

# REGENERACIÓN PIONERA EN DESLIZAMIENTOS DE TIERRA PRODUCIDOS POR PERTURBACIONES ANTROPOGÉNICAS JUNTO A CARRETERAS, EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS, ECUADOR

Pablo Lozano<sup>1</sup>, Rainer W. Bussmann<sup>2</sup> y Manfred Küppers<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Hohenheim, Instituto de Botánica y Jardín Botánico, Garbenstr. 30, 70599 Stuttgart, Alemania, e-mail: pablo\_lozano@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidad de Hawaii, Departamento de Botánica, Honolulu, HI 96822 U.S.A.

## RESUMEN

Se proveen datos de la vegetación pionera, sus asociaciones y familias más importantes según la gradiente y ubicación, en deslizamientos de tierra ocasionados por la construcción de carreteras en el Parque Nacional Podocarpus (PNP) al sur de Ecuador. Se establecieron 104 parcelas (1 x 5 m) en 41 deslizamientos de tierra, distribuidas en la gradiente altitudinal desde los 1.900 a 2.800 m, tanto al oriente como occidente, así como de norte a sur del parque, se usaron las vías de ingreso al parque y alledañas a la zona de amortiguamiento. Se realizaron 4.629 registros de individuos en todas las parcelas, en las cuales existen 312 especies, 152 géneros en 69 familias. Mediante el uso del programa TWINSpan, agrupo similitudes fitogeográficas en nueve unidades de paisaje. Mientras que el análisis entre factores edáfico ambientales con el uso del programa CANOCO, señaló que factores como altitud, presencia de materia orgánica, limo y exposición, son las principales características en la agrupación de las comunidades vegetales.

**Palabras clave:** construcción de caminos, deslizamientos, gradiente altitudinal, análisis florístico

## ABSTRACT

A study on the pioneer vegetation after anthropogenic disturbance through road construc-

tion was carried on in the vicinity of Podocarpus National Park in Southern Ecuador. One hundred four plots (1 x 5 m) on 41 landslides were established along an altitudinal gradient from 1900 to 3000m, from east to west such as north to south, roads along the parks perimeter as well as in the buffer zone were used to test pioneer plant and floristic changes. Collections yielded 4629 records, comprising 312 species, 152 genera and 69 families. TWINSpan analysis delineated nine landscape units, CANOCO singled out altitude, organic material, lime and exposition as the principal features to separate vegetal communities.

**Key words:** road construction, landslides, altitudinal gradient, floristic analysis

## INTRODUCCIÓN

Es importante anotar que geológicamente los Andes son relativamente jóvenes y mantienen un proceso continuo de cambios, entre ellos los despertares de los volcanes que ocasionan movimientos sísmicos, lo cual produce severos daños y pérdidas económicas significativas. Otros factores ambientales de tipo abióticos en los Andes, como las precipitaciones, son considerados de fuerte influencia en la dinámica de deslizamientos de tierra (Erickson, *et al.* 1989), especialmente cuando el fenómeno del Niño está presente.

Luego de los impactos ambientales antrópicos o naturales, vienen los procesos de sucesión que comprende varios tipos de cambios en la vegetación en diferentes escalas en el tiempo y espacio (Finegan 1984). Algunos estudios describen la secuencia de especies que sucesivamente invaden un sitio (Cooper 1913), o muestran cambios en biomasa, productividad, diversidad y nichos (Odum 1969), mientras otros se enfocan en el estrés físico entre las plantas en competición de recursos como el principal mecanismo que determina el curso de la sucesión (Colinvaux 1973). Otros estudios tratan las interacciones competitivas con herbívoros, predadores y agentes patógenos, de importancia crítica en el curso de la sucesión (Connell y Slatyer 1977). Factores del ambiente físico "abióticos" (luz, temperatura, suelo, humedad relativa) activan el funcionamiento fisiológico, por ejemplo de las semillas de especies pioneras que se encuentran en los bancos de semillas que se almacenan en el suelo, las mismas que poseen ventajas cuando ocurren perturbaciones, aumentando las condiciones óptimas de la sucesión temprana de las plantas.

Las perturbaciones antropogénicas al ambiente, influyen directa o indirectamente la incidencia de deslizamientos de tierra en todos los Andes, la tala y la quema de los bosques de estribaciones, la minería, la construcción de canales y principalmente la construcción de caminos, combinados con topografías de pendientes pronunciadas aceleran los procesos erosivos y favorecen los deslizamientos. Después de un disturbio particular, algunas especies aumentan en número o invaden, mientras otras merman o se retraen. Especies dominantes y no dominantes pueden aparecer en el mismo grupo funcional y pueden ser similares con respecto a su contribución en función de ecosistemas, que se conectan en abundancia bajo condiciones ambientales de cambio permitiendo una "estabilidad funcional".

## Impacto ambiental y económico de los deslizamientos

Ecuador no mantiene una estadística actualizada de las pérdidas económicas y desastres por causa de los deslizamientos de tierra ocasionados por la construcción de caminos; no obstante está considerada como la causa principal en la inestabilidad de los Andes (Young 1994). Ellos son los causantes de la caída de rocas y de la permanencia continua de fallas que ocasionan graves cicatrices en los bosques montanos (Fig. 1). Algunos datos describen una conmoción socio-económica nacional (Stern 1992), y desastre ambiental luego del deslizamiento al noreste del país (Chávez y Lara 1989), donde se estimaron 400.000.000 m<sup>3</sup> de caída de material. Mientras que otros reportes señalan sobre los 6.000.000.000 m<sup>3</sup> de deslizamiento de aluvión y rocas que fueron depositados y transportados bajo la corriente de los ríos Aguarico y Coca en la región oriental del Ecuador (Figuerola *et al.*, 1987). En este desastre natural se afectó treinta y tres km del oleoducto trans - ecuatoriano y 45 km del oleoducto de gas natural, lo cual tomó ocho meses para reparar el daño con graves pérdidas económicas al país. El estudio realizado por Benítez (1989) reportó que el deslizamiento de tierra junto a Chunchi (Sierra del Austro) en 1983 bloqueó la vía Panamericana. El impacto socio-económico relacionado a ganado y agricultura sin considerar vidas humanas, excedió los \$ 4 millones de dólares en la década pasada.

Poco se conoce de los mecanismos de sucesión y los grupos taxonómicos importantes en la recuperación de taludes, el presente estudio muestra las principales familias y especies que actúan como pioneras en la gradiente altitudinal, las mismas que se agrupan por características edáficas-ambientales como se demuestra bajo los diferentes análisis realizados.

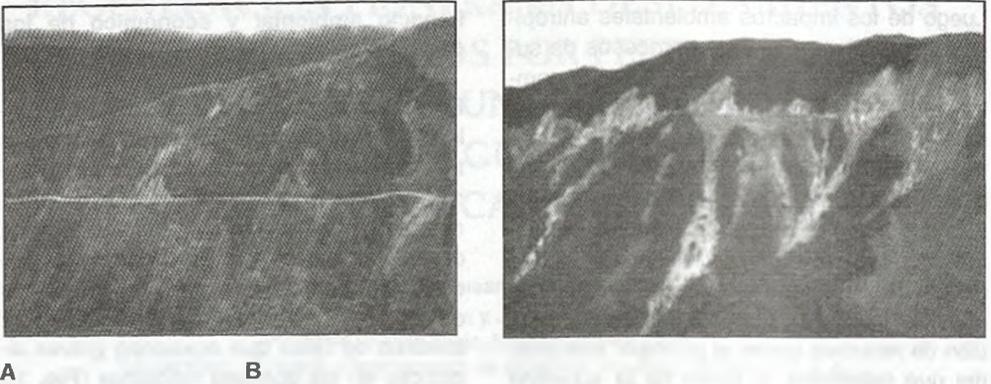


Figura 1. Detalle del impacto por construcción de caminos al interior del PNP. A. Carretera Loja - Zamora (sector nor oriental del PNP). B. Carretera vía a Cajanuma (sector norte PNP).

### ÁREA DE ESTUDIO

El sur de Ecuador muestran condiciones geológicas, climáticas y florísticas particulares con respecto al resto del país, principalmente la humedad y fisiografía de las cadenas montañosas, constituyen micro-sitios y variedad de ambientes (Lozano *et al.* 2005). Cabe destacar que normalmente los páramos del PNP reciben 6.000 mm de precipitación (Bussmann 2002) y en algunas áreas posiblemente esta cifra sobrepase (Richter 2003), considerándose los páramos más húmedos en el

país. Mientras que los bosques montaños en esta área registran entre aproximadamente los 3.000 a 4.000 mm. Esto, combinado con régimen de frecuencia y diferentes tamaños de perturbación, especialmente “deslizamientos de tierra”, pueden ser considerados óptimos centros para intercambios genéticos como consecuencia de subdivisión de nichos micro-geográficos (Richter 2003).

El PNP se encuentra ubicado al sur del Ecuador (Fig. 2). Posee una superficie de 146.280 ha, y un rango altitudinal que varía entre

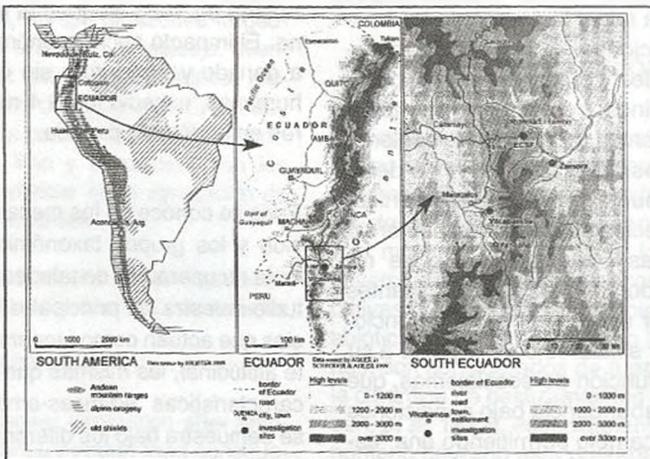


Figura 2. Posición del área de estudio.

1.000 y 3.600 m.s.n.m. Debido a su posición topográfica se encuentra influenciado por un número alto de deslizamientos naturales de tierra (Ohl y Bussmann 2004), así como deslizamientos antropogénicos, ocasionados principalmente por la construcción de caminos que atraviesan de este a oeste en sus zonas de amortiguamiento y otras vías de acceso a refugios o albergues en diferentes sectores distribuidos de norte a sur, los mismos que nos sirvieron para la selección de los sitios de muestreo, ver (Tabla 1).

## MÉTODOS

### Muestreo de campo y análisis de datos

Una vez seleccionados las vías y sitios de muestreo en la gradiente altitudinal, se esta-

blecieron 104 parcelas de (1 x 5 m) a diferentes etapas de sucesión. Cada transecto se subdividió en cinco sub - unidades de 1 x 1 m donde se determinó las especies y sus porcentajes de cobertura, siguiendo la metodología de Braun - Banquet (1964). En cada parcela se determinaron los siguientes parámetros ambientales: altitud, exposición y pendiente. El material herborizado fue identificado en el herbario (LOJA) de la Universidad Nacional de Loja, para lo cual se usó claves taxonómicas como Flora of Ecuador (Harling y Andersson 1986 - 2003); y el catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jørgensen y León-Yáñez 1999). Además se colectaron 15 muestras de suelo a 30 cm de profundidad en la gradiente y distribuidas de norte a sur en diferentes sitios y altitudes, los resultados se muestran en la (Tabla 2).

Tabla 1  
Sitios de estudio en el Parque Nacional Podocarpus

Sitio	Ubicación En el PNP	Rango Altitudinal m.s.n.m.	Nº de Parcelas	Coordenadas
Loja/ El Tiro	Norte	2.500 - 2.800	12	04°02'56" S; 79°10'26" O
El Tiro/San Francisco	Nor - oriente	2.800 - 1.900	30	03°58'18" S; 79°04'44" O
Vía Cajanuma	Norte - central	2.500 - 2.700	10	04°05'26" S; 79°11'12" O
Cerro Toledo	Sur - central	2.700 - 3.000	12	04° 23' 06" S; 79° 06' 14" O
Vía Yangana	Sur - occidental	2.500 - 2.700	10	04°26'40" S; 79°08'59" O
Vía Valladolid	Sur oriental	1.900 - 2.800	30	04° 26' 33" S; 79° 08' 34" O

### Agrupación de especies para determinar las comunidades vegetales

Los datos de campo fueron agrupados en una tabla excel, allí fueron depurados para luego pasar a la ordenación de los datos que se realizó con el uso del programa TWINSPLAN (Two Way Indicator Species Analysis, Hill 1994), el cual separó las diversas especies en comunidades o unidades de paisaje, en base a la mayor similitud en la composición florística, tomando en cuenta las muestras que en este caso son las parcelas y las variables dadas por las especies, e indica dónde se separan los diferentes grupos de parcelas y el valor de probabilidad que los separa (eigen valor, escala 0 - 1).

Para los análisis entre factores edáfico - ambientales y la vegetación se usó los datos de laboratorio de suelos, así como exposición, pendiente y altitud, al mismo que se aplicó el programa de análisis de correspondencia canónica para windows software (CANOCO) Ter Braak (1998), el mismo que se basa en una regresión múltiple ordenando muestras, valores de las variables y los factores ambientales en un espacio imaginario con cuatro ejes.

### Objetivos

Con el apoyo de los análisis previamente descritos, se pretendió entender y dar respuesta a las siguientes inquietudes:

- Cómo se agrupan las asociaciones florísticas de plantas pioneras en la gradiente
- Cuáles son las principales familias adaptadas a estas condiciones particulares de suelo y ambiente.
- Existe relación florística en los procesos de recuperación vegetal de este a oeste y norte a sur del PNP.

### RESULTADOS

Los suelos en su mayoría están compuestos por suelos franco arenosos, es decir con un alto porcentaje de arena y arcilla, existe baja presencia de materia orgánica y nitrógeno, con un pH ácido en sus diferentes altitudes ver (Tabla 2). Lo cual nos indica condiciones de drenaje óptimos en estos ecosistemas de alta precipitación, sin embargo los elevados porcentajes de acidez delimitan la presencia de grupos florísticos exclusivos en los procesos de regeneración.

**Tabla 2**  
**Análisis de laboratorio de los suelos estudiados**

Sector	Altitud m.s.n.m.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH %	Mo %	N %
Vía Zamora	1.900	53,44	38	8,56	Fo.Ao	4,34	5,79	65
Vía Zamora	2.200	35,44	46	18,56	Fo	4	0,55	10
Vía Zamora	2.500	37,44	48	14,56	Fo	3,95	1,03	15
El Tiro	2.800	42	33	12	Fo.Ao	3,5	2,2	23
El Tiro	2.700	50	25	13,3	Fo.Ao	3,5	1,5	21
El Tiro	2.500	35	50,3	13,11	Fo.Ao	3,45	2,02	25
Cajanuma	2.800	58	27,28	14,72	Fo.Ao	3,46	4,55	50
Cajanuma	2.700	70	17,28	12,72	Fo.Ao	3,7	1,31	20
Cajanuma	2.500	32	55,28	12,72	Fo.Lo	3,32	5,17	65
Cerro Toledo	2.100	61,44	27,28	11,28	Fo.Ao	6,02	1,72	25
Cerro Toledo	2.500	61,44	37,28	7,28	Fo.Ao	3,69	1,37	30

Cerro Toledo	2900	69,44	25,28	5,28	Fo.Ao	3,3	3,37	45
Vía Valladolid	2.300	73,44	19,28	7,28	Fo.Ao	3,75	0,55	15
Vía Valladolid	2.550	55,44	31,28	13,28	Fo.Ao	3,6	0,96	16
Vía Valladolid	2.800	71,44	23,28	5,28	Fo.Ao	4,1	1,86	30

Fo.Ao = Franco arenoso; Fo = Franco; Fo.Lo = Franco limoso

Se realizaron 4.629 registros de individuos en todas las parcelas, la diversidad general encontrada es de 313 especies, en 152 géneros pertenecientes a 69 familias, los ele-

mentos florísticos a nivel de géneros y familias más importantes se indican en la (Tabla 3), fotografías de la flora pionera de esta área se pueden encontrar en (Lozano y Bussmann 2003).

**Tabla 3**  
Familias y géneros más importantes según el número de especies

Familias	No. Especies	Géneros	No. Especies
Asteraceae	42	<i>Weinmannia</i>	9
Orchidaceae	27	<i>Baccharis</i>	8
Poaceae	27	<i>Epidendrum</i>	8
Ericaceae	26	<i>Elleanthus</i>	6
Lycopodiaceae	9	<i>Mumnozia</i>	6
Cunoniaceae	9	<i>Blechnum</i>	7
Melastomataceae	9	<i>Elaphoglossum</i>	6
Polypodiaceae	8	<i>Gaultheria</i>	5
Rubiaceae	8	<i>Grammitis</i>	5
Cyperaceae	8	<i>Sticherus</i>	5
Blechnaceae	7	<i>Rhynchospora</i>	5
Bromeliaceae	7	<i>Lycopodium</i>	4
Dryopteridaceae	7	<i>Macleania</i>	4

En la (Fig. 3) se muestran las principales familias que abordan los deslizamientos antrópicos en sus diferentes etapas entre los 1.900 a 2.100 m, las familias dominantes son: Asteraceae, Poaceae y Melastomataceae; entre los 2.200 a 2.400 m, están las Asteraceae, Ericaceae y Orchidaceae; entre los 2.500 a 2.700 m, están las Ericaceae, Asteraceae, Dryopteridaceae y Orchidaceae; en los pisos más altos entre los 2.800 a 3.000 m, dominan

las Ericaceae, Orchidaceae, Dryopteridaceae y aparecen nuevas familias como Lycopodiaceae, Rubiaceae y Violaceae. Entre los géneros especializados para estos procesos de colonización encontramos a: *Weinmannia* (Cunoniaceae), *Baccharis* (Asteraceae), *Epidendrum* (Orchidaceae), *Blechnum* (Blechnaceae) y *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae).

Se observó que los primeros grupos florísticos en arribar a colonizar áreas degradadas

son los musgos, licopodios y helechos (Polypodiaceae), seguido o en fases relativamente paralelas de las familias Asteraceae, Poaceae, Orchidaceae y Dryopteridaceae, poseen una fácil dispersión de las semillas por el viento (anemofilia) y colonizan rápidamente las áreas sin vegetación, además que no requieren condiciones de suelos específicos siendo muy importantes en los procesos regenerativos. Las familias Ericaceae, Melastomataceae y Rubiaceae, requieren dispersión por aves generalmente o se puede asumir que permanecen en el banco de semillas en espera que al alterarse el ecosistema clímax del bosque, las nuevas condiciones indicadas les permitan emerger a ocupar los nuevos espacios, no obstante si requieren de una primera etapa de sucesión vegetal para facilitar su llegada. Una tercera fase de sucesión se define una vez que existe una alfombra vegetal ya establecida por hierbas y arbustos leñosos cuando aparece la llegada de elementos leñosos propios de la zona como: *Weinmannia*, *Morella*, *Miconia* entre otras.

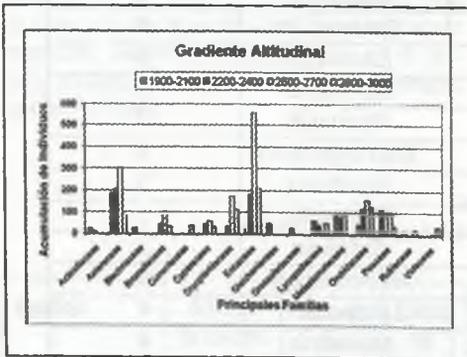


Figura 3. Familias de mayor importancia en la gradiente altitudinal

El análisis TWINSPLAN de los 104 levantamientos, ordenó nueve comunidades vegetales (Fig. 4). La separación inicial indica un eigen valor de (0,517), lo cual muestra cierta diferencia no muy distante en la composición vegetal y de especies entre el norte y sur del PNP. El clado derecho posee una separación de 0,607 donde sí existe una mayor afini-

dad florística entre las comunidades 7, 8 y 9 y esta compuesto por especies que se ubican en un rango altitudinal entre 1.900 a 2.800 m, lo interesante en esta asociación al sur es que se mezclan sitios como Sabanilla (sur - oriental) y San Francisco (nor - oriental) en la comunidad nueve, es decir existe afinidad florística determinada por los flancos orientales. En el clado izquierdo las separaciones son de 0,480 que indica una menor afinidad florística entre las comunidades 1, 2 y 3 del centro norte en rangos entre 2.100 a 2.800 m, y las comunidades 4, 5 y 6, adicionalmente en estas últimas se entremezclan parcelas tanto de oriente y occidente, así como de norte a sur. Es importante notar que los eigen - valores de separación luego de la segunda división son menores a 0,5 indicando una menor afinidad vegetal en las sub - unidades de paisaje.

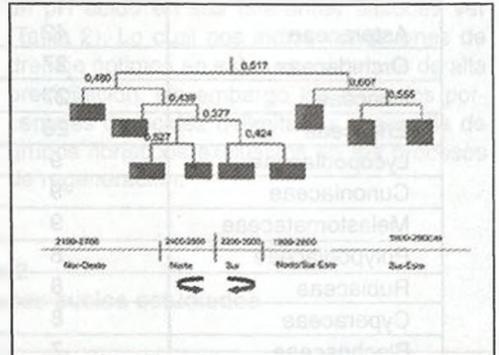


Figura 4. Dendrograma de unidades de paisaje resultado del análisis TWINSPLAN

### Comunidad 1

Distribución: del Nor - Oeste hasta Centro Oeste (El Tiro/San Francisco y Banderillas)  
Altitud: 2.100 a 2.200 m.s.n.m.

Especies características: *Bejaria resinosa*, *Blechnum* sp., *Clethra fimbriata*, *Cortaderia jubata*, *Gaultheria reticulata*, *Lophosoria quadripinnata*, *Orthrosanthus chimboracensis*, *Panicum laxum*, *Pennisetum peruvianum*, *Pityrogramma calomelanos*, *Pteridium aquilinum*, *Saurauia harlingii*, *Sticherus revolutus*, *Weinmannia fagaroides*.

**Comunidad 2**

Distribución: Nor - Oeste (Cajanuma)

Altitud: 2.600 – 2.700 m.s.n.m.

Especies características: *Blechnum lima*, *Calamagrostis intermedia*, *Clethra parallelinervia*, *Colignonia scandens*, *Cortaderia bifida*, *Cronquistianthus niveus*, *Cyathea fulva*, *Elaphoglossum leptophyllum*, *Gaultheria reticulata*, *G. tomentosa*, *Hieracium frigidum*, *Luzula* sp., *Lycopodium jussiaei*, *Munnozia senecionidis*, *Peperomia* sp. *Pitcairnia pungens*, *Rhynchospora tenuis*, *Siphocampylus humboldtianus*, *Tibouchina lepidota*.

**Comunidad 3**

Distribución: Nor Oeste (Cajanuma)

Altitud: 2.500 m.s.n.m.

Especies características: *Ageratina dendroides*, *Baccharis genistelloides*, *Baccharis latifolia*, *Bejaria aestuans*, *Calamagrostis intermedia*, *Cavendishia bracteata*, *Clethra* sp., *Cortaderia bifida*, *Disterigma* sp., *Elaphoglossum leptophyllum*, *Gaultheria tomentosa*, *Gynoxys buxifolia*, *Hypericum canadense*, *Hypericum lancioides*, *Luzula gigantea*, *Maclenia rupestris*, *Muehlenbeckia tiliifolia*, *Paepalanthus ensifolius*, *Polypogon elongatus*, *Schizachyrium sanguineum*, *Weinmannia elliptica*.

**Comunidad 4**

Distribución: Nor - Este a Nor - Oeste y Sur - Oeste (El Tiro/San Francisco, El Tiro/Loja, Cerro Toledo)

Altitud: 2.400 – 2.800 m.s.n.m.

Especies características: *Xyris subulata*, *Bejaria aestuans*, *Cavendishia bracteata*, *Chusquea* sp., *Cortaderia bifida*, *Cort jubata*, *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum leptophyllum*, *Elaphoglossum lingua*, *Gaultheria foliosa*, *Hypericum* sp., *Lycopodium complanatum*, *Lycopodium jussiaei*, *Macleania farinosa*, *Munnozia campii*, *Morrellia pubescens*, *Pernettya prostrata*, *Pitcairnia trianae*, *Pityrogramma tartárea*, *Rhynchospora* sp., *Spherospermum cordifolium*, *Tillandsia complanata*, *Viola stipularis*, *Weinmannia* sp.

**Comunidad 5**

Distribución: Nor - Este a Sur - Este y Sur - Oeste (El Tiro/San Francisco, Vía Valladolid, Cerro Toledo)

Altitud: 2.200 – 3.000 m.s.n.m.

Especies características: *Ageratina cutervensis*, *Ageratina dendroides*, *Baccharis genistelloides*, *Cavendishia bracteata*, *Cortaderia jubata*, *Elaphoglossum leptophyllum*, *Elaphoglossum lingua*, *Gaultheria foliosa*, *Gnaphalium* sp., *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium complanatum*, *Munnozia campii*, *Munnozia senecionidis*, *Nertera granadensis*, *Oreanthes hypogaeus*, *Pernettya prostrata*, *Pitcairnia trianae*, *Rhynchospora lechleri*, *R.* sp., *Spherospermum cordifolium*, *Tibouchina lepidota*, *Viola arguta*, *Weinmannia* sp., *Weinmannia trichocarpa*.

**Comunidad 6**

Distribución: Nor - Este a Nor - Oeste y Sur - Este (El Tiro/San Francisco, El Tiro/Loja, Vía Valladolid)

Altitud: 1.900 – 2.600 m.s.n.m.

Especies características: *Xyris subulata*, *Ageratina cutervensis*, *Andropogon glaucescens*, *Andropogon* sp., *Axonopus compresus*, *Axonopus* sp., *Bejaria aestuans*, *Brachyotum campanulare*, *Ceratostema* sp., *Cortaderia* sp., *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum lingua*, *Epidendrum* sp., *Equisetum bogotense*, *Escallonia micrantha*, *Gaultheria reticulata*, *Gunnera pilosa*, *Juncus bufonius*, *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium glaucescens*, *Nertera granadensis*, *Pernettya prostrata*, *Rhynchospora tenuis*, *Sticherus revolutus*.

**Comunidad 7**

Distribución: Sur - Este (Vía Valladolid)

Altitud: 2.500 m.s.n.m.

Especies características: *Blechnum cordatum*, *Chamissoa* sp., *Cortaderia jubata*, *Elaphoglossum leptophyllum*, *Equisetum bogotense*, *Escallonia micrantha*, *Gnaphalium elegans*, *Gunnera* sp., *Munnozia senecionidis*, *Nertera granadensis*, *Pitcairnia* sp., *Rhynchospora vulcanii*, *Stellis* sp., *Tibouchina laxa*, *Tibouchina* sp.

### Comunidad 8

Distribución: Sur - Este (Vía Valladolid)

Altitud: 2.100 m.s.n.m.

Especies características: *Baccharis jelskii*, *Blechnum cordatum*, *Clethra* sp., *Cortaderia bifida*, *Cortaderia* sp., *Cyathea divergens*, *Cyathea* sp., *Eriosorus* sp., *Guettarda* sp., *Lophosoria* sp., *Mandevilla* sp., *Nephrolepis pendula*, *Psychotria* sp., *Sphaeropteris quin-diensis*, *Sticherus rubiginosus*, *Thelypteris* sp.

### Comunidad 9

Distribución: Sur - Este y Nor - Este (Vía Valladolid, El Tiro/San Francisco)

Altitud: 1.900 - 2.800 m.s.n.m.

Especies características:

*Ageratina cutervensis*, *Axonopus compressus*, *Baccharis latifolia*, *Borria laevis*, *Cortaderia jubata*, *Elleanthus* sp., *Epidendrum orthocaulae*, *Erato polimnioides*, *Escallonia* sp., *Gamochaeta americana*, *Gaultheria foliosa*, *Guettarda ochreatea*, *Histiopteris incisa*, *Huperzia reflexa*, *Liabum eggertii*, *Lycopodium complanatum*, *Mikania chimborazensis*, *Munozia senecionidis*, *Morella pubescens*, *Pitcairnia trianae*, *Pteridium aquilinum*, *Rhynchospora vulcanii*, *Senecio iscoensis*, *Spherospermum cordifolium*, *Tibouchina lepidota*.

El programa de análisis de correspondencia canónica para windows software (CANOCO) (Ter Braak y Smilauer 1998), relacionó los factores físico ambientales como lo indica en la (Fig. 5) para cada sub - unidad representada por un color diferente. Factores como altitud, exposición en el terreno, presencia de arena, materia orgánica y limo, se muestra con los vectores más prominentes, que establecen las características principales en la separación de las comunidades vegetales. Siendo la arcilla, el pH, la pendiente y presencia de arcilla características de las comunidades 1 y 2 e inversamente proporcional a las comunidades influenciadas por la altitud comunidades 5 y 6. Las comunidades 2, 3, 4 y 6 también están influenciadas por los niveles de rango altitudinal, mientras que la comunidad tres y nueve los caracteriza la presencia de arena en los suelos, arcilla, pH y pendiente respectivamente, mientras que las comunida-

des 4, 5, 7 y 8 muestra una mayor influencia por la exposición de las parcelas y presencia de materia orgánica, limo y mayor presencia de criptógamas.

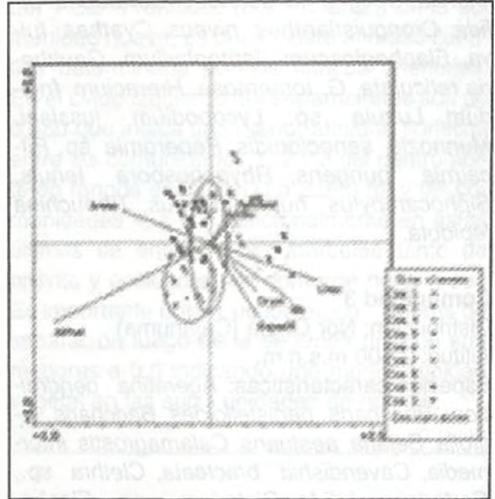


Figura 5. Análisis CANOCO, variables ambientales en relación a las nueve comunidades vegetales

### AGRADECIMIENTOS

A Bolívar Merino y Zhofre Aguirre del herbario LOJA, por el apoyo en la identificación de la flora, al Departamento de Botánica de la Universidad de Hohenheim - Stuttgart, Alemania, proyecto DFG FOR 402-1/1 TP7. Al apoyo de campo otorgado por Anja Mainecke, Wendy Warries y Lea Gopfert. A la Fundación JOCOTOCO y NCI, por el hospedaje en la Reserva Tapichalaca y Reserva San Francisco respectivamente, al Herbario LOJA, de la Universidad Nacional de Loja. Al Prof. Michael Richter por compartir datos del clima y mapa de ubicación del área de estudio. Al Dr. Alfonso Garmendia de la Universidad Politécnica de Valencia por los comentarios al artículo.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

Benítez, S. A. 1989. Landslides: Extent and economical significance in Ecuador. Pp.

123-126. In: *Landslides Extent and Economical Significance*. Brabb, E. y Harrod, B. (eds). Balkema, Rotterdam.

Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziology* (3rd edition).- Springer : Wien, New York.

Bussmann, R. 2002. Estudios Florísticos de la vegetación en la Reserva Biológica de San Francisco (ECSF) Zamora - Chinchipe. Herbario LOJA (Ecuador). 8: 1-106.

Chávez, M.A. y O. Lara. 1989. Análisis de los deslizamientos catastróficos Producidos por los Sismos de marzo 5 de 1987. 1° Simposio Suramericano de Deslizamientos, 7-10 agosto. Paipa, Colombia.

Colinvaux, P.A. 1973. Introduction to Ecology. Wiley, New York. 621 pp.

Connell, J.H. y R.O. Slatyer. 1977. Mechanism of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *Amer. Natur.* 111: 1119-1114.

Cooper, W. S. 1913. The climax forest of Isle Royale, Lake superior, and it's development. *Bot. Gaz.* 55: 1-235.

Ericksen, G., C. Ramírez, J. Fernández, G. Tisnado y F. Urquidi. 1989. Landslide hazards in central and southern Andes. Pp. 111-117. In: E. Brabb y B. Harrod (eds.). *Landslides Extent and Economical Significance*. Balkema, Rotterdam.

Figueroa, E., G. Oviedo, C. Vela, R. Sierra, H. Balslev, J. Torres, A. Carrasco y T. De Vries. 1987. Evaluación del Impacto Ambiental del sismo en la Amazonia. Fundación Natura. Quito, Ecuador.

Finegan, B. 1984. Forest Succession. *Nature* 312: 109-113.

Harling, G. y L. Andersson. (eds.). 1986-2003. *Flora of Ecuador*: 25-60

Hill, M. O. 1994. DECORANA and TWISPAN, for ordination and classification of multi-

variate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntingdon. 58 pp.

Jørgensen, P. M. y S. León-Yáñez. 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-1181.

Lozano, P. y R. Bussmann. 2003. Deslizamientos Montanos y la Flora Pionera. Environment and Conservation Program, The Field Museum, Chicago, Il. 60605. USA. Rapid Color Guide #158, version 1.0. ([http://fm-2.fieldmuseum.org/plantguides/guide\\_pdfs/158-02.pdf](http://fm-2.fieldmuseum.org/plantguides/guide_pdfs/158-02.pdf)).

Lozano, P., R. Bussmann. y M. Küppers. 2005. Landslides as ecosystem disturbance – their implication and importance in South Ecuador. *Lyonia* 8(1): 66-73. (<http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=449>)

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.

Ohl, C. y R.W. Bussmann. 2004. Recolonisation of Natural Landslides in Tropical Mountains Forest of Southern Ecuador. *Feddes Repertorium* 115: 3-4; 248-264.

Richter, M. 2003. Using Epiphytes and Soil Temperatures for Eco-Climatic Interpretation in Southern Ecuador. *Erdkunde*: 57: 161-181.

Stem, M. J. 1992. Ecosystem Response to Natural and Anthropogenic Disturbances in the Andean Cloud Forest of Ecuador. Ph.D. Thesis. University of California. 146 pp.

Ter Braak, C. J., y P. Smilauer. 1998. *CANOCO: Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY. USA), 352 pp.

Young, K. 1994. Roads and Environmental Degradation of Tropical Montane Forest. *Conservation Biology* 8(4): 972-976.