

**Las zonas de amortiguamiento:
un instrumento para el
manejo de la biodiversidad**
El caso de Ecuador, Perú y Bolivia

José Blanes, Rafael M^a Navarro, Uwe Drehwald
Teodoro Bustamante, Arturo Moscoso, Francisco Muñoz, Alicia Torres

**Las zonas de amortiguamiento:
un instrumento para el
manejo de la biodiversidad**
El caso de Ecuador, Perú y Bolivia

Este proyecto y la publicación de sus resultados fue financiada
por la Comunidad Europea

Programa: INCO-DC, Contrato No. IC18-CT98-0259



© De la presente edición:
CEBEM (Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios)
Av. Ecuador # 2330 esq. Rosendo Gutiérrez
Casilla Postal 9295
Correo-e: cebem@cebem.com
Télf. (591-2) 241 53 24
Fax: (591-2) 241 47 26
La Paz

FLACSO, Sede Ecuador
Páez N19-26 y Patria, Quito – Ecuador
Telf.: (593-2-) 2232030
Fax: (593-2) 2566139
www.flacso.org.ec

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
C/Alfonso XIII
14001 Córdoba (España)
Teléfono: 957 218 434/435
Fax: 957 217 154

Zentrum für internationale Entwicklungs-
und Umweltforschung (ZEU)
Justus-Liebig-Universität Giessen
Otto-Behaghel-Strasse 10 D
35394 Giessen
Alemania

Comisión Europea
Rue de la Loi 200 B-1049
1049 Brussels, Belgium
Télf.: (32-2) 296 17 06
Fax: (32-2) 299 47 43
Correo-e: inco-contract@dg12.cec.be

ISBN: 9978-67-077
Coordinación editorial: Alicia Torres
Cuidado de la edición: Cecilia Ortiz
Diseño de portada y páginas interiores: Antonio Mena
Imprenta: RISPERGRAF
Quito, Ecuador, 2003
1ª. edición: junio, 2003

Índice

Presentación	9
Zonas de Amortiguamiento como instrumento para el manejo de la biodiversidad en los bosques tropicales de la vertiente oriental andina	11
<i>Rafael M^a Navarro Cerrillo, José Blanes, Uwe Drehwald Arturo Moscoso y Alicia Torres</i>	
Desarrollos legales e institucionales sobre áreas protegidas y zonas de amortiguamiento en Bolivia, Ecuador y Perú	35
<i>Arturo Moscoso V.</i>	
Zonas de Amortiguamiento Aspectos sociales e institucionales de su desarrollo en cinco casos de estudio	107
<i>José Blanes</i>	
Metodología para el estudio de sistemas agroforestales en zonas de amortiguamiento de áreas protegidas de bosque tropical en la vertiente oriental Andina	153
<i>Rafael M^a Navarro Cerrillo y Francisco J. Muñoz Macías</i>	
El empleo de sensores remotos como herramienta para la generación de cartografía de usos del suelo en el entorno de áreas naturales protegidas: aplicación al Bosque de Protección de Alto Mayo y su Zona de Amortiguamiento (Perú)	215
<i>Francisco J. Muñoz Macías y Rafael M^a Navarro Cerrillo</i>	

Las Zonas de Amortiguamiento y su rol en la conservación de la biodiversidad	235
<i>Teodoro Bustamante</i>	
Cambios en la vegetación briofítica	277
<i>Uwe Drehwald</i>	
Bryomonitor: un sistema de biomonitoreo en selvas neotropicales	311
<i>Uwe Drehwald</i>	

Cambios en la vegetación briofítica*

Uwe Drehwald**

Introducción

Para poder tomar medidas adecuadas que tiendan a la protección y conservación de las selvas tropicales, es necesario conocer cómo se modifica su diversidad bajo determinadas influencias. Para la aplicación de usos sostenidos y su control por medio de métodos modernos de monitoreo, sobre todo, es necesario entender de forma precisa la influencia que produce la acción antropógena sobre diferentes tipos de bosques (Dallmeier y Comiskey 1998). Una de las prioridades de la protección de la biodiversidad consiste en el desarrollo de sistemas de monitoreo simples de aplicar, debido a que todos los estados firmantes de la Agenda 21 de la *United Nations Conference on Environment and Development* (1992) se encuentran obligados a registrar y controlar sus recursos biológicos.

En los últimos años, se han llevado a cabo numerosas investigaciones en ámbitos específicos sobre la estructura y composición de diferentes tipos de bosques tropicales. En comparación, sin embargo, son pocos los estudios

- * Agradezco a todos los biólogos forestales y a las instituciones que me apoyaron durante la organización y realización de las tareas de campo. También agradezco a las autoridades de las Intendencias de los Parques Nacionales y a sus guardaparques, por los permisos de trabajo y recolección de material. Por la determinación de algunas hepáticas agradezco a M.E. Reiner-Drehwald y J. Heinrichs (Göttingen).
- ** Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung Justus-Liebig-Universität Gießen, Alemania.

realizados que posibiliten pronósticos cuantitativos sobre los cambios en distintos tipos de bosques, bajo diferentes usos e intensidades de uso.

Esto se explica, en parte, porque sólo en áreas de observación que deben ser controladas en forma intensiva durante muchos años, se obtienen datos confiables sobre las variaciones en los bosques (Dallmeier 1992; Dogsé 1998). Sin embargo, esto representa altos costos de personal y tiempo, es decir, dos recursos que en muchos casos, no se encuentran a disposición de quien los requiere.

En el marco del proyecto, no fue posible efectuar estudios de control a largo plazo, debido a que en ninguna de las áreas de trabajo se contó con una base de datos favorable al propósito de la investigación. Se decidió por tanto, realizar observaciones propias en cada una de las cinco áreas de trabajo. Tampoco se llevaron a cabo observaciones a largo plazo, así se limitaron los costos por tiempo; se compararon en todas las áreas, bosques con distinto grado de alteración.

La desventaja de estos estudios comparativos radica en que durante su interpretación pueden surgir errores, pues son pocos los casos en que la historia del uso del bosque se encuentra documentada de forma completa. Sin embargo, estas incorrecciones se reducen al realizar réplicas de las investigaciones en diferentes regiones. Este método es ventajoso, ya que permite interpretar las tendencias generales en los cambios de los bosques. En el marco del proyecto se logró analizar de forma comparativa, cinco tipos de bosques bastante diferentes entre sí. Ello permite suponer que los resultados obtenidos se pueden aplicar, en su mayor parte, también en otras áreas. Con el fin de obtener datos comparables, las investigaciones se efectuaron con el mismo método, en cinco bosques neotropicales bastante diferentes entre sí.

Los objetivos más importantes de esta investigación son:

- Conocer los cambios provocados por la influencia antropógena en la estructura y composición de especies de diferentes bosques neotropicales.
- Obtener datos cuantitativos sobre la influencia de diferentes tipos de uso sobre la diversidad del grupo de especies elegido.
- Obtener una base para la elección y desarrollo de usos alternativos o para la optimización de usos actuales.

- Lograr una base de datos para el desarrollo de un sistema de biomonitoreo, con el cual se pueda controlar el efecto de los usos sobre la sostenibilidad.

Métodos

Para investigar los cambios en la biodiversidad se trabajó con dos indicadores: árboles y briofitas. En cada una de las cinco zonas de investigación se eligieron tres tipos de bosques diferentes:

- Bosque primario intacto o con influencia humana mínima;
- bosque intervenido por extracción de árboles;
- bosque secundario de 10 a 20 años de edad.

El registro de la vegetación leñosa se realizó en cada tipo de bosque, en un transecto de 0,1 ha, de acuerdo al método de Gentry (1982) para el estudio de la composición de especies. Para evitar el predominio de algunas especies, se subdividió cada transecto en 10 secciones de 2 x 50 m. En cada transecto se registraron todos los árboles con un diámetro de tronco > 2,5 cm a la altura del pecho (DAP), se anotaron el nombre de la especie, diámetro del tallo y altura.

Para el estudio de la vegetación briofítica se eligieron en cada transecto 10 troncos con una vegetación briofítica bien desarrollada. Se anotaron todas las briofitas epífitas sobre el tronco y raíces entre 0-2 m. de altura. Adicionalmente a los 3 transectos se analizaron 10 árboles aislados. El estudio de la vegetación briofítica se limitó a los 2 m. inferiores de los troncos, ya que es en esta zona donde se reconocen cambios en el microclima del bosque en forma más nítida.

Una de las consecuencias que produce la extracción de árboles del bosque, radica en que éste queda más abierto y llega más luz hasta el suelo. Ello provoca cambios en el microclima dentro del bosque, con la consiguiente desaparición de aquellas especies que dependen de una humedad alta constante. Por otro lado, la extracción de árboles produce cambios microclimáticos mínimos en la copa de los árboles, por lo cual este hábitat no se incluye en el estudio. Sin embargo, es importante el hecho de

que las especies que en un bosque cerrado crecen solamente en la copa de los árboles porque necesitan mucha luz, en un bosque alterado y más abierto pueden crecer también sobre el tronco, a menor altura.

Resultados

Parque Nacional Sangay (Ecuador)

En Sangay se trabajó a los 1.400 y 1.600 m de altura en los alrededores de Macas, Sucúa y Nueve de Octubre. La zona es muy húmeda, el total de precipitaciones se estima entre 3.000 y 4.000 mm./año. Los tres tipos de bosque estudiados en Sangay se encuentran bastante alejados (a 50 Km.), lo que dificulta su comparación. Con base en esta experiencia, los tres tipos de bosques en las demás zonas se eligieron mucho más cercanos uno del otro.

La ciudad de Macas se encuentra a 1.000 m. de altura y posee un clima bastante más seco (aprox. 2.000 mm. de precipitaciones) que en las áreas estudiadas.

El bosque primario es relativamente bajo, de 20-25 m de altura. La cobertura de los árboles es también relativamente baja (aprox. 50-60%). Por esto llega bastante luz hasta el suelo y en el sotobosque se encuentran muchos arbustos, árboles pequeños y lianas.

El bosque intervenido, ubicado cerca del río Tutanangosa, casi no mostró diferencias con el bosque primario en cuanto a la estructura, pero sí en la composición florística leñosa. Según nuestra información, la extracción de árboles comenzó hace varios años. Adicionalmente, se notó que por este bosque ha circulado ganado y se ha alimentado de brotes jóvenes. Esto se manifiesta a través de una apreciable reducción del número de plantas en los rangos diamétricos más pequeños.

El bosque secundario fue estudiado en los alrededores de Nueve de Octubre y comprende en una parte, bosques muy alterados y en otra, bosques secundarios. En este caso, se evidencia un aumento considerable de los rangos diamétricos más pequeños.

Resultados

De todas las áreas investigadas, el PN Sangay es la zona con la más alta diversidad de briofitas; en el bosque primario fueron encontradas en total 73 especies. El número más alto de especies (41) en un mismo tronco de árbol, durante las investigaciones realizadas en todo el proyecto, fue hallado también en este PN.

Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles
No. De especies/transecto	73	55	53	28
No. medio de especies/tronco	31,6	20,2	16,1	8,5
Cobertura de briofitas (%)	80,0	77,5	53	22
Frecuencia media	4,3	3,7	3	3
Relación <i>musci/hepaticae</i>	0,77	0,64	0,66	0,35
Índice de naturalidad	10	10	3	1
Transecto	primaria/ intervenida	primaria/ secundaria	primaria/ árboles	
Similitud (Soerensen)	76	39	10	

El número total de especies por transecta (en 10 troncos desde el suelo hasta 2 m. de altura) se reduce, de acuerdo al grado de aprovechamiento del bosque, de 73 en el bosque primario, a 28 en los árboles aislados. El número medio de especies por tronco disminuye de 31,6 en el bosque primario a 8,5 en los árboles aislados.

La cobertura de las briofitas epífitas en los troncos se reduce de 80% en la selva primaria a 22% en los árboles aislados.

El porcentaje de las hepáticas con respecto a los musgos, habida cuenta del número total de especies, aumenta con el grado de aprovechamiento. El índice de Soerensen muestra un alto grado de similitud entre el bosque

primario y el bosque intervenido, debido a la baja irrupción en el bosque intervenido, mientras que entre el bosque primario y los árboles aislados la similitud es muy baja. La frecuencia media de las briofitas se reduce de 4,3 en el bosque primario a 3,0 en los árboles aislados.

Debido a las altas precipitaciones, en los censos se encuentran con mucha frecuencia *Callicostaceae* y hepáticas talosas. También se observó un alto número de especies montanas (*Herbertus*, *Bazzania*, etc.).

El porcentaje de hepáticas con respecto a los musgos aumenta claramente con un mayor grado de aprovechamiento, ya que en los árboles aislados cuyo número aumenta en proporción al uso, se encuentran casi exclusivamente *Lejeuneaceae* y especies de *Frullania*.

Tabla. 2 Cambios en la vegetación epífita en el PN Sangay				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Ceratolejeunea filaria</i>	6	4	8	5
<i>Taxilejeunea pterogonia</i>	5	2	7	1
<i>Acroporium pungens</i>	2	1	6	2
<i>Omphalanthus filiformis</i>	5		8	1
<i>Metzgeria myriopoda</i>	10	2	5	
<i>Plagiochila aerea</i>	10	10	2	
<i>Symphyogyna cf. aspera</i>	10	7	1	
<i>Plagiochila aff. martiana</i>	6	10	5	
<i>Trichocolea flaccida</i>	10	2	2	
<i>Meteoridium remotifolium</i>	7	2	5	
<i>Lejeunea aff. hibernica</i>	6	4	1	
<i>Leucobryum sordidum</i>	6	6	1	
<i>Lejeunea flava</i>	4	8	1	
<i>Cyrtohypnum minutulum</i>	4	5	3	
<i>Radula sp.</i>	6	3	1	
<i>Catagonium brevicaudatum</i>	6	1	1	
<i>Lepidopilum scabrissetum</i>	2	3	3	
<i>Metzgeria leptoneura</i>	8		5	
<i>Telaranea nematodes</i>	5		1	
<i>Leiomela bartramii</i>	4		1	
<i>Pilotrichella pentasticha</i>	1		1	
<i>Lepidopilum diaphanum</i>		1	1	
<i>Bazzania phyllobola</i>	10	10		

Tabla. 2 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Bazzania phyllobola</i>	10	10		
<i>Riccardia sprucei</i>	10	10		
<i>Leucomium strumosum</i>	10	7		
<i>Porotrichum mutabile</i>	10	5		
<i>Prionolejeunea fabronioides</i>	9	7		
<i>Taxilejeunea</i> sp.	9	3		
<i>Lejeunea laetevirens</i>	8	1		
<i>Prionolejeunea</i> sp.	8	7		
<i>Syrrhopodon leprieurii</i>	8	8		
<i>Calypogeia crenulata</i>	5	6		
<i>Calypogeia peruviana</i>	6	5		
<i>Prionolejeunea</i> sp.	5	2		
<i>Monoclea gotschei</i>	4	3		
<i>Ceratolejeunea</i> sp.	5	4		
<i>Hypnella diversifolia</i>	5	2		
<i>Lophocolea martiana</i>	3	8		
<i>Bazzania breuteliana</i>	2	5		
<i>Lophocolea muricata</i>	6	1		
<i>Lophocolea trapezoides</i>	6	2		
<i>Plagiobhila</i> sp. (<i>superbae</i>)	5	1		
<i>Lepidopilum</i> cf. <i>muelleri</i>	4	1		
<i>Callicostella pallida</i>	3	3		
<i>Cyclodictyon albicans</i>	2	3		
<i>Leucobryum giganteum</i>	1	1		
<i>Lepidozia caespitosa</i>	1	3		
<i>Frullania</i> (<i>Frullania</i>) sp.	2°	1°		
<i>Cyclodictyon</i> cf. <i>rubrisetum</i>	7			
<i>Plagiobhila</i> aff. <i>aerea</i>	5			
<i>Lepidopilum</i> cf. <i>inflexum</i>	3			
<i>Odontoschisma longiflorum</i>	3			
<i>Herbertus juniperodeus</i>	3			
<i>Trachyxiophium</i> sp.	2			
<i>Thamniopsis undata</i>	2			
<i>Taxilejeunea</i> sp.	2			
<i>Hypnella pilifera</i>	1			
<i>Pyrrhobryum spiniiforme</i>		5		
<i>Brymela</i> cf. <i>rugulosa</i>		4		
<i>Chrysohypnum diminutivum</i>		3		

Tabla. 2 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Symphyogyna sp.</i>		3		
<i>Syrrhopodon incompletus ssp. incompletus</i>		1		
<i>Cephalozia crassifolia</i>		1		
<i>Lejeunea ramulosa</i>			10	4
<i>Lejeunea phyllobola</i>			9	4
<i>Frullania arecae</i>			2	5
<i>Dendroceros crispulus</i>			3	1
<i>Frullania intumescens</i>			1	10
<i>Plagiochila sp.</i>			2	6
<i>Sematophyllum subsimplex</i>			2	4
<i>Macromitrium cirrosium</i>			1	3
<i>Macromitrium punctatum</i>			3	1
<i>Plagiochila sp.</i>			9	
<i>Radula voluta</i>			6	
<i>Frullania formosa</i>			5	
<i>Bryopteris trinitensis</i>			4	
<i>Amphilejeunea sp.</i>			5	
<i>Aerolindigia capillacea</i>			3	
<i>Prionodon luteovirens</i>			3	
<i>Plagiochila sp.</i>			4	
<i>Toloxis imponderosa</i>			1	
<i>Leucolejeunea sp.</i>				10
<i>Frullania apiculata</i>				5
<i>Macromitrium podocarpi</i>				4
<i>Drepanolejeunea sp.</i>				4
<i>Frullania laxiflora</i>				2
<i>Brachiolejeunea laxiflora</i>				2
<i>Anoplolejeunea conferta</i>				2
<i>Frullania brasiliensis</i>				2

Hay otras especies con una frecuencia muy baja.

Parque Nacional Manu (Perú)

Los transectos en Manu fueron elegidos a una altura de 500 m. en los alrededores de Palotoa. Las precipitaciones en esta zona se estiman entre 2.000 y 2.500 mm/año, sin época realmente seca. Los tres tipos de bosques se estudiaron dentro de un círculo de 5 Km. de diámetro.

- El bosque primario corresponde a un bosque típico amazónico, alto y denso.
- En el bosque intervenido fue extraído un porcentaje muy alto de árboles, lo que provocó un crecimiento abundante de cañas (bambúes).
- Los bosques secundarios eran relativamente jóvenes, principalmente entre 5 y 10 años.

Resultados

Tabla 3 Resultados en el Parque Nacional Manu				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles
No. de especies/transecto	47	38	29	22
No. medio de especies/tronco	18,8	11,7	8,2	5,2
Cobertura de briofitas (%)	53,8	36,7	31,3	2,9
Frecuencia media	4,2	3,5	2,8	2,5
Relación <i>musci/hepaticae</i>	1,65	0,71	0,61	0,12
Índice de naturalidad	10	5	3	1
Transecto	primaria/ intervenida	primaria/ secundaria	primaria/ árboles	
Similitud (Soerensen)	44.4	40.5	12.5	

La zona investigada en el PN Manu muestra la flora briofítica típica de las selvas bajas de la Amazonía.

Los números de especies de briofitas, tanto el total en los transectos como el medio en los troncos, se reducen casi en forma lineal de acuerdo al grado de aprovechamiento del bosque. El número total de especies se reduce de 45 en la selva primaria, a 19 en los árboles aislados. El número medio de especies por tronco se reduce de 18,8 en la selva primaria a 4,8 en los árboles aislados.

Los números de especies presentan valores más bajos en un 40%, que en Sangay. Ello se explica por la menor altura de Manu con respecto al nivel del mar.

Al mismo tiempo, se reduce la cobertura de las briofitas epifitas en los troncos desde 53,8% en la selva primaria hasta 2,9% en los árboles aislados. En el PN Sangay los valores más altos se explican por la mayor humedad. En las selvas de montaña los troncos de los árboles se encuentran generalmente cubiertos casi por completo por epifitas, mientras que en selvas bajas se halla cubierta solamente una parte del tronco.

El porcentaje de las hepáticas con respecto a los musgos, habida cuenta del número total de especies, aumenta con el grado de aprovechamiento.

El grado de similitud entre los transectos, calculado de acuerdo a Soerensen, se reduce de 44,4 entre el bosque primario y el bosque intervenido a 12,5 entre el bosque primario y los árboles aislados.

Tabla. 4 Cambios en la vegetación epifita en el PN Manu				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Symbiezidium transversale</i>	9	3	6	1
<i>Zelometeorium recurvifolium</i>	7	1	2	1
<i>Lopholejeunea nigricans</i>	4	3	2	2
<i>Ceratolejeunea cubensis</i>	4	8	3	1
<i>Crossomitrium patrisiae</i>	1		1	1
<i>Plagiochila disticha</i>	10	10	8	
<i>Plagiochila subplana</i>	10	9	3	
<i>Neckeropsis undulata</i>	9	6	6	
<i>Metzgeria decipiens</i>	9	5	3	
<i>Aphanolejeunea clavatopapillata</i>	7	3	1	
<i>Lepidopilum scabrisetum</i>	4	4	1	
<i>Lejeunea sp.</i>	5	6	6	
<i>Neckeropsis disticha</i>	10		5	
<i>Thuidium involvens</i>	5		2	
<i>Calymperes afzelii</i>	4	7		
<i>Radula cf. Antilleana</i>	7	3		
<i>Fissidens elegans</i>	5	5		
<i>Vesicularia vesicularis</i>	6	1		
<i>Phyllocladon truncatulus</i>	4	2		
<i>Leucomium strumosum</i>	2	4		
<i>Porotrichum substriatum</i>	2	2		
<i>Pirella poblii</i>	9			
<i>Pinnatella minuta</i>	9			
<i>Bryopyteris filicina</i>	5			
<i>Cheilolejeunea sp.</i>	5			
<i>Stictolejeunea squamata</i>	4			
<i>Racopilum tomentosum</i>	4			
<i>Brymela sp.</i>	4			
<i>Pseudocryphaea domingensis</i>	3			
<i>Lophocolea coadunata</i>	3			
<i>Lepidopilum polytrichoides</i>	2			
<i>Amphilejeunea reflexistipula</i>		2		
<i>Pilosium chlorophyllum</i>		2		
<i>Crossotolejeunea controversa</i>		4		

Tabla 4 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Sematophyllum subsimplex</i>		2	2	6
<i>Lejeunea flava</i>		5		2
<i>Octoblepharum albidum</i>		9	1	
<i>Isopterygium tenerum</i>		5	4	
<i>Plagiochila sp.</i>		1	1	
<i>Lepidolejeunea involuta</i>		6	4	
<i>Harpalejeunea oxyphylla</i>		1	1	
<i>Taxilejeunea sp.</i>		2	6	
<i>Plagiochila raddiana</i>			6	2
<i>Lejeunea cf. cephalandra</i>			3	1
<i>Acrolejeunea torulosa</i>				6
<i>Frullania gibbosa</i>				5
<i>Frullania riojaneirensis</i>				4
<i>Frullania brasiliensis</i>				4
<i>Lejeunea cf. caespitosa</i>				3
<i>Diplasiolejeunea cf. pellucida</i>				3
<i>Cheilolejeunea cf. Trifaria</i>				2
<i>Frullania (Diastaloba) sp.</i>				2

Bosque Protector Alto Mayo (Perú)

Los transectos en Alto Mayo se encuentran entre los 1.200 y 1.400 m de altura, cerca del pueblo de Aguas Verdes y del Puente Serranoyacu. Las precipitaciones en esta área se estiman en alrededor de 2.500 mm/año, sin época seca. A diferencia de todas las otras áreas, en Alto Mayo tenemos un área puramente calcárea.

- El bosque primario se encuentra entre 1.300 y 1.400 m de altura, en una pendiente de 30 – 40° con exposición Sur. El bosque muestra en parte, una leve intervención humana por pastoreo de vacas. También hubo una mínima extracción de árboles en sectores del bosque hace aproximadamente 10 años. La altura del bosque es de aproximadamente 30 m y la cobertura varía entre 65 y 80%.

- El bosque intervenido, entre 1.200 y 1.300 m. es muy heterogéneo debido a una extracción de árboles muy reciente. Presenta sectores con poca deforestación y otros con una extracción relativamente alta. La estructura del bosque quedó completamente intacta.
- El bosque secundario tiene aproximadamente 10 años de edad y no posee árboles más viejos. Se encuentra a una altura entre 1.200 y 1.300 m.

Resultados

Alto Mayo muestra una similitud relativamente alta con el PN Amboró, debido a que se encuentran prácticamente a la misma altura y por la corta distancia geográfica que los separa. Sin embargo, debido a las menores precipitaciones, el número de especies es menor que en el PN Sangay.

Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles
No. de especies/transecto	45	59	33	26
No. medio de especies/tronco	20,5	16,1	12,5	8,3
Cobertura de briofitas (%)	64,5	40,5	27,5	21,4
Frecuencia media	4,6	2,8	3,8	3,2
Relación <i>musci/hepaticae</i>	10	6	3	1
Índice de naturalidad	10	6	3	1
Transecto	primaria/ intervenida	primaria/ secundaria	primaria/ árboles	
Similitud (Soerensen)	40.8	25.6	16.9	

En contraste con todas las otras áreas estudiadas, el número más alto de especies en Alto Mayo (58) no se encontró en el bosque primario, sino en el bosque intervenido. Sin embargo, al igual que en todas las demás zonas,

los números de especies de briofitas en los troncos se reducen casi en forma lineal, de acuerdo al grado de aprovechamiento del bosque.

La cobertura de las briofitas epifitas en los troncos disminuye de 64,8% en la selva primaria hasta 21,4% en los árboles aislados. La frecuencia media muestra su valor más bajo en el bosque intervenido, lo que significa que tiene la homogeneidad más baja de todos los bosques. Los valores altos inesperados en los números de especies y la baja frecuencia media, pueden ser explicados porque este bosque fue intervenido poco antes de esta investigación.

Tabla 6
Cambios en la vegetación epifita en el BP Alto Mayo

Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Plagiochila filicina s.lat.</i>	9	8	10	2
<i>Lejeunea phyllobola</i>	3	7	10	9
<i>Taxilejeunea sp.</i>	9	4	10	4
<i>Metzgeria decipiens</i>	9	4	9	1
<i>Lejeunea ramulosa</i>	10	6	1	1
<i>Lejeunea filipes</i>	6	3	5	3
<i>Ceratolejeunea coarina</i>	10	10	2	
<i>Plagiochila raddiana</i>	4	8	6	
<i>Lepidopilum scabrisetum</i>	1	2	6	
<i>Plagiochila subplana</i>	10	2		
<i>Porotrichum substriatum</i>	9	1		
<i>Lophocolea condunata</i>	7	4		
<i>Radula sp.</i>	7	2		
<i>Cyclodictyon albicans</i>	7	1		
<i>Symphogyna sp.</i>	7	1		
<i>Prionolejeunea sp.</i>	6	1		
<i>Bryopteris filicina</i>	5	1		
<i>Lophocolea muricata</i>	2	3		
<i>Fissidens mollis</i>	2	1		
<i>Porotrichum mutabile</i>	2	1		
<i>Marchesinia brachiata</i>	1	2		

Tabla 6 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Phyllocladon truncatulus</i>	10			
<i>Lepidopilum polytrichoides</i>	9			
<i>Fissidens elegans</i>	9			
<i>Thuidium sp.</i>	6			
<i>Cyrto-hypnum minutulum</i>	5			
<i>Cololejeunea sp.</i>	4			
<i>Echinocolea sp.</i>	4			
<i>Plagiomnium rhynchophorum</i>	4			
<i>Leskeodon andicola</i>	4			
<i>Racopilum tomentosum</i>	4			
<i>Stictolejeunea squamata</i>	2			
<i>Callicostella pallida</i>	2			
<i>Monoclea gottschei</i>	2			
<i>Riccardia sp.</i>	2			
<i>Pilotrichum fendleri</i>	2			
<i>Vesicularia vesicularis</i>	2			
<i>Hypopterygium tamarisci</i>	1			
<i>Leucomium strumosum</i>	1			
<i>Ocioblepharum albidum</i>		5		
<i>Lejeunea sp.</i>		4		
<i>Prionolejeunea sp.1</i>		4		
<i>Isopterygium tenerum</i>		4		
<i>Acroporium pungens</i>		4		
<i>Symbiezidium transversale</i>		3		
<i>Amphilejeunea reflexistipula</i>		3		
<i>Bazzania breuteliana</i>		3		
<i>Drepanolejeunea sp.</i>		3		
<i>Pirella pohlii</i>		3		
<i>Anoplolejeunea conferta</i>		2		
<i>Squamidium nigricans</i>		2		
<i>Syrhobodon prolifer prolifer</i>		2		
<i>Leucomium strumosum</i>		2		
<i>Leucobryum martianum</i>		1		
<i>Prionolejeunea sp.2</i>		1		
<i>Bazzania teretiuscula</i>		1		

Tabla. 6 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Lejeunea flava</i>		4	4	1
<i>Zelometeorium patens</i>		3	3	4
<i>Mastigolejeunea auriculata</i>		1	4	1
<i>Lopholejeunea nigricans</i>		5		1
<i>Cheilolejeunea clausa</i>		4		1
<i>Radula voluta</i>		2		1
<i>Lepidolejeunea eluta</i>		1		1
<i>Zelometeorium recurvifolium</i>		1		1
<i>Syrrhopodon parasiticus</i>		3	1	
<i>Neckeropsis undulata</i>		2	1	
<i>Meteoridium remotifolium</i>		2	1	
<i>Orthostichidium pentagonum</i>		2	1	
<i>Frullania arecae</i>			10	9
<i>Schoenobryum concavifolium</i>			8	7
<i>Sematophyllum subsimplex</i>			6	4
<i>Dicranolejeunea axillaris</i>			6	6
<i>Squamidium nigricans</i>			3	5
<i>Odontolejeunea lunulata</i>			3	3
<i>Daltonia longifolia</i>			1	2
<i>Squamidium leucotrichum</i>			4	
<i>Papillaria imponderosa</i>			2	
<i>Aerolindigia capillacea</i>			2	
<i>Papillaria deppei</i>			1	
<i>Frullania macrocephala</i>				8
<i>Frullanoides densifolia</i>				4
<i>Brachymenium globosum</i>				2
<i>Lejeuneaceae</i>				2
<i>Omphalanthus filiformis</i>				1

Hay otras especies con una frecuencia muy baja.

El porcentaje de las hepáticas con respecto a los musgos, habida cuenta del número total de especies, no muestra ninguna tendencia clara. El grado de similitud entre los transectos, calculado de acuerdo a Soerensen, se reduce de 40,8 entre el bosque primario y el bosque intervenido a 16,9 entre el bosque primario y los árboles aislados.

Parque Nacional Amboró (Bolivia)

En Amboró los transectos están ubicados entre 1.800 y 2.000 m. de altura en La Yunga, cerca de Mairana. En esta zona los bosques secos chaqueños llegan hasta casi 2.000 m de altura.

Las precipitaciones se estiman entre 1.500 y 2.000 mm/año, con una época seca de aproximadamente 3 meses. Los tres tipos de bosques fueron estudiados dentro de un círculo de 1 Km. de diámetro.

Al igual que en Sangay, el bosque primario llega a una altura de 25 m. y es bastante abierto (aprox. 60% de cobertura). Sin embargo, debido a la época seca, no se encuentran muchos arbustos y lianas en el sotobosque.

En el bosque alterado los árboles fueron extraídos por una empresa comercial en una cantidad bastante alta. Aunque la estructura del bosque no sufrió muchos cambios debido a este manejo, el aspecto general sí fue alterado notoriamente.

El bosque secundario tenía 10 años en una parte y en otro sector, alrededor de 20 años. Se encontró un alto porcentaje de Mirtáceas, típicas para bosques secundarios.

Resultados

Amboró se encuentra a 2.000 m. y es la zona investigada más alta. Debido a la época seca de 3 a 4 meses muestra números de especies más bajos (similares a los valores del PN Manu) que las otras dos zonas altas (Sangay y Alto Mayo).

La composición brioflorística también muestra diferencias notorias con Sangay y Alto Mayo.

Tabla 7				
Resultados en el PN Amboró				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles
No. de especies/transecto	44	39	38	22
No. medio de especies/tronco	17,9	14,1	11,2	8
Cobertura de briofitas (%)	55,5	33,5	22	21
Frecuencia media	4,1	3,6	2,9	3,2
Relación <i>musci/hepaticae</i>	1	1,29	0,81	1,44
Índice de naturalidad	10	6	3	1
Transecto	primaria/ intervenida	primaria/ secundaria	primaria/ árboles	
Similitud (Soerensen)	55.4	39	9.1	

El número total de especies se reduce de 44 en la selva primaria a 22 en los árboles aislados, mientras que el número medio de especies por tronco se reduce de 17,9 en la selva primaria a 7 en los árboles aislados. El número más alto por tronco es de 20 especies.

La cobertura de las briofitas epífitas en los troncos se reduce de 55,5% en la selva primaria a 21% en los árboles aislados. El porcentaje de las hepáticas con respecto a los musgos y también la frecuencia media de las briofitas no muestran ninguna tendencia clara con los cambios en el bosque.

Tabla. 8 Cambios en la vegetación epífita en el PN Amboró				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Prionodon densus</i>	9	10	7	2
<i>Lejeunea laetevirens</i>	8	8	6	3
<i>Omphalanthus filiformis</i>	1	7	1	4
<i>Plagiochila filicina</i>	8	6	7	.
<i>Pilotrichella nudiramulosa</i>	9	7	4	.
<i>Metzgeria myriopoda</i>	9	2	4	.
<i>Porotrichum mutabilis</i>	6	9	5	.
<i>Frullania (Trachycolea) sp.</i>	6	7	1	.
<i>Marchesinia brachiata</i>	4	7	1	.
<i>Neckera scabridens</i>	1	7	5	.
<i>Pterobryum densum</i>	1	2	4	.
<i>Lophocolea muricata</i>	7	.	2	.
<i>Sematophyllum cf. swartzii</i>	3	.	1	.
<i>Harpalejeunea sp.</i>	1	.	1	.
<i>Trichocolea flaccida</i>	1	.	1	.
<i>Metzgeria decipiens</i>	1	.	1	.
<i>Hypopterygium tamarisci</i>	10	9	.	.
<i>Palamocladium leskeoides</i>	9	3	.	.
<i>Isopterygium tenerum</i>	7	1	.	.
<i>Mittenothamnium reptans</i>	5	4	.	.
<i>Lepidolejeunea involuta</i>	6	7	.	.
<i>Catagonium politum</i>	4	2	.	.
<i>Thuidium urceolatum</i>	1	6	.	.
<i>Breutelia brittoniae</i>	2	4	.	.
<i>Bazzania teretiusscula</i>	1	1	.	.
<i>Syrrophodon prolifer var. prolifer</i>	1	1	.	.
<i>Plagiomnium rhyrachophorum</i>	2	2	.	.
<i>Radula sp.</i>	2	1	.	.
<i>Rigodium toxarion</i>	10	.	.	.
<i>Porotrichum lancifrons</i>	7	.	.	.
<i>Radula convexa</i>	8	.	.	.
<i>Rhodobryum beyrichianum</i>	5	.	.	.
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	2	.	.	.
<i>Bryopteris filicina</i>	2	.	.	.

Tabla. 8 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Plagiochila sp.</i>	2	.	.	.
<i>Prionolejeunea sp.</i>	1	.	.	.
<i>Leucobryum sp.</i>	1	.	.	.
<i>Radula quadrata</i>	.	1	7	.
<i>Lejeunea phyllobola</i>	.	1	6	.
<i>Frullania ericoides</i>	.	2	4	.
<i>Porotrichodendron robustum</i>	.	1	3	.
<i>Meteoridium remotifolium</i>	.	5	.	.
<i>Frullania ericoides</i>	.	2	.	.
<i>Leucolejeunea uncioloba</i>	.	1	.	.
<i>Radula voluta</i>	.	1	.	.
<i>Meteorium illecebrum</i>	.	8	2	9
<i>Schlotheimia torquata</i>	.	1	4	9
<i>Pilotrichella flexilis</i>	.	2	1	8
<i>Holomitrium crispulum</i>	.	1	3	10
<i>Phyllogonium viscosum</i>	.	3	.	2
<i>Cryptopapillaria pencillata</i>	.	1	.	2
<i>Frullania brasiliensis</i>	.	.	10	10
<i>Frullanoides densifolia</i>	.	.	4	1
<i>Macromitrium cirrosium</i>	.	.	2	1
<i>Macromitrium podocarpi</i>	.	.	3	3
<i>Frullania arecae</i>	.	.	1	3
<i>Frullania (Diastaloba) sp.</i>	.	.	2	2
<i>Macrocoma orthotrichoides</i>	.	.	1	2
<i>Leucolejeunea clypeata</i>	.	.	1	1
<i>Anoplolejeunea conferta</i>	.	.	4	.
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	.	.	3	.

Hay otras especies con una frecuencia muy baja.

El grado de similitud entre los transectos, calculado de acuerdo a Soerensen, se reduce de 55,4 entre el bosque primario y el bosque intervenido a 9,1 entre el bosque primario y los árboles aislados.

En los transectos investigados faltan completamente especies de la familia *Callicostaceae* y también hepáticas talosas, con excepción del género *Metzgeria*.

Reserva Nacional Río Blanco / Negro (Bolivia)

Los bosques investigados se encuentran entre 300 y 400 m. de altura, cerca del pueblo Urubuyá y al norte del aserradero "La Chonta". Las precipitaciones en esta zona se estiman en alrededor de 1.200 mm/año, con una época seca de 3-4 meses.

- El bosque primario tiene una altura aproximada de 30 m. y una cobertura del 70%.
- El bosque intervenido presenta suelos más húmedos que el bosque primario. Seguramente, la intervención fue realizada hace más de 10 años. El bosque es heterogéneo y muestra un sector poco intervenido -con una cobertura del 70%- y otro más deforestado -con el 50% de cobertura.
- La mayor parte del bosque secundario tiene una edad aproximada de 10 años, pero en él se encuentran algunos árboles del bosque primario. Una pequeña parte del transecto se realizó en un bosque muy intervenido con crecimiento secundario en el sotobosque.

Resultados

Las áreas elegidas en la RN Río Blanco / Negro muestran la diversidad de briofitas más baja de las 5 zonas investigadas. El número de especies representa un 50% de los valores de Manu, a pesar de encontrarse aproximadamente a la misma altura. Esto puede ser explicado por las precipitaciones más bajas de las cinco zonas en Río Blanco / Negro, sumado a una época seca de 3 a 4 meses.

Tabla 9 Resultados en el la RN Ríos Blanco / Negro				
Transecto	primaria	Intervenida	secundaria	árboles
No. de especies/transecto	20	15	13	5
No. medio de especies/tronco	10,3	6,9	5,6	1,8
Cobertura de briofitas (%)	43	41,5	15,7	1,2
Frecuencia media	5,2	4,6	4,7	3,6
Relación <i>musci/hepaticae</i>	1	1,6	1	0
Índice de naturalidad	10	7	4	1
Transecto	primaria/ intervenida	primaria/ secundaria	primaria/ árboles	
Similitud (Soerensen)	65.7	54.5	8	

El número total de especies se reduce de 20 en la selva primaria, a 5 en los árboles aislados, mientras que el número medio de especies por tronco se reduce de 10,3 en la selva primaria a 1,8 en los árboles aislados.

Al mismo tiempo, la cobertura de las briofitas epifitas en los troncos de 43% en la selva primaria, se reduce hasta 1,2% en los árboles aislados.

El porcentaje de las hepáticas con respecto a los musgos, habida cuenta del número total de especies, aumenta con el grado de aprovechamiento. El nivel de similitud entre los transectos, calculado de acuerdo a Soerensen, se reduce de 44,4 entre el bosque primario y el bosque intervenido a 12,5% entre el bosque primario y los árboles aislados.

Es notoria la ausencia absoluta de hepáticas talosas y *Callicostaceae*, es decir, especies que requieren una alta humedad en forma constante.

Tabla. 10				
Cambios en la vegetación epífita en la RN Ríos Blanco / Negro				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
Cobertura briofitas (%)	43,0	41,5	15,7	1,2
Cobertura árboles (%)	65,5	60,0	47,0	-
No. de especies (promedio tronco)	10,3	6,9	5,6	1,8
No. de especies (total transecto)	20	15	13	5
Índice de naturalidad	10	7	3	1
<i>Mastigolejeunea auriculata</i>	9	9	10	10
<i>Plagiochila disticha</i>	10	10	10	
<i>Pirella poblisii</i>	10	4	2	
<i>Lejeunea tapajosensis</i>	10	10	6	
<i>Cheilolejeunea clausa</i>	8	9	4	
<i>Zelometeorium patulum</i>	6	1	2	
<i>Lejeunea sp.</i>	3	4	1	
<i>Jaegerina scariosa</i>	3		4	
<i>Lopholejeunea subfusca</i>	2		3	
<i>Neckeropsis undulata</i>	10	5		
<i>Pseudocryphaea domingensis</i>	10	3		
<i>Cyrtobryum cf. involvens</i>	3	7		
<i>Calymperes erosum</i>	3	1		
<i>Fissidens (elegans) sp.</i>	1	1		
<i>Radula sp.</i>	7			
<i>Taxilejeunea cf. obtusangula</i>	4			
<i>Aphanolejeunea clavatopapillata</i>	1			
<i>Rhynchostegium cf. remotifolium</i>	1			
<i>Syrrophodon ligulatus</i>	1			
<i>Porella swartziana</i>	1			
<i>Sematophyllum subsimplex</i>		3	3	
<i>Mittenothishamnium reptans</i>		2		
<i>Racopilum tomentosum</i>		1		
<i>Papillaria nigrescens</i>			1	
<i>Entodontopsis nitens</i>			1	

Tabla 10 (continuación)				
Transecto	primaria	intervenida	secundaria	árboles aislados
<i>Frullania ericoides</i>				4
<i>Leucolejeunea clypeata</i>				2
<i>Frullania (Chonantheia) sp.</i>				1
<i>Lejeuneaceae sp.</i>				1

Discusión - comparación de las cinco zonas

Composición florística

Debido a las diferentes alturas y factores climáticos (principalmente la precipitación), la composición florística en el ámbito de las especies en los cinco parques es bastante distinta, mientras que desde el punto de vista genérico la coincidencia es mucho mayor.

Con base en las diferentes alturas, los bosques investigados pueden ser clasificados claramente en bosques montanos (Sangay, Alto Mayo y Amboró) y en selvas bajas (Manu y Río Blanco / Negro).

La composición de la vegetación briofítica en las selvas húmedas bajas de Sudamérica (de 0 hasta 1.000 m) es relativamente uniforme. Debido a la época seca de 3-4 meses, Río Blanco / Negro muestra una diversidad más baja que Manu. Las especies típicas para las selvas bajas son: *Neckeropsis undulata*, *N. disticha*, *Racopilum tomentosum*, *Hypopterygium tamarisci*, *Pseudocryphaea domingensis*, *Pireella pohlii*, *Plagiochila disticha* y *P. subplana*.

Los bosques montanos son aparentemente más diversos en cuanto a las especies que contienen, pero en el de género muestran muchas semejanzas. Géneros que se encuentran principalmente en los bosques montanos (a partir de 1.000 m) son: *Bazzania*, *Herbertus*, *Trichocolea*, *Catagonium*, etc.

En bosques muy húmedos con alta precipitación es notoria la alta frecuencia con que se encuentran especies de la familia *Callicostaceae* y hepáticas talosas (*Monoclea gottschei*, *Symphyogyna* spp., *Riccardia* spp. etc.). Estas especies están ausentes de los bosques con un período seco prolongado. Faltan también en partes de los bosques secundarios, debido a

que requieren de una humedad alta constante, y que no se las encuentra en árboles aislados de regiones con altas precipitaciones.

Entre los bosques montanos estudiados, Sangay y Alto Mayo muestran una mayor semejanza, debido a su cercanía geográfica. Dada su distancia y el período seco claramente definido, la flora briofítica de Amboró se diferencia notoriamente de las demás áreas.

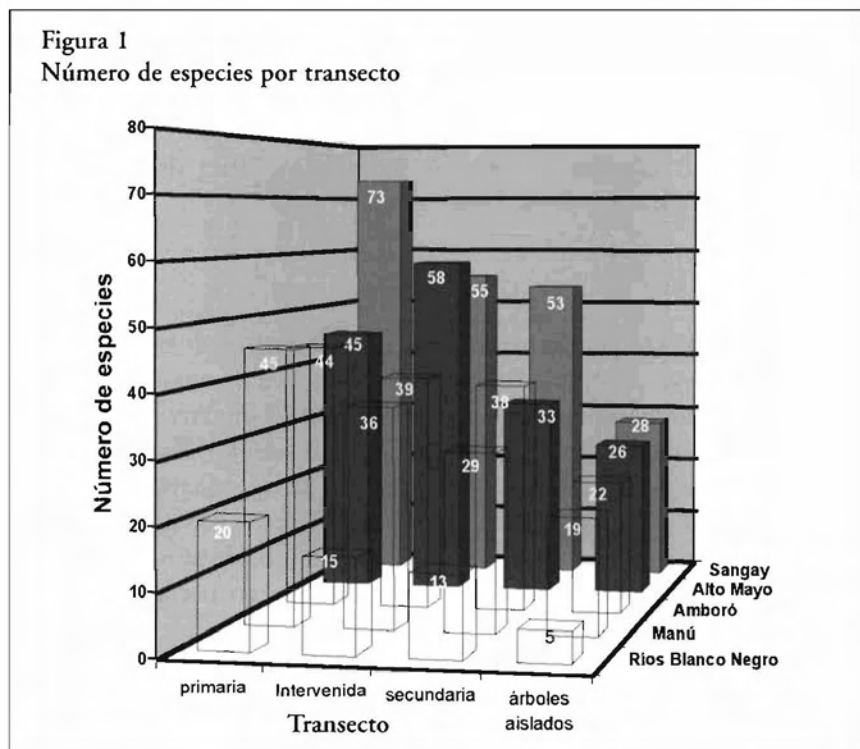
Número de especies

No sólo la composición florística, también los números de especies en los bosques primarios, muestran diferencias en las cinco zonas investigadas. Generalmente los bosques de montaña presentan una diversidad de briofitas mayor que la de las selvas bajas (al contrario de lo observado en la vegetación leñosa). Tal como se esperó, Sangay tiene el mayor número de especies, debido a las altas precipitaciones que caracterizan a la zona. Alto Mayo y Amboró, a pesar de encontrarse a 2.000 m. de altura, tienen un número de especies más bajo, provocado principalmente por la presencia de una época seca de tres meses de duración. Los cambios en la vegetación briofítica de altura en la zona andina fueron investigados por Reenen y Gradstein (1984) y Gradstein y Frahm (1987).

Los números encontrados en Manu son típicos de las selvas amazónicas bajas. Los transectos en Río Blanco / Negro poseen solamente la mitad de las especies encontradas en Manu, pues atraviesan una época seca de 3 a 4 meses. En ambas zonas la vegetación briofítica en árboles aislados es muy pobre, y está basada casi exclusivamente en hepáticas (especies del género *Frullania* y *Lejeuneaceae* de la subfamilia *Ptychanthoideae*).

A pesar de todas estas diferencias, los cambios provocados por el aprovechamiento de bosques en la vegetación briofítica, son muy parecidos en las cinco zonas.

Figura 1
Número de especies por transecto

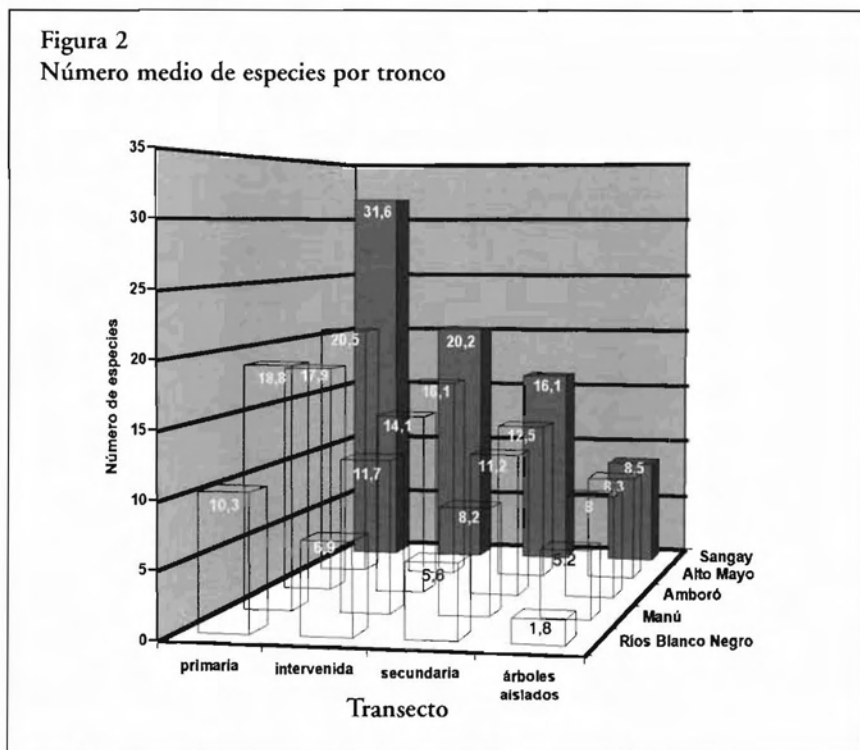


El número de especies disminuye con el grado de aprovechamiento más o menos en forma lineal. Este fenómeno se puede aplicar tanto al número total de especies por transecto (Fig. 1) como al número medio por tronco (Fig. 2). La única excepción es Alto Mayo, donde el bosque intervenido muestra el número total de especies más alto que el bosque primario. La razón para este fenómeno es probablemente la intervención muy reciente en este bosque.

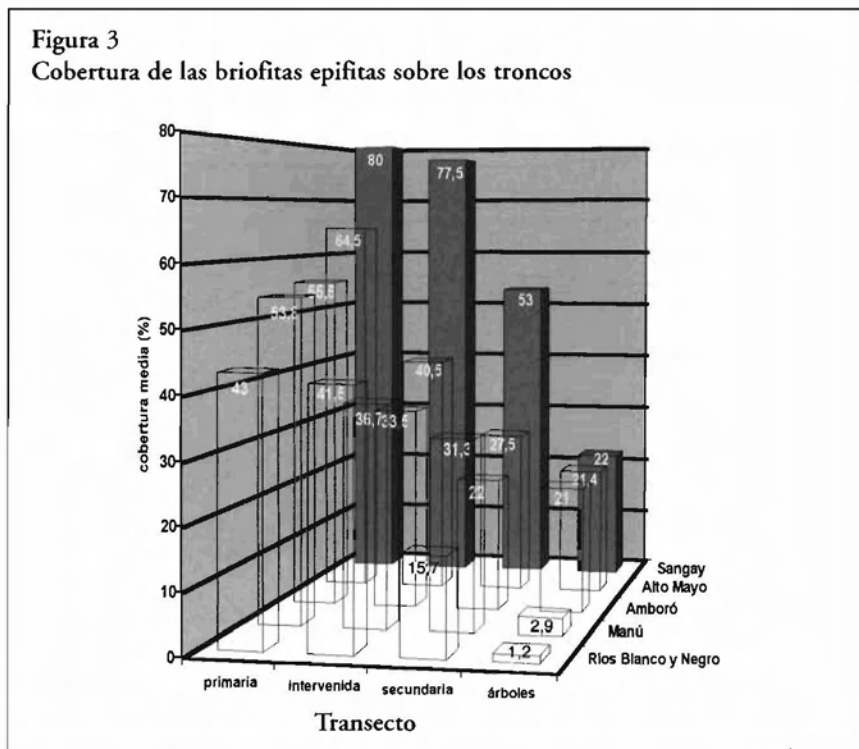
En valores porcentuales, los números de especies en bosques intervenidos representan entre el 40 y 60% en los bosques primarios. En el bosque secundario se puede ver solamente entre un 20 y 45% de los números observados en el bosque primario y en los árboles aislados entre 5 y 13%.

Una vez que en este estudio se investigó solamente la parte basal de los troncos (0-2 m de altura), el número total (desde el suelo hasta las ramas del dosel) es mucho más alto que el señalado en la Fig. 1. Se estima (con base

Figura 2
Número medio de especies por tronco



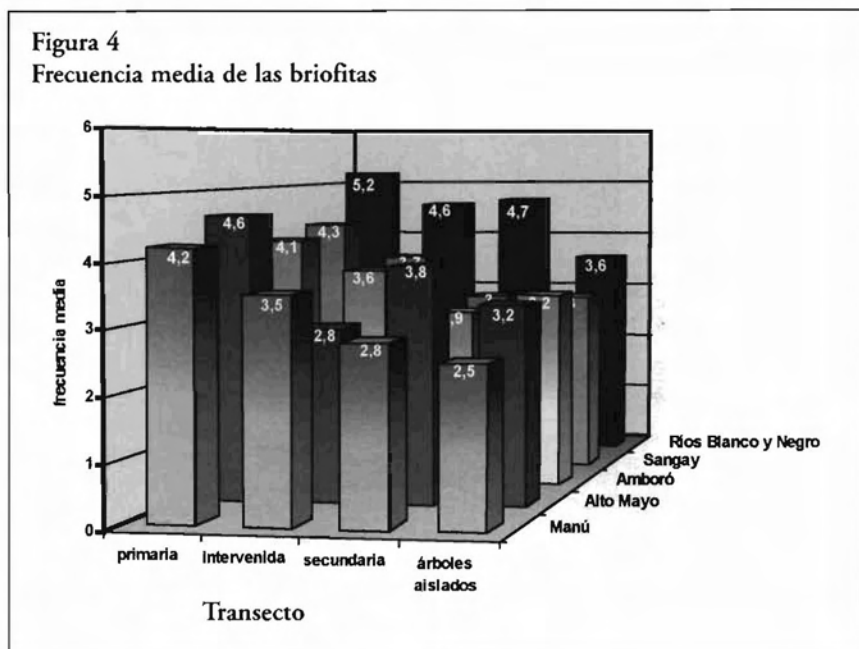
en los números de los otros transectos y colecciones adicionales) que en un bosque primario se encuentra solamente el 35% de las especies en los dos metros basales investigados (en el caso de Sangay y Alto Mayo) y entre el 40 y 60% de las especies en Manu, Amboró y Río Blanco / Negro. En comparación, en los árboles aislados se encontró a los dos metros basales, entre el 70 y 100% de las especies totales. Debido a esto, la pérdida real total de especies dada por el aprovechamiento es más alta que la indicada en la Fig. 1. Para las zonas investigadas se estima que en un bosque intervenido quedan entre el 90% (Sangay) y 60% (Manu) de las especies del bosque primario. En los bosques secundarios quedan del 20 al 50% de las especies del bosque primario, mientras que en los árboles aislados quedan solamente entre un 5-15% de las especies. En áreas sin árboles el porcentaje se reduce lógicamente al 0%.



Cobertura de las briofitas epifitas

Con el grado de intervención al bosque se reduce la cobertura de las briofitas epifitas sobre los troncos (Fig. 3). Este fenómeno se puede observar en todas las zonas. Generalmente los bosques montanos muestran una cobertura más alta que las selvas bajas. De los tres bosques montanos investigados, Sangay muestra con un 80% en el bosque primario, la cobertura más alta y Amboró, con un 55%, la cobertura más baja. En las selvas bajas fueron encontradas coberturas de 53,8% en Manú y 43% en Río Blanco / Negro. En las selvas bajas los árboles aislados apenas están cubiertos por briofitas. En Manú, la cobertura media de los árboles aislados es de 2,9% y en Río Blanco / Negro solamente del 1,2 %.

Figura 4
Frecuencia media de las briofitas

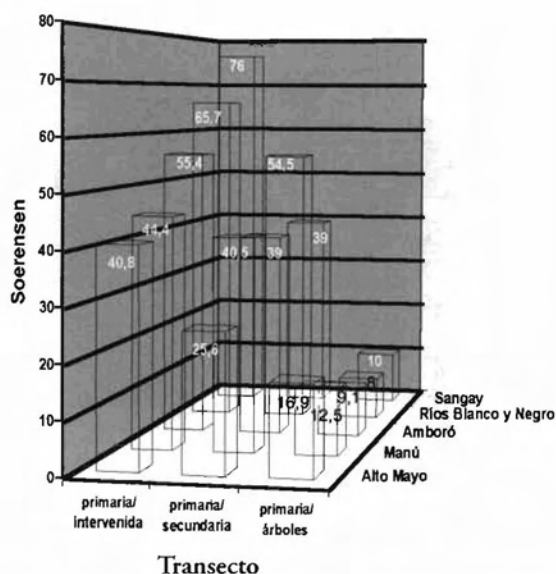


Frecuencia media

La frecuencia media de las especies es utilizada para caracterizar la homogeneidad de los bosques investigados. Una frecuencia de 10 significa que la especie fue encontrada en los 10 troncos. Cuanto más alta es la frecuencia media, más alta es la homogeneidad de la vegetación briofítica.

En la mayoría de las zonas investigadas la frecuencia media, y sumada a ello la homogeneidad, disminuyen con el grado de aprovechamiento del bosque (Fig. 4). En Río Blanco / Negro los bosques intervenido y secundario muestran casi la misma frecuencia media, mientras que en Alto Mayo el bosque intervenido muestra la frecuencia media más baja de todos los bosques de la zona. La razón para esta diferencia es probablemente la intervención muy reciente en este espacio.

Figura 5
Similitud entre los transectos



Similitud

También son importantes los cambios en la composición de la vegetación brioftica representados por los índices de Soerensen. Entre los bosques primarios y los alterados hay una similitud bastante alta que depende de la cantidad de troncos extraídos del bosque (Fig. 5). En Sangay la similitud es más alta que en las otras zonas debido a que no hubo casi ningún cambio en la estructura del bosque alterado, y un índice de similitud de 79 debe ser normal para dos bosques primarios a 50 Km. de distancia. En las demás zonas el índice de Soerensen entre los bosques primarios e intervenidos varía entre 40,8 y 65,7. La similitud entre los bosques primarios y secundarios es mucho más baja, con índices entre 25,6 y 54,5. Los bosques primarios y los árboles aislados tienen muy pocas especies en común y por ello presentan índices de similitud entre 8 y 16,9.

La reducción de los índices con el grado del aprovechamiento muestra que no solamente se reduce la diversidad, sino que también hay cambios en la composición florística.

Cambios en el suelo

En ningún tipo de bosque se observaron suelos erosionados. Sin embargo, en los bosques secundarios se comprobó, en algunas partes, una degradación de los suelos por la disminución de la capa de humus (Ah).

Las áreas donde se estudiaron los árboles aislados presentan suelos erosionados. Esto se acentúa en el Sangay, debido a la suma de dos factores: la inclinación de los terrenos y las altas precipitaciones que caracterizan al área. La erosión en las otras zonas es claramente menor, y más baja en los Río Blanco / Negro.

Conclusiones

Aunque en muchas regiones se observan particularidades, se pueden generalizar algunas tendencias en los cambios de su biodiversidad.

En todas las zonas se observó una reducción de la diversidad de briofitas con el aprovechamiento del bosque, en donde la reducción en el número de especies se encuentra en forma lineal con el grado de intervención.

Los resultados hallados demuestran claramente que con el uso sostenido del terreno es factible mantener un alto grado de biodiversidad y al mismo tiempo, evitar la erosión únicamente en áreas boscosas. Es por esto que en las ZAM (y no solamente aquí) debe darse prioridad a las formas agroforestales y silvopastoriles de uso.

Ambos objetivos, conservar un alto grado de biodiversidad y evitar la erosión y degradación de los suelos, son posibles solamente cuando se mantiene hasta un cierto grado la protección del bosque, ésta es más necesaria cuanto más altas son la inclinación del terreno y las precipitaciones totales.

Para mantener un alto grado de biodiversidad lógicamente es preferible preservar al bosque en un estado tan natural como sea posible. Por otro lado, el objetivo de una ZAM no es la protección completa de la biodiversidad sino evitar influencias negativas sobre el núcleo del PN. Para evitar la

erosión del suelo, un bosque secundario normalmente es suficiente. Al mismo tiempo un bosque secundario (entre 10 y 20 años) puede mantener entre 20 y 50% de la biodiversidad de un bosque primario, lo que se considera suficiente para ZAM. Por estos motivos tampoco hay objeciones en contra de un uso intensivo de los bosques, siempre que éstos no sean destruídos en su totalidad.

Las plantaciones deben ser juzgadas en forma diferente. El grado de mantenimiento de la biodiversidad depende de la especie cultivada y de la densidad de los árboles. Algunas especies de árboles no soportan casi ninguna planta epífita (por ej. *Eucalyptus*, *Pinus*, *Mangifera*) y por esto no contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad. Otras especies pueden llevar flora epífita relativamente rica, por ej. cítricos o *Theobroma* (cacao) y pueden conservar una parte importante de la diversidad. Con una densidad adecuada de árboles, la erosión también debería ser inhibida en plantaciones, sin mayores problemas.

Lógicamente, no es posible aplicar usos agroforestales en un 100% de la ZAM; sin embargo, es deseable utilizar estos métodos en un área lo más extensa posible. La aplicación de sistemas agroforestales es más importante cuanto mayor sean la inclinación del terreno y las precipitaciones. Al mismo tiempo, se propone la reforestación, por lo menos parcial, de estas áreas más amenazadas.

Bibliografía

- Dallmeier, F. 1992. *Long-term monitoring of biological diversity in tropical rain forest areas*. Paris: UNESCO.
- _____ y J. A. Comiskey. 1998. "Forest biodiversity assessment, monitoring and evaluation for adaptive management". F. Dallmeier y J. A. Comiskey (eds.); *Forest biodiversity research, monitoring and modeling. Man and the Biosphere Series 20* : 3-15. Paris.
- Dogsé, P. 1998. "Designing and managing permanent monitoring plots as tools for implementing the convention on biological diversity". F. Dallmeier y J.A. Comiskey. *Forest Series 1*: 29-46. Paris.
- Gentry, A.H. 1982. "Phytogeographic Patterns in Northwest South America and southern Central America as Evidence for Chocó

- Refugium”; en G.T. Prance. *Biological Diversification in the tropics*. New York: Columbia University Press.
- Gradstein, S.R. y J.P. Frahm. 1987. “Die floristische Höhengliederung der Moose entlang des BRYOTROP-Transektes in NO-Peru”. – *Nova Hedwigia, Beih.* 88: 105-113.
- Reenen, G.B.A.van y S.R. Gradstein. 1984. “An investigation of bryophytes distribution and ecology along an altitudinal gradient in the Andes of Colombia“. *J. Hattori Bot. Lab.* 56: 79-84.