

Diversidad florística del bosque montano en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus, Sur del Ecuador y su influencia en la flora pionera en deslizamientos naturales

Montane forest diversity influencing pioneer flora on natural landslides at the Western side of Podocarpus National Park, South Ecuador

Pablo LOZANO C. ¹, Rainer W. BUSSMANN² y Manfred KÜPPERS¹

¹Universität Hohenheim, Fakultät Naturwissenschaften, Institut für Botanik y Botanischer Garten, Garbenstr. 30, 70593. Stuttgart, Deutschland y ²William L. Brown Center for Plant Genetic Resources (WLBC), Missouri Botanical Garden. P.O. Box 299, Saint Louis, Missouri. 63166-0299 U. S. A.

E-mails: pablo_lozano@hotmail.com; rainer.bussmann@mobot.org y koppers@uni-hohenheim.de

 Autor para correspondencia

Recibido: 16/09/2007 Fin de primer arbitraje: 28/10/2007 Primera revisión recibida: 05/11/2007
Fin de segundo arbitraje: 19/11/2007 Segunda revisión recibida: 26/11/2007 Aceptado: 30/11/2007

RESUMEN

El estudio realizó una comparación de la diversidad de los bosques montanos y su influencia en la recuperación de áreas disturbadas por impactos naturales, como son los deslizamientos en la gradiente altitudinal (2.100 a 3.400 m). En estos bosques se registraron 412 especies de plantas, pertenecientes a 185 géneros de 75 familias, con un alto endemismo de 52 especies. En los deslizamientos naturales se registró 218 especies correspondientes a 180 géneros y 51 familias, la mayor diversidad se agrupa a los 2.700 m. Los análisis de suelos se realizaron en la misma gradiente altitudinal, con una profundidad promedio de 60 cm en bosques y de 20 cm en deslizamientos. Los horizontes principales son: Dystrupepts que son suelos rojos o pardo amarillentos, con arcilla tipo kaolinita y goethita. Suelos con epipedón muy negro en áreas húmedas y frías y más claro en áreas más bajas. En altitudes entre 3.000 y 3.400 m., son Cryaquets, suelos ricos en materia orgánica. Mientras que los suelos en deslizamientos son muy ácidos, el contenido de nitrógeno es medio a muy alto, el fósforo y potasio son bajos y medianos respectivamente. El análisis de afinidad florística TWINSPAN ordenó a las 170 parcelas de deslizamientos y 19 de bosque en tres comunidades vegetales y 13 unidades de paisaje. Mientras que el análisis físico ambiental CANOCO, determinó que la comunidad I, está determinada por alto contenido de materia orgánica, la comunidad II la rige la acidez y la exposición, y la comunidad III está influenciada por suelos arcillo limosos.

Palabras clave: Diversidad florística, deslizamientos, suelos, recolonización, ordenación vegetal

ABSTRACT

The present study comprises a comparison of the biodiversity of montane forests and its influence on natural disturbances, especially landslides. A total of 412 plant species, belonging to 185 genera and 75 families were registered in natural forests. A high endemism, with 58 endemic species, was found in the montane forest and paramo "ecotone" between 2600-2800 m, and around 3200m. Natural landslides were colonized by 218 species of 180 genera and 51 families. The main species diversity was grouped around 2700 m. Five different soil profiles with a median depth of 60 cm were dug. They contained three main types: Dystrupepts, reddish to yellowish soil with high kaolinitic and goethitic clay content, sometimes with gibbsite. Blackish soils, especially in humid, cold areas, of lighter color in humid areas of lower zones. Crayquets, rich in organic matter, were encountered at altitudes from 3000 - 3400 m. The soils of landslides were very acidic, with medium to very high nitrogen content, and median to low content of phosphorous and potassium. The TWINSPAN analysis of floristic affinity arranged the 170 landslide and 19 natural vegetation plots into three vegetation communities with 13 landscape units. A CANOCO analysis indicated that community I was determined by a high content soil organic matter and comprised undisturbed vegetation. Community II was delineated according to its soil acidity, exposition, and sandy-clay soils, and included mostly disturbed vegetation types at lower altitudes as well as two forest areas in Cajanuma (at 2500 m, wetern slopes) and Sabanilla (2800 m, estaren slopes). Community III was delineated by its clay soils and concentrated on the western side of the research area, including the forests of San Francisco at 2100 m. Colonization on both sides of the Andean chain is patchy, with different forest types functioning as genetic reservoirs for colonization. At this point the influence of the soil seed banks has not been studied.

Key words: Floristic diversity, landslides, soils, recolonization, vegetation analysis

INTRODUCCIÓN

El sur del Ecuador es un área donde la cordillera de los Andes presenta su más baja distribución altitudinal, conocida como la deflexión de Huancabamba, su geología se compone de un volcanismo antiguo pre-Cretáceo a Terciario (Herbario, 2000). En esta zona se ubica el macizo del Parque Nacional Podocarpus (PNP), el cual forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador y es la única área de conservación al sur del país con una superficie de 146.280 hectáreas, con rangos altitudinales que van desde los 960 a los 3.800 m. (Madsen, 1992).

Los bosques nublados y páramos del PNP, tienen un registro de precipitación entre 2.000 a 4.000 mm, no obstante datos recientes señalan los 5.000 mm, en San Francisco zona nor-oriental del PNP (Bussmann, 2002), al igual que en Cajanuma 5.000 mm, zona nor-occidente del PNP (Keating, 1995). Richter (2003), señala incluso precipitaciones mayores a 6.000 mm, indicando que probablemente son los páramos y bosques nublados más húmedos del Ecuador. Este fenómeno se debe a la convergencia intertropical de masas de aire húmeda, con un promedio de humedad de 75 a 80% (Luteyn, 1999), condiciones que favorecen a la diversidad de especies (Bussmann, 2001) y endemismo (Lozano *et al.*, 2003), mientras que más al sur las condiciones se vuelven más secas Luteyn (1999); Richter (2003).

El Parque Podocarpus está situado donde se sobrepone los centros de endemismo de los Andes del norte y Tumbes. Según Madsen, 1992, desde el punto de vista florístico se estiman entre 3.000 a 4.000 el número de especies de plantas vasculares presentes en el área del Podocarpus; siendo el bosque nublado uno de los más ricos en especies de árboles conocidos en el Ecuador; en Cajanuma a 2.800 m, se encontraron 70 especies de árboles. Datos existentes de (Herbario LOJA, 2000; Jørgensen y Ulloa, 1996), señalan que la composición de los bosques nublados y páramos del sur, son muy particulares y diferentes a las formaciones del norte del país. Un alto epifitismo fue registrado en el sector de San Francisco con 627 especies (Bussmann, 2001) y en los páramos sobre los 2.800 m, se encontró 135 especies de plantas vasculares, denotando la mayor diversidad en el páramo arbustivo (Keating, 1995). Otros estudios en los páramos del PNP reconocen 221 especies en 93 géneros y 61 familias (Quizhpe *et al.*, 2002). Adicionalmente, 211 plantas endémicas han sido

registradas para el PNP (Valencia *et al.*, 2000), situándolo como una de las áreas protegidas con el mayor endemismo a nivel nacional.

La deflexión de la cordillera de los andes en esta zona, produce además zonas geográficas accidentadas con fuertes pendientes hacia ambos flancos este y oeste, lo cual combinado con la conformación de los escasos suelos existentes, que son una mezcla de Entisoles con rocas (Apolo, 1984), influyen a la gran incidencia de deslizamientos naturales que existe hacia los flancos. Por un lado tenemos una pérdida de biodiversidad, sin embargo algunos estudios sugieren que las perturbaciones naturales juegan un importante rol en el sustento de la biodiversidad (Christensen *et al.*, 1989). Los deslizamientos en general están influenciados por una serie de factores internos (fenómenos piroclásticos o termoplásticos) y ambientales externos, especialmente del clima, inclinación, tipo de suelos, frecuencias de temblores. Estos factores, algunas veces combinados, son la principal fuerza que producen los quebrantamientos terrestres y derrumbes. La invasión de especies nativas o exóticas juega un importante rol en los procesos de recuperación después de los deslizamientos.

En Ecuador pocos estudios se conocen sobre este tema (Benítez, 1989; Stern, 1992); y otro realizado específicamente en el PNP zona de San Francisco nor-oriental del PNP, (Ohl y Bussmann, 2004); indicando que el número de los deslizamientos en estas estratificaciones son extremadamente altos, en su investigación detalla un total de 23 deslizamientos naturales estudiados entre los 2.000 a 2.700 m, identificándose 146 especies de más de 40 familias, siendo las pteridofitas las más importantes con 22 especies y diferenciando tres etapas de regeneración y sucesión de la vegetación, donde se denota especialmente la influencia de la gradiente altitudinal en la composición de especies.

Los objetivos de esta investigación fueron determinar la diversidad florística en la gradiente altitudinal en el bosque montano y en la vegetación pionera de los deslizamientos naturales aledaños a los bosques en el occidente del Parque Nacional Podocarpus; definir las relaciones florísticas entre los bosques y la vegetación pionera en los procesos de colonización e interpretar la composición de los suelos en los bosques y deslizamientos y la relación con las asociaciones florísticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El Parque Nacional Podocarpus (PNP), se ubica al sur del Ecuador (Figura 1), bajo las coordenadas geográficas (03° 58'S 79° 04'W). El

estudio de los bosques y deslizamientos naturales, se desarrollo en el período 2001-2005, de los cuales, los tres años fueron de levantamiento de datos en campo y corrección de los mismos, se uso como área de trabajo la parte occidental del PNP, con dos localidades hacia el sector oriental (Cuadro 1).

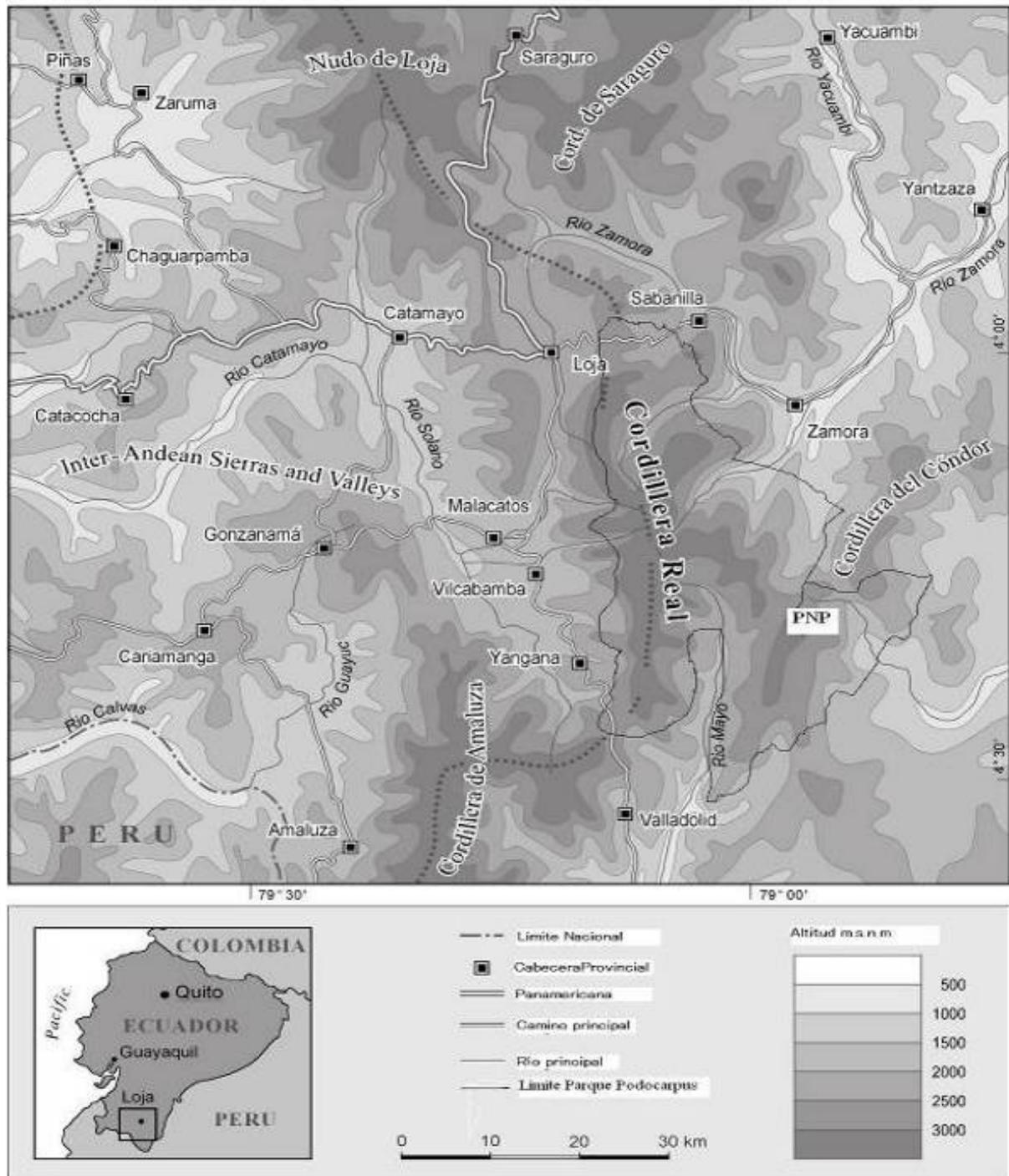


Figura 1. Posición del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador y las parcelas de estudio.

Cuadro 1. Sitios de muestreo y número de parcelas en el Parque Nacional Podocarpus, Sur-Ecuador. Ordenados de Norte a Sur.

Localidades geográficas	Posición altitudinal	Rango altitudinal	Parcelas en Deslizamientos	Parcelas en Bosque
San Francisco	Nor-oriental	2.100 a 3.000 m.	32	3
El Paso	Norte occidente	2.700 a 3.200 m.	37	3
Cajanuma	Centro nor occidente	2.500 a 3.200 m.	38	3
Vilcabamba	Centro sur occidente	2.600 a 3.100 m.	8	3
Cerro Toledo	Sur occidente	2.500 a 3.400 m.	22	4
Sabanilla-Quebrada Honda	Sur-oriental	2.300 a 2.900 m.	33	3

Muestreo de Vegetación

El muestreo de vegetación natural en la gradiente altitudinal, se realizó usando el método de muestreo de Braun Blanquet (1979), donde de acuerdo al tipo de vegetación se establecieron las parcelas de 5x5 m en vegetación herbácea; 10x10 m en vegetación arbustiva y 10x50 m en bosque montano alto, fueron establecidas 19 parcelas establecidas en la gradiente altitudinal, donde se registraron todas las especies herbáceas, arbustivas, arbóreas, epífitas y los porcentajes de cobertura vegetal por especies. Adicionalmente parámetros de posición geográfica, exposición, altitud e inclinación fueron registrados.

Para el establecimiento de parcelas en deslizamientos naturales, se diseñó el muestreo de campo, tomando en cuenta el rango altitudinal entre 2.100 a 2.800 m, de igual forma siguiendo la metodología de Braun Blanquet (1979), se establecieron 170 parcelas de 1x5m subdivididas en sub-cuadrantes de 1x1 m, en el cual se registraron los porcentajes de cobertura para las diferentes especies de plantas vasculares.

Muestreo de Suelos

El análisis de los suelos, con vegetación de bosque natural se realizó mediante calicatas para muestreo de suelos, diferenciando los perfiles existentes, a una profundidad de un metro. Adicionalmente se registró la temperatura del suelo, con el uso de termómetro, la textura y estructura de forma directa en campo y luego en el laboratorio. Los muestreos fueron distribuidos en la misma gradiente altitudinal 2.100 – 3.400 m, con un total de 15 muestreos. Por otro lado en deslizamientos naturales, se tomaron tres muestras de suelos por sitio a 20 cm

de profundidad, distribuidas en la gradiente altitudinal 2.100 – 2.800 m, con un total de 30 muestreos.

Los análisis de suelos tanto para bosques como para áreas de deslizamientos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja, donde se analizó materia orgánica (MO), acidez (pH), nitrógeno disponible (N) y textura (arena, limo y arcilla).

Determinación de la Flora

Todo el material herborizado tanto de vegetación boscosa, así como de la flora pionera, se determinó en el herbario LOJA, de la Universidad Nacional de Loja, duplicados se encuentran bajo los números de (Lozano y Bussmann) y (Lozano, Delgado y Merino), el trabajo de herbario sirvió para precisar los datos de campo y trabajar con nombres reales y/o morfo-especies.

Se uso literatura especializada, como es el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador Jørgensen y León-Yáñez (1999); algunos volúmenes de la serie Flora of Ecuador Harling y Andersson (1986-2003); el Libro Rojo de las plantas Endémicas (Valencia *et al.*, 2000); así como el Catálogo de Plantas Vasculares del Perú (Brako y Zarucchi, 1993), entre otros textos referentes al tema.

Análisis de Datos

Para el análisis fitosociológico, se uso como entrada para la ordenación de datos una matriz de 189 muestras o parcelas con un total de 445 especies. Todos los datos fueron procesados en un ordenador con ayuda del programa TWISPANN, Hill (1994), el mismo que separa las afinidades florísticas en grupos de dos, estableciendo un árbol binomial de afinidades, marcados por un “eigenvalor” que señala el nivel de

afinidad o desafinidad en una escala entre 0 a 1. Paralelamente para corroborar el análisis, se usó el programa multivariado de análisis de correspondencia (DCA), método que permite simultáneamente la ordenación de los registros tomados en las parcelas y factores ambientales/suelos registrados a lo largo de las principales ejes del DCA; las muestras son separadas a través de los ejes basados en variación de los factores ambientales proyectando una clasificación numérica de afinidades o desigualdades, mediante el uso del programa CANOCO, Ter Braak y Smilauer (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales suelos encontrados en la parte occidental del Parque Podocarpus

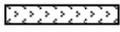
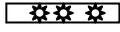
Los sectores en donde se realizaron los muestreos se clasifican dentro del orden de los Inceptisoles, gran grupo de los Distropepts, y Cryaquepts con un régimen de humedad Udico (Mapa de suelos de PRONAREG-ORSTOM, 1984) escala 1:200 000. Se caracterizan por ser extremadamente ácidos, con un pH promedio de 3,71. A valores de pH menores a 5,50 la actividad de las bacterias y actinomicetos es mínima; estas se aumentan progresivamente con la neutralidad y alcalinidad. Los hongos generalmente son más adaptables y se desarrollan en un ámbito de pH más amplio (Fassbender, 1975). La gran mayoría de plantas que prosperan en suelos ácidos, no solamente toleran estas condiciones, si no que efectivamente las necesitan, porque sus procesos metabólicos están adaptados a ellas y dependen de valores bajos del pH; por tal motivo son incapaces de obtener sus nutrientes de un suelo alcalino o de un suelo neutro, habiendo sido ya este hecho comprobado por las investigaciones fisiológicas (Teuscher y Adler, 1985). De acuerdo a Iñiguez (1999), en el proceso de descomposición de la materia orgánica se forman ácidos tanto orgánicos como inorgánicos. Aquí mayormente se encontró el ácido carbónico. El contenido promedio de materia orgánica es muy alto (12.67 %), al igual que el contenido de nitrógeno (131.29 ug/ml), lo que permite que estos suelos almacenen gran cantidad de agua y mantengan una humedad efectiva del suelo, lo que favorece la acumulación de materia orgánica y nitrógeno de los suelos, incrementándose de esta forma la relación C:N. El contenido de materia orgánica y nitrógeno está influenciado por el clima,

especialmente la temperatura y la lluvia, ejercen una influencia dominante en las cantidades de nitrógeno y de materia orgánica hallada en los suelos. Pasando de un clima más cálido a otro más frío, la materia orgánica y el nitrógeno de los suelos tiende a aumentar. La acumulación de materia orgánica y nitrógeno aumenta a medida que aumenta la humedad del suelo Buckman y Brady (1966).

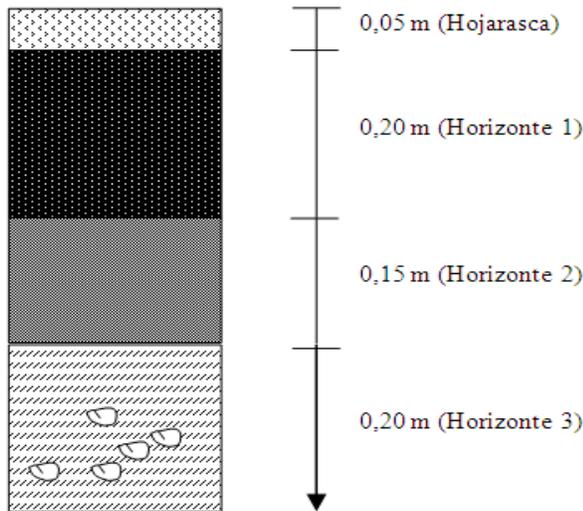
Estos suelos tienen temperaturas que oscilan entre 4 a 13 °C. La temperatura del suelo es, por tanto un factor de vital importancia para todos los procesos dinámicos incluyendo las reacciones químicas y bioquímicas. Los factores que influyen en la temperatura del suelo son: el color, cubierta vegetal, pendiente y calor específico del suelo. Por ejemplo la nitrificación no empieza hasta que el suelo alcanza una temperatura de unos 4,5 °C. Los suelos muestreados tienen un drenaje restringido lo que los hace permanecer húmedos. Según Buckman y Brady (1966); bajo condiciones dadas de campo el contenido de humedad del suelo determina, más que otro factor cualquiera, la energía requerida para elevar la temperatura de los suelos. Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente pesados a livianos es decir de textura, Franco (mezcla relativamente igual de arena, limo y arcilla), a Franco arenosos (suelos francos con alto porcentaje de arena). Estas texturas se caracterizan por tener buena capacidad de retención de agua, no son compactos lo cual permite el fácil movimiento de agua y aire. La estructura que predomina en los suelos muestreados es la granular en donde el agua se filtra más rápidamente y la migajosa el agua se filtra más lentamente. Es decir que la estructura de un suelo influyen en el grado en que el aire y el agua penetran y se mueven en el suelo, facilidad de penetración de raíces y disponibilidad de los elementos nutritivos. Suelos poco profundos, con una leve erosión por la lluvia (escorrentia), la cual es notoria solamente en los senderos, no hay intervención humana. La pedregosidad fue escasa en suelos con presencia de estratos arbustivos altos a arbóreos y ausente en suelos cubiertos por arbustos bajos y páramo.

En la parte occidental del Parque Podocarpus muestreada, se han encontrado cinco diferentes tipos de perfiles de suelo, con una profundidad promedio de 60 cm en los cuales se distinguen tres horizontes principales que a continuación se detallan para cada sector:

Leyenda:

	Horizonte 3 (alterado)
	Hojarasca
	Capa ferrugínea
	Horizonte 1 (humífero)
	Capa de arena (horizonte plácico)
	Horizonte 2 (transición)
	Precipitación localizada de hierro férrico

En el sector del Tiro, Cajanuma, Sabanilla y Banderillas el perfil común encontrado es: Corresponde a los pisos 2.800-3.400 m.s.n.m., (con una excepción que proviene de los 2.300 m).



H 1. 10 YR 2/1 Negro

- Plástico en húmedo.
- Suave al tacto.
- Presencia de abundantes raíces finas.
- Franco

H 2. 7.5 YR 5/8 Castaño Oscuro

- Muy plástico en húmedo.
- Duro y consistente en seco.
- Presencia de raíces finas.
- Franco arcilloso

H 3. 10 YR 3/4 Café Amarillento Oscuro.

- Plástico en húmedo.
- Duro y consistente en seco.
- Arcilloso.
- Presencia de rocas al final del horizonte.

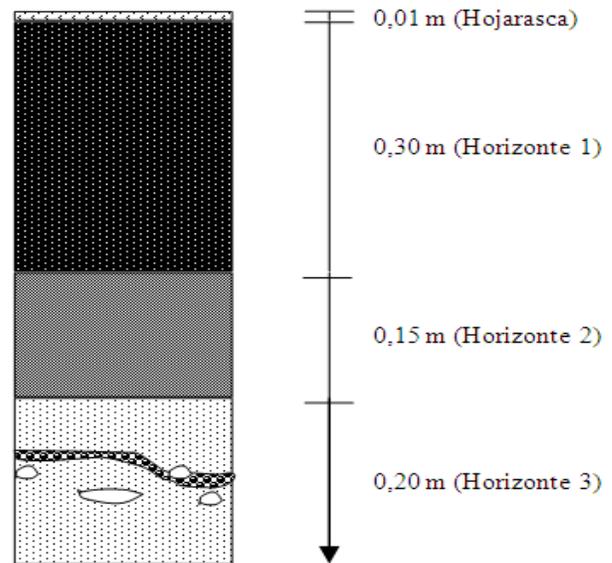
Análisis Mecánicos

Arena	Limo	Arcilla	Clase
38,44	49,00	12,56	Fo
pH	M.O.	N	
3,80	7,86	80,00	

Interpretación:

pH ⇒ Extremadamente ácido;
M. O. ⇒ Alto; N ⇒ Alto.

En el sector de Cerro Toledo, El Tiro, Cajanuma, Sabanilla y Banderillas: 2.300-2.900 m.s.n.m. con una excepción a los (3.400m).



H 1. 5 YR 2.5/1 Negro

- Arcilla humifera
- Presencia de raíces gruesas y finas.
- Finas partículas de mica
- Plástico en húmedo.
- Franco arenoso.

H 2. 7.5 YR 5/6 Castaño Fuerte

- Pocas raíces
- Deleznable.
- Poco plástico húmedo.
- Presencia de finas partículas de mica
- Arcillo arenoso
- Entre H1 y H2, franja de hierro de 1 cm de ancho

H 3. 5 YR 4/2 Gris Rojizo Oscuro

- Gran cantidad de Cuarzo
- Roca meteorizada

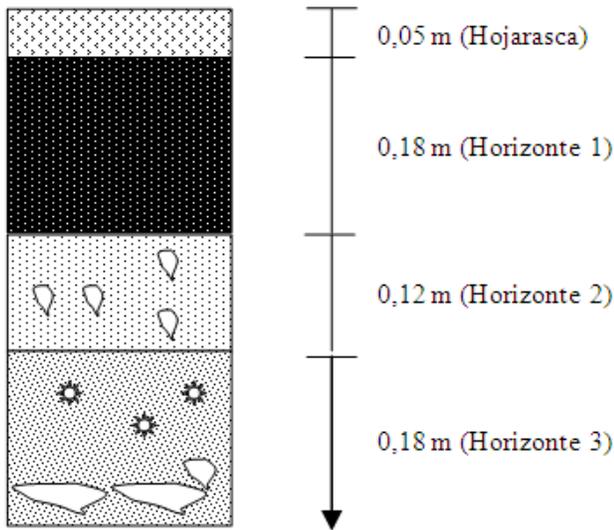
- Deleznable
- Arenoso

Análisis Mecánicos			
Arena	Limo	Arcilla	Clase
78,72	7,28	14,00	Fo,Ao
pH	M.O.	N	
3,80	33,38	380,00	

Interpretación:

pH ⇒ Extremadamente ácido;
M. O. ⇒ Muy Alto; N ⇒ Muy alto.

En el sector de Cerro Toledo, Quebrada Honda y San Francisco. Corresponde a los pisos principalmente 2.300-2.900 m y entre los 3.100 a 3.400 m.s.n.m.



H 1. 5 YR 2.5/1 Negro

- Arenoso franco (arcilla húmifera).
- Suave al tacto.
- Presencia de raíces gruesas y finas.

H 2. 5 R 3/1 Gris Rojizo Oscuro

- Arcillo Arenoso.
- Presencia de abundantes piedras pequeñas y pizarra.
- Poco moldeable.

H 3. 10 YR 5/6 Castaño Amarillento.

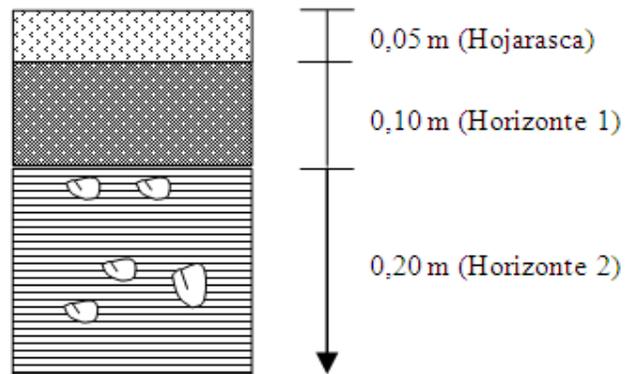
- Arcillo arenoso.
- Poco moldeable.
- Presencia de roca meteorizada.
- Presencia de hierro (ferrisol).

Análisis Mecánicos			
Arena	Limo	Arcilla	Clase
64,72	28,56	6,72	Ao,Fo
pH	M.O.	N	
3,80	14,34	180,00	

Interpretación:

pH ⇒ Extremadamente Ácido;
M. O. ⇒ Muy alto; N ⇒ Muy alto.

En el sector de Sabanilla, Tiro y Banderillas: Corresponde a los pisos 2.300-2.900 m.s.n.m. con una excepción a los (3.100 m).



H 1. 5YR 2.5/2 Negro

- Franco
- Abundantes raíces fines y pocas gruesas
- Sin estructura

H 2. 5 YR 3/2 Castaño Rojizo Oscuro

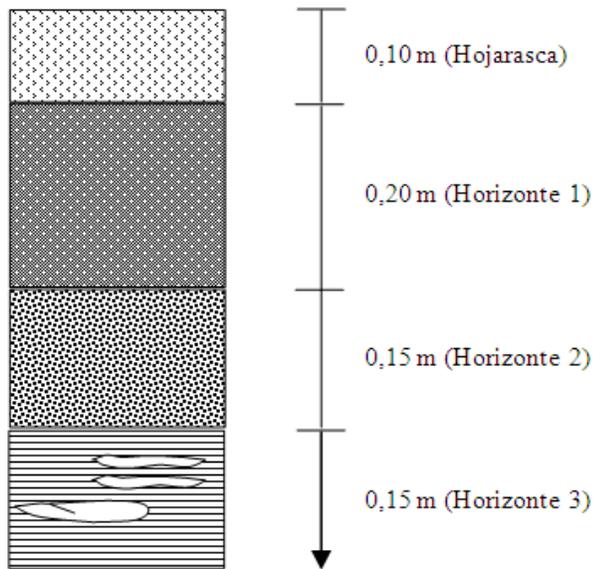
- Franco arcilloso.
- Presencia de raíces gruesas.
- Pocas piedras meteorizadas.

Interpretación:

Análisis Mecánicos			
Arena	Limo	Arcilla	Clase
48,72	34,0	17,28	Fo
pH	M.O.	N	
3,76	8,68	95,00	

pH ⇒ Extremadamente Ácido;
M. O. ⇒ Alto; N ⇒ Alto.

En Cajanuma, San Francisco y Banderillas: Pertenece a las formaciones boscosas más bajas entre los 2.100 a 2.200 m.s.n.m.



H 1. 7.5 YR 4/2 Castaño Oscuro

- Moldeable en húmedo
- Presencia de raíces gruesas y finas.
- Franco

H 2. 7.5YR 5/6 Café Muy Oscuro

- Muy moldeable.
- Presencia de raíces gruesas.
- Franco arcilloso.

H 3. 7.5YR 4/6 Café Muy Oscuro

- Muy moldeable.
- Arcillo arenoso

Análisis Mecánicos			
Arena	Limo	Arcilla	Clase
41,44	48,00	10,56	Fo
pH	M.O.	N	
3,40	5,24	60,00	

Interpretación:

pH ⇒ Extremadamente ácido;

M. O. ⇒ Alto; N ⇒ Medio.

Suelos en deslizamientos Naturales

En los deslizamientos el proceso de lavado de los suelos aumenta la acidez, lixiviándose gran cantidad de iones de Ca, Mg, K y Na que se encuentran en la fase líquida del suelo. Según Buckman y Brady (1966), las bases que han sido remplazadas del complejo coloidal o que han sido

disueltas por ácidos percolantes son removidas por las aguas de drenaje. Este proceso aumenta el desarrollo de la acidez en forma indirecta por remover también aquellos cationes metálicos que pueden competir con el hidrógeno en los cambios de los complejos.

La acidez influye en el 70% de los suelos, y corresponde a suelos fuertemente ácidos, mientras que el 30% restante son suelos medianamente ácidos, es decir todas las muestras se destacan por un alto contenido de acidez. En tanto que con el nitrógeno el 60% de las muestras se puede determinar que tienen un porcentaje medio y muy alto contenido de N, y solo el 40% posee un bajo contenido del mismo. Con respecto al P₂O₅, todas las muestras señalan un bajo contenido de este mineral. Los suelos en un 66,6% tienen un bajo contenido de K₂O solo el 33,3% alcanzan un promedio mediano de contenido de este mineral (Cuadro 2).

Diversidad de los bosques y deslizamientos naturales

En los bosques del Occidente del Parque Nacional Podocarpus, se registraron 412 especies de plantas, pertenecientes a 185 géneros y 75 familias. El mayor endemismo se localiza en altitudes entre 2.600-2.800 m, y en la línea de los 3.200 m, en Cerro Toledo (Figura 2). Las plantas endémicas son un importante elemento florístico en la franja del “ecotono” entre bosque montano y páramo. El presente estudio reconoce 58 especies endémicas (Apéndice 1). Según las principales formas de vida los arbustos y hierbas son los grupos más relevantes (Cuadro 3).

En tanto en los deslizamientos naturales, se verifico la presencia de 218 especies de 180 géneros y 51 familias. Aquí la mayor diversidad de especies se observa a los 2.700 m. Los grupos taxonómicos más importantes son representados por las familias: Asteraceae con 34 especies de 19 géneros, Melastomataceae con 19 especies de 7 géneros y Ericaceae con 18 especies de 9 géneros (Figura 3).

Análisis Twinspan

El análisis de afinidad florística ordena a las 189 parcelas de deslizamientos y vegetación natural en tres comunidades vegetales distribuidas en 13 unidades de paisaje (Figura 4).

Cuadro 2. Análisis de los suelos provenientes de deslizamientos naturales en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. Datos ordenados de Norte a Sur.

Sector	Altitud	Arena	Limo	Arcilla	pH	MO	N	P ₂ O ₂	K ₂ O
El Tiro	2400	54,72	36,72	8,56	4,2	9	113	16	105
El Tiro	2650	58,72	34,72	6,56	4	4,5	50	24	96
El Tiro	2820	68,72	22,72	8,56	4,08	9,5	119	27	109
El Tiro	2940	70,72	24,72	4,56	4,12	7	87	14	89
El Tiro	3000	66,72	24,72	8,56	3,74	9	112	23	61
El Tiro	3150	76,72	16,72	6,56	5,29	3	37	13	118
Cajanuma	2620	56,16	31,28	4,61	4,61	8	100	8	155
Cajanuma	2690	60,72	32,72	6,56	4,38	7,3	91	12	88
Cajanuma	2800	68,16	23,28	8,56	4,21	9	112	23	77
Cajanuma	2900	70,16	25,28	4,56	4,88	7	88	8	105
Cajanuma	3030	54,16	41,28	4,56	4,31	6	75	14	81
Cajanuma	3200	62,16	29,28	8,56	4,06	10	125	13	140
Banderilla	2435	56,16	21,28	22,56	5,18	4,8	60	12	108
Banderilla	2440	62,16	31,28	6,56	5,42	4,6	57	14	78
Banderilla	2750	70,16	21,28	8,56	5,18	6,6	82	13	81
Banderilla	2810	78,16	17,28	4,56	3,97	8,5	106	29	128
Cerro Toledo	2440	58,16	27,28	14,56	4,26	4,4	55	9	65
Cerro Toledo	2800	62,16	25,28	12,56	4,96	8	100	13	58
Cerro Toledo	2980	72,16	21,28	6,56	5,15	5	62	8	144
Cerro Toledo	3210	72,16	19,28	8,56	5,25	1,3	16	19	113
Cerro Toledo	3255	74,16	19,28	6,56	4,95	1,1	14	15	132
Tapichalaca	2380	72,16	23,28	4,56	5,5	1,9	24	7	176
Tapichalaca	2610	62,16	31,28	6,56	5,15	1,7	21	13	109
Tapichalaca	2850	62,16	31,28	6,56	4,85	2	25	11	142
Tapichalaca	2950	58,16	33,28	8,56	4,34	7	88	9	146
Tapichalaca	3000	46,16	43,28	10,56	4,75	3	38	7	139
Tapichalaca	3100	28,16	61,28	10,56	5,29	4	50	11	132
San Francisco	1900	56,44	29	14,56	4,02	1,51	18	20	100
San Francisco	2200	53,44	32	14,56	3,8	3,31	40	10	90
San Francisco	2500	41,44	40	18,56	3,9	1,37	18	22	102

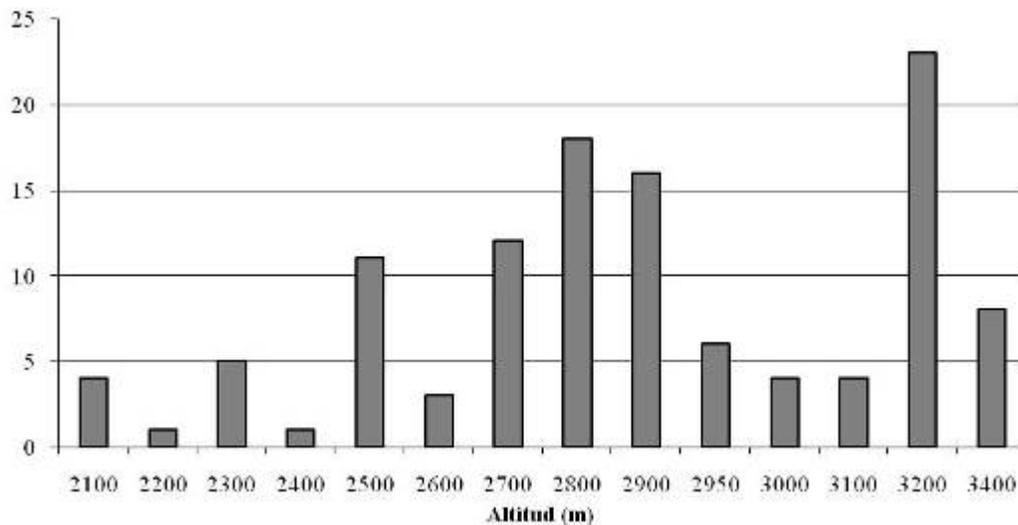


Figura 2. Distribución de plantas endémicas en la gradiente altitudinal en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador

Dichas comunidades se describen a continuación con sus diversas características y/o afinidades:

Cuadro 3. Principales formas de vida y endemismo en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador.

Forma de Vida	Género	Especies	Endémica	(%)
Arbustos	55	150	36	8,7
Liana	6	15	2	0,4
Árboles	37	69	6	1,4
Hierbas	45	98	6	1,4
Arbusto/herbáceo	29	50	8	1,9
Epifitas	13	30	0	

Comunidad I.- Se separa la comunidad I y II de la III, con niveles bajos de desafinidad florística (0,419). Hacia el clado izquierdo podemos observar la comunidad I donde se encuentran los bosques y páramos los cuales por características ecológicas y de vegetación diferentes, se separan con niveles más altos de desafinidad (0,620), esta comunidad se encuentra separada de la vegetación de deslizamientos naturales con un eigenvalor de (0,432). En la sub-unidad 1, se ubican los páramos sobre los 3.200 m, mientras que en la sub-unidad 2 y 3 se ubican los bosques de norte a sur desde los 2.300 a 3.100m.

Unidad 1. Páramos 3.200 – 3.400 m.- Compuesta por vegetación arbustiva y principalmente herbácea de altura con especies propias de este piso

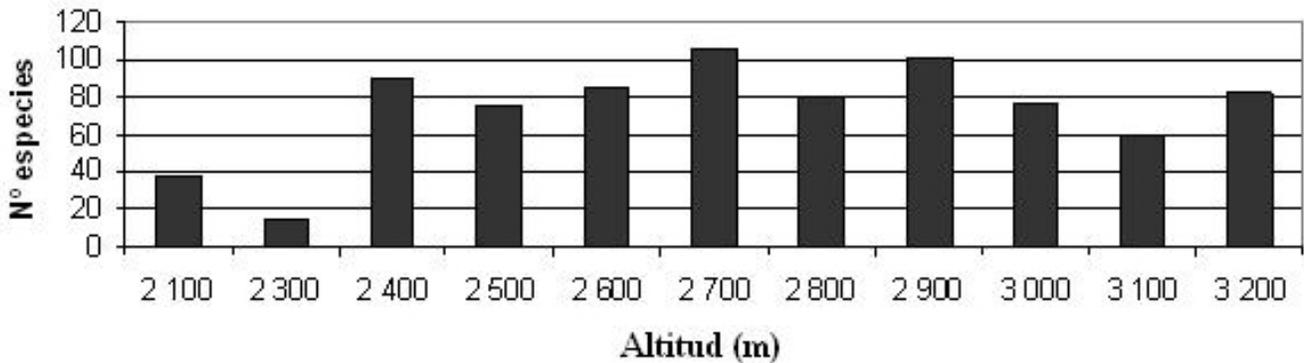


Figura 3. Diversidad de especies pioneras en la gradiente altitudinal en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador

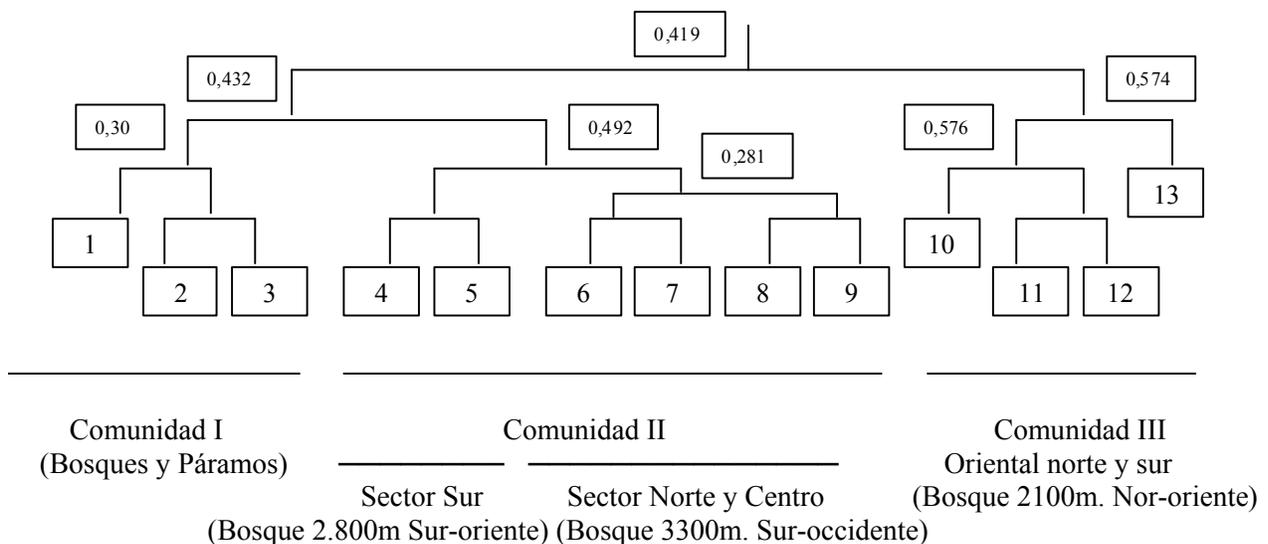


Figura 4. Dendrograma de ordenación vegetal según el análisis TWINSpan en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador, con los eigenvalores de separación.

altitudinal, la mayoría de las parcelas pertenecen al sector centro norte y sur del Parque Podocarpus. Las especies características se describen a continuación: *Brachyotum campanulare*, *Clethra ovalifolia*, *Chusquea scandens*, *Disterigma alaternoides*, *Dorobea pimpinelifolia*, *Gaultheria strigosa*, *Isidrogalvia falcata*, *Lycopodium vestitum*, *Loricaria thuyoides*, *Neurolepis asymmetrica*, *Orithrophium peruvianum*, *Paepalanthus ensifolius*, *Puya nitida*, *Rhynchospora vulcani*, *Xyris subulata*. Las especies endémicas encontradas en esta área de Páramo son: *Brachyotum incrassatum*, *Brachyotum campii*, *Centropogon comosus*, *Centropogon steyermarkii*, *Chusquea leonardiorum*, *Chusquea loxensis*, *Fuchsia summa*, *Gynoxys cuicochensis*, *Gynoxys miniphylla*, *Huperzia loxensis*, *Miconia dodsonii*, *Miconia stenophylla*, *Neurolepis laegaardii*, *Puya eryngioides*, *Puya maculata*, *Rubus laegaardii*, *Symplocos clethrifolia* y *Thelypteris euthytrix*.

Unidad 2. Bosques Montanos y Ecotono 2.300 – 2.800 m.- Compuesta por especies de bosques montanos y de la transición entre los bosques y páramos, las parcelas se componen del sector nor-oriental y sur-oriental principalmente con unas pocas del sector sur occidente, las especies características de esta agrupación son: *Ageratina cutervensis*, *Arcytophyllum setosum*, *Asplenium serra*, *Blechnum cordatum*, *Baccharis genistelloides*, *Chusquea falcata*, *Disterigma pentandrum*, *Graffenrieda harlingii*, *Huperzia eversa*, *Ilex rupicola*, *Miconia caelata*, *Miconia theascens*, *Oxalis peduncularis*, *Pernettya prostrata*, *Miconia loxensis*, *Puya eryngioides*, *Symplocos fuscata*, *Weinmania cochensis*. Las especies endémicas encontradas en esta unidad: *Axinaea quitensis*, *Brachyotum rotundifolium*, *Centropogon comosus*, *Centropogon erythraeus*, *Centropogon steyermarkii*, *Chusquea leonardiorum*, *Chusquea loxensis*, *Freziera minima*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Hedyosmum purpurascens*, *Larnax psilophyta*, *Miconia dodsonii*, *Miconia hexamera*, *Meriania loxensis*, *Oreanthes hypogaeus*, *Palicourea azurea*, *Peperomia persulcata*, *Puya obconica*, *Senecio iscoensis*, *Symplocos fuscata* y *Tillandsia aequatorialis*.

Unidad 3. Arbustos bajos 2.800 – 3.100 m.- Abarca las especies de transición entre el “ecotono” y páramo, corresponden a las parcelas del sector norte, centro y sur occidente del Parque Podocarpus, las especies características son: *Anthurium andreanum*, *Baccharis oblongifolia*, *Blechnum auratum*, *Blechnum lima*, *Bomarea*

brachysepala, *Chusquea falcata*, *Cinchona mutisii*, *Cladonia tomentosa*, *Disterigma empetrifolia*, *Gaiadendrum punctatum*, *Graffenrieda harlingii*, *Miconia loxensis*, *Macrocarpea ovalis*, *Neurolepis elata*, *Persea ferruginea*, *Smilax benthamiana*, *Symbolanthus macranthus*. Las especies endémicas en esta unidad son: *Axinaea quitensis*, *Brachyotum campii*, *Chusquea loxensis*, *Clethra parallelinervia*, *Cuatrecasanthus flexipappus*, *Fuchsia steyermarkii*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Macrocarpea harlingii*, *Miconia jorgensenii*, *Munnozia campii*, *Peperomia persulcata*, *Puya eryngioides* y *Symplocos fuscata*.

Comunidad II.- El clado izquierdo de esta comunidad es el más cercano a los bosques, se compone de las sub-unidades 4 y 5 que comprende la vegetación de deslizamientos naturales del sector sur (Cerro Toledo y Sabanilla) y con un índice de separación muy bajo (0,383), con altitudes que varían entre (2.400 a 3.300 m), es importante denotar la presencia de elementos florísticos que provienen del bosque de Sabanilla de los 2.800 m en la sub-unidad cuatro. Por otro lado el eingenvalor que separa las sub-unidades 6 y 7 de 8 y 9 es sumamente bajo, corroborando una alta afinidad florística entre los deslizamientos (0,281), ya que toda esta zona se compone del sector norte y centro del parque desde El Tiro (norte), pasando por Cajanuma (centro) hasta Vilacabamba (centro sur), desde los 2.400 a los 3.200 m, con la intersección de bosque del sector centro norte Cajanuma proveniente de los 2.500 m en la sub-unidad ocho.

Unidad 4. Cerro Toledo 2.400-3.200 m.- Corresponde a vegetación pionera propia del sector sur occidental, es importante recalcar la presencia de especies de vegetación no disturbada del sector sur (Sabanilla) proveniente de los 2.800 m, las especies características son: *Ageratina cutervensis*, *Axinaea macrophylla*, *Baccharis genistelloides*, *Blechnum cordatum*, *Brachyotum bentamianum*, *Calamagrostis intermedia*, *Cavendishia bracteata*, *Centropogon steyermarkii*, *Clethra revoluta*, *Cortaderia bifida*, *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum lingua*, *Gaultheria erecta*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Gnaphalium elegans*, *Gynoxys cuicochensis*, *Hedyosmum traslucidum*, *Hieracium frigidum*, *Huperzia everza*, *Isidrogalvia falcata*, *Loricaria thuyoides*, *Lycopodium complanatum*, *Miconia obscura*, *Meriana sanguinea*, *Orithrophium peruvianum*, *Oxalis spiralis*, *Panicum stigmatum*, *Pernettya prostrata*, *Pitcairnia trianae*, *Rhynchospora vulcani*, *Rhynchospora tenuis*,

Vaccinium crenatum, *Vaccinium floribundum*, *Viola arguta*, *Viola stipularis*, *Weinmannia glabra* y *Xyris subulata*.

Unidad 5. Sabanilla 2.400 – 3.100 m.-

Pertenece a la vegetación propia de deslizamientos del sector sur, las especies características son: *Ageratina dendroides*, *Axinaea sp.*, *Baccharis alaternoides*, *Baccharis genistelloides*, *Blechnum lima*, *Cavendishia bracteata*, *Cortaderia bifida*, *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum cuspidatum*, *Elaphoglossum lingua*, *Elleanthus aurantiacus*, *Freziera minima*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria foliosa*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Gnaphalium elegans*, *Grammitis sp.*, *Guzmania sp.*, *Liabum sp.*, *Lophosoria quadripinnata*, *Lycopodium complanatum*, *Lycopodium clavatum*, *Miconia dodsonii*, *Mikania sp.*, *Munnozia senecioides*, *Monnina obtusifolia*, *Myrica pubescens*, *Nertera granadensis*, *Pitcairnia pungens*, *Pteridium aquilinum*, *Puya obconica*, *Rhynchospora tenuis*, *Stipa ichu*, *Tibouchina laxa*, *Vaccinium floribundum*, *Viola arguta*, *Weinmannia glabra* y *Weinmannia pubescens*.

Unidad 6. El Tiro, Cajanuma y Vilcabamba 2.400 – 3.200 m.- Vegetación pionera que proviene del los sectores norte y centro del Parque Podocarpus, las especies características son: *Ageratina dendroides*, *Alnus acuminata*, *Arcytophyllum setosum*, *Baccharis genistelloides*, *Baccharis obtusifolia*, *Bejaria aestuans*, *Blechnum cordatum*, *Brachyotum rugosum*, *Chusquea scandens*, *Clethra fimbriata*, *Clusia sp.*, *Cronquistianthus niveus*, *Diplostephium sp.*, *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum lingua*, *Escallonia sp.*, *Freziera minima*, *Gaiadendrum punctatum*, *Gaultheria reticulata*, *Gynoxys buxifolia*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Hieracium frigidum*, *Huberia peruviana*, *Ilex myricoides*, *Loricaria thuyoides*, *Myrsine andina*, *Orthosanthus chimboracensis*, *Pityrogramma tartarea*, *Pteridium aquilinum*, *Rhynchospora vulcani*, *Smilax benthamiana*, *Stipa ichu*, *Tibouchina laxa*, *Tibouchina lepidota*, *Vaccinium crenatum*, *Vaccinium floribundum*, *Viola arguta*, *Wienmannia fagaroides*, *Weinmannia cochensis* y *Zeugites mexicana*

Unidad 7. El Tiro y Cajanuma 2.600 – 3.000 m.- Vegetación pionera, predominantemente del sector norte del parque (El Tiro) y pocas parcelas del sector centro (Cajanuma), las especies características son: *Ageratina dendroides*, *Baccharis*

genistelloides, *Bejaria aestuans*, *Blechnum cordatum*, *Brachyotum rugosum*, *Caslamagrostis intermedia*, *Cortaderia bifida*, *Cronquistianthus niveus*, *Disterigma alaternoides*, *Disterigma empetrifolium*, *Freziera minima*, *Gaiadendrum punctatum*, *Gaultheria erecta*, *Guzmania gloriosa*, *Gynoxys buxifolia*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Hieracium frigidum*, *Hypericum lanceolatum*, *Ilex myricoides*, *Ilex sp.*, *Loricaria thuyoides*, *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium complanatum*, *Monnina arbusculata*, *Myrica pubescens*, *Niphidium crassifolium*, *Orthosanthus chimboracensis*, *Paepalanthus ensifolius*, *Panicum stigmatosum*, *Pernettya prostrata*, *Sticherus revolutus*, *Stipa ichu*, *Symbolanthus macranthus*, *Vaccinium crenatum*, *Vaccinium floribundum*, *Valeriana microphylla*, *Weinmannia cochensis* y *Weinmannia elliptica*.

Unidad 8. El Tiro 2.400 – 2.700 m.-

Vegetación pionera propia del sector norte, es importante anotar la presencia del bosque de Cajanuma con sus especies a los 2.500m, las especies características son: *Ageratina dendroides*, *Baccharis genistelloides*, *Bejaria aestuans*, *Brachyotum rugosum*, *Brachyotum russatum*, *Cladonia tomentosa*, *Clethra ovalifolia*, *Clethra revoluta*, *Cortaderia bifida*, *Cortaderia jubata*, *Disterigma alaternoides*, *Elleanthus aurantiacus*, *Elleanthus robustus*, *Freziera minima*, *Gaiadendrum punctatum*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria reticulata*, *Gaultheria vaccinioides*, *Gynoxys buxifolia*, *Gynoxys sp.*, *Hieracium frigidum*, *Loricaria thuyoides*, *Lycopodium complanatum*, *Lycopodium pendulina*, *Macleania rupestris*, *Muehlenbeckia tamnifolia*, *Myrsine andina*, *Orthosanthus chimboracensis*, *Paepalanthus ensifolius*, *Panicum stigmatosum*, *Pteridium aquilinum*, *Pteridium arachnoideum*, *Rhynchospora tenuis*, *Schizachyrium tenerum*, *Sticherus revolutus*, *Vaccinium crenatum*, *Vaccinium floribundum* y *Weinmannia cochensis*.

Unidad 9. Cajanuma 2.600 – 2.900 m.-

Vegetación de deslizamientos, predominantemente del sector norte del parque, las especies características son: *Baccharis genistelloides*, *Bejaria aestuans*, *Blechnum cordatu*, *Brachyotum rugosum*, *Caslamagrostis intermedia*, *Cortaderia bifida*, *Disterigma alaternoides*, *Gaultheria erecta*, *Gynoxys buxifolia*, *Hieracium frigidum*, *Hypericum lanceolatum*, *Loricaria thuyoides*, *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium complanatum*, *Monnina arbusculata*, *Paepalanthus encifolius*, *Panicum stigmatosum*, *Pernettya prostrata*, *Sticherus revolutus*,

Stipa ichu, *Symbolanthus mactanthus*, *Vaccinium crenatum*, *Valeriana microphylla* y *Weinmannia cochensis*.

Comunidad III.- Ubicada hacia el clado derecho presenta eingenvalores de separación más altos (0,574) o menos homogénea, sin embargo con una agrupación florística bastante interesante ya que se integran los deslizamientos naturales de las estribaciones orientales tanto norte del sector de San Francisco en la sub-unidad 10 y 11, como sur del sector de Sabanjmillla, Tapichalaca y/o Quebrada Honda, sub-unidad 12 y 13, siendo el valor de la separación entre las sub-unidades 11 y 12 mínima (0,344). Adicionalmente es importante recalcar que se mezclan datos del bosque de la sub-unidad 12 proveniente del San Francisco (nor-oriente) a los 2.100 m.s.n.m.

Unidad 10. San Francisco 2.300 – 2.900 m.- Vegetación pionera del sector nor-oriental, las especies características son: *Andropogon aequatoriensis*, *Anthurium ovalifolium*, *Baccharis genistelloides*, *Cortaderia jubata*, *Disterigma alaternoides*, *Epidendrum fimbriatum*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria vaccinioidea*, *Lycopodiella glaucescens*, *Macrocarpea harlingii*, *Pernettya prostrata*, *Puya sp.*, *Spherospermum cordifolium*, *Sticherus bifidus*, *Tibouchina lepidota*, *Viola stipularis* y *Vismia tomentosa*,

Unidad 11. San Francisco 2.200 – 2.900 m.- Vegetación pionera del sector nor-oriental, con mayor afinidad al sector sur-oriental (sub-unidad 12), las especies características son: *Baccharis latifolia*, *Bejaria aestuans*, *Brachyotum azuayense*, *Epidendrum fimbriatum*, *Gleichenella pectinata*, *Graffenrieda harlingii*, *Lophosoria quadripinata*, *Lycopodiella glaucescens*, *Myrsine sodiroana*, *Rhynchospora kuntii*, *Sticherus lechleri*, *Sticherus revolutus* y *Tillandsia sp.*

Unidad 12. Sabanilla-Quebrada Honda 2.300 – 2.500 m.- vegetación pionera del sector sur-oriental, es importante resaltar la presencia de vegetación de bosques del sector de San Francisco (nor-oriental) proveniente a los 2.100 m, las especies características son: *Abarema killipii*, *Ageratina sp.*, *Alchornea pearcei*, *Alzatea verticillata*, *Ardisia sp.*, *Baccharis alaternoides*, *Cavendishia bracteata*, *Clusia elliptica*, *Clusia flavida*, *Clethra parallelinervia*, *Cortaderia biffida*, *Cyathea bipinnatifida*, *Disterigma alaternoides*,

Elaphoglossum cuspidatum, *Elleanthus aurantiacus*, *Endlicheria oreocola*, *Eschweilera sp.*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria foliosa*, *Gnaphalium elegans*, *Graffenrieda spatulata*, *Hedyosmum anisodorum*, *Hyeronima alchorneoides*, *Hyeronima sp.*, *Lycopodium complanatum*, *Macleania mollis*, *Monnina obtusifolia*, *Myrica pubescens*, *Myrsine andina*, *Nertera granadensis*, *Palicourea angustifolia*, *Persea brevipes*, *Pitcairnia pungens*, *Prunus opaca*, *Purdiaea nutans*, *Rhynchospora tenuis*, *Symplocos sp.*, *Tibouchina laxa*, *Tibouchina lepidota*, *Vismia baccifera* y *Weinmannia sorbifolia*.

Unidad 13. Quebrada Honda – Vilcabamba 2.100 – 2.300 m.- Se destaca la vegetación pionera del sector centro (Vilcabamba) y sur-oriente del Parque Podocarpus, en los límites altitudinales más bajos, las especies características son: *Ageratina dendroides*, *Alnus acuminata*, *Baccharis genistelloides*, *Baccharis obtusifolia*, *Bejaria aestuans*, *Clethra fimbriata*, *Clusia sp.*, *Cronquistianthus niveus*, *Diplostegium sp.*, *Elaphoglossum lingua*, *Escallonia sp.*, *Gaultheria reticulata*, *Hieracium frigidum*, *Huberia peruviana*, *Ilex myricoides*, *Pityrogramma tartárea*, *Pteridium aquilinum*, *Rhynchospora vulcani*, *Tibouchina laxa*, *Tibouchina lepidota*, *Vaccinium floribundum*, *Viola arguta*, *Wienmannia fagaroides* y *Zeugites mexicana*.

El análisis CANOCO de los factores físico-ambientales como son: altitud, exposición y suelo, determinaron a la comunidad I con las unidades de paisaje (1, 2, 3) provenientes de vegetación no perturbada, con una tendencia definida por la presencia de materia orgánica (MO). La comunidad II, básicamente compuesta por deslizamientos naturales hacia el occidente del parque Podocarpus, se define por las unidades (4, 5 y 6), regidas por la acidez de los suelos y la exposición y se concentran en altitudes entre 2.400-3.200m. Mientras las unidades de paisaje (7, 8 y 9) se agrupan por suelos tipo franco arcillo arenoso, en altitudes entre 2.400-2.900 principalmente. La comunidad III está representada por suelos con características de arcillo limosos y se localiza hacia las estribaciones orientales, entre altitudes 2.100 a 2.500 (2.900), siendo los valores de altitud, arena y acidez indirectamente proporcionales a esta comunidad (Figura 5).

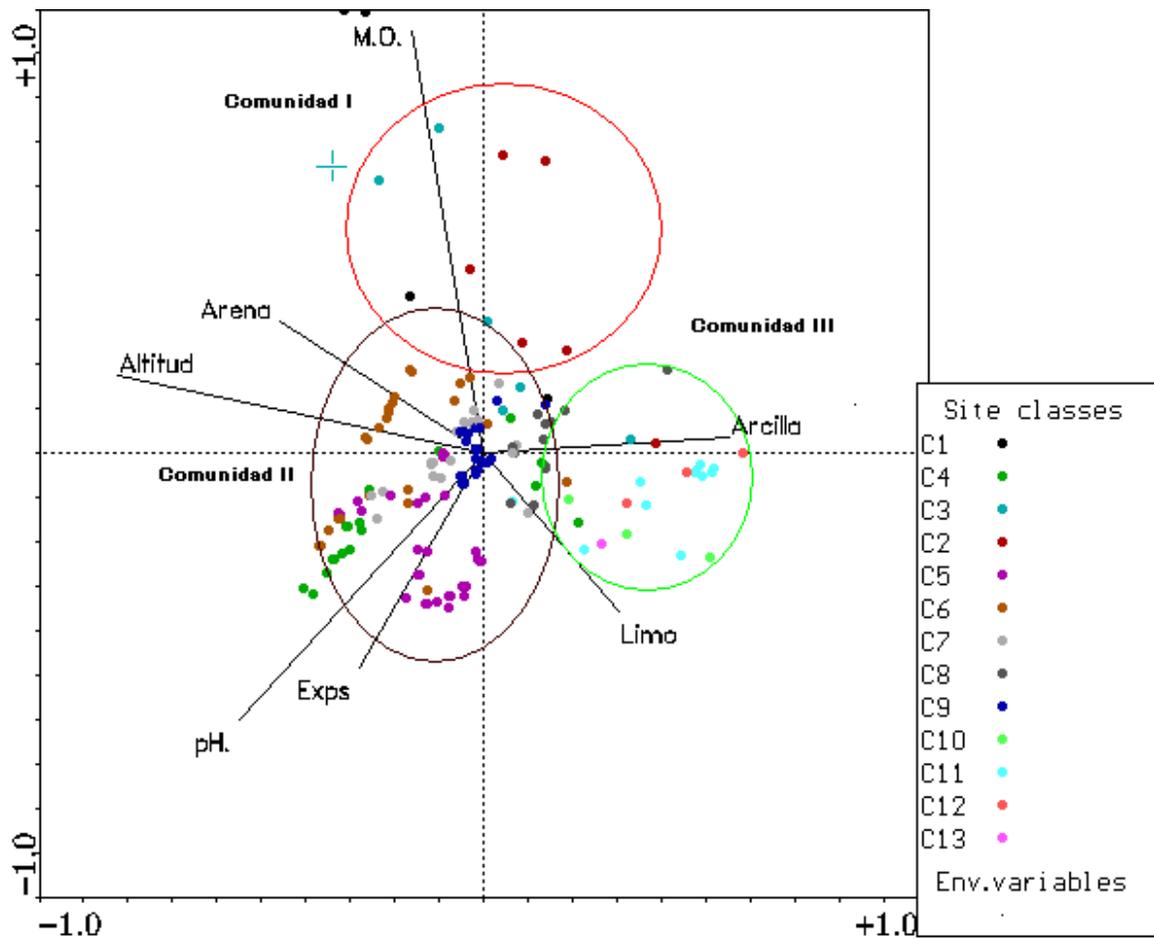


Figura 5. Ordenación de las unidades de paisaje y factores ambientales según el análisis CANOCO en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador

CONCLUSIONES

Los bosques nublados del macizo Podocarpus, pertenecen a la formación montana y páramos más austral del país con incidencia alta de precipitación y humedad atmosférica, que sumado a condiciones de suelos y elementos abióticos, han favorecido el desarrollo de una alta diversidad y endemismo que ya ha sido reconocida por otros estudios en el parque Podocarpus. El presente trabajo ratifica el endemismo encontrado en la franja del “ecotono” o transición entre el bosque nublado y páramo; probablemente las interacciones de las asociaciones florísticas y climáticas permitieron una evolución de tipo aislada, para algunos taxones que aportaron endemismo: especialmente en la faja altitudinal entre 2.800 a 3.200 m s.n.m.

En los bosques nublados, la sucesión en “gap” espacios abiertos, empiezan con una lenta

cobertura de musgos y otras criptógamas, seguido de hierbas (especialmente gramíneas), arbustos y finalmente arriban los árboles leñosos en la etapa final. Varias especies están restringidas a estrechas y específicos rangos de elevaciones. La diversidad de especies en el presente estudio indica un alto número de especies pioneras (218), presentes en regeneración entre los rangos (2.100 – 2.800 m s.n.m.). No obstante aún no es suficientemente entendido si las perturbaciones actúan como un motor para el mantenimiento de la biodiversidad.

Los análisis TWINSPLAN muestran como los bosques con sus características florísticas y de suelos se separan de la flora pionera, no obstante en la comunidad II, en las unidades de paisaje 4 y 8 existen parcelas de bosque con afinidades florísticas entrelazadas con las parcelas de flora pionera, que provienen de sabanilla (2.800 m) sector sur-oriental y de Cajanuma (2.500 m) del sector centro nor-

occidental, ambas formaciones boscosas dispersan sus especies y colonizan hacia sus respectivos flancos. En la comunidad III, se observa la presencia del bosque entrelazado con la vegetación pionera en la unidad 12 (2.100 m) proveniente de San Francisco, que ratifica la similitud de especies hacia este flanco, como un banco genético que aporta a la colonización de áreas perturbadas en las altitudes más bajas 2.100 a 2.500 (2.900 m).

El análisis multivariado CANOCO, corrobora la separación de las comunidades, demostrando que la comunidad I, de vegetación no perturbada se encuentra básicamente influenciada por la presencia de materia orgánica (MO). Mientras que la comunidad III, son arcilla y limo los principales elementos que inciden en la agrupación de las unidades de paisaje y son inversamente proporcionales a la arena, altitud, acidez (pH) y a la exposición que determinan la comunidad II en todas sus unidades de paisaje.

Los suelos en el área entre 2.100 a 2.880 m.s.n.m., se caracterizan como un intermedio entre un entisol e inceptisol, mezclado con rocas. El contenido de (MO), en los pisos más altos sobre los 2.800 están en promedios de 8,6; factor que permite que los suelos almacenen gran cantidad de agua, así mismo elementos disponibles como nitrógeno (N) fluctúan entre alta y muy alta en Banderillas, compartiendo los mismos criterios para los páramos en general del PNP, Herbario (2000). En tanto que el fósforo aprovechable no se encuentra disponible para las plantas ya que está fijado al suelo. Estos suelos se consideran extremadamente ácidos en promedio 3,6; debido a que bajo condiciones de alta precipitación pluvial, la percolación de agua a través del perfil es bastante intensa; de esta manera se lixivian gran cantidad de iones calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na), que se encuentran en la fase líquida del suelo (Herbario, 2000).

En los deslizamientos, los suelos poseen un alto contenido de (N), el mismo que resulta ser aparente o no aprovechable debido a la poca o casi nula mineralización del mismo, causada por el bajo nivel de fósforo (P), y el excesivo nivel de (pH), que no permite que el (N), se mineralice y se transforme de (N), orgánico a (N), mineral (NH₄ – No₃ o NO₂), por el proceso microbiológico. Además el 73,33% de las muestras tienen un alto o medio porcentaje de materia orgánica que facilitaría la acción microbiana. Consecuencia de ello resulta ser que estos suelos son

muy pobres en elementos minerales lo que se refleja en el bajo tamaño de la vegetación y la poca formación de material orgánico y vegetal de las especies que allí se desarrollan.

El presente estudio realizó una primera aproximación al entendimiento complejo de los procesos de colonización y la influencia de los bosques y suelos en la recuperación vegetal en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus. Otros trabajos son necesarios para completar el entendimiento de las fases de colonización en el área estudiada, la exposición de los bancos de semillas y la total regeneración de los espacios abiertos por fenómenos naturales. Se considera que estos resultados permiten reconocer algunos grupos taxonómicos que actúan como pioneros en la gradiente altitudinal, ratifica la diversidad de los bosques del parque Podocarpus y la relaciona con las características intrínsecas de los suelos, como factores para entender que las interrelaciones que provocaron una alta diversidad de especies y sus mecanismos de colonización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo del Programa Alemán DFG (Project DFG FOR 402-1/1 TP7). A Bolívar Merino y Zhofre Aguirre de la Universidad Nacional de Loja. A la Fundación JOCOTOCO y Cultura y Naturaleza Internacional, así como a la ONG BioCorp de Loja. Al apoyo en la fase de campo de Anja Meinecke, Wendy Warries, Manuel Lozano y Diego Lozano. Al Profesor Michael Richter por facilitar el dibujo-mapa del Parque Podocarpus, así como por compartir sus estudios en el área.

LITERATURA CITADA

- Benitez, A. 1989. Extent and Economic Significance in Ecuador. Brabb, E.E. and B.L. Harrod (Eds.). Landslides: Extent and Ecological Significance. Balkema, Rotterdam. p. 123-127.
- Buckman, H.; N. Brady. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. del inglés por Salorde. Barcelona, México, Editorial UTEHA. p. 9, 159; 266-271, 379-381.
- Bussmann, R. 2001. Epiphyte Diversity in a Tropical Andean Forest-Reserva Biológica San Francisco, Zamora-Chinchipec, Ecuador. *Ecotropica* 7: 43-59.

- Bussmann, R. 2002. Estudio de la fitosociológico de la vegetación en la Reserva Biológica San Francisco (ECSF) Zamora-Chinchi. Herbario Loja 8: 1-106.
- Brako, L. and J. L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the flowering plants and Gymnosperms of Peru. Monographs in Systematic Botany 45.
- Braun Blanquet, J. 1979. Fito Sociología. Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. España.
- Christensen, N.L.; J.K. Agee; P.F. Brussard; J. Hughes; D.H. Knight; G.W. Minshall; J.M. Peek; S.J. Pyne; F.J. Swanson; J.W. Thomas; S. Wells; S.W. Williams and H.A. Wright. 1989. Interpreting the Yellowstone fires of 1988. *Bioscience* 39, 678-685.
- Fassbender, H. 1975. Química de Suelos. Turrialba, C.R. p. 168-188.
- Harling, G. y L. Andersson (Eds.). 1986–2003. Flora of Ecuador. Vol. 25–60.
- Herbario Reinaldo Espinosa “LOJA”. 2000. Diagnostico de la vegetación natural y de la intervención humana en los Páramos del PNP. Informe. Herbario Reinaldo Espinosa, Loja, Ecuador. p. 1-75.
- Hill, M.O. 1994. DECORANA and TWISPAN, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntingdon. p. 1-58.
- Iñiguez, M. 1999. Manejo y Conservación de los Suelos y Aguas. Loja-Ecuador. p. 1-126.
- Jørgensen, P.M. and C. Ulloa Ulloa. 1996. Plant Diversity and Geography of Southwestern Ecuador. Missouri Botanical Garden. Preliminary Report. p. 1-11.
- Jørgensen, P.M. and S. León-Yáñez. 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 75: 1–1181.
- Keating, P. 1995. Disturbance Regimes and Regeneration Dynamics of Upper Montane Forest and Páramos in the Southern Ecuadorian Andes. Ph.D. thesis. Faculty of Geography, University of Colorado. p. 1-301.
- Lozano, P.; T. Delgado y Z. Aguirre M. 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, Ecuador. p. 1-180.
- Luteyn, J.L. 1999. Páramos a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84. New York Botanical Garden Press, New York. p. 1-278.
- Madsen, J.E. 1992. Disertación título desconocido. The Botanical Institute at the University of Aarhus, Denmark.
- Ohl, C. and R. Bussmann. 2004. Recolonisation of Natural Landslides in Tropical Mountains Forest of Southern Ecuador. *Feddes Repertorium* 115: 3-4: 248-264.
- Quizhpe, W.; Z. Aguirre.; O. Cabrera y T. Delgado. 2002. Los Páramos del Parque Nacional Podocarpus. Pp. 79-89. In: Z. Aguirre M., J.E. Madsen, E. Cotton y H. Balslev (eds.), *Botánica Austroecuatoriana – Estudios sobre los Recursos Vegetales en las Provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchi*. Ediciones Abya Yala, Quito. p. 79-90.
- PRONAREG-ORSTOM. 1984. Mapa de Suelos. Carta de Zamora y Loja. Escala 1:200 000.
- Richter, M. 2003. Using Epiphytes and Soil Temperatures for Eco-Climatic Interpretation in Southern Ecuador. *ERDKUNDE* 57, 161-181.
- Stern, M.J. 1992. Ecosystem Response to Natural and Anthropogenic Disturbances in the Andean Cloud Forest of Ecuador. Ph.D. Thesis. University of California.
- Teuscher, H. y Adler R. 1985. El Suelo y su Fertilidad. México, Ed. CECSA. 9. p. 132
- Ter Braak, C. J. and Smilauer, P. 1988. Canoco: A FORTRAN program for canonical community ordination. Microcomputer Power, Ithaca, New York. Pp. 1-351.

Valencia, R.; N. Pitman; S. León-Yáñez y P.M. Jørgensen. 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. p. 1-489.

APENDICE

Apéndice 1. Plantas endémicas encontradas en el Parque Nacional Podocarpus, Ecuador

Familia	Especie
Araliaceae	<i>Oreopanax sessiliflorus</i> (Benth.) Decne & Planch.
Asteraceae	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.
Asteraceae	<i>Cuatrecasanthus flexipappus</i> (Gleason) H. Rob.
Asteraceae	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.
Asteraceae	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.
Asteraceae	<i>Gynoxys reinaldii</i> Cuatrec.
Asteraceae	<i>Mumnozias campii</i> H. Rob.
Asteraceae	<i>Senecio iscoensis</i> Hieron.
Bromeliaceae	<i>Puya obconica</i> L.B. Sm.
Bromeliaceae	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.
Bromeliaceae	<i>Puya eringioides</i> André
Bromeliaceae	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.
Campanulaceae	<i>Centropogon comosus</i> Gleason
Campanulaceae	<i>Centropogon erythraeus</i> Drake
Campanulaceae	<i>Centropogon steyermarkii</i> Jeppesen
Campanulaceae	<i>Lysipomia caespitosa</i> T.J. Ayers
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum purpurascens</i> Todzia
Clethraceae	<i>Clethra parallelinervia</i> C. Gust.
Ericaceae	<i>Macleania mollis</i> A.C. Sm.
Ericaceae	<i>Oreanthus hypogaeus</i> (A.C. Sm.) Luteyn
Ericaceae	<i>Thibaudia joergensenii</i> A.C. Sm.
Gentianaceae	<i>Macropypaea harlingii</i> J.S. Pringle
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling
Lycopodiaceae	<i>Huperzia loxensis</i> B. Øllg.
Melastomataceae	<i>Axinaea quitensis</i> Benoist
Melastomataceae	<i>Brachyotum incrassatum</i> E. Cotton
Melastomataceae	<i>Brachyotum johannes-julii</i> E. Cotton
Melastomataceae	<i>Brachyotum rotundifolium</i> Cogn.
Melastomataceae	<i>Brachyotum russatum</i> E. Cotton
Melastomataceae	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack
Melastomataceae	<i>Meriania maguirei</i> Wurdack
Melastomataceae	<i>Meriania loxensis</i> Gleason
Melastomataceae	<i>Miconia capitellata</i> Cogn.
Melastomataceae	<i>Miconia hexamera</i> Wurdack
Melastomataceae	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack
Melastomataceae	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly
Onagraceae	<i>Fuchsia steyermarkii</i> P.E. Berry
Onagraceae	<i>Fuchsia summa</i> P.E. Berry
Piperaceae	<i>Peperomia persulcata</i> Yunck.

Cont ...

Cont ...

Familia	Especie
Poaceae	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark
Poaceae	<i>Chusquea loxensis</i> L.G. Clark
Poaceae	<i>Neurolepis laegaardii</i> L.G. Clark
Rosaceae	<i>Rubus laegardii</i> Romoleroux
Rubiaceae	<i>Palicourea azurea</i> C.M.Taylor
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria semiconnata</i> Pennell
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria stricta</i> Kunth.
Solanaceae	<i>Larnax psilophyta</i> Sawyer
Symplocaceae	<i>Symplocos clethrifolia</i> B. Ståhl
Symplocaceae	<i>Symplocos fuscata</i> B. Ståhl
Theaceae	<i>Freziera minima</i> A.L. Weitzman
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.
