continuo natural de los ecosistemas boscosos que asegura la sobrevivencia, normalmente por una abundante producción de semillas que germinan para asegurar el nuevo bosque (Bueso, 1997). Entre los requerimientos naturales que soportan el éxito del manejo de un bosque tropical constituye en gran parte, la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo. Por tal razón, es indispensable generar conocimientos científicos sobre la dinámica de los bosques, en especial de la regeneración natural. No obstante, en el Ecuador y en especial en la Región Sur, el escaso conocimiento sobre la dinámica de la regeneración natural, las técnicas de manejo inadecuado, y su grado de respuesta después de la aplicación de tratamientos silviculturales en

los bosques tropicales, está produciendo la disminución de especies forestales de valor comercial, extinción local en algunos casos.

La presente investigación se ejecutó en remanentes de bosques nativos de montaña, de la Estación Científica San Francisco y se enfocó en la evaluación de la regeneración natural como mecanismos de sostenibilidad de la dinámica natural y con la finalidad de comprender este proceso y contribuir con las bases científicas para un manejo adecuado de estos ecosistemas en la Región Sur del Ecuador.

La investigación se la llevó a cabo en función de responder a las siguientes preguntas: ¿La aplicación de tratamientos silviculturales afecta a la composición florística de la regeneración natural? ¿Las tasas de reclutamiento y de mortalidad de la regeneración natural se ven afectadas con la aplicación de los tratamientos silviculturales?

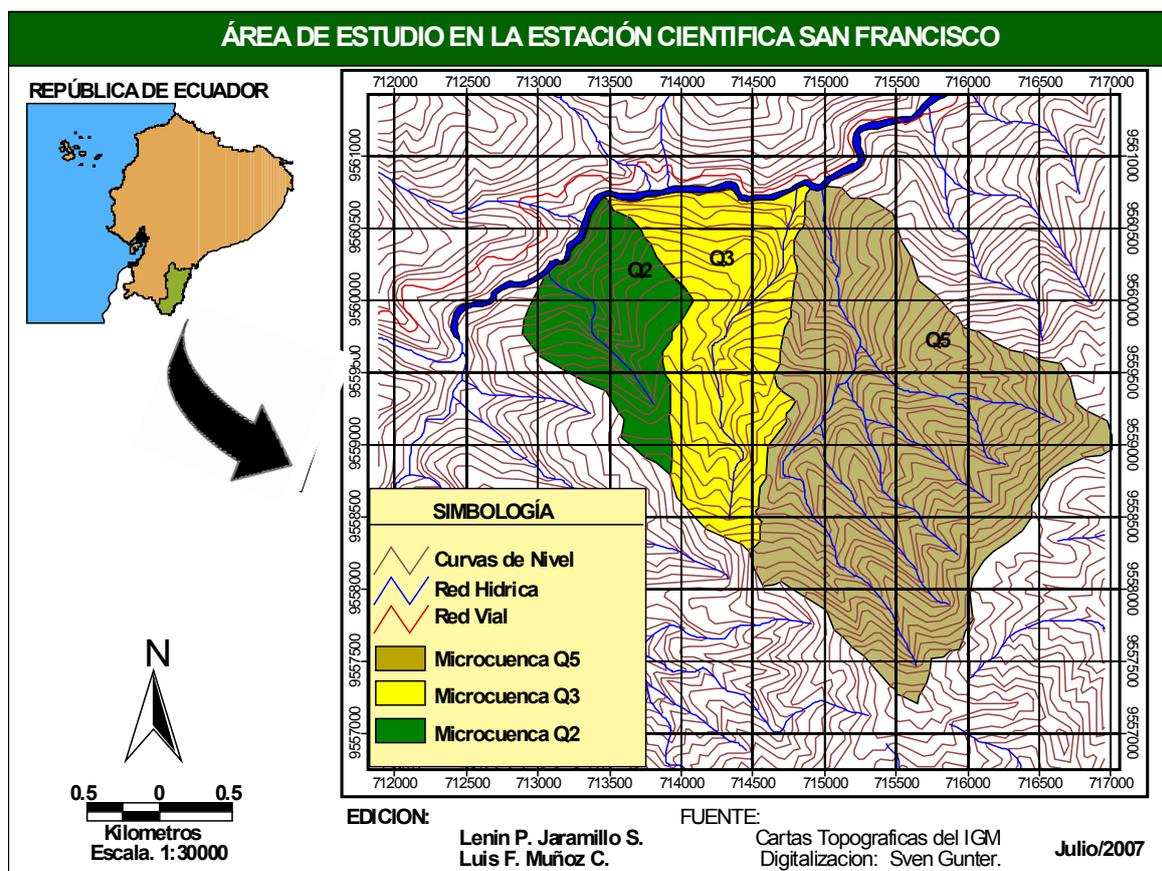


Figura 1. Mapa base del Área de Estudio en la Estación Científica San Francisco.

## MÉTODOS

### Ubicación del Área de Estudio

El área de investigación está ubicada en los terrenos de la “Estación Científica San Francisco” (ECSF), en las microcuencas Q2, Q3 y Q5, parroquia Sabanilla, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe, a 30 km de la ciudad de Loja, dentro de las coordenadas geográficas 03° 58’ 43” a 04° 00’ 13” latitud Sur y 79° 03’ 29” a 79° 05’ 04” longitud Oeste (ver Figura 1).

Este remanente abarca un rango altitudinal entre los 1 800 a 3 200 m.s.n.m. Abarca una superficie aproximada de 1000 hectáreas, distribuidas en tres microcuencas, llamadas Q2 (115,6 has), Q3 (188, 6 has) y Q5 (473 has).

### Antecedentes del Tratamiento Silvicultural Aplicado

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar. En el sitio de estudio en el año 2004, se aplicó un tratamiento silvicultural que consistió en eliminar individuos maduros de especies de poco interés comercial, árboles mayores a 20 cm

de DAP, que competían con especies forestales de interés comercial y ecológico, estas especies fueron: *Cedrela montana*, *Tabebuia crhysantha*, *Podocarpus oleifolius*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Ficus subandina*, *Inga acreana*, *Clusia ducuoides* y *Nectandra membranacea*, aunque en el análisis también se consideró las especies generales típicas de este tipo de ecosistemas.

En la microcuenca Q5 se aplicó un tratamiento fuerte (35 árboles/ha removidos), en Q3 un tratamiento leve (18 árboles/ha removidos), mientras que Q2 sirvió como testigo, sin ningún tipo de intervención. En el año 2008 se realizó la evaluación de la regeneración natural con el propósito de comparar dichos períodos y evaluar los cambios.

### Evaluación de Regeneración Natural

La regeneración natural se evaluó en 260 parcelas de 2x2 m. El tamaño de la regeneración natural evaluada estuvo comprendido entre plántulas mayores a 5 cm de altura hasta la categoría brinzal (> a 200 cm de altura y <= a 5cm de DAB). Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Tamaño de las unidades de registro, número de parcelas por hectárea y número de hectáreas intervenidas distribuidas por microcuencas y por tratamientos.

Microcuenca	Tratamiento	Nº de hectáreas	Tamaño de la unidad de registro	Nº de parcelas por hectárea
Q5	Intervención fuerte	4	2 m x 2 m	20
Q3	Intervención leve	4	2 m x 2 m	20
Q2	Sin intervención	5	2 m x 2 m	20

Las variables analizadas y su respectivo modelo para el estudio de la regeneración natural se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros evaluados en la regeneración natural

Parámetros evaluados	Modelo
Densidad	$D = \frac{\text{Número total de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$
Abundancia	$Ab = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número Total de individuos de todas las especies}} \times 100$
Mortalidad	$Tr(\%) = \left[ \left( \frac{No}{Ni} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$
Reclutamiento	$Tm(\%) = \left[ 1 - \left( \frac{Ns}{No} \right)^{\frac{1}{t}} \right] * 100$

### Análisis de la información

El análisis estadístico se realizó en el software SPSS versión 16. Para determinar diferencias significativas se aplicó las pruebas de ANOVA. Para evaluar la tasa anual de mortalidad y reclutamiento se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis Test.

### RESULTADOS

Al comparar el estado de la regeneración natural antes y después de aplicar el tratamiento silvicultural en las microcuencas Q5, Q3 y Q2 se obtuvo los siguientes resultados.

#### Densidad y Abundancia

Realizando los respectivos análisis estadísticos, se determinó que no existen diferencias significativas en los parámetros de densidad y abundancia entre microcuencas, similar comportamiento se detectó en los años de comparación de este estudio; sin embargo, a nivel espacial se evidencio diferencias en la composición florística de las microcuencas.

En el área sometida a intervención fuerte, se registraron 587 individuos, pertenecientes a 87

especies distribuidas en 55 géneros y 33 familias. Las especies de mayor densidad y abundancia para los años 2004 y 2008 en esta área se muestran en el Cuadro 1. Se puede apreciar que la intervención fuerte mejoró la densidad de plántulas de especies como: *Inga sp.1*, *Palicourea sp.1*, *Chamaedorea pinatifrons* y *Faramea occidentalis*, en especial para las dos primeras, ubicándolas en el año 2008 entre las especies con mayor número de individuos registrados. En el caso de *Miconia sp.1*, *Guapira sp.*, *Palicourea sp.2* y *Solanum anisophyllum* la intervención fuerte provocó la disminución en el número de individuos de regeneración natural para el año 2008, en especial para *Miconia sp.1* la misma que no fue registrada para ese año como una especie con mayor número de individuos de regeneración natural.

Como puede observarse en los Cuadros 3 y 4, la respuesta de las especies de interés comercial y ecológico al tratamiento silvicultural, se evidenció que en el área sometida a intervención fuerte, únicamente se encuentran especies como: *Hyeronima asperifolia*, *Nectandra membranacea*, *Inga acreana*, *Cedrela sp.* y *Tabebuia chrysantha*, de las cuales *Cedrela sp.* constituyó la especie con mayor respuesta al tratamiento silvicultural, registrándose mayor densidad y abundancia en comparación al resto de especies de interés comercial.

Cuadro 3. Especies con mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área sometida a intervención fuerte. S.I.: Sin intervención; I.F.: Intervención fuerte.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.F.	S.I.	I.F.
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	3 062,50	3 933,33	16,64	20,11
<i>Miconia</i> sp.1	718,75	*	3,90	*
<i>Guapira</i> sp.	625,00	633,33	3,40	3,24
<i>Faramea occidentalis</i>	625,00	733,33	3,40	3,75
<i>Palicourea</i> sp.2	843,75	666,67	4,58	3,41
<i>Solanum anisophyllum</i> .	781,25	566,67	4,24	2,90
<i>Inga</i> sp.1	*	566,67	*	2,90
<i>Palicourea</i> sp.1	*	633,33	*	3,24

\*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en ese año.

Cuadro 4. Densidad y abundancia de las especies de interés comercial en el área sometida a intervención fuerte. S.I.: Sin intervención; I.F.: Intervención fuerte

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.F.	S.I.	I.F.
<i>Hyeronima asperifolia</i>	62,50	66,67	0,34	0,34
<i>Nectandra membranacea</i> Mez	156,25	166,67	0,85	0,85
<i>Inga acreana</i> Harms.	93,75	66,67	0,51	0,34
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,00	66,67	0,00	0,34
<i>Cedrela</i> sp.	0,00	400,00	0,00	2,04

En el área sometida a intervención leve, se registró un total de 644 individuos, correspondientes a 93 especies distribuidas en 57 géneros y 36 familias (Cuadro 6). Las especies con mayor densidad y abundancia para los años 2004 y 2008 en esta área se muestran en el cuadro 5. La respuesta de la regeneración natural a esta intensidad de intervención fue diferente en todas las especies, se observó que *Hyeronima moritziana*, *Palicourea* sp.4 y *Miconia punctata* experimentaron incrementos en el

número de individuos para el año 2008, mientras que para *Dictyocaryum lamarckianum*, *Schefflera* sp., *Myrcia* sp.1 y *Miconia* sp.7 la intervención leve provocó la disminución en densidad y abundancia en ese año. La respuesta de especies de interés comercial se evidenció con la presencia de cuatro especies: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana*, *Clusia ducuioides* y *Podocarpus oleifolius*, evidenciándose efectos mínimos en su densidad, abundancia y frecuencia.

Cuadro 5. Especies con mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área sometida a intervención leve. S.I.: Sin intervención; I.L.: Intervención leve.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.L.	S.I.	I.L.
<i>Schefflera</i> sp.	900,00	812,50	4,25	4,04
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	900,00	781,25	4,25	3,88
<i>Hyeronima moritziana</i>	866,67	906,25	4,09	4,50
<i>Miconia</i> sp.7	900,00	*	4,25	*
<i>Myrcia</i> sp.1	766,67	*	3,62	*
<i>Palicourea</i> sp.4	1 366,67	1 437,50	6,45	7,14
<i>Miconia punctata</i>	*	812,50	*	4,04

\*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en ese año.

Cuadro 6. Densidad y abundancia de la regeneración natural de las especies de interés en el área sometida a intervención leve. S.I.: Sin intervención; I.L.: Intervención leve

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.L.	S.I.	I.L.
<i>Hyeronima moritziana</i>	866,67	906,25	4,09	4,50
<i>Podocarpus oleifolius</i>	233,33	312,50	1,10	1,55
<i>Clusia ducuoides</i>	0,00	31,25	0,00	0,16
<i>Nectandra membranacea</i>	0,00	31,25	0,00	0,16

En el área testigo se registraron 593 individuos, correspondientes a 109 especies distribuidas en 66 géneros y 38 familias (ver cuadro 7). En esta área no se manifestó ningún patrón definido de afectación, la propia dinámica del bosque favoreció a que ciertas especies, por ejemplo, se registraron incrementos y disminución para ciertas especies en densidad y abundancia. Ver Cuadro 7 y 8. Para las especies *Chamaedorea pinnatifrons*, *Miconia*

*punctata*, *Palicourea* sp.4 y *Elaeagia karstenii* se registró incrementos en el número de individuos de regeneración natural para el año 2008, especies como *Piper* sp.1 experimentó una disminución en densidad lo que hizo que para el año 2008 no sea registrada su presencia. Entre las especies de valor comercial se encontró cinco en esta área: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana*, *Hyeronima asperifolia*, *Inga acreana* y *Cedrela* sp.

Cuadro 7. Especies de mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área testigo.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	1 342,11	1 526,32	9,53	9,78
<i>Miconia punctata</i>	763,16	1 078,95	5,42	6,91
<i>Piper</i> sp.1	473,68	*	3,36	*
<i>Elaeagia karstenii</i>	736,84	868,42	5,23	5,56
<i>Palicourea</i> sp.2	578,95	578,95	4,11	3,71
<i>Palicourea</i> sp.4	*	605,26	*	3,88

S.I.: Sin intervención.

\*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en dicho año.

Cuadro 8. Densidad y abundancia de las especies de interés comercial en el área testigo.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
<i>Hyeronima asperifolia</i>	52,63	105,26	0,37	0,67
<i>Hyeronima moritziana</i>	368,42	394,74	2,62	2,53
<i>Nectandra membranacea</i>	78,95	236,84	0,56	1,52
<i>Inga acreana</i>	184,21	263,16	1,31	1,69
<i>Cedrela</i> sp.	0,00	26,32	0,00	0,17

S.I.: Sin intervención.

### Reclutamiento y Mortalidad de la Regeneración Natural

La mayor tasa de reclutamiento se observó en el área con intervención fuerte en comparación a las otras dos áreas (ver Cuadro 9). El comportamiento

de la tasa de mortalidad presentó igual tendencia que la tasa de reclutamiento, el área sometida a intervención fuerte fue la que presentó la tasa de mortalidad más alta, seguido del área testigo y el área con intervención leve.

Cuadro 9. Valores de las Tasas anuales de reclutamiento y mortalidad para un periodo de cuatro años en las tres áreas de estudio (intervención fuerte, intervención leve y testigo). Diferentes letras representan diferencia significativa a un  $p < 0.05$ .

Parámetros	Tratamiento silvicultural		
	Intervención fuerte	Intervención leve	Testigo
Tasa anual de reclutamiento (%)	7,513a	5,066b	7,284a
Tasa anual de mortalidad (%)	10,913a	5,979b	6,780b

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ) demostró que existen diferencias significativas en las tasas de reclutamiento anual en uno de los tratamientos silviculturales, sobre todo en el de intensidad fuerte. En forma similar para la tasa de mortalidad anual, la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ) demostró que existen diferencias significativas en las tasas de mortalidad anual en los tratamientos silviculturales ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

### Composición florística de la regeneración natural

El objetivo de los tratamientos silviculturales según Manzanero y Pinelo (2004) es provocar cambios en la estructura del bosque, con la finalidad de asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico. En la ECSF, la aplicación del tratamiento silvicultural no se enfocó en el desarrollo de la regeneración natural debido al comportamiento diferente que tienen las especies forestales en etapas juveniles en cuanto a crecimiento y requerimientos de luz.

El tratamiento silvicultural afectó a la composición florística de la regeneración natural, por esta razón, en las tres áreas de estudio se encuentran especies dominantes caracterizadas por ser de bajo interés comercial. Según Mostacedo y Frederickson (2001) las intervenciones silviculturales solo resultan beneficiosas para algunas especies, esa

puede ser la razón por la cual se encontró dominancia de especies típicas del sotobosque y de los estratos inferiores de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Piperaceae. No obstante, *Hyeronima moritziana* constituyó una especie muy abundante en la microcuencia Q3, lo cual podría deberse a que la intervención leve aplicada favoreció a su desarrollo y posterior establecimiento.

En las áreas intervenidas y el área testigo existieron cambios en la composición florística de la regeneración natural para el año 2008. La intervención silvicultural y la propia dinámica del bosque han causado disturbios modificando la composición florística, no obstante se evidencia que las tres microcuencias comparten especies vegetales, tal es el caso de *Chamaedorea pinnatifrons*, *Schefflera sp.*, *Palicourea sp.4* y especies del género *Miconia*, entre las más comunes. En este sentido Finegan (2007) manifiesta que trabajar con la composición florística de la regeneración natural en los primeros estadios constituye un reto debido a que una de las principales características de los bosques tropicales es su heterogeneidad; por lo tanto, se pueden encontrar diferentes composiciones florísticas de un sitio a otro. Resultados preliminares de los bosques tropicales de montaña en la ECSF, ratifican la variabilidad de la composición florística de los bosques y por ende de la regeneración natural que en ellos se desarrolla (Muñoz com. pers.).

Como era de esperarse, la intervención fuerte fue el tratamiento silvicultural que más cambios provocó en la composición florística de la regeneración. Para el año 2008, *Inga sp.1* constituyó

una de las especies de mayor densidad y abundancia, con lo cual se provocó el favorecimiento del crecimiento y desarrollo de especies heliófitas, condición que lo argumenta Pariona (1999), al manifestar que varias especies del género *Inga* son comunes en claros de bosques tropicales primarios. Además, esta especie antes de la aplicación del tratamiento silvicultural presentaba baja densidad. Por otra parte, Pariona (1999) y Toledo et al. (2003) argumentan que entre los efectos ocasionados por el aprovechamiento forestal están los cambios en la composición florística de la regeneración natural del bosque; lo cual se pudo evidenciar a través de la presencia de especies de la familia Melastomataceae en las microcuencas Q3 y Q2, área sometida a intervención leve y testigo respectivamente, son indicadoras de la dinámica de renovación natural de los bosques tropicales. En las tres áreas de estudio (intervención fuerte, intervención leve y testigo) se evidenció la presencia de regeneración natural de especies de interés comercial e inclusive, se registró especies que no existieron antes de la aplicación del tratamiento silvicultural.

Para *Tabebuia chrysantha* la intervención fuerte fue favorable, pues, se registró los primeros individuos de regeneración natural, la aplicación del tratamiento y la apertura del dosel provocó mayor entrada de luz, lo que favoreció que las semillas de *T. chrysantha* germinen. Según Fredericksen et al. (2001) esta especie es considerada como heliófita durable, es decir se establece de mejor manera en ambientes alterados donde se han mejorado las condiciones de luz. Su densidad, abundancia y frecuencia en el área sometida a intervención fuerte fue relativamente baja, lo que indica que el grado de intervención no fue lo suficiente para promover el desarrollo de plántulas, debido a que se trata de una especie que necesita grandes aperturas de dosel para su establecimiento.

Para *Cedrela sp.* la intervención silvicultural favoreció el establecimiento de plántulas en mayor grado en el área con intervención fuerte que en el área testigo. Fredericksen et al. (2001) considera que al género *Cedrela* al igual que *T. chrysantha*, le favorecen la apertura de claros de bosque, ya

que son consideradas como heliófitas durables, es decir que requieren luz para desarrollarse. Este comportamiento fue similar al reportado por Carrera (2007) en una evaluación ecológica rápida efectuada en la Reserva la Tirimbina.

*Hyeronima asperifolia* presentó mayor densidad de individuos en el área testigo que en las áreas intervenidas. Palacios (2004) manifiesta que el género *Hyeronima* es considerado como una especie heliófita durable; por lo tanto, otros factores inherentes a la ecología de la especie como la calidad y viabilidad de las semillas podrían explicar el comportamiento de la regeneración natural de *H. asperifolia* en las áreas intervenidas. Este supuesto es apoyado por Alvarado y Encalada (2010) quienes manifiestan que estudios de germinación de semillas de *H. asperifolia* en los bosques de la ECSF (semillas provenientes de árboles en la microcuenca Q5) presentan valores bajos de germinación.

*Nectandra membranacea* respondió favorablemente a la aplicación del tratamiento silvicultural, pero cuando se analizó su densidad y abundancia se observó que el área testigo presentó mayor desarrollo de esta especie, lo cual podría deberse a la ecología de la misma; Palacios (2004) sostiene que el género *Nectandra* se desarrolla mejor en condiciones bajo sombra, es considerada una especie esciófita. Lamprecht (1990) sostiene que las especies arbóreas esciófitas como este género en estado latente conservan la capacidad de reaccionar con un fuerte crecimiento ante cualquier mejora en las condiciones de luz, lo que explicaría la respuesta favorable de esta especie en las áreas intervenidas.

*Podocarpus oleifolius* y *Clusia ducoides* únicamente registraron regeneración natural en el área sometida a intervención leve. La respuesta de ambas especies a la intervención leve fue positiva. *P. oleifolius* presentó un ligero incremento en cuanto a su densidad y abundancia, lo cual podría deberse al efecto positivo que ocasionó el tratamiento silvicultural, pues se trata de una especie que según Calva y Beltrán (2005) presentan

mejores porcentajes de sobrevivencia en ambientes con mejores condiciones de luz. Esta es una de las especies poco investigadas, a pesar de poseer un alto valor comercial-ecológico y demanda en el mercado. Además, la población de esta especie es considerada muy baja en este tipo de ecosistemas. Por otro parte, *C. ducuoides* respondió de manera positiva a la intervención leve, se registró los primeros individuos de regeneración natural, comportamiento que no se había registrado en las evaluaciones anteriores realizadas por Cartuche y Salas (2005).

### Reclutamiento y mortalidad de la regeneración natural

Las tasas anuales de reclutamiento y mortalidad de la regeneración natural registraron valores más altos en áreas sometidas a intervención fuerte, debido a que esta intervención modificó las condiciones de luz propiciando el ingreso de varias plántulas en el estrato inferior y aumentando la competencia entre individuos que crecen en claros. Así por ejemplo Muñoz (2009), registró que la aparición de especies pioneras como *Chusquea sp.* la misma que puede llegar a ocupar el dosel medio obstruyendo el paso de luz a los estratos inferiores, dificultando el crecimiento de otras especies.

Además, la intervención fuerte mejoró las condiciones de luz en la microcuenca Q5, lo que favoreció el ingreso de especies como *Heliocarpus americanus*, *Inga sp.2* e *Inga sp.1* consideradas como heliófitas según (Palacios 2004, Pariona 1999). Además, estas especies junto con *Oreopanax sp.*, fueron las especies con las tasas anuales de reclutamiento más altas en esta área. Así mismo, es lógico que en esta área se haya registrado la más alta tasa de mortalidad pues, según Muñoz (2009), la alta mortalidad de los individuos de regeneración natural se debe a que existen especies esciófitas que no lograron adaptarse a las condiciones ambientales presentes en estos sitios.

En el área testigo, las mejores tasas anuales de reclutamiento está dada por especies representantes de

la familia Lauraceae como: *Aniba muca*, *Endlicheria sericea* y *Nectandra membranacea*. Lo cual según Lamprecht (1990) a estos géneros los considera como especies esciófitas; condición que hace deducir que el reclutamiento es liderado por especies tolerantes a la sombra. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Muñoz (2009) quien registró la mayor tasa de reclutamiento en el área testigo en comparación al área intervenida.

Las tasas anuales de reclutamiento de especies de interés comercial y ecológico en las áreas intervenidas y el área testigo se consideran bajas con lo que no se garantiza la abundancia futura de dichas especies. En el caso de *Cedrela sp.*, *Tabebuia chrysantha*, *Clusia ducuoides* y *Nectandra membranacea* se registró los primeros ingresos de plántulas pequeñas en el cuarto año de evaluación. Este comportamiento es argumentado por Finegan (2007), quien manifiesta que los efectos del tratamiento silvicultural empiezan a partir de los cinco años de aplicado el tratamiento.

*Hyeronima asperifolia* e *Hyeronima moritziana* presentaron diferente comportamiento en cuanto a reclutamiento de regeneración natural. *H. moritziana* presentó mayor reclutamiento en el área con intervención, lo contrario sucedió con *H. asperifolia* que no registró reclutamiento. El bajo reclutamiento de *H. asperifolia* en el área con intervención fuerte está relacionada con la capacidad de germinación de las semillas (calidad, vitalidad) ya que se dispone de una gran cantidad de árboles semilleros y se puede evidenciar en el bosque gran cantidad de semillas dispersadas por el suelo, hipótesis reforzada por Alvarado y Encalada (2010).

Con relación a las tasas de mortalidad, las especies mayormente influenciadas corresponden a aquellas ubicadas en los estratos inferiores y medios, como por ejemplo representantes de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Piperaceae. Este comportamiento podría estar relacionado con la caída de árboles y ramas, y por la competencia con especies invasoras como *Chusquea sp.*

De las especies de interés comercial, la especie con mayor tasa de mortalidad anual en las áreas intervenidas fue *Hyeronima moritziana*. Por otra parte, *Tabebuia chrysantha* a pesar de registrar los primeros ingresos en el cuarto año de evaluación, en el mismo año registró mortalidad debido a que sus dos primeras hojas (cotiledones) de la regeneración natural permanecen por mucho tiempo como fuente única de alimento y reserva, además se enfoca en mejorar su sistema radicular debido a la gran cantidad de hojarasca que presentan estos bosques, por lo que el tratamiento silvicultural para esta especie no produciría los efectos esperados. *Cedrela sp.* registró mortalidad en el cuarto año de evaluación; sin embargo, ésta fue menor en comparación a la tasa de reclutamiento que presentó.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación son las siguientes:

El tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque tropical de montaña en la ECSF, influyeron en la composición florística de la regeneración natural, además la intervención fuerte promovió la aparición de especies heliófitas debido al mejoramiento de las condiciones de luz en el bosque.

Los efectos del tratamiento silvicultural sobre la regeneración de especies de interés comercial se evidenciaron cuatro años después de su aplicación. No obstante, la abundancia de la regeneración de las especies de interés comercial fueron relativamente bajas en comparación al resto de especies, *Cedrela sp.* fue la especie que presentó mayor respuesta al tratamiento silvicultural (intervención fuerte) debido a que registró los valores más altos en densidad y abundancia.

Las tasas de reclutamiento más altas se registraron en el área sometida a intervención fuerte en especies como *Heliocarpus americanus*, *Inga sp.1*, *Inga sp.2*. y *Oreopanax sp.* consideradas heliófitas; el

bosque sin intervención, reportó igual comportamiento en especies como *Aniba muca*, *Endlicheria sericea* y *Nectandra membranacea* consideradas como esciófitas; mientras que el área sometida a intervención leve reportó una mezcla de especies tolerantes a la luz y la sombra.

En las áreas sometidas a intervención y el área testigo las tasas de mortalidad más altas se presentaron en especies típicas del sotobosque entre las que se encuentran representantes de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Piperaceae, reportándose la más alta tasa de mortalidad en el área sometida a intervención fuerte.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) por el financiamiento brindado para la ejecución de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- ALVARADO C., D. ENCALADA 2010. Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales nativas en Bosque Tropical de Montaña potenciales para la reforestación en la Estación Científica San Francisco (ECSF). Tesis Ing, For. U.N.L. Loja, Ecuador. Pág 46-53.
- BELTRÁN G., Y O. CALVA 2005. Impactos de la luz sobre la regeneración natural de podocarpaceas en los bosques de San Francisco y Numbala. Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. Pág. 18-21.
- BUESO R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras. 74 p.
- CABRERA O., GUNTER S., MOSANDL R. 2006. Dinámica de un bosque montano lluvioso natural y selectivamente intervenido en el sur del Ecuador. (en línea) URL: <http://www.lyonia.org/>. Consultado Julio 1, 2009

- CARRERA F. 2007. Aprovechamiento de bajo impacto en la Reserva Ecológica La Tirimbina, Surriquiye, Costa Rica. 27 p.
- CARTUCHE G., Y H. SALAS 2005. Análisis de los efectos de tratamientos silviculturales sobre la regeneración natural en el bosque tropical de montaña de la estación científica San Francisco. Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. 209p.
- FINEGAN B. 2007. Bases ecológicas de la regeneración natural en los bosques tropicales. XVII Curso Internacional de Manejo Diversificado de Bosques Tropicales. CATIE, Turrialba. 45 pp.
- FREDERICKSEN T., F. CONTRERAS, Y W. PARIONA 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 82 p.
- LAMPRECHT H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducción del Alemán por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- MANZANERO M., Y G. PINELO 2004. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. WWF, Serie Técnica N° 4. 49 p.
- MOSTACEDO B., Y T.S. FREDERICKSEN (Eds.) 2001. Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 221 p.
- MUÑOZ J. 2009. Monitoreo del impacto ambiental de operaciones de manejo forestal en el Bosque Tropical de Montaña de la Estación Científica San Francisco. Tesis Mg Sc. U.N.L. Loja, Ecuador. 74 p.
- MUÑOZ J. 2010. Comunicación personal.
- PALACIOS W. 2004. Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador (en línea) URL: En: [www.lyonia.org/](http://www.lyonia.org/). Consultado junio, 2008.
- PARIONA W. 1999. Regeneración natural después del aprovechamiento forestal en fajas a tala rasa en un bosque tropical boliviano. En: Regeneración y Silvicultura en bosques tropicales de Bolivia. Mostacedo, B. y Frederickson, T. (Eds.). Pág. 185–202.
- TOLEDO G., F. FREDERICKSEN, Y I. USLAR 2003. Comparación de la estructura y composición florística en tres áreas de aprovechamiento forestal en un bosque húmedo de Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 115. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

# ANATOMÍA MACROSCÓPICA Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SIETE ESPECIES MADERABLES DE PIE DE MONTE DE LA ZONA ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO PUYANGO

*Héctor Maza Chamba*

## RESUMEN

Este artículo describe la anatomía de madera de: *Calyptranthes plicata* MC Vaugh, *Cedrela odorata* L., *Ficus cuatrecasana* Dugand, *Heliocarpus americanus* L, *Myrcia fallax* (Rich) DC, *Nectandra laurel* Nees, *Saurauia bullosa* Wawra. Estas especies son estéticamente atractivas así como la densidad inconstante; algunos, muy durable y resistente a los insectos y localmente se usa ampliamente en los postes, cercos, durmientes y edificios rurales. Las muestras tomado del bosque de pie de monte, cordillera occidental de los Andes, provincia de Loja, Ecuador. Se tomó un árbol para cada especie, con esto elaboró muestras de madera para describir las características físicas, estructuras macroscópicas y microscópicas, y se produjo material macerado. El 86 % de maderas estudiadas poseen porosidad semicircular, lo cual se manifiesta en la presencia de anillos de crecimiento, con excepción del *Heliocarpus americanus*

que tiene porosidad difusa. Por la densidad básica el 86 % de maderas se clasifican como maderas del grupo B y C de acuerdo a lo que establece la Junta del Acuerdo de Cartagena. Todas las especies son, por su densidad básica y los coeficientes de la fibra, apropiadas para fabricar papel, con propiedades físicas y resistencia aceptables.

**Palabras claves:** Madera, *Cedrela*, *Nectandra*, *Myrcia*, *Heliocarpus*, *Ficus*, *Lochocarpus*, *Hyeronima*, *Oreopanax*, *Miconia*, *Alyptranthes*, propiedades físicas.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques nativos de pie de monte de la cordillera occidental de los Andes en la provincia de Loja, particularmente de la parte alta de la cuenca del ríos Puyango poseen una riqueza excepcional

en sus especies maderables, las que se encuentran ampliamente distribuidas; muchas de ellas presentan características anatómicas macroscópicas y microscópicas que repercuten en sus propiedades tecnológicas y, por consiguiente, en los usos más adecuados a los que se puedan destinar. Esto último ha sido propuesto y discutido para especies pertenecientes a varias familias que conforman la gran diversidad florística representada en las selvas del estado (Rebollar et al. 1987, 1993, 1994 y 1996-1997). Así tenemos que la madera estudiada de algunas de las mal llamadas “corrientes” tienen, por ejemplo, cualidades anatómicas de porosidad, tamaño de los elementos constitutivos, contenido de extractivos, así como diferencias de color entre albura y duramen que permiten entender los usos que localmente y de forma empírica, les ha asignado la comunidad campesina lojana. Por estas razones se considera preciso contribuir al conocimiento de la anatomía de este importante grupo de especies en relación con los usos locales que tienen. Se seleccionaron trece de ellas, pertenecientes a diversas familias que vegetan en el sitio San José, de la parroquia El Cisne, zona norte y sur del estado donde se han caracterizado al sanón (*Hyeronima sp*) como dura, pesada y resistente a la pudrición, a la polilla, humedad y que han sido usadas tradicional y principalmente en la construcción rural, en construcción de túneles en la zona minera de Portovelo y Zaruma, para elaborar durmientes, cercas, postería, tablonos y leña. Las especies son de dureza media que utilizan en construcciones de viviendas y leña, y las de baja densidad por lo general son marginadas.

## MÉTODOS

Las especies estudiadas fueron tomadas del bosque de pie de monte del sitio Santa Teresa, parroquia El Cisne, cantón y provincia de Loja, ubicado en las coordenadas 03°49'09" latitud Sur y 79°29'47" longitud Oeste, a una altitud entre 1600 y 1700 m.s.n.m con una pendiente de 40 %.

La madera estudiada provino de árboles sanos de fustes rectos con DAP superiores a 15 cm; la recolección se hizo de acuerdo a las especificaciones de

Ramos y Díaz (1981). El seccionado de las trozas y el muestreo para obtener el material para los estudios macroscópicos y microscópicos se llevó a cabo de acuerdo con la metodología presentada en detalle en Rebollar et al. (1987, 1993). La denominación de los caracteres macroscópicos se hizo de acuerdo con Tortorelli (1956), para el color se usaron las tablas de Munsell (1954). Para las descripciones microscópicas se usó la nomenclatura de IAWA Committee (Anónimo 1989) y para los radios se usó también la clasificación de Kribs (1968).

A los elementos mensurables se les hizo un análisis estadístico univariado con un error de muestreo del 5% y se denominaron con base a la media según la clasificación de Chattaway (1932) y la de IAWA Committee (Anónimo 1937, 1939). El valor para el número de poros se da en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>), para número de rayos en milímetros lineales (mm), y para el resto de los caracteres en micras (μ). Las descripciones de las especies se presentan en orden filogenético según la clasificación de Engler modificada por De Dalla Torre y Harms (1963), para cada una se proporcionan: la familia, los nombres comunes, distribución en Ecuador, las descripciones anatómicas y los usos locales de la madera que le dan los campesinos de El Cisne.

## RESULTADOS

### *Calyptranthes plicata* Mc. Vaugh

Familia: Myrtaceae

Nombres comunes: payanchillo, pisulde

Distribución en Ecuador: Región Andina, amazónica y trópico húmedo de la costa, además Perú, Colombia, Brasil (The New York Botanical Garden, 1956).

### Características anatómicas de la madera:

**Características organolépticas.** La madera presenta diferencia entre albura y duramen marrón rosado y albura pardo amarillento. Presenta sabor astringente, olor aromático, brillo medio, fibra recta, figura área superpuesta, textura media.

**Características microscópicas:**

Cuadro 1. Estructura microscópica de *Calypttranthes plicata* Mc. Vaugh

Parénquima axial: apotraqueal en bandas, de tamaño medio
Parénquima radial: 1 a 2 series, muy bajos de de 0,5 a 1mm, se encuentra hasta 6 radios por mm, homocelulares.
Poros: en 5mm <sup>2</sup> : muy pocos, menos de 25; grandes, poco abundantes hasta 0.30 mm; forma oval; por su disposición solitarios orientados tangencialmente; se distribuyen en forma circular.
Fibras: muy cortas, diámetros hasta de 50μ espesor de pared celular 15μ.
Índices de Fibra: Infieltramiento: 2,00 Flexibilidad: 40% Factor de pared: 64% Factor Runkel: 1,50

Propiedades físicas:

Cuadro 2. Propiedades físicas de la madera de *Calypttranthes plicata* Mc. Vaugh

Contenido de humedad: 48 %	
Densidad: Verde: 1,00 g/cm <sup>3</sup> Seca al horno: 0,80 g/cm <sup>3</sup> Básica: 0,70 g/cm <sup>3</sup>	Contracción: Tangencial: 7,60 % Radial: 5,70 % Relación T/R: 1,30

Usos locales. Madera dura, se usa en tablas, durmientes y leña; sus hojas tienen uso medicinal.

***Cedrela odorata* L.**

Familia: Meliaceae

Nombres comunes: cedro colorado

Distribución en Ecuador: En zonas tropicales húmedas y en algunas zonas secas del Ecuador (Aguirre J. A. 2002).

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** La madera presenta diferencia entre albura y duramen duramen 10YR 4/3 castaño oscuro y albura 10YR 8/4 pardo muy claro. No presenta sabor distintivo, olor aromático, brillo medio, fibra entrecruzada y textura media

**Características microscópicas.**

Cuadro 3. Estructura microscópica de *Cedrela odorata* L.

Parénquima axial: paratraqueal vascicéntrico y apotraqueal difuso, poco abundante, de tamaño medio
Parénquima radial: homocelulares de células procumbentes, de 1 a 4 células de ancho, 3 a 5 radios por mm.
Poros: en 5mm <sup>2</sup> : muy pocos menos de 25; grandes, poco abundantes con diámetros hasta 0.30 mm; forma oval; por su disposición solitarios y múltiples, de 3 a 6 por mm <sup>2</sup> , orientados radialmente; se distribuyen en forma semicircular, punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovals.
Fibras: longitud corta promedio de 1,2 mm, diámetros hasta de 47μ, espesor de pared celular 17,6μ, septadas y no septadas.
Conductos secretores: presencia de conductos gomíferos
Índices de Fibra: Infieltramiento: 2,55 Flexibilidad: 25% Factor de pared: 73% Factor Runkel: 2,98

**Propiedades físicas:**

Cuadro 4. Propiedades físicas de la madera de *Cedrela odorata* L.

Contenido de humedad: 40 %	
Densidad: Verde: 0,89 g/cm <sup>3</sup> Seca al horno: 0,68 g/cm <sup>3</sup> Básica: 0,63 g/cm <sup>3</sup>	Contracción: Tangencial: 3,85 % Radial: 2,91% Relación T/R: 1,32

Usos. Localmente utilizan para muebles, duelas para tumbados, artesanías, chapas y contrachapados, molduras, puertas, ventanas.

En América los primeros colonizadores y mayas la utilizaron por sus características principalmente para canoas y construcción de casas, también se usó en muebles, gabinetes, etc., teniéndola como una madera muy fina y preciosa; estos usos se le dieron por su fácil trabajo y robustez con relación a su peso (Aguilar, 1992).

Puede usarse en acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, chapa plano decorativas, artículos

torneados, gabinetes de primera clase, ebanistería, puertas y ventanas, puertas talladas, contrachapados, botes (partes internas), molduras y paneles (Herrera, 1996).

Palillo y cajas de fósforos, regular para la producción de pulpa para papel y carpintería (Carpio, 1992).

***Ficus cuatrecasana* Dugand**

Familia: Moraceae  
 Nombres comunes: higuerón  
 Distribución en Ecuador: se encuentra distribuido en los bosques andinos del país. (Dugand, A. 1943).

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** El color de duramen y albura es blanco (2,5 Y 8/3); olor desagradable; sabor amargo en estado verde, en madera seca no tiene sabor; textura media; grano entrecruzado; brillo medio; figura jaspeado; presencia de anillos de crecimiento.

**Características microscópicas:**

Cuadro 5. Estructura microscópica de *Ficus cuatrecasana* Dugand

Parénquima axial: La especie presenta un parénquima apotraqueal en bandas, el parénquima radial por su ancho es fino con (0.04mm).
Parénquima radial: Radios multiseriados, con una formación homogénea, formado por células procumbentes, 2 a 5 series de células, radios bajos con altura promedio de 1.04mm.
Poros: Porosidad difusa, solitarios, forma oval, tamaño con diámetro promedio 0,15 mm, abundancia escasa con 2 a 3 n 5 mm <sup>2</sup> , distribución semicircular.
Fibras: septadas, longitud promedio de las fibras es de 182,4μ, el diámetro total 45,7μ, el diámetro del lumen son de 25.52μ y el grosor de la pared celular es de 10.09μ.
Índices de Fibra: Infeltramiento: 2,98 Flexibilidad: 56% Factor de pared: 44% Factor Runkel: 0,80

**Propiedades físicas:**

Cuadro 6. Propiedades físicas de la madera de *Ficus cuatrecasana* Dugand

Contenido de humedad: 74,90 %	
Densidad: Verde: 0,70 g/cm <sup>3</sup> Seca al horno: 0,41 g/cm <sup>3</sup> Básica: 0,42 g/cm <sup>3</sup>	Contracción: Tangencial: 3,00 % Radial: 2,50 % Relación T/R: 1,20

Usos locales: Madera de encofrado, postes vivos para cercas de potreros, reforestación alrededor de ojos de agua.

***Heliocarpus americanus* L.**

Familia: Tiliaceae

Nombres comunes: balsilla, balsa

Distribución: en Ecuador se encuentra en el Bosque montano bajo como especie pionera, también se reporta en los flancos andinos desde Colombia hasta Bolivia (Stern 1995, Kessler 1999).

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** Límites de anillos de crecimiento indistinto o ausente. Duramen de color blanco o gris y café, de color uniforme. Color de la albura similar al color del duramen. Olor y sabor ausente, brillo y textura medio, grano recto.

**Características microscópicas:**

Cuadro 7. Estructura microscópica de *Heliocarpus americanus* L.

Parénquima axial: paratraqueal escaso, por su disposición es vasicéntrico aliforme confluyente, y unilateral, poco abundante, apotraqueal difuso y difuso en agregados, Parénquima axial en serie. Promedio del número de células por serie de parénquima axial: 3 a 5.
Parénquima radial: multiseriados 3 a 6 células de ancho, altura de los radios grandes comunmente con más de 1000 µm. Radios heterocelulares compuestos por dos o más tipos de células cuadradas y erectas restringidas a hileras marginales.
Poros, vasos: porosidad difusa. Vasos dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos (de 2-3 vasos). Borde de los vasos redondo. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, promedio del diámetro (vertical) de las punteaduras intervasculares: 9-15 µm con aréolas distintas y con aréolas reducidas o aparentemente simples.
Fibras: no septadas con paredes delgadas de 2,5 a 5 µ, longitud de fibras de 750 a 1700 µ, punteaduras indistintamente areoladas, ancho de fibra 126 µ.
<p>Indíces de Fibra:</p> <p>Infieltramiento: 9,70</p> <p>Flexibilidad: 93,6%</p> <p>Factor de pared: 5,9%</p> <p>Factor Runkel: 0,06</p>

**Propiedades físicas**

Cuadro 8. Propiedades físicas de la madera de *Heliocarpus americanus* L

Contenido de humedad: 100%	
Densidad:	Contracción:
Verde: 0,57g/cm <sup>3</sup>	Tangencial: 6.8 %
Seca al horno: 0,20 g/cm <sup>3</sup>	Radial: 6,0%
Básica: 0,20 g/cm <sup>3</sup>	Relación T/R: 1,13

Usos locales. La corteza del árbol se utiliza para clarificar la panela y para fabricar cuerda. En la localidad no dan uso a la madera, a nivel de país usan para artesanías, especialmente en el Puyo.

***Myrcia fallax* (Rich) DC**

Familia: Myrtaceae

Nombres comunes: saca, arrayán

Distribución: Región Andina, flancos oriental y occidental de la cordillera de los Andes (Van Den Eyden, V., Cueva, e. & Cabrera, O. 1999.)

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** La madera presenta diferencia entre albura y duramen; albura de color amarillo pálido 7.5 YR 8/1, duramen de color amarillo rosado tendiendo a marrón 7.5 YR 8/2 olor aromático, brillo medio, fibra recta, textura media.

**Características microscópicas:**

Cuadro 9. Estructura microscópica de *Myrcia fallax* (Rich) DC

Parénquima axial: <u>paratraqueal vasicéntrico</u> , poco abundante
Parénquima radial: muy pocos, estratificados; multiseriados hasta 10 células, altura son bajos (0,70 mm).
Poros: diámetro promedio de los poros es 0,62mm; lo que significa que son muy grandes; poco frecuentes, distribución es semicircular con disposición son solitarios de forma oval.
Fibras: longitud 1900 µ, diámetro 82.4 µ, espesor de pared celular 25 µ
Indices de Fibra: Infieltramiento: 23 Flexibilidad: 39.3% Factor de pared: 60.6% Factor Runkel: 1.5

**Propiedades físicas:**

Cuadro 10. Propiedades físicas de la madera de *Myrcia fallax* (Rich) DC

Contenido de humedad: 45 %	
Densidad: Verde: 0,88 g/cm <sup>3</sup> Seca al horno: 0,68 g/cm <sup>3</sup> Básica: 0,59 g/cm <sup>3</sup>	Contracción: Tangencial: 7,47 % Radial: 5,10 % Relación T/R: 1,46

Usos locales. Madera dura, los campesinos utilizan para mangos de herramientas, postes de cercas, vigas para viviendas.

***Nectandra laurel* Nees**

Familia: Lauraceae

Nombres comunes: canelón, laurel, aguacatillo

Distribución: zonas húmedas y semihúmedas del Ecuador, Perú, Colombia, Brasil. (Gentry 1988).

claro (5YR4/6) y la misma al estar en estado seco toma coloración amarillo oscuro (2,5Y5/6) casi marrón con vetas pronunciadas, la transición de la albura al duramen cambia gradualmente, olor desagradable, sabor amargo, textura media, grano recto, brillo medio, anillos de crecimiento ligeramente visibles, figura jaspeado en plano tangencial y líneas paralelas en plano radial.

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** En estado verde la albura y duramen tiene una coloración amarillo

**Características microscópicas:**

Cuadro 11. Estructura microscópica de *Nectandra laurel* Nees

Parénquima axial: por su disposición es paratraqueal vasicéntrico, poco abundante.
Parénquima radial: radios homogéneos, ancho: 0.072mm, frecuencia en 5 mm: 22 radios clasificado como muy pocos, predominante radios de 2 series, algunas de 3 series.
Poros: medianos con diámetro medio de 20mm, poco frecuente, por su distribución son semicirculares, solitarios, forma oval.
Fibras: delgadas con longitud promedio es de 1990.64 μ, el diámetro total es 58,74μ, el diámetro del lumen es 29,94μ y el grosor de la pared celular es 14,01μ.
<p>Indices de Fibra:</p> <p>Infieltramiento: 3,40</p> <p>Flexibilidad: 51 %</p> <p>Factor de pared: 47,7%</p> <p>Factor Runkel: 0,93</p>

**Propiedades físicas:**

Cuadro 12. Propiedades físicas de la madera de *Nectandra laurel* Nees

Contenido de humedad: 40 %	
Densidad:	Contracción:
Verde: 0,68 g/cm <sup>3</sup>	Tangencial: 3,08 %
Seca al horno: 0,48 g/cm <sup>3</sup>	Radial: 0,9 %
Básica: 0,46 g/cm <sup>3</sup>	Relación T/R: 3,4

**Usos.** Localmente utilizan para fabricar tablas, duelas, vigas, viguetas.

*Saurauia bullosa* Wawra

Familia: Actinidiaceae

Nombres comunes: monte de oso

Distribución: se localiza a lo largo de la región andina, en la zona de la Ceja Andina (Valencia et al. 1999)

**Características anatómicas de la madera:**

**Características organolépticas.** Tanto la albura como el duramen presenta color pardo rojizo 5YR 7/6, olor y sabor ausente, textura media, grano recto, brillo medio, anillos de crecimiento tenues.

**Características microscópicas:**

Cuadro 13. Estructura microscópica de *Saurauia bullosa* Wawra

Parénquima axial: paratraqueal escaso, de acuerdo a la abundancia es poco abundante.
Parénquima radial: radios generalmente uniseriado de 3 a 5 series, de acuerdo a su altura se clasifican como bajos, es decir se encuentran en el rango menos de 2 mm, por su distribución son estratificados, radios homogéneos, los radios de esta especie son grandes, a menudo radios compuestos comúnmente de células cuadráticas en forma de ladrillo llamados comúnmente, además compuestos varios que van de 12 - 15 filas de células marginales.
Poros: porosidad difusa, radial, poros grandes solitarios, la anchura de los radios es de 0,085 lo que significa parénquima radial media, de acuerdo al número de radios en 5 mm es menor a 25, generalmente se encuentran en forma radial, con un diámetro mediano que normalmente se encuentra en un rango de hasta 0,20 mm, por su distribución es semicircular, la forma de los poros es redonda y su disposición es solitarios.
Fibras: largo de fibra 2312, 18 µ; ancho de fibra 86,04µ; diámetro de lumen 56,8µ; grosor de pared celular 12, 62 µ.
Indices de Fibra: Infeltramiento: 26,8 Flexibilidad: 66% Factor de pared: 29,4% Factor Runkel: 0,44

**Propiedades físicas:**

Cuadro 14. Propiedades físicas de la madera de *Saurauia bullosa* Wawra

Contenido de humedad: 52 %	
Densidad: Verde: 1,03g/cm <sup>3</sup> Seca al horno: 0,67 g/cm <sup>3</sup> Básica: 0,52 g/cm <sup>3</sup>	Contracción: Tangencial: 1,37 % Radial: 0,96% Relación T/R: 1,42

Usos locales: Usan para construcciones rurales, postes de cercas y madera de encofrado.

## DISCUSIÓN

La madera de la mayoría de las especies presentó diferencia de color entre la albura y el duramen y vetado mediano, a excepción de las maderas de baja densidad, ésta diversidad de tonalidades y vetados, las hacen tener un alto valor estético para ser usadas en decoración de interiores, muebles, maderas para construcciones tanto en interiores como exteriores. La textura media del 100% de las especies las hace adecuadas para elaborar artículos torneados, carpintería, mueblería y esculturas. El grano recto sumado la densidad básica elevada del *Calyptanthes plicata* Mc. Vaugh son apropiados para uso como madera estructural; sin embargo el *Cedrela odorata*, *Myrcia fallax* (Rich) DC, *Saurauia bullosa* Wawra tiene propiedades físicas y anatómicas apropiadas para ser utilizados en mueblería y otros elementos estructurales, de acuerdo al manual de diseño para maderas del Grupo Andino (1984) se ubican en la categoría B; además se los puede utilizar como ensambles machimbrados, también les da resistencia, cualidades óptimas para usos en los que se requiere resistencia mecánica y al desgaste (De la Paz Pérez y Carmona 1979).

La porosidad semicircular y las dimensiones pequeñas de vasos y radios, presentes en el 86% de las especies puede explicar en respuestas positivas al alto impacto, así como las paredes gruesas de las fibras que a excepción de *Heliocarpus americanus* L., son características que repercuten en las propiedades físicas de contracciones volumétricas, lo que justifica los usos propuestos. La porosidad semicircular tiene relación directa con factores climáticos del sitio, la presencia de dos estaciones bien definidas un periodo lluvioso de 4 meses seguido de uno seco de 8 meses, influye directamente en el crecimiento secundario (Génova 1998).

Es interesante resaltar las características anatómicas encontradas para otras especies de meliaceas como la presencia del parénquima y las propiedades físicas tienen un rango de similitud con lo estudiado por IRENA (1992) en lo referente a

las características macroscópicas y microscópicas cabe resaltar al parénquima axial y radial, los contenidos celulares, tílides fibrotraqueidas y traqueidas vasicéntricas como caracteres distintivos de las especies según Centro Técnico de Evaluación Forestal (1973). Cabe destacar que es el primer estudio anatómico, a nivel nacional y posible de latinoamérica de las especies *Ficus cuatrecasana*, *Myrcia fallax*, *Nectandra laurel*.

Por lo anterior estas especies son de gran importancia, además por su abundancia en los bosques secundarios, remanentes boscosos y en aquellas zonas perturbadas por la extracción de madera que son ricas en especies, especialmente de las siete especies objeto de estudio, la mayoría de estas especies se distribuyen en muchos países andinos. Las propiedades físicas y anatómicas de las especies estudiadas son muy valiosas e indispensables para determinar las propiedades tecnológicas que permitan orientar los usos más adecuados de tal manera de contribuir a acrecentar su valor agregado (INRENA 2002).

Por la densidad básica el 86% de maderas se clasifican como maderas del grupo B y C de acuerdo a lo que establece la Junta del Acuerdo de Cartagena. Todas las especies por su densidad básica son apropiadas para fabricar papel con propiedades físicas y resistencia aceptables, características de fiabilidad, flexibilidad y factor Runkel son favorables, con excepción de *Calyptanthes plicata* Mc. Vaugh, coinciden con parámetros expresados por Logan et al. (1977)

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a los estudiantes del Módulo 7, período 2008-2009, de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja por la toma de muestras en el bosque, corte y montaje de muestras para estudio microscópico de las maderas; así mismo agradezco a la Universidad Nacional de Loja por el apoyo con el Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de maderas.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR J. Y M. AGUILAR 1992. Árboles de la Biosfera Maya Petén, Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 272 p
- AGUIRRE J. A. 2002. Proyecto para exportación de cedro en provincia de Guayas. Tesis de Economista. ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 161 p.
- Base datos Anatomía <http://delta-intkey.com/wood/en/index.htm>
- CENTRO TÉCNICO DE EVALUACIÓN FORESTAL 1973. Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales del Petén. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 84 p.
- CARPIO MALAVASSI I. M. 1992. Maderas de Costa Rica, 150 Especies Forestales. Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 338 p.
- DUGAND A. 1943. Nuevas especies del género Ficus de Colombia y del Ecuador. *Caldasia* 2: 77-80
- DE LA PAZ PÉREZ- O.C. Y T.F. CARMONA 1979. Influencia del hilo en algunas características tecnológicas de la madera. *Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For.* 60. México, D. F. 46 p.
- GÉNOVA M. 1998. Estudio de los anillos de crecimiento y su relación con las variables meteorológicas en el pinar de Lillo (León). *Ecología*, 12: 237-250
- GENTRY A. 1988. Tree species Richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 25:156-159. *Ecology*
- HERRERA Z. Y B. LANUZA 1996. Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 p.
- INRENA 2002. Manual divulgativo de las especies forestal de La reserva de biosfera del noroeste. Tumbes, Perú. 17-46 p
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA) 1992. Cedro. Nicaragua, Servicio Forestal, Departamento de Investigación, Laboratorio de tecnología de la madera. Ficha Técnica de Maderas Nicaragüenses. 5 p.
- KESSLER M. 1999. Plant species richness and endemism during natural landslide succession in a perhumid montane forest in the Bolivian Andes. *Ecotropica*, (5/2): 123-136.
- LOGAN A.F., F.H. PHILLIPS, Y V. BALODIS 1977. *Malaysian/Australian pulping project on Sarawak timbers. Progress Report No. 4.* CSIRO Australia, Div. Chem. Technol. Informe N° 448 de la División.
- RICHTER H.G. Y M.J. DALLWITZ 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In Version: 25th June 2009. <http://delta-intkey.com>.
- STERN M.J. 1995. Vegetation recovery on earthquake-triggered landslide sites in the Ecuadorian Andes. En: Churchill, S.P.; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn (Eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*, 207-220. Nueva York: NYBG.
- VALENCIA R., C. CERÓN, W. PALACIOS Y R. SIERRA 1999. Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador. En: Sierra R. (Ed.).

Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF/EcoCiencia. Quito

del Ecuador – Wild edible plants of southern Ecuador. Quito, Ediciones Abya-Yala. pp (104,105).

VAN DEN EYDEN V., E. CUEVA, Y O. CABRERA  
1999. Plantas Silvestres Comestibles del Sur

## REVISIONES

# TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

*Napoleón López Tandazo\**

## RESUMEN

Se desea resaltar el quehacer educativo de la carrera de Ingeniería Forestal, marcada en sus inicios por una educación tradicional, verticalista, pero siempre dejando huella de su trayectoria y recogida en el pènsum de estudios que se mantuvo hasta la década del 90, para dar paso al sistema de aprendizaje modular por objetos de transformación SAMOT, el cual ha significado permanentes cambios. Sin embargo, el reconocimiento alcanzado en sus 35 años de vida recorridos, se refleja en la aceptación de los profesionales que aquí se forman, en la demanda de mayor número de estudiantes que llegan a estudiar esta carrera, razón de ser de la Universidad, a su exigencia académica y evaluación del desempeño docente, que son los aspectos académicos que se recogen en el presente artículo.

## INTRODUCCIÓN.

Los 35 años recorridos por la Carrera de Ingeniería

Forestal de la Universidad Nacional de Loja, deja una gran satisfacción del deber cumplido y de haber y seguir aportando al desarrollo forestal y ambiental del Ecuador, pues se encuentran egresados forestales desde el Carchi al Macará y del Oriente a Galápagos en donde han demostrado mística de trabajo y han dado su valioso aporte en las actividades encomendadas.

Es importante resaltar dos períodos de formación diferenciados, uno bajo el sistema tradicional por asignaturas y el otro bajo el sistema modular por objetos de transformación SAMOT, que no solo ha permitido cambios en lo académico y pedagógico. Sino también para dar una tendencia a nuevos retos de la profesión.

Esto es interesante porque el profesional forestal de la Universidad Nacional de Loja, no es el tradicional forestal de reforestación y aprovechamientos de bosques, es un profesional con una

---

\* Docente de la Carrera de Ingeniería Forestal, dirección electrónica: forestalnl@gmail.com

amplia formación en el manejo y conservación de recursos naturales, asunto que le ha permitido ampliar su campo ocupacional y dar soluciones integrales al manejo de recursos naturales y ser apreciado y requerido en más áreas de trabajo.

## RESEÑA HISTÓRICA

La creación de la Escuela de Ingeniería Forestal, fue basada en que el 66% del territorio nacional es de vocación forestal, en la demanda de profesionales forestales acorde a las necesidades de desarrollo; se estimó en 1975 la necesidad de 100 profesionales forestales, pues únicamente existían 12 a nivel nacional, una proyección para 1985

estima la necesidad de 360 ingenieros forestales, cifras que en el año 2000 debería acercarse a los 1000 profesionales y al 2010 deberían superar 1200 profesionales forestales (López 2005).

El Honorable Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Loja, presidido por el Dr. José María Vivar Castro, en calidad de Rector e Ing. Víctor Hugo Loaiza como Vicerrector, en el año de 1975, resuelve la creación de la Escuela de Ingeniería Forestal, desde esa fecha la carrera ha funcionado con éxito y aceptación de sus profesionales. Inicialmente su pensum de estudios fue basado en asignaturas, en un año académico dividido en tres trimestres, con arrastre de hasta dos asignaturas:

### Plan Académico inicial (1975-1980)

Primer Curso	Segundo Curso
Matemáticas Superiores Botánica General Química Orgánica e Inorgánica Física General Meteorología y Climatología Biología General Introducción a las Ciencias Forestales Problemas socioeconómicos y filosóficos del mundo contemporáneo Inglés	Cálculo y II Botánica sistemática Dasometría I Edafología Ecología Motores y Tractores Fisiología Vegetal Geología Topografía Inglés
Tercer Curso	Cuarto Curso
Fotogrametría y Fotointerpretación Dendrología Dasometría II Silvicultura I. Herramientas Forestales Ecología Forestal Estadística General Entomología General Fitopatología General Genética Forestal	Tecnología de la Madera I Construcciones Forestales Ordenación forestal I. Silvicultura II Explotación Forestal Protección Forestal I Diseño Experimental Sociología y Extensión Forestal Hidrología e Hidráulica Método Científico y Redacción Técnica.
Quinto Curso	Tesis de Grado

Tecnología de la Madera II Industrias Forestales Ordenación Forestal II Economía y Valoración Forestal Cuencas Hidrográficas Protección Forestal II Manejo de la Vida Silvestre Política, Legislación y Administración Forestal Trabajos Prácticos	Proyecto de tesis: Trabajo de investigación individual o grupal previo al grado de Ingeniero Forestal.
--	--

En el año de 1980, egresa la primera promoción de forestales y un año más tarde empiezan a graduarse los primeros Ingenieros Forestales, los mismos que bajo un esquema de formación vertical, donde el rol del docente era protagónico, como el trasmisor del conocimiento, inclusive a nivel de dictado; para la época y ante la deficiente tecnología, suplen las deficiencias, la inculcación de la responsabilidad, el cumplimiento, respeto y

dedicación, valores que aún debe rescatarse.

Luego la enseñanza forestal sufre fuertes cambios, que se atribuyen en parte al Sistema de Aprendizaje Modular por Objetos de Transformación, SAMOT, modelo educativo que se implementa en la Carrera Forestal en 1994 y que aplicado progresivamente para el año 2000-2001 es el siguiente:

**Plan académico 1999-2000**

Primer Año			
Instituto de Ciencias Básicas			
Tronco General		Tronco Divisional	
Segundo Año			
Facultad de Ciencias Agrícolas			
Módulo N° 3. Caracterización de los ecosistemas forestales		Módulo N° 4. Producción Forestal	
Tercer año			
Módulo N° 5. Repoblación Forestal		Módulo N° 6. Inventario y Valoración Forestal	
Cuarto Año			
Módulo N° 7. Manejo Forestal	Módulo N° 8. Aprovechamiento de la madera	Módulo N° 9. Protección Forestal	
Quinto Año			
Módulo N°10. Industrias Forestales	Módulo N° 11. Manejo de Cuencas Hidrográficas	Módulo N° 12. Manejo de Biodiversidad y Áreas Protegidas	Módulo N°13 Área Terminal

El nuevo sistema de enseñanza-aprendizaje ha tenido una serie de reajustes permanentes en el rediseño curricular, muchos módulos no solo han llegado a cambiar su nominación, sino que han desaparecido para dar paso a otras prácticas alternativas y emergentes en el campo de la

conservación y manejo de recursos naturales.

Es así que para el año 2010, está en vigencia con aplicación progresiva 10 módulos divididos por unidades y talleres que se imparten por ciclo o período de 20 semanas.

**Plan académico 2009-2010**

	Módulo del periodo septiembre-febrero		Módulos del periodo marzo - julio
M1	Problemáticas de la Realidad Social y del Campo Agropecuario	M2	Fundamentos Científicos para las Ciencias Forestales
M3	Caracterización de Ecosistemas Forestales	M4	Manejo de Plantaciones Forestales y Agroforestales
M5	Manejo Sustentable de Bosques Nativos	M6	Aprovechamiento Sustentable de Productos Maderables y no Maderables del Bosque
M7	Funcionalidad e Integridad Ecológica	M8	Gestión de la Biodiversidad
M9	Manejo Hidrológico Forestal y Social de Cuencas Hidrográficas	M10	Gestión Empresarial e Institucional
Tesis de grado			

Se puede reconocer que bajo esta nueva modalidad o práctica educativa se ha despertado mayor interés en la carrera, mayor iniciativa en el estudiante, una mayor participación y dinámica profesor-estudiante, el docente ha dejado de ser el eje central sobre el cual gira la educación, el estudiante ha entrado a desempeñar un rol importante, en las consultas, informes, exposiciones y hasta estudios puntuales, posiblemente esta buena disposición, dinámicas y participación, predisponen a un mejor uso de su tiempo de formación teórica con base en el conocimiento científico para ejercer su práctica profesional.

**Población Estudiantil**

Actualmente cursan en la Carrera 114 alumnos y han egresado un total de 426, de los cuales se

han graduado 353, en un total de 30 promociones, que da un promedio de 12 ingenieros forestales por año (Figura 1) (Archivos CIF), realizando un parangón entre dos períodos hasta el 2000 se mantiene un promedio de 10 graduados por año y se eleva a 15 graduados por año en la presente década.

Hay que destacar que el ingreso de mujeres en los últimos años ha sido creciente, en relación a décadas anteriores donde predominaba el sexo masculino. Actualmente de 114 estudiantes 39 son mujeres (Figura 2) lo que indica el destacado papel que tiene la mujer, inclusive por dedicación, esfuerzo y responsabilidad se podría decir que ha sobresalido en sus estudios, teniendo varias estudiantes destacadas como las mejores egresadas.

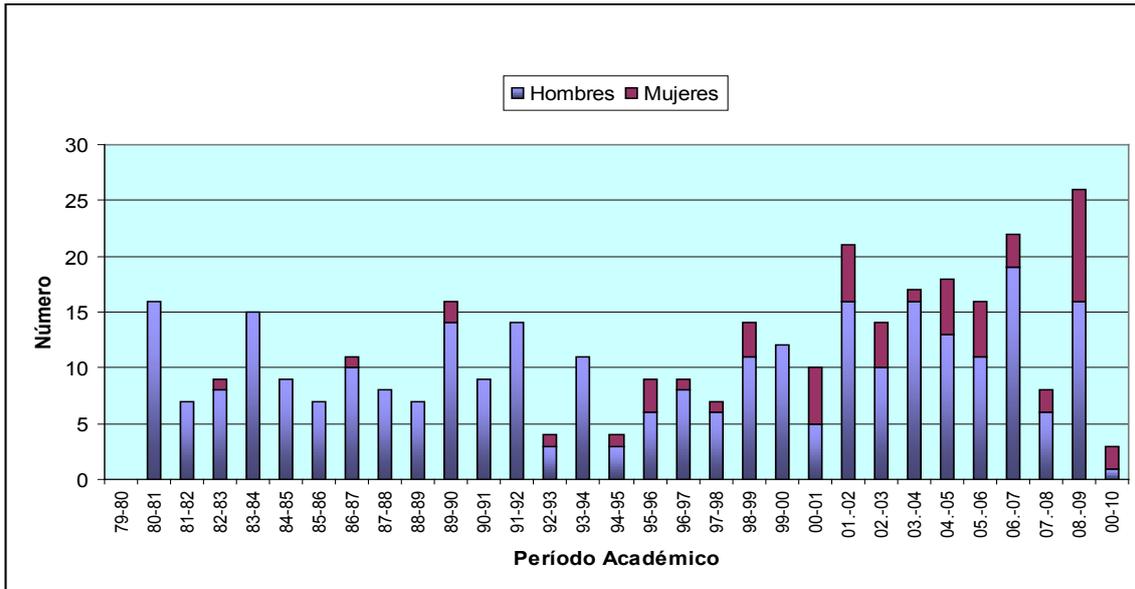


Figura 1. Egresados Forestales graduados por períodos académicos

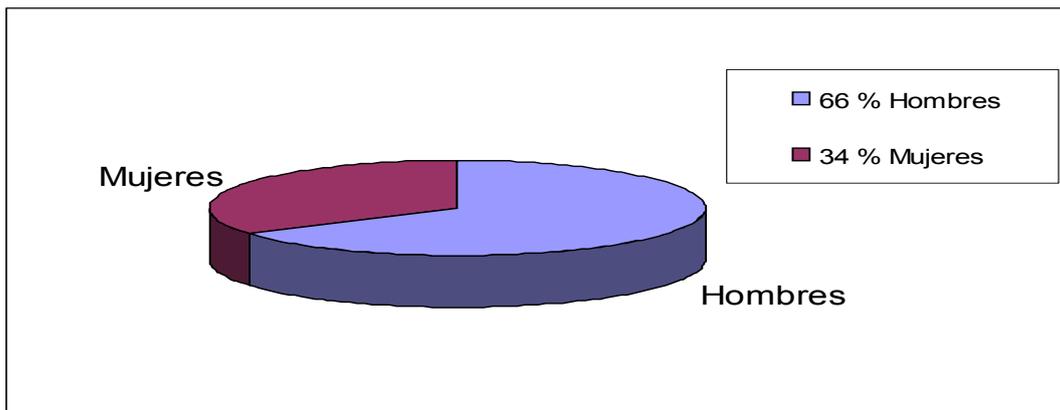


Figura 2. Población estudiantil en el período académico 2009-2010

### Perspectiva de la Carrera de Ingeniería Forestal

La Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, no solo ha puesto muy en alto el nombre de la Universidad, sino que su prestigio y el de sus profesionales ha sido reconocido a nivel nacional e internacional; ese gran prestigio ganado es gracias a su versatilidad de adaptación, característica que es sociocultural, especialmente la solidaridad, pero también se debe, como se explicó en principio a su amplia

formación y espacio ganado en la práctica, pues no es el típico profesional de cultivo de plantaciones y su aprovechamiento.

Además, haciendo un análisis comparativo en su formación curricular con otras escuelas forestales del país, se puede fácilmente diferenciar que la capacitación en doble jornada con una entrega total no solo en tiempo y dedicación superan fácilmente por ejemplo el estándar establecido por el CONFCA, donde se tiene como base de aprobación de una ingeniería forestal con 255 créditos en

10 ciclos, teniendo el último ciclo para formulación y elaboración de tesis, mientras que en Loja los profesionales cumplen con 496 créditos en 10 módulos y adicionalmente la elaboración de tesis,

que por lo general es de un año (López, 2008). Significa que se duplica en tiempo de formación a similares carreras de ingeniería que trabajan en jornada única (Figura 3).

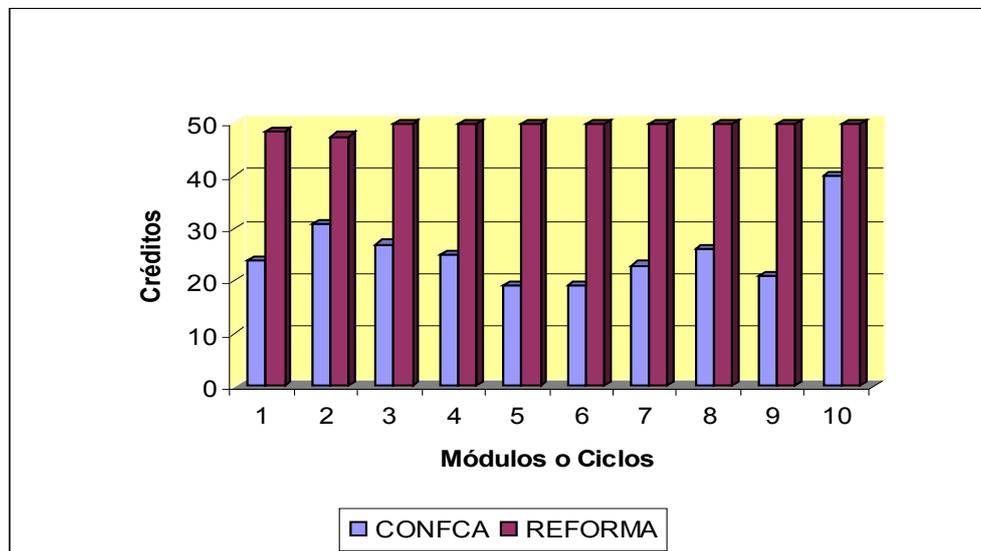


Figura 3. Comparación de los créditos requeridos por el CONFCA y los que se debe aprobar en la Carrera de Ingeniería Forestal de la UNL.

Es importante también reconocer el esfuerzo y trabajo demostrado por profesionales forestales egresados desde esta carrera y que han sabido enfrentar con solvencia las labores encomendadas a diferentes niveles, que se han seguido capacitando permanentemente y se han encaminado exitosamente en campos de manejo de recursos, manejo de cuencas hidrográficas, de manejo de la biodiversidad, valoración de bienes y servicios ecosistémicos, desarrollo comunitario y más proyectos con tendencia conservacionista.

Esta tendencia no es nueva igual lo han hecho otras entidades de educación superior que forman profesionales forestales, pero que lejos de integrar, han separado campos profesionales, formando o creando nuevas profesiones, lo que divide el campo ocupacional y reduce posibilidades de trabajo.

La Carrera de Ingeniería Forestal de Loja ha logrado sintonizar los cambios que vive el país, que entre las nuevas políticas impulsa la descentralización, en donde el manejo de recursos

naturales no puede ser parcializado como lo ha hecho históricamente el Ministerio de Agricultura y hoy el Ministerio del Ambiente, un profesional en recursos naturales debe liderar todo el proceso junto a los organismos regionales, provinciales o seccionales y en base a su conocimiento y criterio técnico desarrollar propuestas sustentables. Hay que prepararse para tener una mayor incidencia política administrativa y de gestión de los recursos naturales en forma integral.

El sistema de áreas protegidas del Estado con 4,5 millones de ha, sumadas a las áreas de bosque y vegetación protectora con 2,5 millones de ha, el patrimonio a cargo de gobiernos seccionales aún no definido pero que tiene gran parte que ver con la protección de cuencas hidrográficas, el creciente patrimonio natural privado y comunitario no pueden estar en mejores manos que de sus conocedores y especializados en el tema, para la cual los forestales lojanos salen muy bien formados.

Por tanto los profesionales forestales que conocen de conservación y manejo de recursos naturales pueden y deben incursionar no solo en el diagnóstico de estos recursos, sino que como conocedores del mismo deben emprender en campos de educación, investigación, turismo de naturaleza, servicios ambientales y más formas de aprovechamiento en asocio con las comunidades e instituciones a cargo de este valioso patrimonio natural, que debe ser descentralizado y recibir el impulso desde los gobiernos seccionales, caso contrario sería contar con grandes fincas improductivas (López et al. 2008).

### EVALUACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Como parte del proceso de evaluación académica implementado por la Universidad Nacional de

Loja, se viene realizando la evaluación al desempeño docente de las diferentes Carreras, entre ellas de la Carrera de Ingeniería Forestal.

Para ello se ha considerado los tres componentes básicos como son: capacidad profesional, capacidad pedagógica y práctica de valores, con los estándares y criterios establecidos por el CONEA, aplicados a la docencia en tres estamentos o informantes con un aporte ponderado: así, Estudiantes 60%, Comisión Académica 25% y Docentes 15%, cuyos resultados obtenidos se muestran en cuadro 1.

Este es un paso previo de preparación para que posteriormente la carrera se encamine en un proceso de acreditación, para que en los próximos años la carrera esté acreditada, como lo es actualmente la Universidad Nacional de Loja.

Cuadro 1. Resultados por componentes del desempeño docente de la Carrera de Ingeniería Forestal

Componente	Peso específico	Valor obtenido	%	Resultado
1. Capacidad profesional	30	24,21	80,70	Muy satisfactorio
2. Capacidad pedagógica	50	41,25	82,50	Muy satisfactorio
3. Práctica de valores	20	17,20	86,60	Muy satisfactorio
Total	100	82,66		Muy satisfactorio

### LITERATURA CITADA

- CARTUCHE H., H. MAZA, J. GARCÍA Y Z. AGUIRRE 2007. Plan Curricular. CIF-AARNR-UNL. Doc. Digital. Loja. 47 p.
- LÓPEZ N. 2010. Ingeniería Forestal. Evolución y perspectiva del plan curricular. UNL. Loja Doc. Borrador. 78 p.
- LÓPEZ N. 2008. Análisis curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal Loja. In. Primer Encuentro de Ingenieros Forestales Graduados en la Universidad Nacional de Loja. CRIFOR-CIF-MAE.
- LÓPEZ N. 2005. Autoevaluación de la carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Plan curricular de la Carrera.
- LÓPEZ N. 2000. Ingeniería Forestal en sus 25 Años. Revista de Difusión Técnica Científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Edición Especial. UNL Loja. pp: 3-14
- Plan Curricular de la Carrera de Ingeniería forestal. 2010-2011. CIF-UNL. Loja.
- PLAN Y PROGRAMA DE ESTUDIOS. 1987. Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. 2001 p.
- Secretaría de la Carrera de Ingeniería Forestal. Archivos. Universidad Nacional de Loja
- Secretaría del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Archivos. UNL Loja.
- Semana Curricular 1985-1986. Facultad de Ciencias Agrícolas. Dto. de Planeamiento.

# CALENTAMIENTO GLOBAL Y SUS IMPLICACIONES EN EL ECUADOR

*Nikolay Aguirre<sup>1\*</sup> Zhofre Aguirre<sup>2</sup> y Tatiana Ojeda<sup>3</sup>*

## INTRODUCCIÓN

El hombre desde sus inicios se apropió de la naturaleza para poder sobrevivir, hizo suyo el espacio, la energía y las materias primas. A través del trabajo modifica la naturaleza positiva o negativamente. En estas circunstancias se puede anotar que los problemas ambientales obedecen a dos razones: a) Al incremento poblacional, inequidad, desigualdad y pobreza que obliga a la gran mayoría de seres humanos a ejercer mayor presión sobre la naturaleza, ya que están obligados a extraer bienes más abundantes, para cubrir requerimientos de: alimentación, vestido, vivienda, salud. b) A la producción de mercancías y servicios, concebida bajo el principio de rentabilidad, establecida por relaciones costo/beneficio, con la tendencia de maximizar las ganancias y acumular capital, que ha generado la diferenciación social y la concomitante ruptura con la naturaleza que es explotada hasta su destrucción.

A lo largo de sus más de cuatro mil millones de años, la Tierra ha sufrido alteraciones climáticas significativas que han afectado a todas las formas de vida del planeta, pese a que la temperatura media ha variado unos cinco o seis grados entre una época y otra. A comienzos del siglo XIX las observaciones de Joseph Fourier y luego de John Tyndall permitieron saber que la Tierra retenía calor y que el gas metano y el dióxido de carbono eran tan opacos que impedían el paso de los rayos infrarrojos, causando un calentamiento natural que luego se atribuyó a la quema de combustibles y la emisión de CO<sub>2</sub> (Gómez y Torres 2008).

El conocimiento a profundidad de las causas y efectos del cambio climático, ha sido fruto de una serie de acciones globales, entre las que se destacan: i) la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en 1979, ii) la creación del Panel

<sup>1</sup> Profesor Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, nikoaguirrem@yahoo.com

<sup>2</sup> Profesor Carrera de Ingeniería Forestal, Responsable del Herbario Reinaldo Espinosa, UNL.

<sup>3</sup> Investigadora del Proyecto MICCAMBIO, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia

Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), iii) la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kyoto, etc. Estas acciones han apoyado al conocimiento científico del problema y desarrollar acciones para enfrentar el calentamiento global.

## CONCEPTUALIZACIÓN

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su artículo 1, define al **cambio climático**, como: un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales.

### ¿Qué es el efecto Invernadero?

El efecto invernadero es un fenómeno natural en el que una parte de la energía solar emitida por la tierra es absorbida y retenida en forma de calor en la baja atmósfera. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la *troposfera* terrestre, a esto se denomina **efecto invernadero natural**. Pero la excesiva presencia y concentración

de los *gases de efecto invernadero* (GEI) que absorben la *radiación infrarroja*, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia *atmósfera*, debido a los mismos gases, y por las nubes, produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera, y por lo tanto, hace que lo que es normal se vuelva insostenible con el incremento de la temperatura, porque los gases se quedan atrapados en la atmósfera, provoca incremento en la temperatura.

### ¿Qué es el efecto Calentamiento Global?

Es un proceso natural en el que parte de los rayos del sol que llegan a la superficie del suelo y al no existir suficiente capa vegetal que los absorba, se reflejan y son reemitidos hacia el espacio en forma de calor, éstos quedan atrapados en la atmósfera por la acción de gases contaminantes como: CO<sub>2</sub>, CO, SO, Nox, que forman una capa densa, conocido como efecto invernadero, dando como resultado cambios climáticos drásticos como: incremento de temperatura, presencia de lluvias, etc., produciendo en forma general el calentamiento de la tierra (IPCC 2007, CORDELIM 2008)

Por esta razón en los actuales momentos, debido a la acumulación excesiva de GEI, provenientes de las actividades humanas, se está viviendo un efecto invernadero artificial, que se conoce en términos de cambio climático como: **Calentamiento Global**. La figura 1 ilustra este proceso en la tierra.

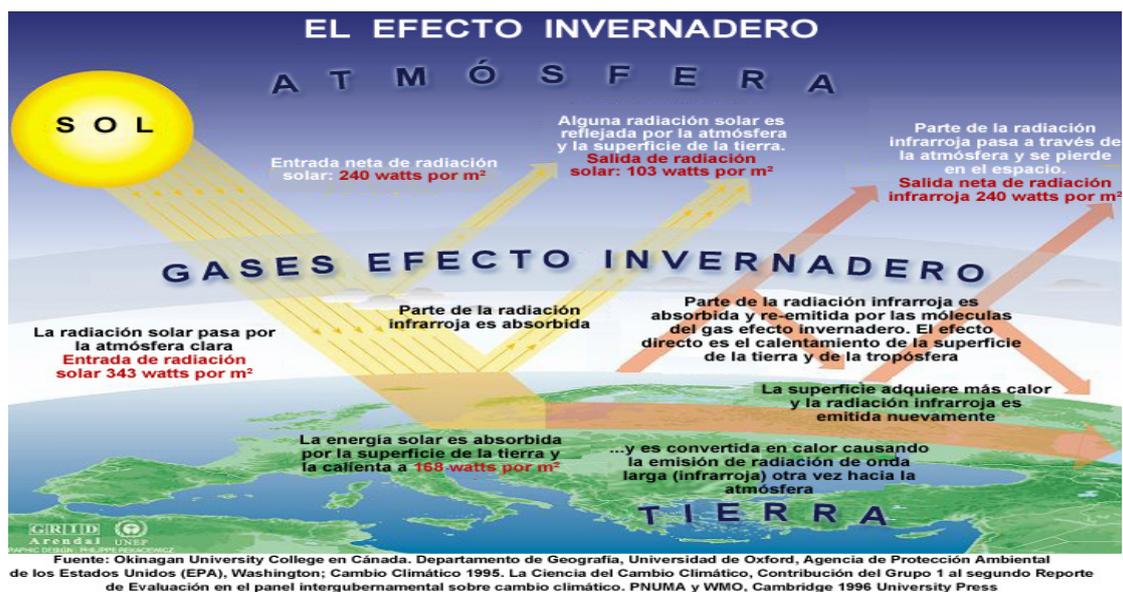


Figura 1. Esquema del efecto invernadero que produce en general el calentamiento de la tierra (Fuente: Universidad de Oxford 1996).

### Gases que forman el efecto invernadero (GEI)

El principal gas de efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>; su concentración ha aumentado en un 32% desde la revolución industrial. En el Cuadro 1 se presentan la lista de los GEI, y en el Cuadro 2 datos de las emisiones para el Ecuador.

Cuadro 1. Gases que forman el efecto invernadero y fuentes de emisión.

	Gases	Fuentes	Potencial de calentamiento	Contribución al calentamiento
Gases de origen natural	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), reacciones químicas en procesos de manufactura, como la producción de cemento y acero, cambio de uso del suelo (deforestación)	1	54
	Metano (CH <sub>4</sub> )	Descomposición anaeróbica en cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol, escape de gases en minas y pozos petroleros	21	12
	Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles	310	6
Gases antropogénicos	Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufacturas y usados en refrigerantes	140-17 700	
	Perfluorocarbonos (PFCs)	Emitidos en procesos de manufacturas y usados en refrigerantes	6500-9200	
	Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	Emitidos en procesos de manufacturas donde se usa como fluido dieléctrico	23 900	

Cuadro 2. Emisiones de gases efecto invernadero en el Ecuador durante el periodo 1990-2000.

Gases de Efecto Invernadero	Valores de las concentraciones de GEI en Gigagramos (Gg)		
	1990	1994	2000
Metano (CH <sub>4</sub> )	115,8	138,1	109,0
Monóxido de carbono (CO)	1 013,3	1 208,2	951,0
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	83 816,6	95 021,1	172 320,0
Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0,8	0,9	1,0
Nitratos (Nox)	28,8	34,3	27,0
<b>Total general</b>	<b>84 975,3</b>	<b>96 402,6</b>	<b>173 408,0</b>

Fuente: MAE 2009

## Fluctuaciones de la temperatura

Se ha estimado que la temperatura superficial global promedio se incrementará de 1,4 a 5,8 °C de 1990 a 2100, con una media de 0,6°C por década. La temperatura de los océanos y mares provocará que el nivel de los mares se incremente de 0,09 m a 0,88 m en el mismo periodo. La década de los años ochenta ha sido la más calurosa desde que se empezaron a tomar mediciones globales de la temperatura y los científicos están de acuerdo que, para el año 2020, la temperatura habrá aumentado en 1,8°C (incluso 4°C) (IPCC 2007).

## CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Una de las principales causas del cambio climático es el incremento de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generado por actividades humanas, como: la quema de combustibles fósiles, la deforestación, el cambio de uso del suelo, granjas pecuarias, pozos petroleros, etc. (IPCC 2007, BM 2009, FAO 2009, Richardson *et al.* 2009, Risto *et al.* 2009). Los GEI atrapan la radiación solar de onda larga causando un efecto de calentamiento gradual alrededor de la Tierra, una vez que éstos llegan a la atmósfera no desaparecen, permaneciendo allí durante décadas (CAN 2007, IPCC 2007, CORDELIM 2008).

Los GEI han experimentado un aumento en los últimos 100 años. Debido principalmente a las altas emisiones de CO<sub>2</sub> que se han incrementado en un 80 % entre 1970 y 2004; y por el incremento en las concentraciones mundiales de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O derivadas de las actividades humanas con mayor intensidad a partir de la revolución industrial (IPCC 2007, UNFCCC 2007, BM 2009a).

América Latina contribuye con el 5,3 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> mundial y su participación en el calentamiento global es mínimo, el Ecuador es uno de los países con menos emisiones per cápita (SGCAN *et al.* 2007, SENPLADES *et al.* 2007). Según el Banco Mundial (2009b), los países en vías de desarrollo, están mayormente amenazados a los impactos del cambio climático, en razón que presentan menos capacidad de resistencia a los riesgos climáticos. Predicciones de los impactos del cambio climático en la región del Pacífico ecuatorial argumentan que la precipitación anual en esta región se incrementará en al menos un 20 % (Bates *et al.* 2008). Ejemplo, fenómenos como

el Niño que ocurrió entre 1997-1998 que afectó severamente al Ecuador, con pérdidas económicas que superaron los 2,8 billones de dólares. También a inicios del 2008, el Ecuador sufrió lluvias e inundaciones drásticas, las cuales afectaron a 13 provincias donde se presentaron considerables pérdidas en los sectores agropecuarios y de infraestructura, cuyos efectos se sintieron especialmente en las zonas rurales y, productores y jornaleros agrícolas fueron los más afectados (Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas 2008).

En el Ecuador el cambio climático se evidencia a través de cambios en la distribución temporal y espacial de las precipitaciones (figura 3); en el incremento de la temperatura, en el retroceso de los glaciares (El Cotopaxi en 30 años de observación ha disminuido su capa de hielo en 200 m de altitud) y en el incremento del nivel del mar que conlleva a inundaciones; sequías, deslizamientos; afectación en la provisión de agua en los sectores urbanos, rurales, agrícolas, energéticos y para los ecosistemas; intrusión de agua salada a las cuencas hídricas y los acuíferos (DNCCPCS 2009). Con relación a los patrones de humedad según el GTP (2006 y 2008) en el Ecuador las zonas húmedas disminuirán; mientras que las zonas secas aumentarán en aproximadamente 14%, especialmente en las provincias de: El Oro, Guayas, Manabí, Chimborazo, Bolívar y Loja. Por otro lado, también se prevén disminuciones de cultivos, manglares, áreas urbanas y suministro de agua, con pérdidas económicas que pueden superar los \$ 2 billones (BM 2009, CEPAL 2009).

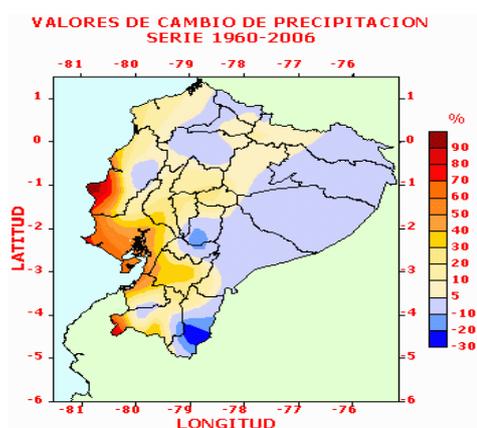


Figura 2. Valores de cambio de la precipitación en el Ecuador serie 1960-2006. Se observa, aumentos en la zona central costera y disminuciones en la Amazonía (DNCCPCS 2009).

## Estrategias globales y locales para enfrentar el cambio climático

Las dos estrategias más difundidas como mecanismos de respuesta al cambio climático, constituyen la mitigación y la adaptación.

La **adaptación** al cambio climático, es el ajuste de los sistemas naturales o humanos para reducir en forma sostenible muchos de los impactos adversos de ese cambio y aumentar los impactos beneficiosos, aunque ambos tienen su costo y dejan daños residuales (IPCC 2001, Klein *et al.* 2007, Risto *et al.* 2009). La adaptación es una actividad que debe estar estrechamente conectada con la políticas de mitigación (Risto *et al.* 2009), y requiere ser planteada como una estrategia a mediano o largo plazo de forma sostenida, según cada sector o sistema.

La **mitigación** es una intervención antrópica destinada a reducir las fuentes de GEI (Klein *et al.* 2007). Debe estar relacionada a la generación de políticas y tecnologías que permitan limitar y evitar las emisiones de GEI, al igual que una serie de actividades encaminadas a eliminar dichos gases de la atmósfera. Las medidas de mitigación que se pueden desarrollar están enfocadas a mejorar la eficiencia del suministro, distribución y reemplazo de carbón por gas, energía nuclear, calor y energía eléctrica renovables; manejo de los cultivos y de las tierras de pastoreo para incrementar el almacenamiento de carbono en el suelo; y el secuestro de carbono a través de la forestación; reforestación; gestión de bosques naturales y disminución de la deforestación (IPCC 2007, CORDELIM 2008).

## LITERATURA CITADA

BATES, B; KUNDZEWICZ, Z; WU, S; PALUTIKOF, J. 2008. El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Inter-gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra. Disponible en: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). (Consultado 26.06.09)

BANCO MUNDIAL. 2009a. Desarrollo con menos carbono. Respuestas Latinoamericanas al

desafío del cambio climático. Disponible en: [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org) (Consultado 01.06.09).

BANCO MUNDIAL. 2009b. Desarrollo y cambio climático. Versión preliminar. Disponible en: [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org) (Consultado 20.09.09).

Comunidad Andina de Naciones (CAN). 2007. Clima Latino. Disponible en: [www.comunidadandina.org](http://www.comunidadandina.org) (Consultado 05.06.2009).

CORDELIM (Corporación para la Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Ecuador). 2008. El fenómeno del calentamiento global. Disponible en: [www.cordelim.net](http://www.cordelim.net). (Consultado 03.05.08).

DNCCPCS. 2009. El cambio climático en el Ecuador. Información Ministerio del Ambiente.

ENVIRONMENTAL CHANGE NETWORK (ECN). 2009. Climate change impacts evidence from ECN sites. Consultado 19.06.09. Disponible en [www.ecn.ac.uk](http://www.ecn.ac.uk)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) 2009. Revista internacional de silvicultura en industrias forestales. Vol 60. Disponible en: [www.fao.org/forestry/unasylva](http://www.fao.org/forestry/unasylva) (Consultado 01.07.09)

GÓMEZ, A.; TORRES, J. 2008. Adaptación al cambio climático: De los fríos y los calores en los Andes: Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú. Lima, Perú. 154 p. Disponible en: [www.crid.org.cr](http://www.crid.org.cr) (Consultado 17.06.09)

GRUPO DE TRABAJO EN PÁRAMOS DEL ECUADOR (GTP) 2008. Cambio Climático. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec>. (Consultado 12.07.09)

INTERNATIONAL PANEL CLIMATE CHANGE (IPCC) 2001. Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. 92 p.

INTERNATIONAL PANEL CLIMATE CHANGE (IPCC) 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Disponible en: <http://www.ipcc.ch>. (Consultado 12.07.08)

NACIONES UNIDAS. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York. EE.UU. 26 p.

NACIONES UNIDAS, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización Meteorológica Mundial, Organización Mundial de la Salud, Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones, y Secretaría sobre el Cambio Climático. 2004. Carpeta de información sobre el cambio climático. Disponible en [unfccc.int](http://unfccc.int) (Consultado 20.05.08)

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) 2007. Cambio Climático y Diversidad Biológica. Disponible en: [www.biodiv.org](http://www.biodiv.org) (Consultado 05.13.09)

RISTO SEPPÄLÄ, ALEXANDER BUCK AND PIA KATILA (eds.) 2009. Adaptation of Forests and People to Climate Change. A Global Assessment Report. IUFRO World Series Vol. 22. Helsinki. 224 p. Disponible en [www.iufro.org](http://www.iufro.org) (Consultado 20.06.09)

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) 2007. Unidos por el clima. Disponible en: [www.sscip.org](http://www.sscip.org) (Consultado 26.06.09).

# LAS PLANTAS VASCULARES COMO INDICADORES DE LA CALIDAD Y PROBLEMAS DE LOS ECOSISTEMAS

*Zhofre Aguirre M.<sup>1\*</sup> y Cristhian Aguirre<sup>2</sup>.*

## DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

La primera definición que podría hacerse del término “bioindicador”, es que un bioindicador es un ser vivo que indica las condiciones del medio en que vive. Otra definición, más precisa, podría ser: bioindicadores son aquellos organismos o comunidades en los que su existencia, sus características estructurales, su funcionamiento y sus reacciones dependen del medio en que se desarrollan y cambian al modificarse las condiciones ambientales (Ederra 1997).

Los bioindicadores son sensibles a los cambios ambientales y reaccionan a ellos como si fueran estímulos específicos. Los estímulos absorbidos provocan respuestas en los bioindicadores que dan información tanto de los cambios ocurridos como, en ocasiones, del nivel de intensidad del cambio ambiental. Por ejemplo, una planta “caducifolia” ante el estímulo “contaminación” atmosférica,

reacciona, de tal forma que sus hojas comienzan a presentar síntomas de clorosis; los síntomas serán más intensos cuanto más intenso sea el estímulo o, lo que es lo mismo, las zonas cloróticas serán más extensas cuanto más elevada sea la contaminación, hasta producirse necrosis, muerte y caída de las hojas (Ederra 1997, Izco 2004).

La capacidad de respuesta de los bioindicadores según Ederra (1997) depende de factores, como:

- De la composición genética del organismo, porque puede favorecer o no la adaptación a los cambios y por tanto la manifestación de respuestas fácil y rápidamente visibles.
- De su estado de desarrollo, hay etapas en el ciclo vital que son más influenciadas; por ejemplo, los individuos juveniles suelen ser

<sup>1</sup> Profesor Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal.

más sensibles, mientras que los adultos suelen ser más resistentes.

- De las propias condiciones ambientales, porque los estímulos pueden ser infinitamente variados y sus efectos no siempre son aditivos, sino que puede haber sinergismos o efectos potenciadores de unas condiciones frente a otras.

### ¿Qué es un indicador?

Son especies o comunidades de organismos cuya presencia, comportamiento o estado fisiológico presenta una estrecha correlación con determinadas circunstancias del entorno, por lo que pueden utilizarse como indicadores de éstas. Como indicadores se emplean diferentes organismos que reaccionan más de prisa que el ser humano a los productos tóxicos y a las perturbaciones del ambiente o bien aquéllos que son sensibles a exposiciones cortas a situaciones extremas que no son detectables en muestreos puntuales. Por ejemplo, las plantas nitrófilas (ortiga) son un indicador de un exceso de abonos nitrogenados, mientras que la presencia de algas indica distintos niveles de calidad de las aguas. Los líquenes se utilizan como bioindicadores de la contaminación atmosférica (Ederra 1997).

Una planta se considera como bioindicador cuando presenta reacciones identificables con los distintos grados de concentración de contaminantes en la atmósfera o con otros tipos de alteraciones ambientales. Cuando, además, se puede establecer una relación cuantitativa entre los daños observados y el grado de desviación de las condiciones normales, a lo largo del tiempo se dice que es un biomonitor, es decir, se convierte en un instrumento biológico de registro, control y seguimiento, también puede ser un bioacumulador (Ederra 1997; Izco 2004).

### Plantas vasculares como indicadoras

Si alrededor y junto a muchos otros seres vivos u objetos inertes se observan plantas. Si se pone atención se puede descubrir que las plantas no

están sobre la tierra como distribuidas al azar, sino que realmente su presencia parece seguir ciertas normas. Así como se observa que en los montes muy altos ya no suele haber árboles, que en los muros de las ciudades suelen vivir ciertas flores, o que las algas están casi siempre sumergidas en el agua. Es que, efectivamente, en la naturaleza cada cosa está en su sitio; en el caso de la flora cada planta está donde debe estar: hay un orden en la naturaleza (Ederra 1997).

Las plantas tienen una serie de características que son muy interesantes para poder interpretar este orden y que han de tenerse en cuenta para poder comprender la importancia de los vegetales como indicadores de la calidad de los ecosistemas, entendiendo el término calidad como medida del orden o desorden de los ecosistemas.

En las plantas vasculares las situaciones de contaminación se manifiesta con mayor énfasis en la desaparición, presencia de especies, en la presencia de síntomas como marchitamiento, clorosis, pudrición, etc.

Hay otras plantas que en cambio se ven favorecidas por la presencia de contaminantes, en este caso su presencia determina las condiciones “óptimas” para su desarrollo.

Este documento trata de dar una idea de las especies que es posible encontrar dependiendo del tipo de suelos, presencia de humedad, sales, etc. Se ha sistematizado algunos conceptos y se aporta con un listado de especies desde la observación y experiencia cotidiana, manifestando que para mayor seguridad y aplicaciones científicas, se deberá estudiar y probar más estas hipótesis. Los nombres científicos y el rango altitudinal han sido elaborados en base al Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León Yanez 1999) y a Ulloa Ulloa y Jorgensen (1993).

### Plantas que prefieren suelos alcalinos

Los suelos alcalinos con el pH mayor a 7. Se manifiesta que estos suelos generalmente están ubicados en regiones áridas, pero necesariamente no es la regla.

Nombre Común	Nombre científico	Familia	Habita y Distribución
Faique	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Mimosaceae	Nativa de Galápagos, Costa y Andes. 0 – 2000 msnm.
Pasto	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Poaceae	Nativa de Galápagos, Costa y Andes. 0 – 3500 msnm
Pasto	<i>Bouteloua aristidoides</i> (Kunth) Griseb.	Poaceae	Costera. 0 – 500 msnm
Vainillo/guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Caesalpinaceae	Andes 1500 – 3000 msnm
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Nativa de Galápagos, Costa y Amazonía 0-1000 msnm
Moshquera	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Endémica Andes. 1000 – 2500 msnm
Coquito	<i>Cyperus articulatus</i> L.	Cyperaceae	Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm
Coquito	<i>Eleocharis atropurpurea</i> (Retz.) J. Presl & C. Presl	Cyperaceae	Nativa de Galápagos, Costa. 0 – 500 msnm
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Mimosaceae	Introducida y cultivada. Costa. 0 – 1000 msnm
Trébol de olor; Flor amarilla pequeña	<i>Melilotus indica</i> L.	Fabaceae	Introducida a los Andes. 1500 – 3000 msnm.
Alfalfilla	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall & Willd.	Fabaceae	
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Introducido y cultivado. Galápagos y Andes. 0 – 3000 msnm
Retama	<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Introducida a los Andes. 1000 a 2100 msnm.

### Plantas que se desarrollan en suelos ácidos

Los suelos ácidos se encuentran fundamentalmente en regiones de pluviosidad elevada y en zonas altoandinas como los páramos.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Payamo	<i>Bejaria aestuans</i> L.	Ericaceae	Nativa. Andes 1000 – 3000 msnm
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 3000 msnm
Salapa	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	Nativas. Andes. 1000 – 3500 msnm
Mote pelado	<i>Gaultheria erecta</i> x <i>reticulata</i>	Ericaceae	Nativa. Andes 2500 – 3000 msnm
Mascarey	<i>Hyeronima chocoensis</i> Cuatrec	Euphorbiaceae	Nativa. Amazonía. 0 – 500 msnm

Pinito de altura	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	Clusiaceae	Nativa Andes. 3000 – 4500 msnm
Ray Grass	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	
Joyapa	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	Ericaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4500 msnm
Pino	<i>Pinus patula</i> L.	Pinaceae	Introducido a los Andes 1800 – 2800 msnm.
Pino	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Pinaceae	Introducido a los Andes 1800 – 2800 msnm.
Llashipa	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Dennstaedtiaceae	Nativa. Galápagos y Andes. 0 - 3500 Introducido a los Andes 1800 – 2800 msnm.
Lengua de vaca, Gula	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Introducida a Galápagos y Andes 0 – 1500 m y 2000 – 2500 msnm.
Gula	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Polygonaceae	Introducida. Andes 0 1500 m y 2000 – 3500 msnm.
Pachaco	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Caesalpinaceae	Nativa y cultivada. Costa, Andes y Amazonía. 0 - 1000 msnm.
Cosa Cosa	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Nativa. Galápagos, Costa, Andes y Amazonía. 0 – 2000 m.
Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Ericaceae	Nativa. Andes 2000 – 2500 msnm.

### Plantas de suelos salinos

La elevada concentración de sales (no únicamente cloruro de sodio) en ciertos suelos determina que se desarrollen las especies denominadas halófilas, adaptadas a tolerar la toxicidad y la elevada presión osmótica que las concentraciones de sal provocan.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Paico	<b><i>Chenopodium ambrosioides</i> L.</b>	Chenopodiaceae	Introducida y cultivada. Galápagos, Andes y Amazonía. 0 – 4000 msnm.
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	Chenopodiaceae	Nativa y cultivada. Andes. 2000 – 3500 msnm.
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Introducida y cultivada. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm.
Girasol	<i>Helianthus annus</i> L.	Asteraceae	Cultivada en los Andes 1200 a 2500 msnm.

Alfalfilla	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall & Willd.	Fabaceae	Nativa de los Andes 1000 a 3000 msnm
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes. 500 – 3500 msnm.
Pasto elefante	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae	Introducida y cultivada. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 – 5000 msnm.
Avena	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae	Cultivada. Andes. 2500 – 3500 msnm.
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	Introducida y cultivada. Andes. 2000 – 4000 msnm.

### Plantas que prefieren suelos ricos en hierro

Los suelos ricos en hierro son de color rojo o castaño-rojizo, esto es porque suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Peine de mono	<i>Apeiba membranaceae</i> Spruce ex Benth.	Tiliaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 - 1500 msnm.
Guapilte	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Flacourtiaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 1000 – 1500 msnm.
Marequende	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.)Huber	Moraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 1000 msnm.
Tsanda mapicho	<i>Brownea ariza</i> Benth	Caesalpinaceae	
Mani de Árbol	<i>Caryodendron orinocense</i> Karts.	Euphorbiaceae	Nativa y cultivada costera y amazónica. 0 a 1000 msnm.
Casearea	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 2000 msnm.
Camaroncillo	<i>Celtis schipii</i> Standl.	Ulmaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 msnm.
Copal	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) J.F. Macbr.	Burseraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 -1500 msnm.
Guayacan	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Ochnaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 -2000 msnm.
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Bombacaceae	Nativa y cultivada. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 1000 msnm.

Cutanga	<i>Parkia balslevii</i> H. Hopkins	Mimosaceae	Endémica. Amazonía. 0 500 m.
Damagua	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Moraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 msnm.
Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmelin) Exell	Combretaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 msnm.
Roble	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruíz & Pavón) Steudel	Combretaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm.
Perdiz	<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp.	Flacourtiaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm.
Tangarana	<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge	Polygonaceae	Nativa. Amazonía. 0 – 1000 msnm.
Shempo	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Myristicaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm.

### Plantas que crecen en suelos inundados

Son las especies vegetales que se encuentran por lo general en zonas planas, hondonadas, susceptibles de inundación, pero debido a que sus características ecológicas permiten el desarrollo de especies florísticas propias del sitio, que representan y se diferencian de las demás.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Carrizo	<i>Arundo donax</i> L	Poaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes 0 – 2500 m. y 3500 – 4000 msnm.
Chambira	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Arecaceae	Endémica. Amazonía. 0 a 1000 msnm.
Mangle iguanero	<i>Avicennia nitida</i> Jacq.	Avicenniaceae	Nativa. Galápagos y Costa 0 – 500 msnm.
Cascarillo	<i>Billia columbiana</i> Pl. & Lindl.	Hippocastanaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 3000 msnm.
Achirilla	<i>Canna paniculata</i> Ruiz & Pav.	Cannaceae	Nativa. Amazonía. 500 – 1000 msnm.
Mate	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Introducida y cultivada. Galápagos, Costa Andes y Amazonía. 0 – 1500 msnm.
Coquito	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Nativa. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 – 500 msnm.
Lechugilla	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Pontederiaceae	Introducida. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 2000 – 2500 msnm.
Salimoncillo	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	Apiaceae	Nativa. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 1500 – 3000 msnm.

Junco	<i>Juncus bufonius</i> L. <i>Juncus effusus</i> L.	Juncaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Marcelo	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Flacourtiaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 m msnm.
	<i>Lemna minima</i> Kunth	Lemnaceae	Nativa. Andes. 1000 – 3000 msnm.
Clavito de agua	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.). H. Hara	Onagraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 3000 msnm.
	<i>Neptunia oleraceae</i> Lour.	Mimosaceae	Nativa. Costa. 0 – 500 msnm.
	<i>Nymphaea blanda</i> G. Mey.	Nymphaeaceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 msnm.
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	Introducida y cultivada. Costa y Amazonía. 0 – 1000 msnm.
Tiricu	<i>Protium nodulosum</i> Sw.	Burseraceae	Nativa. Amazonía. 0 – 500 msnm.
Coquito	<i>Rhynchospora scutellata</i> Griseb.	Cyperaceae	Nativa. Amazonía. 0 – 500 msnm.
Mangle	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	Nativa. Galápagos y Costa. 0– 500 msnm.
Totora	<i>Scirpus californicus</i>	Cyperaceae	Nativa andes 1200 a 3200 msnm.
	<i>Thalia geniculata</i> L.	Marantaceae	Nativa. Costa. 0 – 500 msnm.
Palo bobo	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	Nativa. Andes y Amazonía. 0 – 3500 msnm.
Tifa	<i>Typha dominguensis</i> Pers.	Thyphaceae	Nativa. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 1000 – 3000 msnm.

### Plantas de climas fríos

La variedad altitudinal y topográfica produce un importante mosaico climático, así los páramos fríos de altura, con clima fresco, que produce el desarrollo de una vegetación con características distintas a los de otros ecosistemas.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Helecho	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	Blechnaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Zarcillo	<i>Brachyotum gracilescens</i> Triana	Melastomataceae	Endémica. Andes. 2000 – 3500 msnm.

Paja	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	Poaceae	Nativa. Andes. 2500 – 4500 msnm.
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F. Gemel.	Asteraceae	Nativa. Andes. 2500 - > 4500 msnm.
Tunash balnco	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	Nativa. Andes 2500 – 4500 msnm.
Quique	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindel.	Rosaceae	Nativa andes 1800 a 2200 msnm
Trensilla	<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.Bip.	Asteraceae	Nativa. Andes. 2000 – 4500 msnm.
Campanilla	<i>Macrocarpaea sodiroana</i> Gilg	Gentianaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Periquita	<i>Paepalanthus ensifolius</i> (Kunth) Kunth)	Eriocaulaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Yagual	<i>Polylepis incana</i> Kunth	Rosaceae	Nativa, Andes, 3000 – 4500 msnm.
Achupalla	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	Endémica. Andes. 2500 – 3500 msnm.
Achupalla	<i>Puya lanata</i> (Kunth) Schult.f.	Bromeliaceae	Nativa. Costa y Andes. 500 – 1000 m. y 1500 – 2500 msnm.
Paja	<i>Stipa icchu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Poaceae	Nativa . Andes. 1500 – 3500 msnm y 4000 – 4500 m.
Valeriana	<i>Valeriana</i> spp.	Valerianaceae	Nativa andes. 2400 a 3200 msnm
Licopodio	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	Lycopodiaceae	Páramos 2900 a 3600 msnm
Licopodio	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopodiaceae	Nativa. Andes. 2800 – 4000 m.

**Plantas de climas secos**

Entre las especies de clima seco existen varias plantas, las cuales se han adaptado con diferentes modificaciones para retener gran cantidad de agua en el interior de ellas, ejemplo, la tuna, que por lo general se da en el desierto, ella podría solventar esta necesidad de agua a las personas que la necesitan, ya que al cavar en el lugar donde está sembrada se obtiene cantidades de este elemento básico. En definitiva estas especies soportan climas secos donde la disponibilidad de agua es escasa.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y Distribución
Palo santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Burseraceae	Nativa. Galápagos y Costa. 0 2000 Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Ceibo	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Bombacaceae	Nativa. Costa. 0 – 500 4000 msnm.
Moshquera	<i>Croton wagnerii</i> Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Endémica Andina. 1000 – 2500 msnm.

Chamana	<i>Dodonaea viscosa Jacq.</i>	Sapindaceae	Nativa. Galápagos y Andes. 500 – 1500 m. y 2000 – 4000 msnm.
Aguacolla o san pedrillo	<i>Echinopsis pachanoi (Britton &amp; Rose) Friedrich &amp; G.D. Rowley</i>	Cactaceae	Nativa. Andes. 1500 – 3000 msnm.
Siempre viva	<i>Echiveria quitensis (Kunth) Lindel.</i>	Crassulaceae	Nativa. Andes. 1000 – 4500 msnm.
Pitaya	<i>Hylocereus polyrhizus (F.A.C. Weber) Britton &amp; Rose</i>	Cactaceae	Nativa. Costa y Andes. 0 – 2000 msnm.
Piñón	<i>Jatropha curcas L.</i>	Euphorbiaceae	Introducido y cultivado. Galápagos. Costera 0 – 1500 msnm.
Yanangora	<i>Mimosa albida Humb. &amp; Bonpl. Ex Willd.</i>	Mimosaceae	Nativa. Galápagos y Andes. 0 – 500 m. y 1000 – 3500 msnm.
Tuna	<i>Opuntia ficus-indica L.</i>	Cactaceae	Introducida. Costa y Andes. 0 – 3000 msnm.
Tunilla	<i>Opuntia quitensis F.A.C. Weber</i>	Cactaceae	Nativa. Costa y Andes. 0 – 3000 msnm.
Vainillo	<i>Senna spectabilis D.C.</i>	Caesalpinaceae	Nativa y cultivada. Costa. 0 – 500 msnm.
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson</i>	Bignoniaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 2000 msnm.
Borrachera	<i>Ipomoea carnea Jacq.</i>	Convolvulaceae	Nativa. Costa y Andes 0 – 2000 msnm.

### Plantas ruderales

Plantas que prefieren los suelos con abundante materia orgánica en descomposición, que se encuentran sobre escombros de casas viejas, botaderos de basura y otros residuos orgánicos sólidos.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Habitat y Distribución
Sambo	<b><i>Cucurbita ficifolia Bouché</i></b>	Cucurbitaceae	Introducida y cultivada. Andes. 2000 – 3000 msnm.
Chamico	<i>Datura stramonium L.</i>	Solanaceae	Nativa y cultivada. Galápagos, Costa y Andes. 0 – 3000 msnm.
Tonga Tonga	<i>Nicandra physaloides (L) Gaertn.</i>	Solanaceae	Introducida. Galápagos, Costa y Andes. 0 – 3500 msnm.
Atuczara	<i>Phytolacca americana L.</i>	Phytolacaceae	Nativa costa 0 a 1000 msnm. Andes 2000 a 2300 msnm
Higuirilla	<b><i>Ricinus communis L.</i></b>	Euphorbiaceae	Introducido y cultivado. Galápagos. Costa, Andes y Amazonía. 0 - 3000 msnm.

Uvilla espinosa	<b>Solanum sisymbriifolium Lam.</b>	Solanaceae	Nativam. . Andes. 2000 – 3000 msnm
Ojo de poeta	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Acanthaceae	Introducida. Costa. 0 1000 msnm
Chamico	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes 0 a 2000 msnm

**Plantas que soportan la contaminación de aguas servidas ricas en materia orgánica (heces fecales)**

Muchas plantas encuentran el habitat perfecto para desarrollarse justo en las desembocaduras de aguas servidas y alcantarillas.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Habitat y Distribución
Palo bobo	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav	Asteraceae	Nativa. Andes y Amazonía. 0 – 3500 msnm.
Kikuyo	<b>Pennisetum clandestinum</b> <i>Hochst. ex Chiov.</i>	Poaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes. 0 – 500 m. 1500 – 3500 msnm.
Gula	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Introducida y cultivada. Galápagos y Andes 0 – 1500 m y 2000 – 2500 msnm.
Clavito de agua	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.). H. Hara	Onagraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 3000 msnm.
Caña agria/ jazmín del río	<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	Zingiberaceae	Introducida y cultivada. Costa, Andes y Ammazonía. 0 – 500 m. y 2500 – 3000 msnm.
Berro acuático	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Brassicaceae	Nativa de los andes. 2000 a 2800 msnm
Solimoncillo	<i>Polygonum hidropiperoides</i> Michx.	Polygonaceae	Nativa de los andes. 1900 a 2800 msnm

**Especies aptas para biorremediación del agua**

Estas especies tienen la capacidad fisiológica de absorber sustancias contaminantes del agua. Luego de su asimilación logran descontaminar en gran porcentaje el agua, permitiendo que ésta sea al menos utilizada para riego.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Habitat y distribución
Carrizo	<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes 0 – 2500 m. y 3500 – 4000 msnm

Achirilla	<i>Canna paniculata</i> Ruiz & Pav.	Cannaceae	Nativa. Amazonía. 500 – 1000 msnm
Berro acuático	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Brassicaceae	Nativa de los Andes. 2000 a 2800 msnm
Zig-zig	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	Poaceae	Nativa. Andes. 2000 – 3500 msnm
Coquito	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Introducida y cultivada. Galápagos, Costa Andes y Amazonía. 0 – 1500 msnm
Lechuga de agua/ jacinto de agua	<i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Ponteridaceae	Introducida. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 2000 – 2500 msnm
Janeiro	<i>Eriochloa polystachya</i> Kunth	Poaceae	Nativa. Costa. 0 - 1000 msnm
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Poaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 1500 msnm
Caña agria/ jazmín del río	<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	Zingiberaceae	Introducida y cultivada. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 500 m. y 2500 – 3000 msnm
Junco	<i>Juncus bufonius</i> L	Juncaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm
Junco	<i>Juncus effusus</i> L	Juncaceae	Nativa. Andes. 2000 – 4000 msnm.
Clavo de agua	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.). H. Hara	Onagraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 3000 msnm
Solimoncillo	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Polygonaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 500 – 4000 msnm
Coquito	<i>Rhynchospora scutellata</i> Griseb.	Cyperaceae	Nativa. Amazonía. 0 – 500 msnm
Palo bobo	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pavon	Asteraceae	Nativa. Andes y Amazonía. 0 – 3500 msnm
Zango	<i>Xanthosoma</i> sp.	Araceae	Nativa de la Amazonía. 200 a 900 msnm.

### Especies pioneras aptas para recuperar taluds

No todas las plantas crecen en sitios difíciles como son los taluds de carreteras, canales de riego o derrumbes, son plantas que tienen la capacidad de poblar sitios hostiles con poca profundidad de suelo y fuertes pendientes. Por lo general estas plantas tienen raíces tipo cabellera, superficiales, que les permiten agarrarse y desarrollar su ciclo vital.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Habitat y distribución
Para superficie de talud:			
Zig-zig, rabo de zorro	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	Poaceae	Nativa. Andes. 1800 – 3500 msnm.
Zig-zig	<i>Cortaderia bifida</i> Pilg.	Poaceae	Nativa. Andes. 2200 – 3500 msnm
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	Nativa. Andes 1000 – 4000 msnm.
Piñan	<i>Coriaria ruscifolia</i> L.	Coriariaceae	Nativa. Andes 1000 – 4500 msnm.
Retama	<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Introducida. Andes. 2000 – 3500 msnm.
Chola chola, Pepiso	<i>Cantua quercifolia</i> Juss	Polemoniaceae	Nativa. Andes. 1500 – 3000 msnm.
Chamana	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Sapindaceae	Nativa. Galápagos y Andes. 500 – 1500 m. y 2000 – 4000 msnm.
Penco negro	<i>Agave americana</i> L	Agavaceae	Introducida y cultivada. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 1500 – 3500 msnm.
Cabuya blanca	<i>Furcraea andina</i> Trel.	Agavaceae	Nativa. Andes. 1000 – 3500 msnm.
Para base de talud:			
Faique	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Mimosaceae	Nativa de Galápagos, Costeras y Andinas. 0 – 2000 msnm.
Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Myricaceae	Nativa. Andes. 1500 – 4500 msnm.
Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Nativa. Andes. 1500 – 4000 msnm.
Balsa pasallo	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Bombacaceae	Nativa y cultivada. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 1000 msnm.
Sapan de paloma	<i>Trema micrantha</i> (L) Blume	Tiliaceae	Nativa. Galápagos, Costa y Amazonía. 0 – 2500 msnm.
Balsilla	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Tiliaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 2500 msnm.

Acacia negra	<i>Acacia melanoxyton</i> R.Br.	Mimosaceae	Introducida y cultivada. Andes. 2000 – 3000 m.
Acacia blanca	<i>Acacia dealbata</i> Link	Mimosaceae	Introducida y cultivada. Andes. 1800 – 3000 m.
Flor de novia	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	Agavaceae	Cultivada. Costa y Andes. 0 – 500 m. y 2000 – 2500 m.
Ficus	<i>Ficus benjaminea</i> L.	Moraceae	Introducida y cultivada. 0 – 3000 msnm.
Nanume	<i>Mimosa townsendii</i> Barneby	Mimosaceae	Introducida y cultivada. 1000 – 28000 msnm.

### Especies “llamadoras” de agua y/o protectoras de vertientes

En la provincia de Loja los pobladores mantienen la tradición de cuidar algunas especies vegetales que tienen la capacidad de “cuidar” el agua, esto tiene un arraigo muy importante y también una verdad técnica, que es debido a las raíces de las plantas dejadas y cuidadas para este fin, tienen raíces muy largas que buscan reservas subterráneas de agua, que luego las raíces por capilaridad hacen que suba hacia la superficie del suelo, logrando de esta manera la presencia de ojos o nacientes de agua.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Habitat Distribución
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	Salicaceae	Nativa y cultivada. Costa y Andes. 0 – 3000 m.
Sauce lloron	<i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae	Cultivado. Andes. 2500 – 3000 m.
Higuerón, Yamiro	<i>Ficus insipida</i> Will	Moraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 m.
Higuerón, Yamiro	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Moraceae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 1000 m.
Paltón	<i>Persea caerulea</i> (R. & P.) Mez.	Lauraceae	Nativa. Costa y Andes 500 – 1000 m.
Sanguilamo	<i>Styrax subargentea</i> Sleumer	Styracaceae	Nativa de los Andes. 1200 a 2000 msnm
Santotome	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phitolacaeae	Nativa. Costa y Amazonía. 0 – 500 m. y 2000 – 2500 m.
Camacho	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L) Schott.	Araceae	
Guadúa	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Poaceae	Nativa. Costa, Andes y Amazonía. 0 – 1500 m.

## CONSIDERACIONES FINALES

Las especies vegetales ayudan a localizar sitios con problemas ambientales, esto es una buena opción para luego profundizar los estudios e implementar acciones de recuperación y/o remediación.

Las especies vegetales debido a su rápida reacción son un excelente instrumento que correctamente aplicado y monitoreado podría dar las pautas para usar estas plantas en proyectos de recuperación y biorremediación, etc.

La respuesta fisiológica de las plantas como: el crecimiento exuberante, el cambio de coloración, la falta de fructificación son manifestaciones muy importantes que podrían estudiarse para definir con exactitud la indicación de un problema en particular. Entonces resulta un método rápido, fácil y barato.

Los pobladores del campo conocen las plantas que tienen estos usos particulares y con mucha propiedad usan las plantas para solucionar varios de sus problemas ambientales.

## LITERATURA CITADA

EDERRA A. 1997. Botánica Ambiental Aplicada. Las plantas y el equilibrio ecológico de nuestra tierra. Ediciones Universidad de Navarra S.A. Pamplona, España. 205 p.

IZCO J. 2004. Nomenclatura de plantas y comunidades vegetales. En Botánica. Eds: Izco J. E. Barreno, M. Bruges, M Costa, J. Devesa, F. Fernandez, F. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera y B. Valdes. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. Pp. 33-40.

JORGENSEN P. S. LEÓN YANEZ 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press. Missouri. San Luis. EUA. 1181 p.

ULLOA ULLOA C. Y P. JORGENSEN 1993. Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. AAU Reports 30. Universidad de Aarhus, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 260 p.

# EXPERIENCIAS DE PROPAGACIÓN ASEXUAL EN ESPECIES FORESTALES EN LA PROVINCIA DE LOJA

*Manuel Quizhpe Córdova<sup>1\*</sup> y Hugo Sáenz Figueroa<sup>2</sup>*

## INTRODUCCIÓN

El mejoramiento de los cultivos por la mano del hombre no es una práctica nueva. De hecho, desde los comienzos de la agricultura el hombre aprendió que podía obtener nuevas plantas con características que les resultaban más útiles y beneficiosas. La actividad agrícola continuó su desarrollo a medida que el hombre comenzó a mejorar las características de las plantas para su beneficio, y las adaptó a las condiciones climáticas y a las características del suelo. Así aprendió que podía obtener plantas mejoradas a partir del cruzamiento de dos tipos de progenitores con buenas características, o a partir de segmentos de una única planta.

La formación de nuevas plantas a partir de dos progenitores constituye el proceso de reproducción sexual. Cada progenitor aporta sus gametas (células sexuales) que se unen y forman la cigota, la primera célula del nuevo individuo que contará con una combinación de material genético

de ambos progenitores. De este modo, los descendientes pueden heredar una combinación de rasgos que le ofrecen ciertas ventajas adaptativas en diferentes condiciones ambientales.

A diferencia de la reproducción sexual, que aporta gran diversidad a la descendencia, la reproducción asexual se caracteriza por la presencia de un único progenitor que se divide, y da origen a individuos genéticamente idénticos al progenitor y entre sí. Este tipo de reproducción se utiliza para obtener plantas que son copias (clones) de la planta original seleccionada por sus buenas características.

La reproducción asexual, o sea, utilizando partes vegetativas de una planta original, es posible realizarla porque cada célula vegetal contiene las características genéticas necesarias para generar una nueva planta.

<sup>1,2</sup> Profesores Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja.

\* Autor para correspondencia

Una reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces y tallos adventicios o por medio de la unión de partes vegetativas o injertos. Asimismo, las estacas y acodos tienen capacidad para formar raíces, pudiendo constituir un nuevo sistema de brotaciones. Las hojas también pueden regenerar tanto raíces como tallos, además es posible injertar entre sí una nueva raíz y un tallo para formar una sola planta.

Es conocido que de una célula individual se pueden iniciar nuevas plantas, sea de forma adventicia en plantas completas o en sistemas de cultivo aséptico.

## LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA

La propagación vegetativa, consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, aprovechando que estas porciones tienen capacidad de formar nuevas raíces dando origen a una nueva planta (Hartmann y Kester 1997). Muchas plantas no producen semillas, o si producen éstas son vanas, y la vía asexual es el único medio de propagación.

### Secuencia del Proceso de Producción a partir de Material Vegetativo.

El uso práctico de los métodos de propagación vegetativa, se basa en dos consideraciones biológicas:

- El mantenimiento de la misma condición fisiológica del árbol padre en su descendencia.
- El mantenimiento de una constancia genética, es decir, que el descendiente es genéticamente idéntico al árbol padre.

### La propagación vegetativa se justifica en casos de:

- Establecer huertos semilleros.
- Establecer bancos clonales, donde se efectúan trabajos de polinización dirigida, por la facilidad de tener flores a poca altura.
- Propagar especies amenazadas de extinción, que

no tienen capacidad de producir semillas.

- Conservación del germoplasma amenazado a desaparecer.
- Propagar plantas seleccionadas a gran escala.

### Su utilidad depende entre otros factores de:

- Facilidad de manipulación de las especies: muchas son difíciles de propagar vegetativamente, mientras que otras son muy fáciles.
- Control del desarrollo de las partes propagadas.
- El ciclo asexual se inicia desde que se separa una porción de la planta y se regenera de ella una nueva planta. Cualquier parte de una planta, en cualquier fase de su ciclo, puede escogerse como material inicial:
  - Fase vegetativa: comprende el crecimiento de la planta por alargamiento de raíces, tallos, ramas y hojas. Las plantas de este tipo, cuando llegan a su fase adulta, responden con facilidad a los estímulos de floración.
  - Fase reproductiva: finaliza el crecimiento de los tallos y raíces y los puntos de crecimiento se diferencian en yemas florales, que finalmente producen flores, frutos y semillas.

La clonación de plantas existe hace miles de años, los agricultores y floricultores la practican desde hace muchos años para la producción de plantas ornamentales y alimenticias que son copias del progenitor. En la actualidad una gran cantidad de plantas de valor comercial, como las bananas, uvas y naranjas sin semilla, entre muchas otras, han perdido la capacidad de producir semillas y deben ser propagadas por procesos de reproducción asexual.

Resumen de las variadas formas que puede utilizar el hombre para reproducir asexualmente una planta y obtener copias idénticas o clones (Hartman y Kester 1997)

**a. La multiplicación vegetativa.**

La multiplicación o propagación vegetativa es posible, ya que cada una de las células de un vegetal, posee la capacidad de multiplicarse, diferenciarse y generar un nuevo individuo idéntico al original. A esta característica se la denomina totipotencialidad.

Por ejemplo, la multiplicación se produce a partir de las partes vegetativas de la planta, como las yemas, hojas, raíces o tallos que conservan la potencialidad de multiplicarse para generar nuevos tallos y raíces a partir de un grupo de pocas células.

La multiplicación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, como la propagación por gajos o segmentos de plantas, hasta procedimientos más complejos como es el cultivo de tejidos in vitro.

**b. Propagación a partir de Esquejes, Estolones, Rizomas o Tubérculos.**

Diferentes segmentos de las plantas que conservan la potencialidad de enraizar (Hartman y Kester 1997)

- **Esquejes.** Muchos árboles y arbustos cultivados, son reproducidos a partir de esquejes o segmentos de tallos que, cuando se los coloca en agua o tierra húmeda, desarrollan raíces en sus extremos. Uno de los ejemplos más conocidos es el árbol de sauce que tiene una gran capacidad para formar raíces y crecer. Los esquejes pueden ser también de hojas, como los que se utilizan en la reproducción asexual de la begonia.
- **Estolones.** Muchas plantas, como la fresa y la frutilla, desarrollan tallos delgados, largos y horizontales, llamados estolones. Éstos crecen muchos centímetros a ras de la tierra y producen raíces adventicias que, en cada nudo, dan origen a una nueva planta erguida. También hay distintos tipos de pastos, como el gramón y el trébol blanco que se reproducen de esta forma.

- **Rizomas.** Otras plantas se extienden por medio de tallos denominados rizomas, que crecen bajo la superficie de la tierra. Muchas plantas aromáticas como el jengibre, menta, orégano, estragón y romero se reproducen a través de rizomas. Algunas malezas como la “pata de tero” y otras consideradas como plagas, son muy difíciles de controlar porque se extienden también por medio de estolones o rizomas.
- **Tubérculos.** Los tubérculos son tallos subterráneos engrosados por acumulación de sustancias alimenticias, y sirven también como medio de reproducción. Ejemplos típicos de tubérculos son las papas y las batatas. Algunas de las variedades de papa que se cultivan casi nunca producen semillas, y deben ser propagadas plantando un trozo de tubérculo que tenga una yema u “ojo” del cual surgirán nuevas raíces y tallos. De esta forma se origina una nueva planta de papa, genéticamente idéntica a la que le dio origen.

**c. Propagación por Injertos.**

El injerto es la unión del tallo de una planta, con el tallo o raíz de otra, con el fin de que se establezca continuidad en los flujos de savia bruta y savia elaborada, entre el tallo receptor y el injertado. El tallo injertado forma un tejido de cicatrización junto con el tallo receptor y queda perfectamente unido a él pudiendo reiniciar su crecimiento y producir hojas, ramas y flores. Esta técnica es muy antigua y ya era practicada por los horticultores chinos desde tiempos remotos. Tiene grandes ventajas, sobre todo para el cultivo de árboles frutales, pues permite utilizar como base de injerto plantas ya establecidas que sean resistentes a condiciones desfavorables y enfermedades, utilizándolas como receptoras de injertos de plantas más productivas y con frutos de mejor calidad y mayor producción.

Una de las industrias que recurren con mayor frecuencia a esta técnica es la vitivinicultura o cultivo de la vid para mejorar la producción

de viñedos. Con gran frecuencia las plantas productoras de uvas de baja calidad, pero muy resistentes a la sequía y a las enfermedades, son injertadas con segmentos de vides de alta producción y calidad.

**d. Propagación de tejidos vegetales en cultivo in vitro.**

El cultivo de tejidos consiste en aislar una porción de la planta (explanto) y proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial de regenerar una planta nueva. Estas técnicas se realizan en el laboratorio en recipientes de vidrio (in vitro), en condiciones de asepsia para mantener los cultivos libres de contaminación microbiana. Las plantas se desarrollan en un medio de cultivo que está compuesto por macronutrientes, micronutrientes, gelificantes y compuestos orgánicos tales como hidratos de carbono, vitaminas, aminoácidos y reguladores del crecimiento. Así, se puede lograr la propagación masiva de plantas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de microbios.

**e. La Apomixis.**

La apomixis es un recurso muy útil para la agricultura, por el cual se obtienen plantas genéticamente iguales a la planta madre a través de la propagación por semilla sin que haya ocurrido fecundación de la gameta femenina. Por lo tanto, las semillas apomípticas contienen embriones cuyo origen es totalmente materno. Actualmente, la propagación por apomixis está tomando más fuerza ya que representa una forma de clonación de plantas a través de semillas, que brinda la oportunidad a los agricultores de desarrollar nuevos y únicos cultivares de especies.

Aunque las causas de la formación del embrión sin fecundación sean aún difíciles de determinar, la apomixis constituye una forma de reproducción de especies que asegura un mejor control en la producción. Debido a que

no hay intercambio de material genético, la apomixis permite la reproducción de especies con características favorables, resaltando su eficiencia y la producción de semillas de alta calidad. Es decir que esta técnica combina las ventajas de la propagación por semilla (por fecundación) y los métodos de propagación vegetativa.

**1. Formas de propagación en especies forestales.**

La reproducción asexual de especies forestales se puede realizar por medio de estacas, esquejes, brotes, injertos, acodos, etc. (Vásquez et al. 1997). A continuación se describen algunas de estas formas de reproducción:

**Estacas.-** Son porciones de una rama, que puede variar en grado de lignificación (Estacas semi-leñosas, leñosas y herbáceas), diámetro, tamaño (estacones, estacas) y ubicación relativa dentro de la rama. Las estacas toman nombres diferentes según sus características:

Estacas con raíces preformadas: Son las que presentan chinchones, visibles a simple vista. Estos chinchones son raíces adventicias en proceso de formación, por ejemplo: en las estacada de los alisos (*Alnus* sp.).

Estacas sin raíces preformadas: Las estacas no presentan chinchones visibles, por ejemplo: las estacas de álamos (*Populus* sp.).

**Esquejes.-** Es la parte apical de una rama generalmente poco lignificada, que puede presentar raíces preformadas o estar ausentes. Muchos árboles y arbustos cultivados, son reproducidos a partir de esquejes o segmentos de tallos que, cuando se los coloca en agua o tierra húmeda, desarrollan raíces en sus extremos. Uno de los ejemplos más conocidos es el árbol de sauce que tiene una gran capacidad para formar raíces y crecer. Los esquejes pueden ser también de hoja, como los que se utilizan en la reproducción asexual de la begonia.

**Acodos.**- Es la forma de producción que consiste en lograr el desarrollo de nuevas plantas, pero unidas a la planta madre. Una vez independizadas, las nuevas plantas se instalan en campo definitivo. Para propagar especies forestales se utilizan los siguientes tipos de acodos:

**Acodo simple:** Consiste en doblar una rama de la planta madre, formar una curvatura enterrándola con suelo suelto; la parte enterrada emite raíces, luego se corta separando la rama enraizada de la planta madre, logrando una nueva planta.

**Acodo aéreo:** Consiste en desprender un anillo de corteza de una rama delgada y rodear este anillo con sustrato, a fin de obligar a la rama a echar raíces en dicho punto. Muchas especies pueden multiplicarse por este tipo de acodo, inclusive los pinos.

**Acodo etiolado:** Consiste en practicar una poda o corte bajo a la planta madre, permitiendo la proliferación de rebrotes. Cuando éstos tienen hasta unos 15 a 20 cm de altura se los aporca. Esta acción permite que cada rebrote emita raíces basales, cuya aparición indica que se puede separar a las nuevas plantas. La planta madre puede ser juvenil, inclusive en pleno crecimiento en un vivero.

El aliso (*Alnus* sp.), y otras especies, se prestan para el acodo etiolado.

**Brotos.**- Los brotes son ramas tiernas con pleno crecimiento. En algunas especies pueden presentarse desde la parte basal del fuste, ejemplo: sauce mimbre (*Salix viminalis*) y quishuar (*Buddleja* sp.); o son rebrotes que proliferan luego de una poda basal, lateral o terminal, como sucede con el quishuar (*Buddleja* sp.), o aliso (*Alnus* sp.), eucalipto etc.

**Injertos.**- Consiste en colocar una yema o una ramilla con una lesión o corte provocado en la planta patrón de la misma especie o especies afines, para que suelde y siga creciendo. Es utilizado con fines de mejoramiento genético.

Para toda propagación vegetativa de especies forestales, se debe tomar las siguientes medidas:

- Conservar la humedad de la parte extraída,

evitando su exposición al sol y guardándola temporalmente con una envoltura húmeda. A veces es necesario reducir el número de hojas para reducir la evapotranspiración.

- Reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre su extracción y su plantación en la platabanda.

### Las fitohormonas.

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta (Ordoñez et al 2004). Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden. A veces un mismo factor produce efectos contrarios dependiendo del tejido en donde efectúa su respuesta. Esto podría deberse a la interacción con diferentes receptores, siendo éstos los que tendrían el papel más importante en la transducción de la señal.

Las plantas a nivel de sus tejidos también producen sustancias que disminuyen o inhiben el crecimiento, llamadas inhibidores vegetales. Sabemos que estas sustancias controlan la germinación de las semillas y la germinación de las plantas. Los hombres de ciencia han logrado producir sintéticamente hormonas o reguladores químicos, con los cuales han logrado aumentar o disminuir el crecimiento de las plantas.

Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

- Sinergismo: la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.

- Antagonismo: la presencia de una sustancia evita la acción de otra.
- Balance cuantitativo: la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra.

Tienen además, dos características distintivas de las hormonas animales:

- Ejercen efectos pleiotrópicos, actuando en numerosos procesos fisiológicos.
- Su síntesis no se relaciona con una glándula, sino que están presentes en casi todas las células y existe una variación cualitativa y cuantitativa según los órganos.

Las hormonas y las enzimas cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares. Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno.

Dentro de las que inhiben: el ácido abscísico, los inhibidores, morfactinas y retardantes del crecimiento, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

Otras hormonas vegetales conocidas:

- Auxinas.
- Citocininas o citoquininas.
- Florigenos.
- Giberelinas.
- Etileno.
- Acido abscísico.

En el cuadro 1 se presentan las síntesis de las investigaciones sobre Propagación de Especies Vegetales realizadas en la Universidad Nacional de Loja, desde 1993 al 2006.

Cuadro 1. Síntesis de las Investigaciones en Propagación de Especies

Autor	Proyecto	Especies utilizadas	Resultados
Chamba, José. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL. 2002.	Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la provincia de Loja	<i>Terminalia valverdeae</i> , <i>Loxopterygium huasango</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Geoffroea spinosa</i> , <i>Centrolobium ochroxylum</i> y <i>Myroxylum peruiferum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La germinación en laboratorio fue inferior a la obtenida en vivero. Los niveles de germinación en vivero fueron variables.</li> <li>• Las especie <i>Geoffroea spinosa</i> (95,3 %) y <i>Nyctrolobium ochroxylum</i> (86 %), las que mejor se propagaron.</li> <li>• En cuatro especies, a excepción de <i>Terminalia valverdeae</i>; los mejores niveles de germinación se obtuvieron sembrando semillas sin tratamiento.</li> <li>• En la <i>Terminalia valverdeae</i>, la germinación estuvo influenciada positivamente por el remojo en agua durante 72 horas, con lo cual se obtuvo un 21% de germinación, valor representativo, aunque es relativamente bajo.</li> <li>• En especie de <i>Loxopterygium huasango</i>, se logró mejor germinación con el remojo de las semillas en agua por 12 horas.</li> <li>• Las especies <i>Terminalia valverdeae</i> (12.25%), <i>Loxopterygium huasango</i> (24.5%) y <i>Bursera graveolens</i> (50.25%) alcanzaron bajos porcentajes de germinación, lo cual indica que son difíciles de propagarse por semillas.</li> <li>• El mayor desarrollo en altura, se observó en la especie de <i>Centrolobium ochroxylum</i>, con promedio de 37.1 cm en 90 días de permanencia en el vivero.</li> </ul>
Barrera Barrera, Pedro. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL. 1996.	Propagación de <i>Eritryna edulis</i> (Porotón), <i>Cytharexylum montana</i> (Choto), <i>Salvia</i> spp (Salvia), <i>Sambucus mexicana</i> (Tilo) y <i>Baccharis</i> spp (Olivo) para Cercos Vivos.	<i>Eritryna edulis</i> (Porotón), <i>Cytharexylum montana</i> (Choto), <i>Salvia</i> spp (Salvia), <i>Sambucus mexicana</i> (Tilo) y <i>Baccharis</i> spp (Olivo).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las especies de Choto, Salvia y Tilo, lograron resultados positivos en sobrevivencia, enraizamiento altura y rebrotes.</li> <li>• El tilo logró el mayor prendimiento y enraizamiento con el tratamiento sin encalladura con hormonagro I, 15 postes y 75 raíces, respectivamente.</li> <li>• El Choto alcanzó mayor rebrotamiento con el tratamiento sin encalladura con hormonagro I, 91 rebrotes.</li> <li>• La salvia alcanzó la mayor altura con el tratamiento sin encalladura, 81.6 cm de altura.</li> </ul>
Casillo Monserrath y Cueva Duval. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL.2006.	Propagación a Nivel de Invernadero y Estudio de Regeneración Natural de Dos Especies de Podocarpáceas en su Hábitat Natural.	<i>Prumnopitys montana</i> y <i>Podocarpus oleifolius</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El material vegetativo de procedente de la Reserva Comunal de Angashcola, mostró mejor respuesta frente al material obtenido de la Estación Científica San Francisco, se presume que las características fenotípicas del material, incidieron en el enraizamiento de las dos especies estudiadas.</li> <li>• Utilizando estacas, se logró enraizamiento promedio de 6.8% para <i>P. montana</i> y 2.4 % para <i>P. oleifolius</i>; con esquejes apicales, se obtuvo el 42% para <i>P. oleifolius</i> y 44% para <i>P. montana</i>, debido posiblemente a que este tipo de material vegetal contiene mayor potencial auxínico.</li> <li>• El mejor desarrollo de las dos especies, se obtuvo utilizando plántulas menores de 12 cm de altura, sustraídas de bosques de romerillos y, con coberturas de sombra de 25 y 50%.</li> <li>• El crecimiento en las Podocarpaceas es lento; el incremento promedio de las plántulas de <i>P. oleifolius</i> de regeneración natural en invernadero al año de evaluación fue de 6.1 cm en altura y 0.15 cm en diámetro y, para <i>P. montana</i> de 5.3 cm en altura y 0.17 cm en diámetro; mientras que bajo condiciones naturales, <i>P. oleifolius</i> tiene un crecimiento de 5.7 cm/año y <i>P. montana</i> crece 4 cm/ año.</li> <li>• La regeneración natural de <i>P. oleifolius</i>, tiene un porcentaje de sobrevivencia del 95 % en invernadero 66.5 % en el bosque; <i>P. montana</i> tiene el 97 % de sobrevivencia en invernadero y 60.98 % en el bosque, esta diferencia se debe principalmente, a que bajo invernadero se puede controlar las condiciones ambientales de humedad y temperatura.</li> </ul>

<p>Ríos S., Andrés; Ríos S., Alberto. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL. 2000.</p>	<p>Fenología y Propagación de Tres Podocarpaceas por Semillas y Estacas</p>	<p><i>Prumnopitys montana</i>, <i>Podocarpus oleifolius</i> y <i>Podocarpus</i> sp.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prumnopitys montana</i>, inicia su floración el 15 de agosto y declina a mediados de enero, se observa la mayor cantidad de flores en el mes de octubre; mientras que <i>Podocarpus oleifolius</i>, florece a mediados de septiembre y declina los primeros días de febrero, la mayor cantidad de flores se observa en el mes de diciembre. En cambio el <i>Podocarpus</i> sp. empieza a florecer los primeros días de agosto y declina la tercera semana de diciembre, la mayor producción de flores masculinas fue en octubre.</li> <li>• La fructificación del <i>Prumnopitys montana</i>, inicia el 15 de octubre y declina a mediados de febrero, la mayor producción de conos verdes en el mes de diciembre y, los conos maduros se produjeron más en el mes de marzo; el <i>Podocarpus oleifolius</i>, fructifica en los primeros días de noviembre y declina el 15 de marzo, la mayor producción de conos verdes y maduros, se observa en el mes de enero y marzo, respectivamente; en el <i>Podocarpus</i> sp, fructifica a mediados de septiembre y declina los primeros días de febrero, la mayor producción de conos verdes en el mes de noviembre y maduros en febrero.</li> <li>• En los arboles de las tres especies, el período de mayor producción de semillas son los meses de enero a marzo; dependiendo de las condiciones climáticas de cada año.</li> <li>• En la familia Podocarpaceae, existe la condición monoica optativa, se ha determinado que <i>Prumnopitys montana</i> y el <i>Podocarpus oleifolius</i>, son dioicos (órganos reproductores en diferentes individuos), mientras el <i>Podocarpus</i> sp, es monoica (posee ambos sexos en el mismo individuo). Las semillas de Podocarpaceae en el laboratorio no lograron germinar, con ninguno de los métodos sugeridos; en el vivero germinó solo el testigo, se obtuvo bajos porcentajes de germinación; el <i>Prumnopitys montana</i> obtuvo el 21.3%, el <i>Podocarpus</i> sp, el 15% y el <i>Podocarpus oleifolius</i>, presentó una germinación del 8.8%.</li> </ul>
<p>Sáenz Figueroa Hugo y Sánchez Luis Javier. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL. 1993.</p>	<p>Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales</p>	<p>Las especies utilizadas en este trabajo fueron: <i>Callistemus lanceolatus</i>, <i>Magnolia grandiflora</i>, <i>Chyonanthus pubescens</i>, <i>Platanus orientalis</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los brotes en las estacas de <i>Callistemus lanceolatus</i>, <i>Magnolia grandiflora</i>, <i>Chyonanthus pubescens</i>, posiblemente se debieron a las reservas que quedan en las estacas, al agotarse no pudieron sobrevivir.</li> <li>• La razón principal para que no enraizaran las estacas de <i>Callistemus lanceolatus</i>, <i>Magnolia grandiflora</i>, <i>Chyonanthus pubescens</i>, fue las condiciones de medio ambiente en las que se realizó nuestro trabajo, no se pudo controlar la temperatura y humedad atmosférica, que parece ser el factor principal a tomarse en cuenta.</li> <li>• El <i>Platanus orientalis</i>, fue la única especie en la que se logró resultados positivos en enraizamiento, esto es a los 90 y 180 días, cuando se realizó la primera y segunda evaluación, respectivamente.</li> <li>• En la longitud de raíces, hubo alguna significancia en la evaluación realizada a los 90 días, donde las estacas del tratamiento T1, tuvieron longitudes un poco mayor que el testigo, llegando a los 180 días-final del ensayo- donde la longitud de raíces fue más o menos igual en todos los tratamientos.</li> </ul>

<p>Solano Bayancela, Rodrigo A. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNL.2001.</p>	<p>Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa".</p>	<p><i>Cedrela montana</i> (Cedro), <i>Prumnopytis montana</i> (Romerillo), <i>Roupala obovata</i> (Roble andino), <i>Myrcianthes hallii</i> (Arrayán), <i>Macleania rupestris</i> (Joyapa), <i>Cinchona officinalis</i> (Cascarilla), <i>Nectandra laurel</i> Klotzch (Canelón) y <i>Delostoma integrifolia</i> D. Don (Guaylo).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La propagación por acodadura aérea en el <i>Cedrela montana</i>, debido a las características propias de la especie, resultó negativa.</li> <li>• En el <i>Prumnopytis montana</i>, la propagación por acodadura aérea resultó negativa, pero existen indicios de que pueda propagarse esta especie con esta metodología.</li> <li>• La propagación por acodadura aérea en el <i>Roupala obovata</i>, arrojó resultados negativos, porque los tallos de sus ramas presentan características muy leñosas, lo cual dificulta los procesos de proliferación y diferenciación celular.</li> <li>• El <i>Myrcianthes hallii</i>, presenta ciertos inconvenientes, porque posee tallos muy leñosos, un elevado porcentaje, llegó a formar el callo, luego se cicatrizan.</li> <li>• La <i>Macleania rupestris</i>, fue la especie que presentó mejores resultados, casi todos los acodos formaron buenos callos, un considerable número de raíces y de buen largo, se comprobó que esta especie no necesita de fitohormonas para propagar nuevas plantas por este método.</li> <li>• En la <i>Cinchona officinalis</i>, casi todos los acodos formaron callos, a pesar de haber logrado propagar una planta, ya es un éxito, pues durante décadas, en nuestro medio, se han estudiado métodos para la propagación de la cascarilla, todos con resultados negativos; la cantidad y calidad de raíces del sistema radicular, está en completa relación con el porcentaje de prendimiento.</li> <li>• El <i>Nectandra laurel</i> Klotzch, presentó un alto porcentaje de acodos con callos que no se diferenciaron, para que exista un buen prendimiento del acodo, al ser trasplantado, se necesita de un excelente sistema radicular, sumándose la necesidad de podar el exceso foliar, al momento de trasplantarlo.</li> <li>• En el <i>Delostoma integrifolia</i>, de los dos tratamientos que sobrevivieron hasta el final, nunca se diferenciaron debido a la falta de un bioestimulante o fitohormona. El porcentaje de prendimiento de esta especie está en relación con la calidad del sistema radicular, que en este caso, no es el número sino el tamaño.</li> <li>• En el <i>Delostoma integrifolia</i>, de los dos tratamientos que sobrevivieron hasta el final, nunca se diferenciaron debido a la falta de un bioestimulante o fitohormona. El porcentaje de prendimiento de esta especie está en relación con la calidad del sistema radicular, que en este caso, no es el número sino el tamaño.</li> <li>• Debido a la falta de estudios anteriores en nuestro medio, sobre esta temática, se cometió un error en el tamaño del experimento, por lo que muchas de las variables no se las pudo analizar estadísticamente sino fisiológicamente; se necesitó de una muestra mucho más grande, porque no se había previsto la realidad biológica de los acodos, nada tiene que ver con la interpretación matemática, que se le puede dar a los mismos. La adaptación o sobrevivencia de los acodos trasplantados al sustrato 1:1:1, propio para cada una de las especies, así tenemos, en el Cedro, Roble andino y <i>Podocarpus</i>, no se pudo determinar esta variable, ya que no se trasplantó ningún acodo. En el arrayán sobrevivieron 2 plantas; en la Joyapa 9 plantas; en la cascarilla 1; en el canelón 2 y, en el Guaylo 6 plantas.</li> </ul>
--	--	--	--

## CONSIDERACIONES GENERALES

En la propagación vegetativa de especies forestales, utilizando estacas, esquejes y acodos aéreos, se han obtenido resultados positivos.

Las especies leñosas presentan más dificultad para propagarse vegetativamente, por su consistencia que no permite enraizar fácilmente, las especies carnosas presentan mejores facilidades.

Las fitohormonas inciden parcialmente en la propagación vegetativa de especies forestales. La calidad del material vegetal recolectado guarda relación directa en la propagación asexual de especies forestales.

## LITERATURA CITADA

BARRERA P. 1996. Propagación de *Eritryna edulis* (Porotón), *Cytharexylum montana* (Choto), *Salvia* spp (Salvia), *Sambucus mexicana* (Tilo) y *Baccharis* spp (Oливо) para Cercos Vivos. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL.

CASTILLO M., Y D. CUEVAY 2006. Propagación a Nivel de Invernadero y Estudio de Regeneración Natural de Dos Especies de Podocarpáceas en su Hábitat Natural. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL.

CHAMBA J. 2002. Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la provincia de Loja. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL.

GRUPO LATYINO EDITORES. Manual de Reforestación. Impreso en Colombia.

HARTMANN T., D. KESTER, T. DAVIES, Y R. GENEVE 1997. Plan propagation. Principles and practices. 6th Ed. New York.

MANUAL DEL EXTENSIONISTA ANDINO, 1994. Proyecto Regional FAO-Holanda. Desarrollo Forestal Participativo. Quito.

ORDÓÑEZ O., C. SAMANIEGO Y M. MOROCHO 2006. Fuentes Semilleras de Especies Nativas de Loja y Cañar. Boletín Técnico. Loja-Ecuador.

ORDÓÑEZ L., Y M.V. ARBELÁEZ 2004. Manual de Semillas Forestales Nativas del Ecuador y Norte del Perú. Quito – Ecuador.

RÍOS A., Y A. RÍOS 2000. Fenología y Propagación de Tres Podocarpáceas por Semillas y Estacas. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL.

ROJAS F. 2006. Viveros Forestales. Costa Rica.

SÁENZ FIGUEROA H. Y L.J. SÁNCHEZ 1993. Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales. Tesis de Grado de Ingeniero Forestal. UNL

SOLANO R. 2001. Propagación por Acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa". Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNL.

TRUJILLO E. Guía de Reforestación. Producción en Vivero. Guía de Plantación y Manejo Silvicultural Bogotá-Colombia.

VÁSQUEZ C., A. OROZCO, M. ROJAS, E. SÁNCHEZ, Y V. CERVANTES. 1997. La reproducción de plantas: semillas y meristemas. Fondo de Cultura Económica, México.





## ECOLOGIA FORESTAL

### Revista de la Carrera de Ingeniería Forestal

#### CONTENIDO

##### Investigación

- Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático
- Estudio comparativo de métodos para la estimación de índice de área foliar en áreas de pastizales abandonados
- Diversidad de anfibios y reptiles de un bosque seco en el sur occidente del Ecuador
- Evaluación del efecto de la inoculación con hongos micorrízicos en la propagación de *alnus acuminata* y *morella pubescens*.
- Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur occidente del Parque Nacional Podocarpus.
- Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la quinta el Padmi, Zamora Chinchipe
- Crecimiento inicial de *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana* con fines de rehabilitación de áreas abandonadas.
- Germinación de *Ficus insípida*, especie protectora de vertientes de agua en el cantón Paltas
- Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la ECSF.
- Anatomía macroscópica y características físicas de siete especies maderables.

##### Revisiones

- Trayectoria Académica de la Carrera de Ingeniería Forestal
- Calentamiento Global y sus implicaciones en el Ecuador
- Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas

