

Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco (Zamora-Chinchipec, Ecuador)– zonación de la vegetación y regeneración natural

Rainer W. Bussmann

Universidad de Bayreuth, Departamento de Fisiología de Plantas, D-95440 Bayreuth, Alemania, e-mail: bussmann@hawaii.edu

Resumen

En los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco, al norte del Parque Nacional Podocarpus en el Sur de Ecuador, la composición y regeneración natural de la vegetación han sido estudiados desde hace 1997. En base de un inventario florístico detallado, más de 400 parcelas fitosociológicas han sido establecidas siguiendo gradientes ecológicos, para caracterizar los diferentes tipos de bosque y sus fases de regeneración natural. Estos relevés han sido complementados por parcelas de investigación de la composición de la flora arbórea. El análisis permite una separación de 3 formaciones principales de bosques, cada una compuesta de varias comunidades diferentes.

La vegetación forestal dominante en altitudes de 1850-2100m está descrita como bosque de *Ocotea-Nectandra*, encontrado normalmente en áreas escarpadas, con una inclinación de 30-50°, y también en quebradas con acceso difícil. En altitudes entre 2100-2750 m, la vegetación está formada por el bosque de *Purdiaea nutans* – *Myrica pubescens* – *Myrsine andina*, en el cual el estrato arbóreo de 5-10 (15)m de altura está dominado por *Purdiaea nutans* (Cyrillaceae). Especies de las familias Myrsinaceae, Myricaceae y Melastomataceae ocurren con abundancia mayor, al lado de una multitud de otros árboles y arbustos. En áreas no-perturbadas, el estrato herbáceo está formado casi exclusivamente por Bromeliaceas con un tamaño de 1-2m. La flora epifítica tiene la diversidad más alta en esta formación, con Orquideas y Bromelias mucho más abundantes que helechos. En claros, y en algunas áreas planas – probablemente influenciadas por incendios naturales durante años muy secos – se encuentra una vegetación secundaria dominada por Gramíneas. La frecuencia de derrumbes es el motor de la dinámica en el sistema, e inevitable para el mantenimiento de la diversidad: En bosques muy viejos, la diversidad de la flora disminuye. La sucesión de los derrumbes va por la vegetación climac monotípica de *Purdiaea nutans*. Desde una altura de 2450 m, el bosque subalpino empieza a crecer en algunas partes en vez del bosque de *Purdiaea*. Las pequeñas copas de las especies dominantes (especialmente Cunoniaceae, Clethraceae, Melastomataceae) formando un estrato casi impenetrable.

Abstract

In the montane forests of Reserva Biológica San Francisco, at the northern limit of Podocarpus National Park in Southern Ecuador, detailed studies of the composition and regeneration of the forest vegetation have been carried out since 1997. Based on a floristic inventory, more than 400 plant-sociological relevés were established to characterize the different forest types and their regeneration stages along ecological gradients. These vegetation records were completed by studies on stand structure. The analysis allowed the forest vegetation to be grouped in three main units, each composed of various sub-units.

The main forest vegetation in altitudes from 1850-2100 m can be assessed as *Ocotea-Nectandra* forest. Undisturbed communities of this type can be found particularly on steep slopes with 30-

50° inclination, as well as in inaccessible river valleys. In altitudes between 2100 and 2750m, the *Ocotea-Nectandra* forest is being replaced by a much lower, monotypic formation, the *Purdiaea nutans* – *Myrica pubescens* – *Myrsine andina* forest. The single tree stratum, reaching mainly 5-10 (15)m, is dominated by *Purdiaea nutans* (Cyrillaceae). Members of the Myrsinaceae, Myricaceae, small Melastomataceae occur regularly, with a wide variety of other small trees and shrub species. In undisturbed areas, the herbal stratum is predominantly consists of a dense, 1-2m tall Bromeliad thicket. The epiphyte flora reaches its greatest diversity here, with Bromeliads and Orchids being much more abundant than ferns. In gaps, and in some small, flat, open areas – probably influenced by natural fires during particularly dry years - a secondary vegetation type, dominated by tall grasses, is found. Frequent landslides are the main engine for the dynamic processes in the upper forest, and are essential for the maintenance of its diversity: In overaged forest areas, a drastic decline of species diversity can be observed. The natural succession of landslides leads finally to the monotypic climax described above. From an altitude of 2450m upwards, a subalpine forest is slowly starting to replace the *Purdiaea* formation. Here, the small, only 1-2m wide crowns of the dominant shrubs (mainly Cunoniaceae, Clethraceae and small Melastomataceae) form an impenetrable thicket.

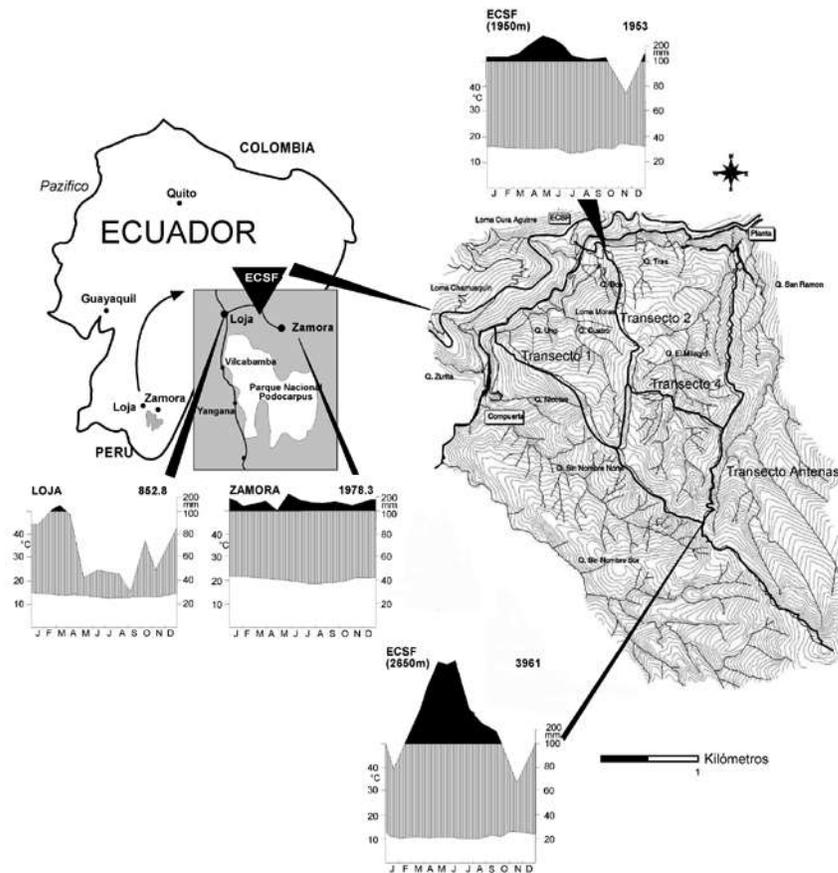
Introducción

Proyectos para el estudio y la descripción de formaciones de vegetación tropical están muy complicados por la inmensa diversidad de especies de la región, mosaicos de vegetación muy complejos y problemas de taxonomía y logística. Inventarios detallados requieren estudios a largo tiempo para lograr incorporar todas las especies. Por estas razones solo existe un número muy limitado de estudios de vegetación particularmente de los Neotrópicos, y solo existen pocos sitios con inventarios florísticos más o menos completos. El problema mayor para estudios fitosociológicos en bosques húmedos de la zona baja se presenta por la densidad muy baja de las poblaciones de muchas especies, causando dificultades en establecer las respectivas áreas mínimas. Este problema no se presenta en los bosques montañosos. El terreno sumamente escarpado causa una gran diversidad de hábitats que permite distinguir entre pequeños y homogéneos asociaciones de bosques.

Hasta recién, estos bosques montañosos tropicales – aunque, sumamente importante en manera ecológica y económica como captaciones de agua y protección contra erosión – recibieron solo una atención marginal de ciencia y sociedad. Peor, la mayoría de los estudios hechos en los ecosistemas de las montañas tropicales se concentraron en la zona alpina, mientras los bosques, con frecuencia casi inaccesibles, con su inmensa diversidad de especies casi no fueron estudiados. Aún proyectos grandes como "Ecoandes" en Colombia (Hammen et al. 1983, 1984, 1989, 1995) incluyeron la región de los bosques solo en manera marginal. Las pocas publicaciones sobre la vegetación de los bosques montañosos de Ecuador solo contienen listas de especies o mencionan la región montana en comparación de los bosques de la Amazonía (Grubb et al. 1963, 1966; Ek 1997). Los primeros esfuerzos de unir este conocimiento inicial se hicieron recién (Hamilton et al. 1994, Churchill et al. 1995). El déficit de información científica especialmente incluye los aspectos de regeneración y uso de los bosques montañosos y los procesos de sucesión después de impactos naturales o antropógenos. Los requisitos del hábitat y el potencial para regeneración de las especies maderables importantes están casi completamente desconocidas.

La región fronteriza de Ecuador y Peru (Fig. 1) pertenece a los áreas biológicamente más diversas del mundo y por este es un "punto caliente de biodiversidad" por excelencia. Puertos bajos en la cadena andina permiten el intercambio facil entre las floras y faunas de la Amazonía y la zona baja del Pacifico. Adicionalmente la región muestra una transición muy rápida entre los Andes húmedos del Norte y los bosques secos, deciduos de la zona baja del Norte de Peru. Hasta recién, Parque Nacional Podocarpus y el area de estudio estuvieron científicamente casi desconocidos. Pocos estudios existen sobre la flora de la Provincia de Loja (Espinosa 1948a,b; Empeaire & Friedberg 1990, Øllgaard & Madsen 1993, Ulloa & Jørgensen 1993, Jørgensen & Ulloa 1994, Madsen & Øllgaard 1994, Bussmann & Lange 1998, Jørgensen & León-Yanez 1999), o tratan descripciones cortas de su vegetación (Espinosa 1989/92, Madsen 1989, 1991, Jørgensen 1991, Bøgh 1992). El esfuerzo mas nuevo para la clasificación de la vegetación de Ecuador (Sierra 1999) clasifica todos los bosques montanos entre 1800 – 3000 m de altitud como "bosque de neblina montano" sin mas distinción.

Fig. 1. Area de estudio



Estudios sobre la composición y regeneración de los bosques de Reserva Biológica San Francisco se elaboraron desde 1997 en el margen del proyecto "Funcionalidad en un bosque montano tropical: Diversidad, procesos dinámicos y potencial para el uso" de la Fundación Alemana para la Investigación (DFG). La intención de las investigaciones fue de caracterizar los diferentes tipos de bosques y sus estados de regeneración a lo largo de la gradiente altitudinal, y de evaluar

si una caracterización detallada se puede elaborar solo a base de un estudio fisiognómico o si se necesita un análisis fitosociológico detallado.

Reserva Biológica San Francisco se encuentra entre las capitales provinciales Loja y Zamora e incluye 1000 hectáreas de la extensión norte de la Cordillera de Consuelo, a 03°58'18''S - 079°04'44''W, en la provincia Zamora-Chinipe, Ecuador, bordeado por el Parque Nacional Podocarpus, la única área protegida en el sur del país. Con extensión de 1800 – 3150 m la ECSF incorpora un transecto completo de los bosques montañosos de la región y áreas antropicamente perturbadas para comparación (Fig. 1). La topografía es imensamente escarpada con pendientes entre 40-60° y frecuentemente llegando a 90°.

Geología y suelos

En la parte Sur de Ecuador y el Norte de Perú la elevación más alta es de 4600 m, y por gran parte no se supera 4000 m (Jørgensen & Ulloa Ulloa 1994). Esta área representa la región más baja en los Andes ecuatoriales. Mientras la piedra base del Andes del Norte está formada por volcanismo Cuaternario, la parte Sur está formada por sedimentos Terciarios (Hall 1977). Los sustratos geológicos consisten de roca arenosa y piedra azul, los suelos son por gran parte Dystrudepts, Humaquepts y Petraquepts (Schrumpf 1999).

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Emck (in prep.) describe una precipitación anual promedio de 2500 mm en la zona baja, y más que 5000 mm en las zonas más altas de la reserva, con temperaturas anuales promedio entre 15-17 °C y 9-11°C en las mismas regiones. Especialmente la parte más alta se encuentra casi en nubes o neblina todo el año. La precipitación mayor se encuentra en Febrero-Marzo y Junio-Setiembre, ambos períodos seguidos por épocas más secas que pueden causar cortas temporadas casi áridas especialmente en los meses Octubre-Enero.

Metodología

Después de un estudio florístico detallado, los bosques de la Reserva Biológica San Francisco (ECSF) han sido investigados en estudios fisiognómicos y fitosociológicos. Trescientos y siete parcelas en áreas de bosques homogéneas, 76 parcelas en derumbes naturales y 40 en derumbes antropogénicas fueron investigadas con la metodología de Braun-Blanquet (1964) descrito por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) y modificado por Hammen et al. (1989). El tamaño de las parcelas (mínimo 400 m² en bosques y 4 m² en caso de derumbes) siempre estuvo más grande que el área mínima determinada (2m² para derumbes, 256m² para el bosque montañoso bajo y 64m² para el bosque montañoso alto y áreas de Jalca).

Se identificaron tres estratos de vegetación: T = Estrato de árboles, con todas las plantas de más de 5 m de altura. S = Estrato arbustivo, formado por especies leñosas entre 50 cm y 5 m. H = Estrato herbáceo.

Para permitir una mejor comparación con datos de otras regiones se instalaron 14 parcelas de 0.1 ha siguiendo por 2 transectos, para investigar la estructura de la vegetación arbórea. Cada 100 m de altitud se instalaron 2 de estas parcelas de 20 x 50 m. Se registraron altura y diámetro a altura de pecho (dap) de todos los árboles con un dap > 10 cm, marcando todos los individuos con placas de aluminio y anotando todas las especies presentes.

Las muestras colectadas fueron secadas en el herbario de la estación Científica San Francisco (ECSF), e identificados en los herbarios ECSF, LOJA y el Herbario Nacional de Ecuador

(QCNE), y registrado en la base de datos de LOJA. Un juego completo de las colecciones se encuentra en cualquier de estos herbarios.

Resultados

ZONACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA ECSF

Taludos muy escarpados y quebradas muy profundas causan un mosaico de diferentes condiciones microclimáticas, que, junto con la frecuencia de derumbes naturales causa un mosaico muy variable de unidades de vegetación. Basado en los datos florísticos los bosques montanos de la ECSF se agruparon en tres formaciones mayores, cada una ocupando una zona de altitud específica (Bussmann 1999, Bussmann et al. 2001.); Figs. 2 A-B.

La formación de bosque entre 1850 – 2100 m, con un dosel muy diverso de 2 estratos esta el "Bosque montano bajo" (*bosque de Ocotea – Nectandra*), extendiendo hasta 2300 m al fondo de quebradas con protección contra el viento. Especies de familias perteneciendo al bosque húmedo tropical (Cyclanthaceae, Lauraceae, Piperaceae) se encuentran muy común en estos bosques, mientras que especies de la flora de la zona alta están raras. Áreas primarias del bosque de *Ocotea-Nectandra* se encuentran especialmente en filos muy escarpados con inclinaciones de 30-50° o más, y en quebradas casi inaccesibles. En regiones de fácil acceso esta formación ha sido casi destruido por actividades antropicas y reemplazado por bosques secundarios.

- en la "comunidad típica de *Ocotea – Nectandra*", el estrato arboreo alto llega hasta 25 m, con árboles emergentes hasta 35 m altos en quebradas. La cubierta media del dosel está de 100%. Se encuentran como especies típicas Lauraceae (*Endlicheria sericea*, *Nectandra cissiflora*, *N. laurel*, *N. lineatifolia*, *N. obtusata*, *N. spp.*, *Ocotea benthamiana*, *O. cernua*, *O. oblonga*, *O. spp.*, *Persea americana*, *P. brevipes*, *P. bullata*, *P. mutisii*, *P. spp.*), Melastomataceae (*Clidemia hirta*, *C. spp.*, *Conostegia extinctoria*, *Meriania almedae*, *M. drakei*, *M. tomentosa*, *M. spp.*, *Miconia rivettii*, *M. spp.*, *Graffenrieda emarginata*, *G. spp.*, *Tibouchina laxa*), Rubiaceae (*Eleagia utilis*, *Isertia laevis*, *Ladenbergia oblongifolia*, *L. spp.*, *Psychotria spp.*, *Palicourea spp.*, *Stilpnophyllum oellgaardii*), Clusiaceae (*Clusia alata*, *C. ducu*, *C. ducoides*, *C. flaviflora*, *C. magnifolia*, *C. multiflora*, *C. spp.*, *Tovomita weddelliana*, *Tovomitopsis spp.*, *Vismia tomentosa*), Rosaceae (*Prunus spp.*), Lacistemaceae (*Lacistema spp.*), Moraceae (*Cecropia andina*, *C. montana*, *C. telenitida*, *C. spp.*, *Coussapoa spp.*, *Naucleopsis spp.*, *Sorocea spp.*), Sapindaceae (*Matayba spp.*), Lecythidaceae (*Eschweilera caudiculata*, *E. spp.*), Sabiaceae (*Meliosma meridensis*, *M. spp.*), Euphorbiaceae (*Alchornea spp.*, *Hyperonima duquei*, *H. macrocarpa*, *H. moritzianum*, *H. spp.*), Chloranthaceae (*Hedyosmum anisodorum*, *H. cuatrecazanum*, *H. goudotianum*, *H. racemosum*, *H. scabrum*, *H. spp.*), Meliaceae (*Guarea spp.*, *Ruagea hirsuta*, *R. microphylla*, *Trichilia spp.*), Mimosaceae (*Abarema spp.*, *Inga fendleriana*, *I. insignis*, *I. ornata*, *I. spp.*), Symplocaceae (*Symplocos spp.*), Aquifoliaceae (*Ilex spp.*), Podocarpaceae (*Podocarpus oleioli*, *Prumnopitys montana*), Anacardiaceae (*Mauria simplicifolia*, *M. membranifolia*, *M. spp.*, *Tapiria spp.*), Malpighiaceae (*Byrsonima spp.*), Ebenaceae (*Diospyros spp.*), Sabiaceae (*Meliosma spp.*), Celastraceae (*Zinowiewia spp.*), Sterculiaceae (*Sterculia spp.*). Especialmente interesante está la frecuencia de *Alzatea verticillata* (Alzatheaceae). El sotobosque está caracterizado por helechos arbóreos grandes (Cyatheaceae – *Cyathea ebeniana*, *C. caracasana* ssp. *boliviana*, *Ctenitis spp.*, *Trichipteris microdonta*, *T. spp.*) y Cyclanthaceae (*Cyclanthus bipartitus*). El estrato herbáceo y la flora epifítica contienen especialmente helechos (particularmente Lomariopsidaceae – *Elaphoglossum*, y Hymenophyllaceae – *Trichipteris*, *Hymenophyllum*) y Orchidaceae. En diferencia a altitudes mayores se encuentran menos

Bromeliaceae. La regeneración natural de los claros en este tipo de bosque se desarrolla a un climax-mosaico.

- En áreas primarias menos inclinadas, el estrato herboreo frecuentemente está dominado por *Elaphoglossum cuspidatum* (Lomariopsidaceae), formando la "comunidad de *Elaphoglossum cuspidatum*".

- Donde el bosque climax ha sido destruido – probablemente por fuegos naturales – el estrato arboreo está dominado por palmas grandes (Arecaceae, *Dictyocaryum lamarckianum*), formando la "comunidad de *Dictyocaryum lamarckianum*". El estrato de hierbas está dominado por diferentes bambusáceas (*Chusquea* spp.), y Gleicheniaceae (*Dicranopteris* spp., *Sticherus* spp.) casi impenetrables. La regeneración de las especies del bosque primario parece inhibido en estas áreas.

- En lugares con mucho impacto antropico (tala y quema), se desarrolla un bosque secundario monotípico, completamente diferente. Esta "comunidad de *Axinea quitensis*" solo tiene un solo estrato arboreo, dominado completamente por los fustes de *Axinea quitensis* (Melastomataceae) m, con una altura de 10-12 m. La diversidad de especies está mucho más baja, y aparte de *Axinea*, solamente *Vismia tomentosa* (Clusiaceae), otra especie pionera contribuye al dosel con muy pocos individuos. Casi no se encuentran epifitas, y la flora herbácea también está muy empobrecida. No existen datos para clarificar si esta comunidad secundaria está estable, o si se pueda desarrollar a una vegetación primaria después de cierto tiempo.

A partir de altitudes de más que 2100 m, hasta más o menos 2750 m, el "Bosque montano alto" (bosque de *Purdiaea nutans* – *Myrica pubescens* – *Myrsine andina*), una formación monotípica con un solo estrato arboreo de una altura de 5-10 m, a veces llegando hasta 15 m, reemplaza el bosque de *Ocotea-Nectandra*. Especies de la zona baja casi desaparecen por completo. El dosel está completamente dominado por los fustes torcidos de *Purdiaea nutans* (Cyrillaceae), que tiene su mayor distribución en el Norte de Perú. Existe un estrato muy diverso de arbustos y árboles pequeños, formado por Myrsinaceae (*Myrsine andina*, *M. coriacea*, *M. dependens*, *M. manglilla*, *M. sodiroana*, *M. spp.*, *Geissanthus vanderwerfii*, *G. ecuadorensis*, *G. andinus*, *G. spp.*, *Cybianthus marginatus*, *C. pastensis*, *C. magnus*, *C. spp.*), Myricaceae (*Myrica parviflora*, *M. pubescens*) una multitud de Melastomataceae pequeñas (*Graffenrieda harlingii*, *G. spp.*, *Miconia* spp., *Axinea macrophylla*, *A. spp.*), Cunoniaceae (*Weinmannia elliptica*, *W. ovata*, *W. fagaroides*, *W. pinnata*, *W. spp.*), Clethraceae (*Clethra fagifolia*), muchas Clusiaceae (*Clusia alata*, *C. multiflora*, *C. ducoides*, *C. elliptica*, *C. spp.*), Winteraceae (*Drymis granadensis*), Rubiaceae (*Ocotea infraoveolata*, *Persea ferruginea*) y Aquifoliaceae (*Ilex* spp.). En Abril y Mayo las copas amarillas de *Gaiadendron punctatum* (Loranthaceae) son más obvias de lejos, mientras *Purdiaea* muestra sus flores blancas en Octubre. Sobre 2450 m de altitud, especialmente en filos expuestos al viento se encuentra la transición al "bosque subalpino", y a más que 2650 m ya existen islas de "Paramo". Derumbes muy frecuentes mantienen los procesos dinámicos en el bosque montano alto y son muy importantes para el mantenimiento de la diversidad. En bosques muy viejos se disminuye la diversidad florística rápidamente.

- La "comunidad de *Guzmania vanvolxemii*" incluye los bosques de *Purdiaea nutans* – *Myrica pubescens* – *Myrsine andina* típicos. Esta unidad de vegetación se caracteriza por una multitud de especies arbustivas como Ericaceae, pero especialmente por el estrato herboreo dominado por Bromeliaceae grandes de un tamaño de 1-2 m, con *Guzmania vanvolxemii* como especie más frecuente hasta una altitud de 2300 m. *G. acuminata*, *G. diffusa* y *Vriesea capituligera* están más importantes en zonas más altas. En algunas áreas se observa una regeneración muy densa de *Podocarpus oleifolius*.

- En claros naturales, especialmente en áreas planas que probablemente están influenciadas por el efecto de fuegos naturales, el estrato arboreo casi desaparece, con muy pocos ejemplares viejos de *Purdiaea* permaneciendo, dejando espacio para un estrato muy denso de la Bambusoidea *Neurolepis elata*, suprimiendo casi todas las otras especies del estrato herboreo. En esta "comunidad de *Neurolepis elata*", la floración masiva, seguida por la muerte de *Neurolepis* se han observado en 2001. Si esto va a causar un cambio de vegetación en esta claro hasta ahora.

- Donde la capa de suelo está muy angosta, especialmente sobre Cuarzo, el estrato de *Neurolepis* también se pone muy abierto, y el piso está densamente cubierto con Liqueños (*Cladonia* sp.), interlacionado la Piperaceae *Peperomia hartwegiana*. Este tipo de vegetación se describe como "variedad de *Cladonia* – *Peperomia hartwegiana*". Sorprendentemente la mejor regeneración de *Podocarpus oleifolius* se encuentra en estas áreas.

- En años muy secos, parece que se desarrollan fuegos también en áreas normalmente muy húmedas. La intensidad de estos fuegos parece mucho más baja que en las áreas secas, y por eso solo los estratos arbustivos y herbáceos están destruidos, mientras el dosel se mantiene. En esta "comunidad de *Rhynchospora locuples*", el piso del bosque está frecuentemente cubierto por *Sphagnum* sp. En vez de Liqueños. Cyperaceae grandes (*Rhynchospora locuples*) están formando una alfombra gramínea, con especímenes de la Gentianaceae *Macrocarpaea revoluta* emergiendo.

La zona de bosque más alta está formada por el "bosque subalpino", que tiene una apariencia similar a la "Jalca" de Bolivia. Esta formación, conforma una vegetación arbustiva casi impenetrable que un bosque está densamente interlacionada con los Páramos. El límite de bosque en el área de ECSF está causado mayormente por los vientos muy fuertes. Áreas con protección contra el viento se encuentran densamente cubiertas por Jalca, mientras áreas con exposición al viento están ocupadas por Páramo a la misma altitud. Por eso, no existe un límite de bosque real en la región. A partir de una altitud de 2450 m se puede encontrar islas de Jalca ya en el bosque montano alto. Las copas de las especies dominantes – especialmente Cunoniaceae (*Weinmannia* spp.), Clusiaceae (*Clusia* spp.), Clethraceae (*Clethra* spp.) y muchas Melastomataceae pequeñas (*Brachyotum* spp., *Miconia* spp.) solo tienen 1-2 m de diámetro, formando un dosel sumamente denso, con muy poca luz llegando al piso. Los fustes dan origen a una alfombra muy profunda de briofitos y material orgánico, y en diferencia a la diversidad de la flora arbustiva, la flora herbácea está muy pobre.

Discusión

Los bosques encontrados en Reserva Biológica San Francisco se agrupan en tres formaciones. Como la diversidad de bosques montañosos consiste por gran parte por hierbas, arbustos y epífitas (Gentry 1988, 1995; Gentry & Dodson 1987), mientras árboles tienen un papel menos importante que en bosques húmedos tropicales, una metodología enfocando no solo en especies leñosas grandes que permite un entendimiento mejor de la diversidad de estos bosques. Los bosques montañosos estudiados muestran diferencias profundas en comparación a otras áreas. La abundancia muy alta de *Alzatheia verticillata* (Alzatheaceae) – nunca antes registrado en Ecuador (Foster comm. pers.) está única, aunque en general la composición florística se puede comparar a otras áreas (Frei 1958, Grubb et al. 1963, 1966; Madsen 1989, 1991; Madsen & Øllgaard 1994). En lo contrario el Bosque montano alto, dominado por *Purdiaea nutans*, es un caso muy especial de una formación de bosque muy aislada, con solo unas áreas en el Norte de Perú comparados. En Cajanuma, aún muy cerca, la composición de los bosques está completamente diferente (Madsen 1989, 1991; Madsen &

Øllgaard 1994). En manera florística los bosques de la ECSF no están representativos para un bosque andino del Sur de Ecuador, y menos para los bosques andinos en general.

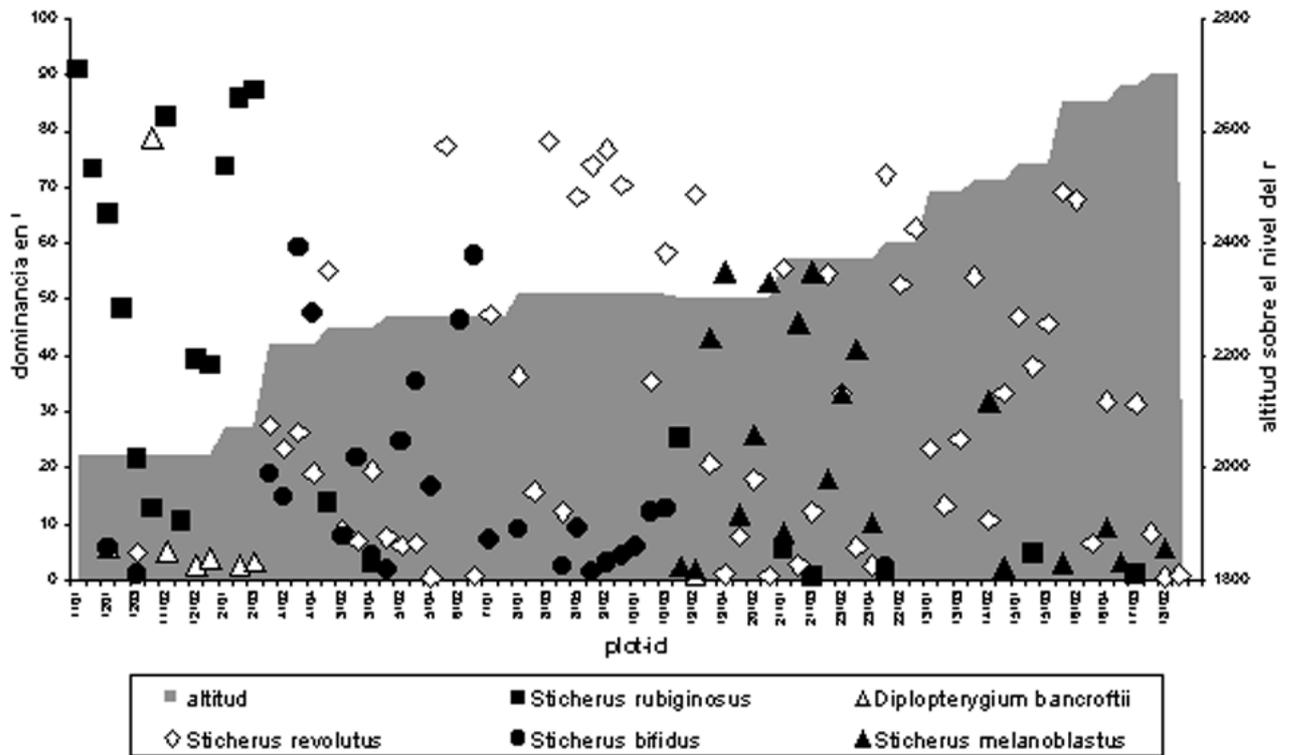


Fig. 3: Especies dominantes en derumbes en regeneración siguiendo el gradiente altitudinal.

El papel de derumbes para el desarrollo de la vegetación está muy importante. La mayoría de especies encontradas durante el proceso de sucesión no se encuentran en el bosque maduro. No hay ninguna indicación que el número alto de derumbes naturales está influido o cambiado por la presencia humana. Por eso se debe ver los derumbes como factor importante para la regeneración del ecosistema. Bosques viejos, situados en áreas escarpadas, con una capa muy ancha de material orgánico, son la situación antes de un evento de deslizamiento. Si el material orgánico se encuentra saturado de agua después de lluvias muy intensas, su peso acerca a un punto crítico, y la red de raíces de la vegetación de bambusoideas y helechos no puede mantener el peso, especialmente sobre piedra azul. Este tipo de mosaico de bosques también ha sido descrito por Kessler (1999) de los bosques montañosos de Bolivia. Con frecuencia encontró islas de bosques senescentes con árboles viejos ya muertos. Esta teoría puede explicar que los derumbes con frecuencia se encuentran en "clusters", porque el riego de un derumbe en bosques senescentes está mucho más alto que en bosques en estado óptimo. En general la sucesión de derumbes en otras regiones montañosas del mundo está comparable (Herzog 1923, Simonett 1967, Garwood et al. 1979, Garwood 1985, Guariguata 1990, Stern 1995). No obstante, como Kessler (1999) observó en Bolivia, la regeneración de los derumbes andinos muestra una diferencia profunda especialmente en relación al papel de helechos. Como en Bolivia, *Pteridium arachnoideum* – aunque importante en la sucesión de áreas antropizadas, perturbadas – no tiene ninguna importancia en derumbes naturales en el Sur de Ecuador donde los helechos pioneros siempre fueron Gleicheniaceae. En diferencia a los resultados de Stern (1995) en el Norte de Ecuador y Kessler (1999), especies diferentes de Bambú (*Chusquea spp.*) no tienen ninguna importancia en la regeneración de derumbes en ECSF (Fig. 3). Gramíneas como *Cortaderia* tampoco tienen mucha importancia en el proceso de sucesión. En contrario a los datos de Kessler (1999), casi no se

encontraron bosques senescentes dominados por Bambú o helechos – en ECSF se encontraron especies graminosas como *Neurolepis elata* o *Rhynchospora locuples* donde la comunidad climax hubiera sido perturbado, probablemente por fuegos naturales, o donde estuvo senescente.

Agradecimientos

Agradesco mucho el apoyo continuo de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (Fundación Alemana para la Investigación – DFG) en el margen del proyecto "Funcionalidad en un bosque montano tropical: Diversidad, procesos dinámicos y potencial para el uso" (BE 473/28-1,2,3; Bu 886/1-1,2,4, FOR 402-1/TP7). Quiero agradecer también el apoyo de INEFAN para el permiso de investigación (16-IC INEFAN/DNANVS/VS), y Fundación Científica San Francisco y mis contrapartes Ecuatorianos para su cooperación intensa. Un agradecimiento especial a Prof. Wolfgang Zech y Dr. Wolfgang Wilcke para datos sobre los suelos del área de estudio y Paul Emck para los datos climatológicos.

Bibliografía

- Astudillo, N.M. 1985. *Contribución al estudio del clima de la provincia de Loja. Estudios Universitarios Revista Científica (Universidad Nacional de Loja) 1*: 111-138.
- Balslev, H., R. Valencia, G. Paz y Miño, H. Christensen and I. Nielsen 1998. Species count of vascular plants in one hectare of humid lowland forest in Amazonian Ecuador. In: Dallmeier, F. and J.A. Comiskey (eds.): *Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean*. Unesco: Paris.
- Barthlott, W., W. Lauer and A. Placke 1996. Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde 50*: 317-327.
- Bøgh, A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rainforest. - *Selbyana 13*: 25-34.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie* (3rd edition). Springer: Wien, New York.
- Bussmann, R.W. 1999: Forest vegetation units along altitudinal gradients at Estación Científica San Francisco, Ecuador. Abstract 12. *Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Tropenökologie*. Ulm/Donau.
- Bussmann, R. W., J.R. Gálvez M. and O.R. Ordoñez G. 2001. Tree diversity, timber volumes and natural regeneration in Southern Ecuadorian Mountain forests. Abstract 14. *Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Tropenökologie*. Bremen.
- Bussmann, R.W. and S. Lange 1998. *Expedición Rapido Aceso Cordillera Sabanilla – Inventario florístico*. INEFAN: Loja/Quito.
- Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero and J.L. Luteyn (eds.) 1995: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. NYBG: New York.
- Ek, R.C. 1997. *Botanical diversity in the tropical rain forest of Guayana*. - Tropenbos-Guayana series 4: 1-237.
- Emperaire, L. and C. Friedberg 1990. *Relevés floristiques des régions Piura (Perou) et de Loja (Ecuateur)*. Orstom: Paris.
- Espinosa, B. 1948a. *Estudios botánicos en el sur del Ecuador. I. Loja-Catamayo-Malacatos-Vilcabamba*. Loja.
- Espinosa, B. 1948b. *Estudios botánicos en el sur del Ecuador. II. Herbarium Universitatis Loxoensis (Primer Inventario)*. Loja.
- Espinosa, G.D.A. (ed.) 1989/1992. *Parque Nacional Podocarpus*. Boletín informativo sobre biología, conservación y vida silvestre vol. 1-3. Loja.

- Frei, E. 1958. Eine Studie über den Zusammenhang zwischen Bodentyp, Klima und Vegetation in Ecuador. *Plant and Soil* **9**: 215-236
- Garwood, N.C. 1985. Earthquake-caused landslides in Panama: Recovery of vegetation. - *Res. Rep. Natl. Geogr. Soc.* **21**: 181-184.
- Garwood, N.C., D.P. Janos and N. Brokaw 1979. Earthquake-caused landslides: A major disturbance in tropical forests. - *Science* **205**: 997-999.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **75**: 1-34.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In: Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero and J.L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. NYBG: Bronx, New York.
- Gentry, A.H. and C.H. Dodson 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. - *Biotropica* **19**: 149-156.
- Grubb, P.J., J.R. Lloyd, T.D. Pennington and T.C. Whitmore 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador - The forest structure, physiognomy, and floristics. *J. Ecol.* **51**: 567-601.
- Grubb, P.J. and T.C. Whitmore 1966. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador - II. The climate and its effects on the distribution and physiognomy of the forests. *J. Ecol.* **54**: 303-333.
- Guariguata, M.R. 1990. Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo mountains of Puerto Rico. - *J. Ecol.* **78**: 814-832.
- Hamilton, L.S., J.O. Juvik and F.N. Scatena (eds.). 1994. *Tropical Montane Cloud Forests*. Ecological Studies **110**: Springer: New York.
- Hammen, T. van der, A. Perez Precario and E.P. Pinto (eds.) 1983. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 1*. Cramer: Vaduz.
- Hammen, T. van der and P.M. Ruiz (eds.) 1984. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 2*. Cramer: Vaduz.
- Hammen, T. van der, S. Diaz-Piedrahita and V.J. Alvarez (eds.) 1989. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 3*. Cramer: Vaduz.
- Hammen, T. van der and A.G. Dos Santos (eds.) 1995. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 4*. Cramer: Vaduz.
- Hammen, T. van der, D. Mueller-Dombois and M.A. Little 1989. *Manual of Methods for Mountain Transect Studies*. Unesco: Paris.
- Herzog, T. 1923. *Die Pflanzenwelt der bolivianischen Anden und ihres östlichen Vorlands*. Leipzig.
- Ibisch, P.L. 1996. *Neotropische Epiphytendiversität – das Beispiel Bolivien*. Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen 1. Wiehl.
- Kessler, M. 1999. Plant species richness and endemism during natural landslide succession in a perhumid montane forest in the Bolivian Andes. - *Ecotropica* **5(2)**: 123-136.
- Jørgensen, P.M. 1991. *Species composition and present extension of Andean forest above 2,400m altitude in Ecuador*. Ph.D. thesis, Botanical Institute of Aarhus University, unpublished.
- Jørgensen, P.M. and C. Ulloa Ulloa 1994. *Seed plants of the High Andes of Ecuador - a checklist*. AAU Reports **34**: 1-443.
- Jørgensen, P.M. and S. León-Yanez (eds.). 1999: *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden: **75**.
- Madsen, J.E. 1989. Aspectos generales de la flora y vegetación del Parque Nacional Podocarpus. *Boletín informativo sobre biología, conservación y vida silvestre* **1**: 59- 74. Loja.

- Madsen, J.E. 1991. *Floristic composition, structure and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador*. Ph.D. thesis, Botanical Institute of Aarhus University, unpublished.
- Madsen, J.E. and B. Øllgaard 1994. Floristic composition, structure and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador. *Nord. J. Bot.* **14(4)**: 403-423.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley: New York.
- Øllgaard, B. and J.E. Madsen 1993. Inventario preliminar de las especies vegetales en el Parque Nacional Podocarpus. *Revista de Difusión Técnica y Científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Loja* **22/23 (1/2)**: 66-87.
- Sierra, R. (ed.) 1999. *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental*. GEF: Quito.
- Simonett, D.S. 1967. Landslide distribution and earthquakes in the Bewani and Torricelli mountains, New Guinea. In: Jennings, J.N. and J.A. Mabbutt (eds.): *Landform studies from Australia and New Guinea*, 64-84. Canberra.
- Stern, M.J. 1995. Vegetation recovery on earthquake-triggered landslide sites in the Ecuadorian Andes. In Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero and J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests.*, 207-220. New York.
- Ulloa, C.U. and P.M. Jørgenson 1993. *Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador*. AAU Reports **30**: 1-263.

