

ISSN: 1390-6135



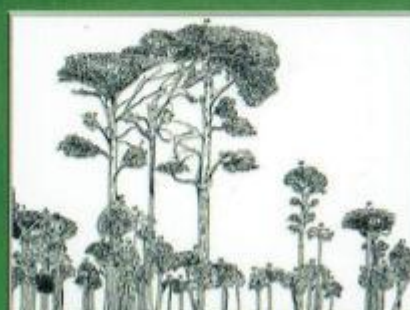
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ECOLOGÍA FORESTAL

REVISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



Volumen 1, No. 1, Loja, Ecuador 2010





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. Victor Vicente Regalado Valarezo
DIRECTOR EDITORIAL UNIVERSITARIA

CONTENIDO

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

Anatomía macroscópica y algunas características físicas de siete especies maderables de pie de monte de la zona alta de la Cuenca del río Puyango <i>Héctor Maza Chamba</i>	100
REVISIONES	
Trayectoria Académica de la Carrera de Ingeniería Forestal <i>Napoleón López Tandazo</i>	112
Calentamiento Global y sus implicaciones en el Ecuador <i>Nikolay Aguirre Zhofre Aguirre y Tatiana Ojeda</i>	119
Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas <i>Zhofre Aguirre M. y Cristhian Aguirre</i>	125
Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja <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 CO₂, 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 Eguiguren¹, Tatiana Ojeda¹ y Nikolay Aguirre^{2}*

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 1m² (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

¹ Investigadores del Proyecto MICCAMBIO, Universidad Nacional de Loja

² 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 GLORIA¹ 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 piloto² 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 m² (Eguiguren y Ojeda 2009).

¹ Iniciativa para la investigación del seguimiento global de los ambientes alpinos.

² 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.

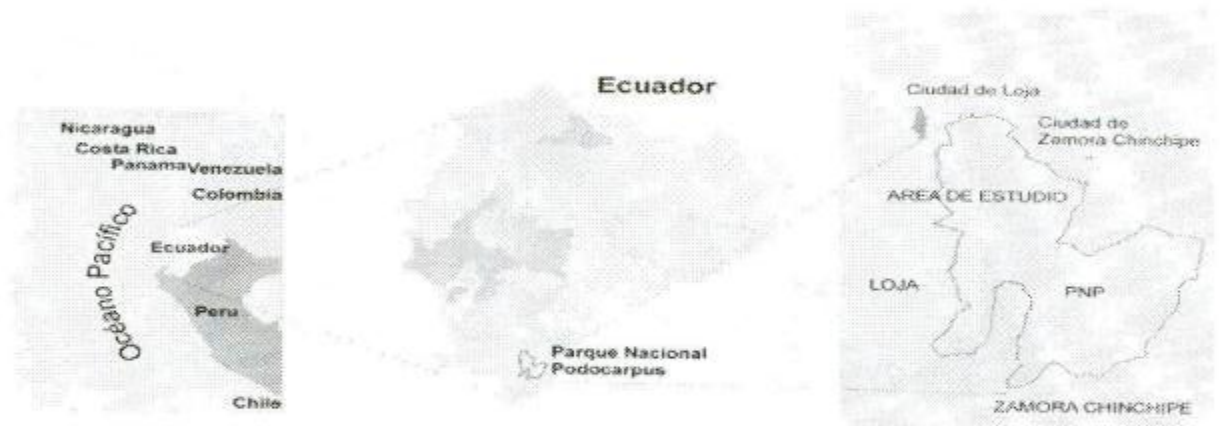


Figura 1. Ubicación espacial del PNP en la Región Sur del Ecuador, el recuadro rojo señala la zona piloto.

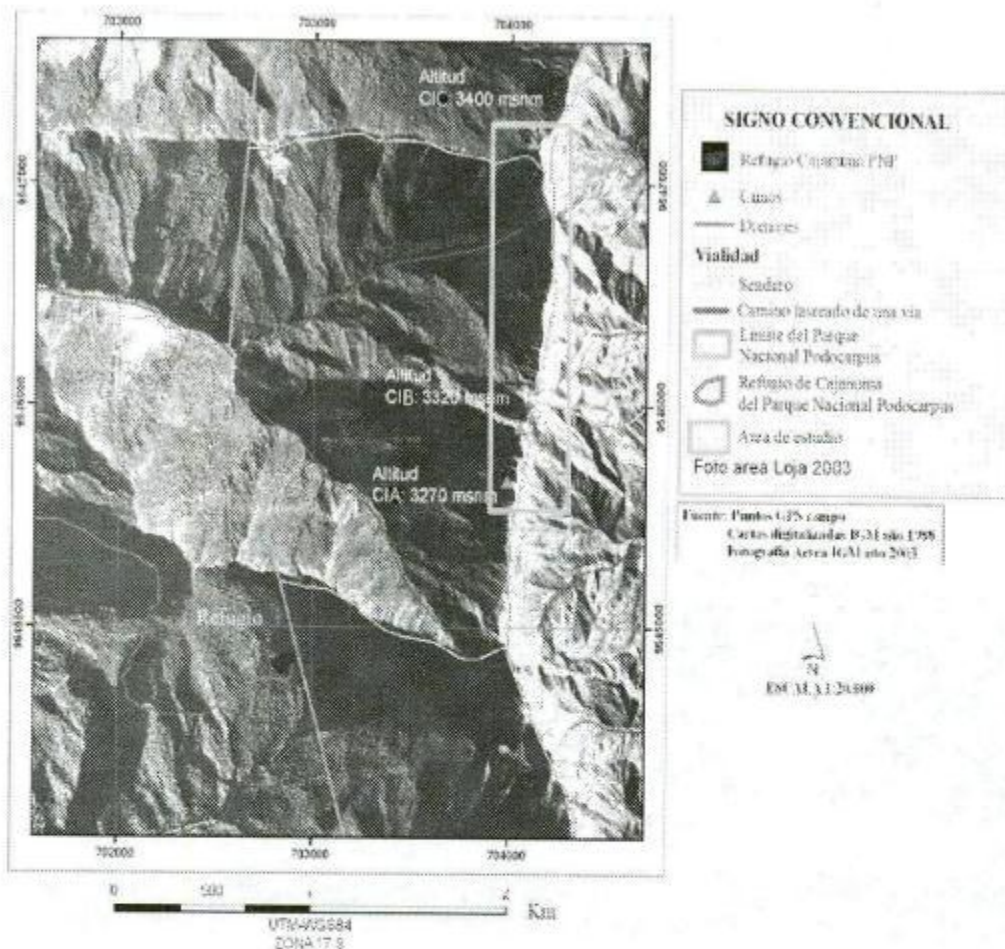


Figura 2. Mapa en tercera dimensión de la ubicación de las tres cimas que conforman la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, donde se observa que están situadas en una misma dirección con respecto a las condiciones orográficas del sector en el filo de la cordillera oriental de los Andes.

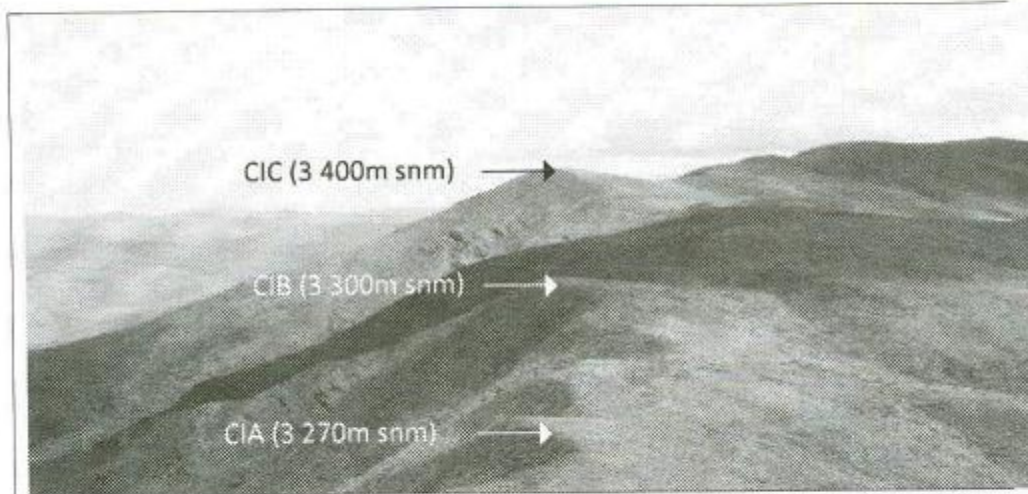


Figura 2b. Localización y distribución de las cimas de la zona piloto, donde se aprecia su posición a lo largo de la gradiente altitudinal del páramo.

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 cumbre³;

cada parcela está dividida en nueve cuadrantes de 1m², 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.

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

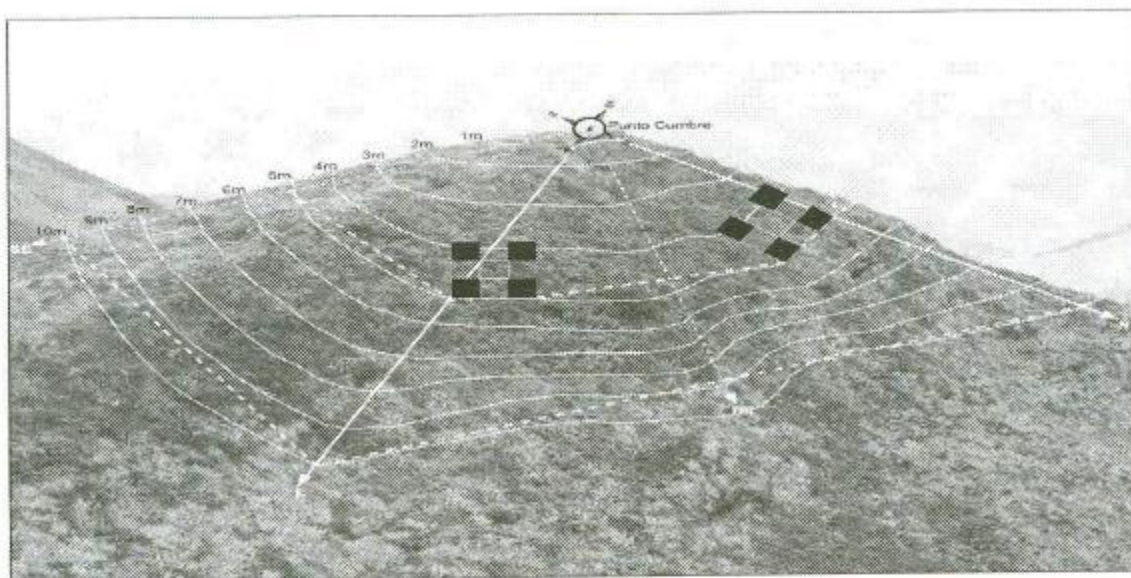


Figura 3. Vista lateral de una cima, con las curvas de nivel y diseño del muestreo esquemático, los cuadrantes de negro, representan las parcelas permanentes.

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.

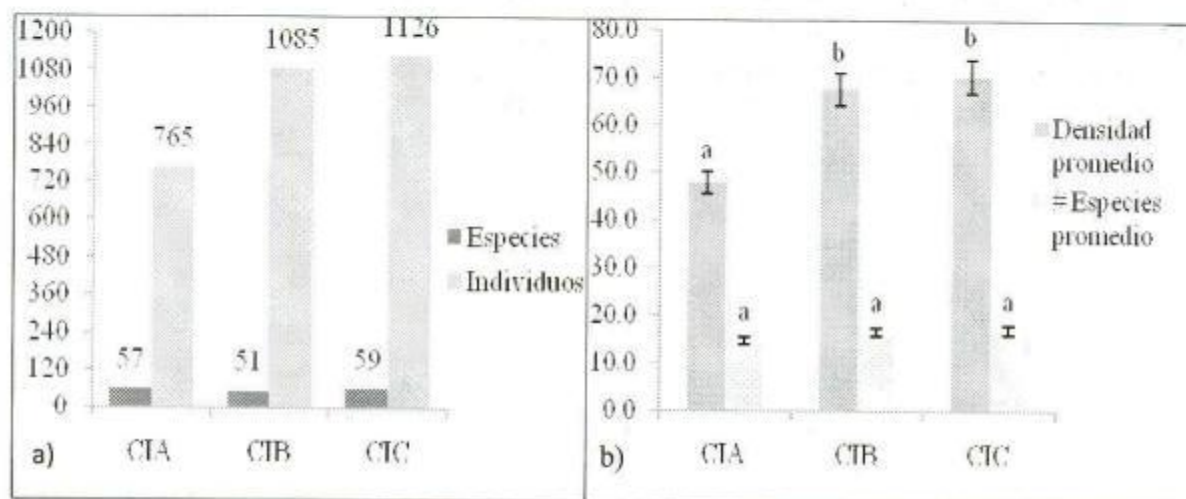


Figura 4. a) Número especies e individuos de cada cima de la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, b) Densidad y riqueza específica promedio de cada cima, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=16, letras iguales indican la inexistencia de diferencias significativas (Test Tukey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

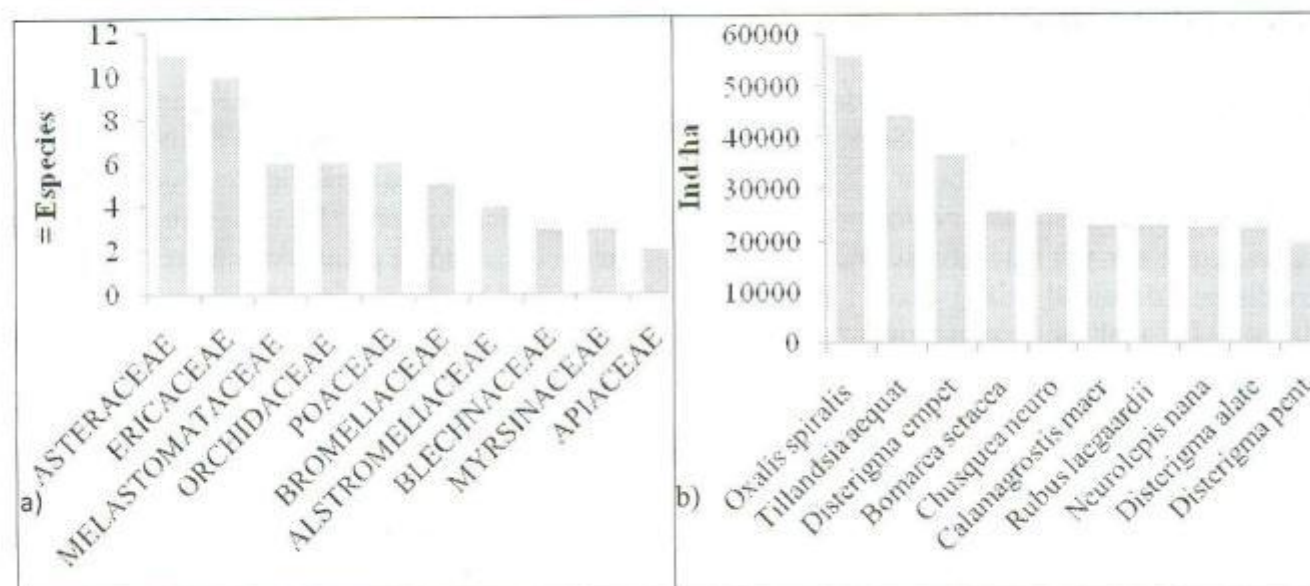


Figura 5. a) Diversidad de las 10 familias con mayor número de especies en la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus, b) Densidad de las 10 especies con mayor número de individuos/ha de la zona piloto del Parque Nacional Podocarpus.

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 m², 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 descende 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 m² (94), mientras que la dirección que menor densidad presenta es la Norte con 59 individuos por m² (ver Figura 6b).

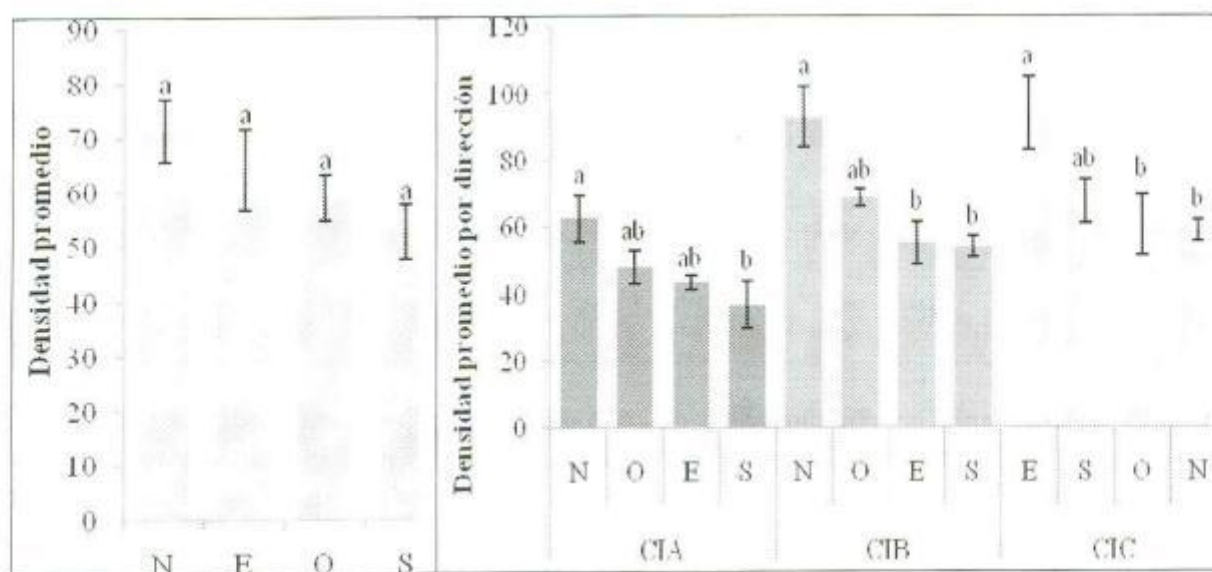


Figura 6. a) Densidad promedio entre direcciones de todas las cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=12; b) Densidad promedio entre direcciones dentro de cada cima, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=4, en ambos casos letras iguales indican la inexistencia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

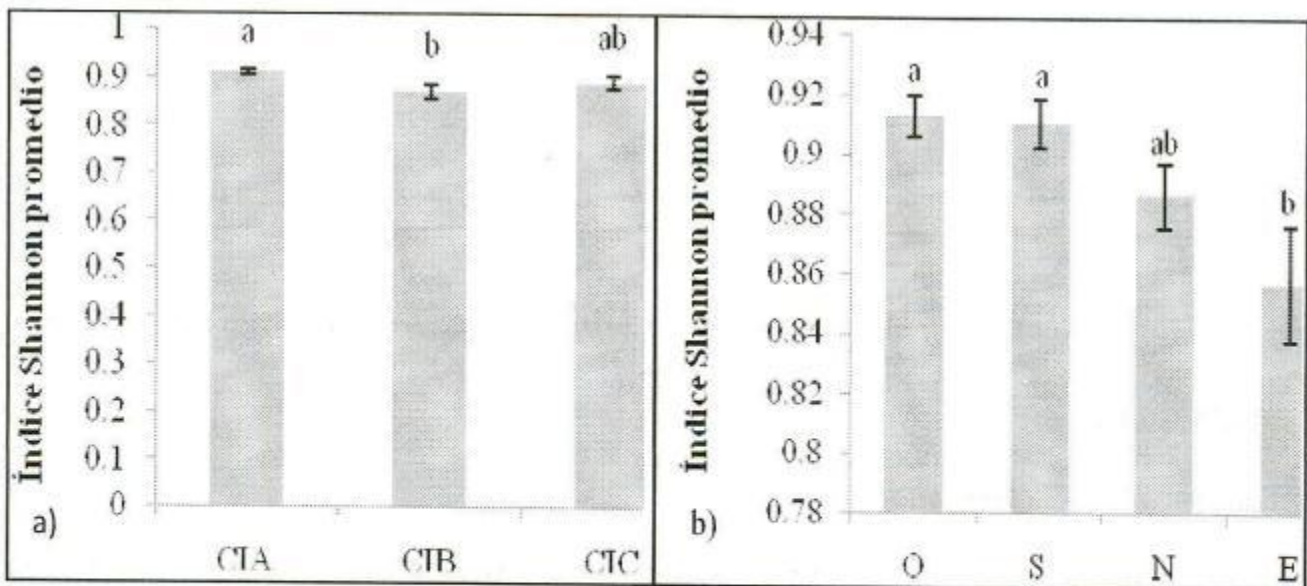


Figura 7. a) Índice de diversidad de Shannon promedio entre cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=16; b) Índice de diversidad de Shannon promedio entre direcciones de todas las cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=12, en ambos casos letras iguales 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 similaridad entre ellas (ver Figura 8).

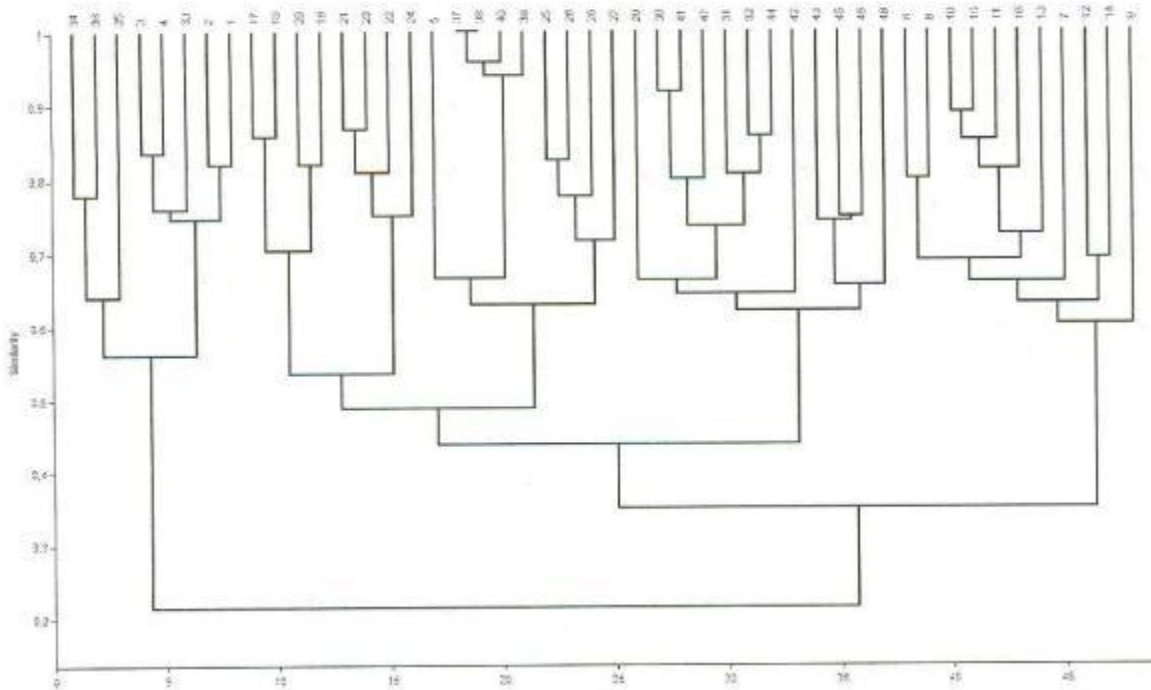


Figura 8. Análisis clúster para la determinación de similitudes entre cimas (Índice de Simpson).

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 m² 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 Amaluza (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 m², 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. (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. (Consultado Enero 20, 2010).

BECKING M. 2004. Sistema microregional de conservación Podocarpus. Tejiendo (micro) corredores de conservación hacia la cogestión 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 (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. (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.

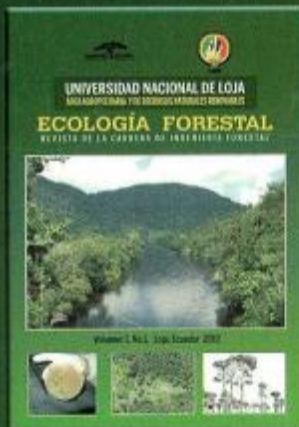
ERSCHBAMER B., M. MALLAUN Y P. UNTERLUGGAUER 2006. Plant diversity along

- altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). Disponible en: www.gloria.ac.at (Consultado Enero 14, 2010)
- FAO 2009. Revista internacional de silvicultura en industrias forestales. Volumen 60. Disponible en: 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. (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 (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 (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 (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 (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 (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 (Consultado febrero 05, 2010).
- SKLENÁŘ P. Y P. JØRGENSEN 1999. Distribution patterns of paramo plants in Ecuador. Disponible en: 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).

ECOLOGÍA FORESTAL

REVISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA 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 ECSE.
- ⊗ 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.
- ⊗ Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja.



IMPRESO EN LA EDITORIAL UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
TELEFAX: 072573914
EMAIL: diredit@unl.edu.ec

Universidad Nacional de Loja
RESOLUCIÓN: 003-CONEA-2010-111-DC

