

Andean floristic diversity and its importance for cultural diversity - examples from Northern Peru and Southern Ecuador

La diversidad florística andina y su importancia por la diversidad cultural – ejemplos del Norte de Perú y Sur de Ecuador

Rainer W. Bussmann

Harold L. Lyon Arboretum, Universidad de Hawai'i, 3860 Manoa Road, Honolulu, HI 96822, U.S.A., bussmann@hawaii.edu

March 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.391.1>

Andean floristic diversity and its importance for cultural diversity - examples from Northern Peru and Southern Ecuador

Resumen

Los bosques montanos y paramos de los Andes representan unos de los ecosistemas mas diversos del mundo. Especialmente los Andes Orientales son uno de los "puntos calientes" de biodiversidad. En comparación a los bosques húmedos bajos estas regiones solo recibieron muy poco interés de ciencia y sector público hasta muy reciente, sin dar cuenta de su función ecológica y económica sumamente importante como captaciones de agua y para la prevención de erosión. Al mismo tiempo, representan ecosistemas demasiado frágiles por razón de sus inclinadas pendientes, permitiendo erosión extrema bajo regimenes de lluvias fuertes. El incremento de la población y la fuerte presión por recursos (leña, recursos minerales, pastizales, agricultura) esta disminuyendo la extensión del bosque montano continuamente. El déficit de información científica especialmente incluye los aspectos de regeneración y uso de los bosques montanos y paramos, y de los procesos de sucesión después de impactos naturales o antrópicos. Los requisitos del hábitat y el potencial para regeneración de los especies importantes son casi completamente desconocidas. Atentos de manejo sostenible y conservación deben integrar a las comunidades locales y su conocimiento tradicional. La tradición de uso de recursos vegetales tiene raíces muy profundas en una sección muy amplia de la sociedad andina. Especialmente el uso de hierbas medicinales representa con frecuencia la única alternativa a la medicina "moderna" muy costosa, y también esta inevitable por el tratamiento de desordenes psicosomáticos. Los beneficios económicos del uso de los recursos florísticos pueda apoyar a la conservación de diversidad biológica y cultural, bajo de un régimen de manejo sostenible.

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. Estudios florísticos para la descripción de formaciones de vegetación tropical se complican inmensamente por la increíble diversidad de especies de la región, su mosaico de tipos de vegetación muy complejo, problemas taxonómicas, logísticas y escasez de tiempo disponible. Estudios detallados requieren trabajo de campo a largo tiempo por causa de la multitud de especies encontrados en estado infértil durante visitas cortas. Por estas razones el número de estudios de vegetación esta muy limitado particularmente en los Neotropicos, y solo de pocos lugares se conoce inventarios florísticos mas o menos completos. Los pendientes extremos especialmente en el área andina causa una diversidad de habitats sorprendente que permite distinguir entre pequeños, homogéneos tipos de vegetación forestal.

El problema mayor para estudios fitosociológicos en bosques húmedos de la zona baja se presenta por la densidad muy baja de las poblaciones de muchos especies, causando dificultades en establecer las respectivas áreas-mínima. Este problema no se presenta en los bosques montanos. El terreno sumamente escarpado causa una gran diversidad de habitats que permite distinguir entre pequeños y homogéneos asociaciones de bosques.

Hasta recién, estos bosques montanos 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 imensa 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 montanos 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 montanos y los

procesos de sucesión después de impactos naturales o antrópicos. Los requisitos del hábitat y el potencial para regeneración de los especies maderables importantes están casi completamente desconocidas.

La región fronteriza de Ecuador y Perú (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 fácil entre las floras y faunas de la Amazonía y la zona baja del Pacífico. 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 Perú. Hasta recién, Parque Nacional Podocarpus y el área 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.

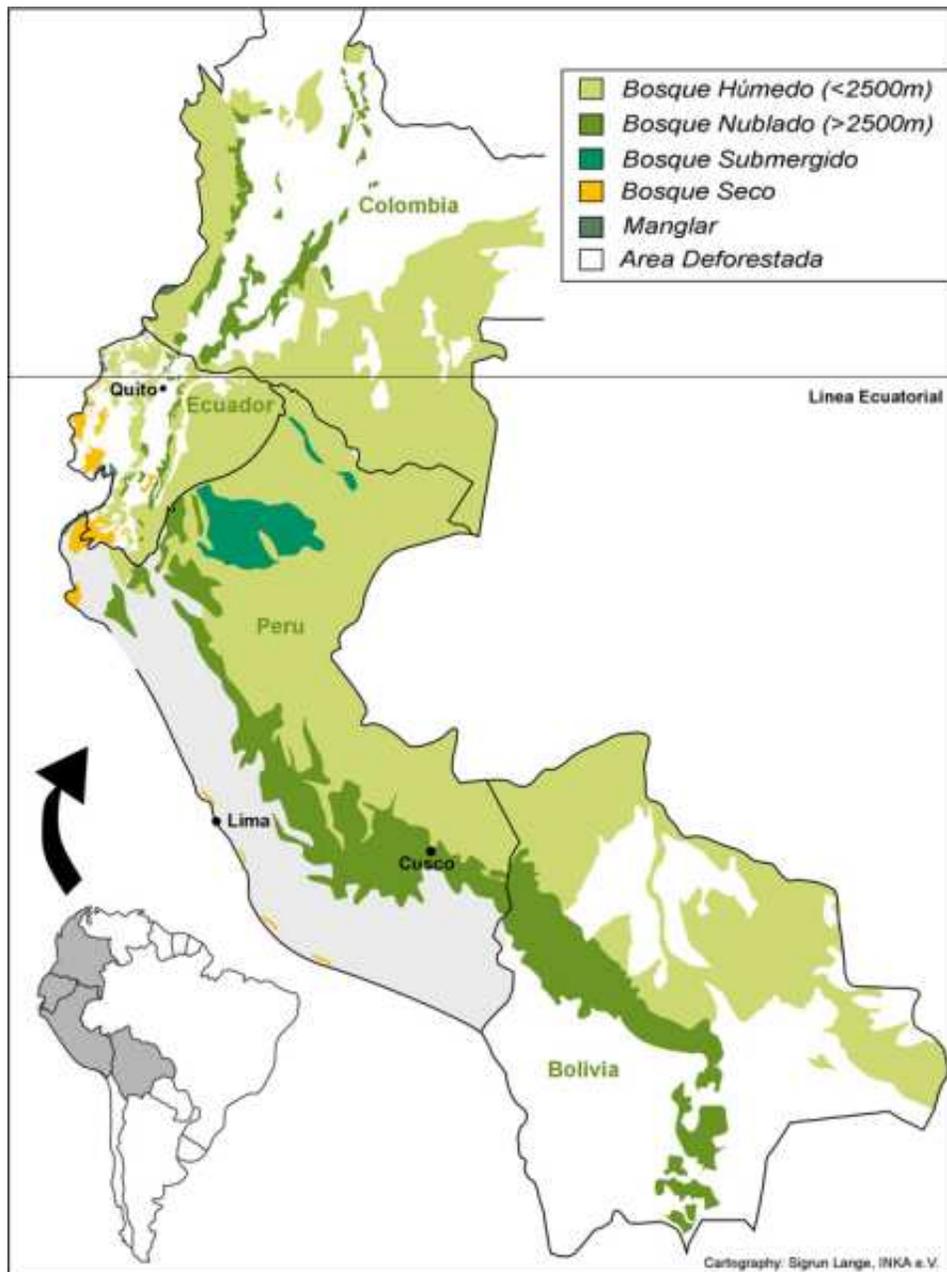


Fig. 1: La Region Andina y el enfoque del estudio.

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 una análisis fitosociológico detallado. Desde 2001, se desarrollaron estudios sobre el uso de plantas medicinales en el Norte de Perú, dentro del programa de investigación y entrenamiento para estudiantes de minorías (MIRT) del instituto Nacional de Salud (NIH).

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-Chinchipec, 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 montanos de la región y áreas antropicamente perturbadas para comparación (Fig. 2). La topografía es inmensamente escarpada con pendientes entre 40-60° y frecuentemente llegando a 90°.

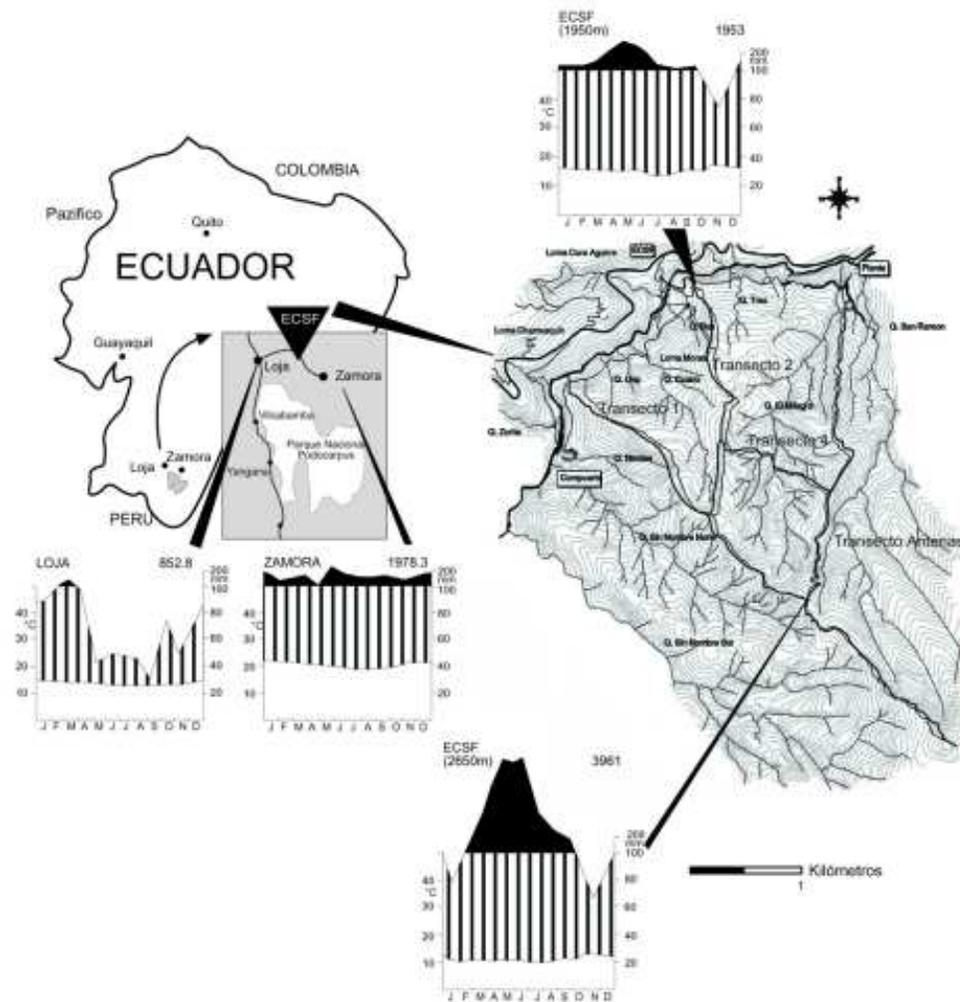


Fig. 2: El terreno de la Estacion Científica San Francisco, Ecuador.

En la parte Sur de Ecuador y el Norte de Perú la elevación mas alta es de 4600 m, y por gran parte no se supera 4000 m (Jørgensen & Ulloa Ulloa 1994). Esta área representa la región mas baja en los Andes ecuatoriales. Mientras la piedra base del Andes del Norte esta formado por volcanismo Quarterno, la parte Sur esta formado 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 (Schrumph 1999).

Emck (in prep.) describe una precipitación anual promedia de 2500 mm en la zona baja, y mas que 10000 mm en las zonas mas altas de esta parte de la Cordillera. Especialmente la parte mas alta se encuentra casi en nubes o neblina todo el año. La precipitación mayor se encuentra en Febrero-Marzo y Junio-Setiembre, ambos periodos seguidos por épocas mas secas que pueden causar cortas temporadas casi áridas en particular en los meses Octubre-Enero.

Materiales y Métodos

Después de un estudio florístico detallado, los bosques de la Reserva Biológica San Francisco (ECSF) han sido investigado en estudios fisiognómicos y fitosociológicos. Mas que trecentocinquenta parcelas en áreas de bosques homogéneas, 120 parcelas en derrumbes naturales y 150 en derrumbes 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 derrumbes) siempre estuvo mas grande que el área mínima determinada (2m² para derrumbes, 256m² para el bosque montano bajo y 64m² para el bosque montano alto y áreas de Jalca.

Para una analices del uso de bosque se hizo entrevistas con curanderos, pobladores y carpinteros en las provincias de Loja y Zamora-Chinchipec en Ecuador, y con curanderos en La Libertad y Lambayeque en el Norte de Perú.

Las muestras colectadas fueron identificados y depositados en los herbarios TRUX, HUT, LOJA, ECSF, QCNE y QCA.

Resultados

Zonación de la vegetación en los Bosques Montanos del Sur de Ecuador y Norte de Perú
Taludes muy escarpados y quebradas muy profundas causan un mosaico de diferentes condiciones micro climáticas, que, junto con la frecuencia de derrumbes 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 2001.).

Bosque Montano Bajo

La formación mas importante de bosque entre 1200 - 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 fillos muy escarpados con inclinaciones de 30-50° o mas, y en quebradas casi inaccesibles. En regiones de fácil acceso esta formación ha sido casi destruido por actividades antropicas y reemplazado por bosques secundarios. Con 880-1210 árboles de mas de 10cm diámetro al altura del pecho (dap)/ha, el Bosque Montano Alto muestra la abundancia mas alta de árboles en el área de estudios, y una de la abundancias más altas encontrado en bosques montanos hasta ahora. Con 339 especies las epifitas son la forma de vida mas diversa en estos bosques, seguido por árboles (318 especies), hierbas (186), arbustos (134), helechos no-epifitas (108) y trepadoras (26) y parásitos (4) (Fig. 3). La mitad de los géneros de Araceae encontrados en ECSF crecieron solo en esta zona baja. Orquídeas son el grupo de epifitas dominante (153 especies), con casi la mitad de los géneros restringidos a esta región.

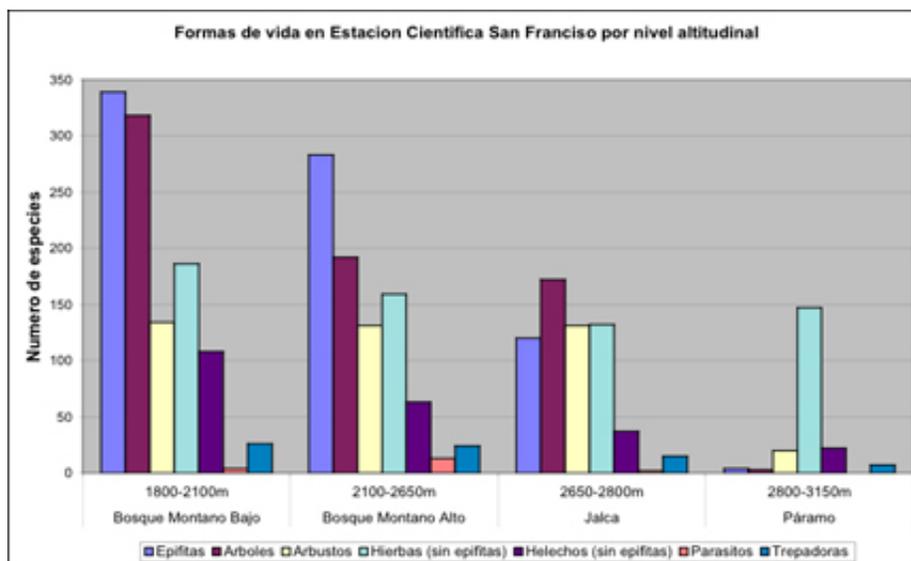


Fig. 3: Distribución de formas de vida en diferentes niveles de altitud.

- Donde el bosque clímax ha sido destruido - probablemente por fuegos naturales - el estrato arbóreo esta dominado por palmas grandes (*Arecaceae*, *Dictyocaryum lamarckianum*). El estrato de hierbas esta dominado por diferentes bambusaceas (*Chusquea spp.*), y *Gleicheniaceae* (*Dicranopteris spp.*, *Sticherus spp.*) casi impenetrables. La regeneración de los especies del bosque primario parece inhibido en estos áreas.

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

Bosque Montano Alto

A partir de altitudes de mas que 2100 m, hasta mas o menos 2750 m, el "Bosque montano alto" (bosque de *Purdiaea nutans* - *Myrica pubescens* - *Myrsine andina*), una formación monotípica con un solo estrato arbóreo 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 esta completamente dominado por los fustes torcidas de *Purdiaea nutans* (*Cyrtaceae*), que tiene su mayor distribución en el Norte de Perú. Existe un estrato muy diverso de arbustos y árboles pequeños. Sobre 2450 m de altitud, especialmente en filos expuestos al viento se encuentra la transición al "bosque subalpino", y a mas que 2650 m ya existen islas de "Páramo". Derrumbes 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 posición sintaxonomica del Bosque Montano Alto todavía requiere clarificaciones. Este orden nuevo muestra relaciones a la "grupo de comunidades de *Hedyosmum pseudoandromeda*" establecido por Meier (1998).

El número de árboles se disminuye claramente. A 2225 m, se encuentran 650 arboles/ha todavía, bajando a 160 en 2425 m, donde el bosque tienen una apariencia muy abierta. Epifitas todavía son la forma de vida mas abundante con 283 especies. La diversidad de árboles y pteridofitos no-epifititos se disminuye rápidamente (192 y 63 especies), hierbas (159) y arbustos (131) se vuelven más importante que en el bosque Montano Bajo, como en la misma manera trepadoras (24) y parásitos (13) (Fig. 3). Aunque la mayoría de las familias importante se mantiene, su número de especies decrece, con orquídeas como excepción notable. Especialmente *Pleurothallidinae* (*Lepanthes*, 32 especies; *Pleurothallis* 25 especies) tienen su centro de distribución en estos bosques de neblina. *Polypodiaceae* epifititas pequeñas como *Terpsichore* y *Melpomene* se encuentran con mayor número de especies en esta altitud, y *Hymenophyllaceae* también tienen su centro aquí.

- En claros naturales, especialmente en áreas planas que probablemente están influidas por el efecto de fuegos naturales, el estrato arbóreo casi desaparece, con muy pocos ejemplares viejos de árboles permaneciéndos, dejando espacio para un estrato muy denso de la Bambosoidea *Neurolepis elata*, suprimiendo casi todas las otras especies del estrato herbáceo. La floración masiva, seguida por la muerte de *Neurolepis* se han observado 2001. Si este vaya a causar un cambio de vegetación no está claro hasta ahora.

- En años muy secos, parece que se desarrollan fuegos también en áreas normalmente muy húmedas. La intensidad de estos fuegos parece mucho más bajo que en las áreas secas, y por eso solo los estratos arbustivos y herbáceos están destruidos, mientras el dosel se mantiene. El piso del bosque está frecuentemente cubierto por *Sphagnum* sp. En vez de líquenes. Cyperaceae grandes (e.g. *Rhynchospora locuples*) están formando una alfombra gramínea.

Jalca (Bosque Subalpino, Ceja Andina)

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 interrelacionada 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 orgánica, y en diferencia a la diversidad de la flora arbustiva, la flora herbácea está muy pobre.

Árboles representan la forma de vida más abundante con 172 especies, arbustos (131), hierbas (132), helechos no-epífitos (37), trepadoras (15) y parásitos (2). Solo se registraron 120 especies de epífitas en la Jalca. Familias de la zona baja como Araceae y Piperaceae desaparecieron, la diversidad de Bromeliaceas y Orquídeas ha disminuido. Cuando en otros tipos de bosque las Orquídeas representaron más o menos una tercera de las epífitas, en la Jalca su importancia llega a 60 %. Este está muy comparable con los resultados de Bgh (1992) que encontró 138 especies en una parcela en el área cercana de Cajanuma. Las comunidades de Jalca crecen sobre Oxaquic y Aquic Dystropepts y reciben una precipitación anual de casi 4000 mm. La ocurrencia casi constante de neblina les da humedad adicional.

Páramo.

Páramo

Los Páramos de la región son sumamente ricos de especies, y con frecuencia cubiertos por nubes, con la precipitación anual llegando a 10000 mm. La frecuencia de vientos fuertes (con un promedio de velocidad máxima del viento de 60 km/h) está característica por el área. Typic Tropaquepts y Lithic Tropepts son los tipos de suelos prevalentes. Las gramíneas mayores son Bambusoides del género *Neurolepis*. Estas especies son obviamente muy sensibles al efecto de fuegos frecuentes, y por eso están reemplazados de inmediato por gramíneas más duras como *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa* en condiciones con quemaduras frecuentes. Por la razón que estos géneros no tienen mucha importancia en el Neurolepión típico se puede clasificar los Páramos de la ECSF como muy naturales. Con su abundancia muy alta de diferentes especies de *Neurolepis*, los Páramos del área de estudio pueden ser interpretados como remanentes de la vegetación alpina natural potencial que probablemente ha cubierto áreas grandes de la montaña alta del Sur de Ecuador originalmente, mientras los Páramos de gramíneas duras se encuentran en regiones perturbadas por impacto antropico y deben ser considerados como vegetación secundaria. Árboles (3 especies), Epífitas (4) y trepadoras (7) casi desaparecen. Arbustos (20) y helechos no-epífitos (22) se vuelven menos importantes, mientras hierbas (147 especies) son la forma de vida más importante de los Páramos (Fig. 3). Sintaxonomicamente los Neurolepio-Puyetalia están parte de los Wernerietea Cleef 1981.

Ecología de regeneración de bosques montaños tropicales

Los Bosques Montaños de América Latina, de cuales solo pocos se quedan después de tala, muestran ciclos típicos de regeneración mosaica. Bajo condiciones naturales los claros que son resultado de caída natural de árboles, se cierran por especies que llegan primero. En muchos casos no obstante se puede observar un juego muy típico de especies pioneras de crecimiento rápido, que

actúan como árboles de sombra, bajo este dosel se desarrollan las especies clímax, que necesitan sombra para su germinación y crecimiento juvenil. Esta regla, que sirve para muchos bosques tropicales, no obstante, muestra problemas en ciertos bosques, los cuales tienen una especie dominante o especialmente importante. Uno de los mejores ejemplos de este se encuentra en África: En el Bosque Montano Bajo del Sur de Ecuador y Norte de Perú, los claros están colonizados de inmediato por *Cecropiaceae* (especialmente *Cecropia montana*), *Piptocoma discolor* (*Asteraceae*), *Isertia laevis* (*Rubiaceae*) y *Heliocarpus americanus* (*Tiliaceae*). El dosel se cierre muy rápido, y las especies primarias se regeneran bajo la sombra de las pioneras.

Regeneración de derrumbes naturales en el ambiente Andino

En los Andes Ecuatorianos, los derrumbes fueron estudiados especialmente por Stern (1995) y Kessler (1999) quien trabajó en Bolivia. Otros trabajos sobre derrumbes en el ambiente tropical incluyen Garwood et al. (1979) en Panamá, y Guariguata (1990) en Puerto Rico. En estas regiones tropicales, derrumbes se encuentran con gran frecuencia. En adición a pendientes escarpadas y lluvias fuertes, la construcción de carreteras y tala y quema debilitan el sustrato, y la descomposición del material geológico también tiene una influencia en la frecuencia de derrumbes (Brabb & Harrold, 1989).

La función de derrumbes para el desarrollo de la vegetación de esta región es muy importante, y representan un factor sumamente importante por el mantenimiento de la biodiversidad, la dinámica y la estabilidad del bosque montano. En bosques muy viejos, especialmente en el Bosque Montano Alto, la diversidad está drásticamente reducida. La mayoría de las especies encontrados durante el proceso de la sucesión no son elementos del bosque maduro. Por eso, los derrumbes son un factor muy importante para la regeneración del ecosistema.

La sucesión de derrumbes en Ecuador sigue más o menos el esquema encontrado en otras áreas de montaña (Herzog 1923, Simonett 1967, Garwood et al. 1979, Guariguata 1990, Stern 1995). No obstante, como Kessler (1999) ya observó en Bolivia, la regeneración de derrumbes Andinos muestra diferencias en relación a la función de diferentes helechos. Como en Bolivia, *Pteridium arachnoideum* - aunque muy importante en la sucesión de áreas antropicamente perturbadas - no tuvo ninguna importancia en la regeneración de derrumbes naturales en el Sur de Ecuador, con *Gleicheniaceae* encontrados como los helechos mayores. A diferencia muy clara a Stern (1995) en el Norte de Ecuador y Kessler (1999), Bambú (*Chusquea* spp.) no tuvo ninguna importancia en la regeneración de derrumbes en la Estación Científica San Francisco. Gramíneas como *Cortaderia* tampoco tuvieron una influencia larga en el proceso de sucesión. Por el contrario a las observaciones de Kessler (1999), casi no se observó bosques muy viejos dominados por helechos o Bambú. Gramíneas como *Neurolepis elata* o *Rhynchospora locuples* se encontraron gran parte donde la comunidad terminal hubiera sido destruido, probablemente por fuegos naturales o estuvo muy viejo. Se debe iniciar investigaciones de los procesos de sucesión a largo tiempo en todo de la región andina para salir con datos generales sobre la regeneración.

En situaciones naturales, la primera fase de sucesión de derrumbes está dominada por briofitos, especialmente *Polytrichum*, y un estrato diverso de líquenes. Después de un tiempo entran especies de plantas vasculares. La duración de la regeneración depende mucho en la intensidad de actividad en el derrumbe. En promedio, la fase de criptógamas dura más o menos cinco años. En localidades con suelo muy rocoso la erosión puede continuar por mucho tiempo. En esta situación, representada con frecuencia al lado de carreteras, la fase primaria se puede extender por mucho tiempo.

La segunda fase de sucesión muestra un incremento de la densidad vegetal. Individuos de *Gleicheniaceae* y *Lycopodiaceae* colonizan los derrumbes. *Lycopodiella glaucescens* y *Lycopodium clavatum* crecen más rápido que las *Gleicheniaceae*, pero forman colonias menos densas. Esta fase secundaria está mayormente caracterizada por competencia con los pioneros de la primera fase, y por parte ya empieza regeneración de especies arbustivas como *Tibouchina lepidota*, *Graffenrieda harlingii* (*Melastomataceae*) o *Bejaria aestuans* (*Ericaceae*). Estas pioneras no obstante no se encuentran en la comunidad clímax. En una fase tercera, la vegetación está dominada por arbustos como *Ageratina dendroides* (*Asteraceae*), y al fin se encuentran especies del bosque secundario.

Regeneración de bosques monotípicos y Jalca

En los bosques monotípicos como el Bosque Montano Alto en Ecuador, los ciclos de regeneración después de eventos de fuego, tienen mayor importancia.

En áreas demasiado viejas del Bosque Montano Alto y Jalca en el Sur de Ecuador, el piso del bosque se encuentra densamente cubierto por *Neurolepis elata* (*Bambusoideae*), y el dosel

parece muy abierto y disminuido, con cubierta del dosel de menos que 5%. Eventos de floración masiva de *Neurolepis*, y de la misma manera eventos de sequía, los cuales pueden ocurrir durante periodos de El Niño / La Niña, se presenta un monto elevado de material orgánico seco, y por eso una situación excelente por fuegos. Después de la quema, los áreas abiertas se colonizan rápidamente por especies de helechos, sin un estado criptógamo. En un tiempo muy corto se establecen especies arbóreas, en particular *Purdiaea nutans*, llegando de los bosques primarios de los alrededores, y después de un par de años las Bromeliáceas características hacen su arribo. Debido al crecimiento muy lento de las especies dominantes, se desarrolla un estrato arbustivo muy denso, que se puede mantener por muchos años. *Purdiaea nutans* empieza a sobrepasar el resto de la vegetación lentamente, formando el típico clímax monotípico. Después de más o menos 4-500 años, este estrato denso de *Purdiaea* empieza a morir, y el estrato denso de Bromeliáceas y arbustos se cambia por las Bambusoideas mencionadas, tolerantes de mucha insolación.

Uso de Recursos Forestales

Estructura del bosque y volumen de madera

841 individuos de árboles se marcaron en las parcelas, representando 81 especies de 54 géneros y 38 familias. Los géneros con mayor número de especies fueron *Nectandra*, *Miconia*, *Inga*, *Licaria*, *Clusia*, *Myricanthes* y *Panopsis*. Diversidad y número de especies se disminuyeron con la altitud. Las familias más importantes en el bosque montano bajo son *Lauraceae*, *Rubiaceae*, *Mimosaceae* y *Melastomataceae*. En la parte media de los transectos de diversidad y el número de individuos se disminuyen, árboles con dbh mayor están mucho más raros a altitudes mayores. Las especies más importantes en siete niveles altitudinales no solo mostraron claramente que la diversidad se disminuya con la altitud incrementando, si también con el nivel de perturbación. A 1825 m, *Pollalesta discolor*, especie pionera, se encontró más común, mientras las otras especies se encontraron solo esporádicamente. Este indica un nivel alto de perturbación en esta región. A altitudes de 1925, 2025 y 2125 m se encontró *Graffenrieda emarginata*, *Alzatheia verticillata* y *Hedyosmum anisodorum* como especies más abundantes. Finalmente a alturas más altas, *Purdiaea nutans*, *Myrica pubescens* y *Clusia latipes* mostraron el número más alto de individuos.

De los 81 especies encontrados, diez fueron los más importantes. No obstante solo en el bosque montano alto se encontró una dominancia aparente de una sola especie.

Extrapolado a una hectárea, 880 fustes individuales se encontraron a 1850 m, 1180 a 1925 m, 1210 a 2025 m, 910 a 2125 m, 650 a 2225 m, 460 a 2325 m y 160 a 2425 m. (Tab. 1). En cada zona de altitud el tamaño de la mayoría de los árboles estuvo muy pequeño, con pocos individuos más grandes (Bussmann et al. 2003).

El área basal/m² estuvo lo más grande en el bosque montano bajo, llegando a la altura de 2125 m, disminuyendo rápidamente en zonas más altas. El área basal de las especies verdaderamente maderables sorprendentemente se mantuvo casi constante, aunque el volumen de madera (VT) y el volumen de la madera de los fustes (VC) también se disminuyeron con la altitud incrementada (Tab.1).

Tab. 1. Datos sobre especies de árboles en Reserva Biológica San Francisco

Altura	1825 m	1925 m	2025 m	2125 m	2225 m	2325 m	2425 m
Familias	20	17	22	14	13	10	8
Géneros	28	26	28	17	15	10	8
Especies	28	31	33	17	16	11	9
Individuos / ha	880	1180	1210	910	650	460	160
área basal m2/ha	16,66	17,26	22,32	6,08	11,08	7,59	2,28
DAP media	15,39	13,85	15,4	12,13	15,2	14,96	12,85
Altura media	6,99	7,68	9,41	6,28	7,63	6,91	6,43
Altura media del fuste	3,84	4,05	4,92	3,46	3,64	3,02	2,94
VC m3/ha	67,12	54,45	87,58	20,38	31,12	17,88	9,37
VT m3/ha	110,86	105,19	165,63	38,2	74,75	44,85	13,86
área basal m2/ha (maderables)	4,85	7,16	7,54	4,15	4,01	7,17	1,59
VC m3/ha (maderables)	20,6	26,98	31,81	15,01	11,96	16,56	3,95
VT m3/ha (maderables)	35,47	47,24	66,64	28,23	25	46,95	10,06

La regeneración natural mejor de todos los bosques se encontró a una altitud de 1925 m, indicando que el bosque de esta altitud representa un clímax-mosaico casi no perturbada. En los bosques de las regiones mas altas la regeneración fue mas rara. Especialmente en bosques viejos se encontró un sotobosque dominado por gramíneas muy densas. Porque no existe perturbación antropica en esta altitud se muestra claramente que estos bosques necesitan perturbaciones naturales, por ejemplo fuegos, para permitir la regeneración.

Forestería y industria de madera en el Sur de Ecuador claramente reflejan la crisis económica del país. La destrucción de los hábitats en los bosques para su uso en agricultura y ganadería, metodologías de tala no-sustentables y muy poca información sobre posibilidades de reforestación con especies nativas van a causar una escasez grave de madera en los próximos años. Especies indígenas todavía están en demanda muy alta, mientras las especies exóticas como *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* no tienen la demanda de los usuarios. Como consecuencia la industria maderera, incrementa la escasez de madera sin interés en la edad de árboles, acelerando la crisis. La practica común de tala - usando motosierras para cortar tablas directo en el bosque, causa una perdida de la materia prima de hasta 50%, y por eso, esta completamente no-sustentable. Por razón de la destrucción amplia de los bosques para establecer pastizales, tala selectiva, sin reforestación con especies nativas, una escasez de madera ya es notoria en la industria maderera de la zona. Cada vez más serio porque especies indígenas están en demanda alta, y especies exóticas como *Pinus radiata*, *P. patula* y *Eucalyptus globulus* no reciben mucho interés del consumidor (Leischner & Bussmann 2003).

Para prevenir la perdida de los bosques naturales, las autoridades ecuatorianas pusieron restricciones para el uso de especies raras, tratando de regular la tala. Desafortunadamente las regulaciones legales no están muy conocidas en la población rural o no se obedecen. Un 50% de toda la madera usada en el Sur de Ecuador esta de origen ilegal. El control esta muy difícil y restringido por causa de escasez de personal.

Continuando con la practica presente, no solo de disminuirán los áreas de bosques naturales, también la existencia de la industria maderera misma se encuentra seriamente amenazada. Entendiendo el problema, la población local misma tendrá interés en reforestación con especies indígenas e inversión en maquinaria mas avanzada para garantizar una eficaz y mas alta producción

del uso de los recursos naturales a largo plazo.

De las especies maderables usadas al nivel local, especialmente Cedro (*Cedrela odorata* L., *Cedrela montana* Moutz ex Turcz, *Cedrela lilloi* C. DC), Seique (*Cedrellinga cateniformis* Ducke), Almendro (*Swietenia macrophylla* King), Nogal (*Juglans neotropica*), Yumbingue (*Terminalia amazonia* J. F. Gmel., *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pavón) Steudel) y Romerillo fino (*Podocarpus oleifolius* Don ex Laub.), están más y más difíciles para encontrar, y árboles están talados sin relación a su edad o calidad. Plywood, MDF o metal están usados más y más para combatir la escasez de material. Como razones para la escasez acelerando se menciona mayormente variaciones climáticas, restricciones nuevos del Ministerio de Medio Ambiente, competencia incrementada y como razón más importante "falta de material prima".

Para combatir la pérdida de los bosques naturales el Ministerio de Medio Ambiente puso restricciones para garantizar la cosecha controlada. Cada propuesta de tala requiere un permiso escrito del Ministerio para cortar y en la misma manera para el transporte de la madera. Desgraciadamente no se conoce estas regulaciones en la población rural, y la tala ilegal se encuentra con mucha frecuencia. El control policial incrementa los precios de la madera y su escasez. Más o menos 50% de la madera en el mercado viene de la tala ilegal.

Más que 80% de la madera usada en Loja viene de los bosques naturales de Zamora. Solo pocas especies están taladas en los bosques del Sur de la provincia de Loja. La mayoría de los productos de madera producidas en Loja o Zamora están vendidas dentro de las provincias. No obstante, una parte considerable se vende a las provincias alrededores y a Perú. Zamora solo tiene un papel muy pequeño en el mercado interprovincial. La mayoría de los productos permanece en la ciudad o se vende a Loja.

El fenómeno climático de El Niño tiene cierta influencia a las oscilaciones del mercado de madera, porque durante temporadas con lluvias fuertes la única carretera entre Loja y Zamora se encuentra bloqueada con frecuencia. Este problema no obstante se mencionó solo en Loja, y no tiene influencia por la disponibilidad de madera en Zamora. Ahí la migración de una gran parte de mano de obra causa una escasez fuerte en obreros, y en esta manera una disminución de producción.

En adición a las actividades frecuentes de tala ilegal el procesamiento muy ineficaz de la madera y las prácticas no-sustentables de tala están los factores más importantes para la destrucción de los bosques de Ecuador. La mayoría de los árboles talados están cortados en tablas directamente en el bosque, usando motosierras. Esto causa una pérdida en forma de polvo de madera de hasta 50% del material prima. La maquinaria muy vieja de la mayoría de aserraderos y carpinterías - por razón de falta de recursos económicos - incrementa la pérdida del material, que, hasta el producto final, puede alcanzar 75%.

Si el uso actual de los bosques naturales continúa, las condiciones rápidamente se volverían críticas para la industria maderera. Para evitar la crisis se tiene que tomar medidas rápidas:

disminuir la pérdida de material durante tala y procesamiento de la madera

empezar con programas de reforestación con especies indígenas

institucionalizar programas de educación sobre uso sostenible de los bosques

Casi todas las organizaciones prefieren la segunda opción. Por la razón que la mayoría de las especies nativas crece comparativamente lento, se necesita una acción rápida para instalar sistemas agroforestales y silvopastoriles. No obstante, con este escenario ideal la situación no se mejorará en los próximos 10 años. Para mejorar el uso de la madera, carpinterías y aserraderos, necesitan la posibilidad de recibir créditos baratos para mejorar su maquinaria. El establecimiento de un Parque Industrial en Loja sería el primer paso en esta dirección.

A largo plazo, los bosques naturales de la región son la parte más importante con que trabajar. Su protección no solo depende en los agricultores y ganaderos, pero especialmente en los esfuerzos gubernamentales para difundir e implicar programas de manejo como el dar incentivos para la reforestación con especies nativas.

Como todavía los ciclos de reproducción, requisitos ecológicos y condiciones para una germinación óptima de la mayoría de especies nativas están desconocidas, más estudios aplicados en esta dirección están inevitables para dar una base sólida a cualquiera programa de reforestación.

Uso de productos no-maderables

Por tener éxito, planes de manejo sustentable y conservación tienen que incluir las comunidades locales, y sus conocimientos tradicionales. Decisiones de manejo necesitan que incluir la importancia alta de los recursos naturales en forma de materiales de construcción, comida, forraje y medicina, por poblaciones rurales y también urbanas. Por esta razón, la biodiversidad andina tiene un papel

sumamente importante por la vida de muchas comunidades, y representa una parte integral de su diversidad cultural.

El uso tradicional de recursos forestales y alto andinas tiene raíces muy profundos. Productos naturales, y entre ellos especialmente plantas medicinales, tienen un papel inmensamente importante en la vida diaria de una parte grande de la población global. Plantas medicinales no solo representan con frecuencia la única alternativa medicinal viable - por la baja disponibilidad y los costos altos de la medicina del oeste, sino su colecta y venta, en muchos casos, representan una de las oportunidades mas importantes por poblaciones rurales, de recibir recursos monetarios. El conocimiento sobre el uso de un recurso se pasa de frecuencia solo de una generación a otra. Especialmente el uso de plantas medicinales esta altamente dinámico, evolucionando continuamente, con el descubrimiento de nuevos conocimientos y su enlace a practicas tradicionales.

En el Sur de Ecuador se registraron hasta ahora 142 plantas medicinales diferentes de 64 familias (Fig. 4, Béjar et al. 2001). La familia mas importante son las Asteraceas, seguido por Lamiaceas. De todas las plantas, 39 familias estaban representados por una sola especie. Este muestra claramente, que la medicina tradicional hace uso de una gran parte de la biodiversidad, y que no se concentra solo en un par de familias de plantas. No obstante, solo 70% de las especies usadas son indígenas de la zona, mientras una tercera parte representa especies introducidas, por mayoría de Europa (Fig. 5). Este indica, que la tradición curanderistica esta siempre en flujo - incorporando plantas nuevas si tienen utilidad, y posiblemente descartando otras. En Ecuador ya se puede observar una muy profunda perdida de conocimiento. Este se muestra en la observación, que en el Norte de Perú se usa todavía casi 700 plantas medicinales diferentes - casi 5 veces mas especies que en Ecuador.

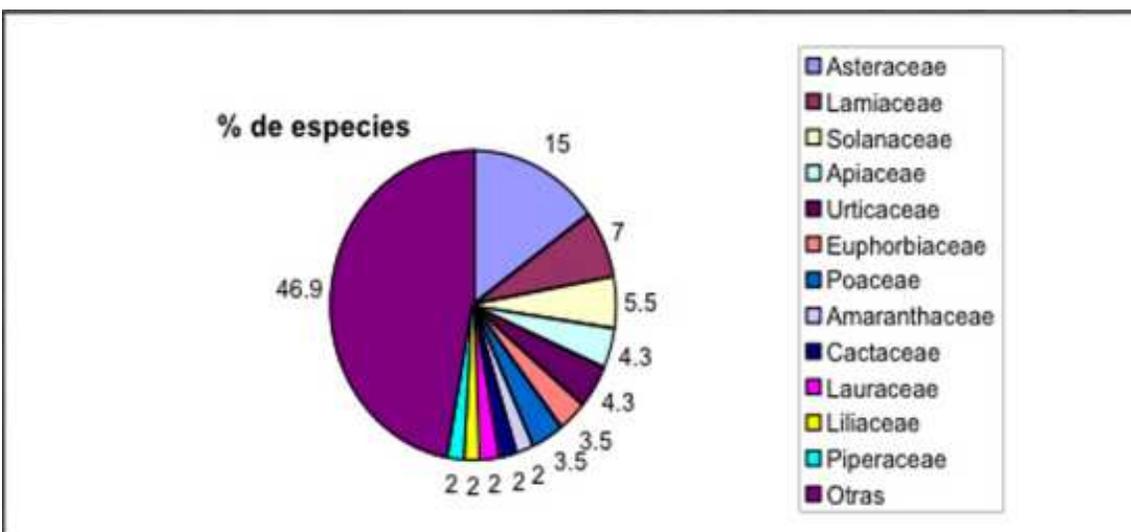


Fig. 4: Familias de plantas medicinales usadas en el Sur de Ecuador.

Origen de plantas medicinales usadas

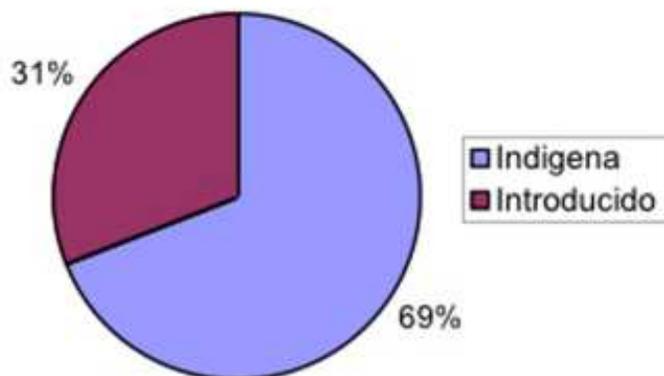


Fig. 5: Origen de plantas medicinales usadas en el Sur de Ecuador.

Por la mayoría de los tratamientos se usa las partes verdes de las plantas (Fig. 6), y el material esta cocinado, que representa preparado en forma de una tizana (Fig. 7).

El enfoque mayor de las curaciones esta en el tratamiento de enfermedades psicósomáticos, clasificado en manera popular como "mágicos" - susto, mal aire, espanto, mal ojo, envidia. Mas que 35% de las plantas están dedicadas a este uso. Enfermedades reumáticas, problemas del sistema respiratorio, y tracto urinario representan las categorías de enfermedad "normales" mas importantes (Fig. 8).

Parte de la planta usada

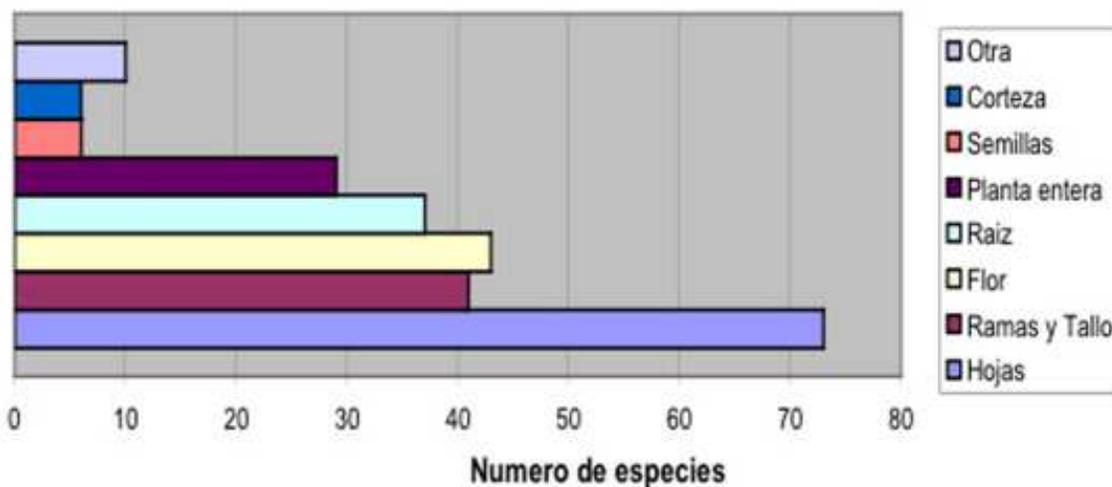


Fig. 6: Partes de plantas medicinales usadas en el Sur de Ecuador.



Fig. 7: Preparación de plantas medicinales usadas en el Sur de Ecuador.

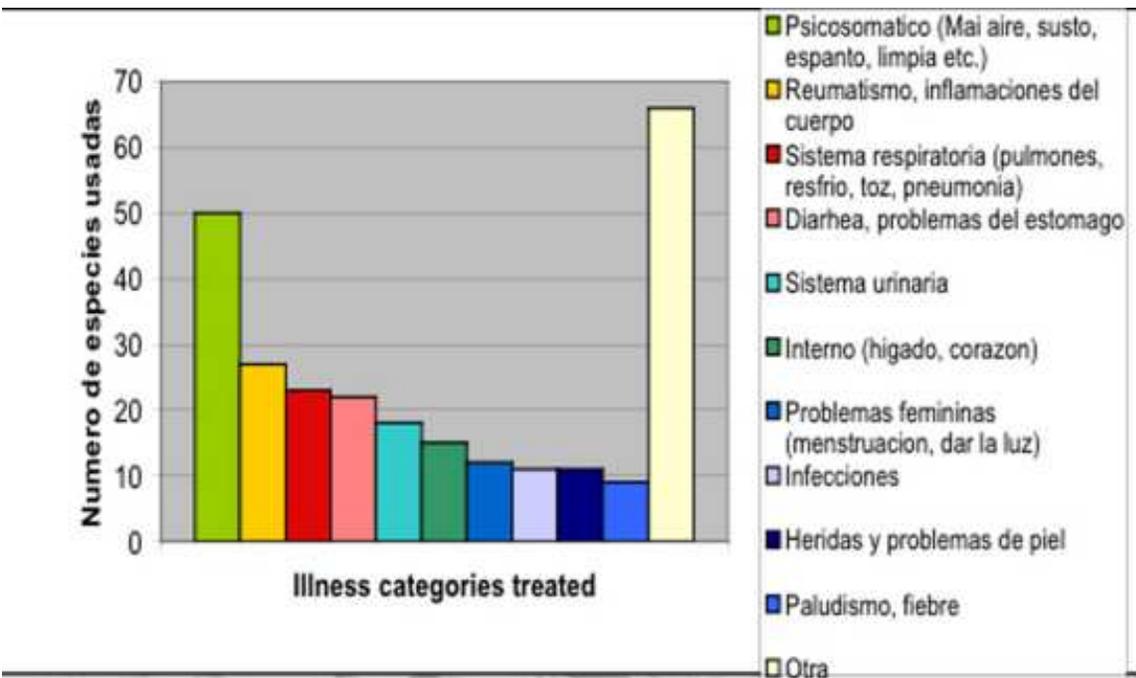


Fig. 8: Clases de enfermedades curadas con palntas medicinales en el Sur de Ecuador.

Los posibles beneficios económicos del uso de recursos medicinales de la selva y región altoandina, en vez de la cosecha de solo productos maderables, parece muy interesante por un mercado local. Sin embargo, estos mismos recursos se encuentran inmensamente amenazados por tala indiscriminada, quema de bosque y minería (Fig. 9). Estas amenazas, si siguen sin control, representan un peligro enorme por la diversidad biológica y cultural andina.



Fig. 9: Destrucción de Biodiversidad. Extracción de Madera, Ecuador (izquierda arriba, derecha abajo), Quema del bosque, Ecuador (derecha arriba), Minería, Ecuador (izquierda abajo).

Discusión

Los bosques encontrados en El Sur de Ecuador y Norte de Perú se agrupan en tres formaciones. Como la diversidad de bosques montanos consiste por gran parte por hierbas, arbustos y epifitas (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 montanos estudiados muestran diferencias profundas en comparación a otros áreas. La abundancia muy alta de *Alzathaea verticillata* (Alzatheaceae) - nunca antes registrado en Ecuador (Foster comm. pers.) esta única, aunque en general la composición florística se puede comparar a otros 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 unos áreas en el Norte de Perú comparados. En Cajanuma, aún muy cerca, la composición de los bosques esta 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.

Atentos de conservar y manejar la diversidad biológica tienen que integrar los puntos de vista, las necesidades y el conocimiento tradicional de las poblaciones locales e indígenas. El intercambio entre científicos, ONGs y comunidades locales esta inevitable en este proceso, y cada parte de esta red necesita contribuir al éxito. En el nivel científico esta de mayor importancia de incluir estudios básicos sobre ecología o etnobotanica en un ambiente amplió, holístico, interdisciplinario, para elaborar una base estable por la implementación de los resultados. Estos deben ser disponibles en el idioma local - en una manera entendible y practica. A largo plazo, solo manejo y conservación basado en trabajos holísticos vaya tener éxito.

Agradecimientos

Agradezco 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) y el programa MIRT del Instituto Nacional de Salud (NIH). Quiero agradecer en manera especial el apoyo de mis contrapartes Peruanos y Ecuatorianos, en particular de los equipos de TRUX y HUT.

Referencias

- Bgh, 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). 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. 2001. The montane forests of Reserva Biológica San Francisco (Zamora-Chinchipec, Ecuador) vegetation zonation and natural regeneration. - *Die ERDE* 132: 11-24.
- Bussmann, R.W. & S. Lange 1998. *Expedición Rapido Aceso Cordillera Sabanilla - Inventario florístico*. INEFAN, Loja/Quito.
- Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero, & J.L. Luteyn, (eds.) 1995. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. NYBG: New York. 703pp.
- Cleef, A.M. 1981. The Vegetation of the Páramos of the Colombian Cordillera Oriental. - *Dissertationes Botanicae* 61. Cramer: Vaduz.
- Ek, R.C. 1997. Botanical diversity in the tropical rain forest of Guayana. - *Tropenbos-Guayana series* 4: 1-237.
- Emck, P. en prep. *Climatic conditions in the Cordillera de Numbala (Podocarpus National Park), Southern Ecuador*. PhD tesis, University of Erlangen.
- Emperaire, L. & C. Friedberg, 1990. *Relevés floristiques des régions Piura (Perou) et de Loja (Ecuateur)*. ORSTROM, Paris.
- Espinosa, B. 1948a. *Estudios botánicos en el sur del Ecuador. I. Loja-Catamayo-Malacatos-Vilcabamba*. Loja, Universidad Nacional.
- Espinosa, B. 1948b. *Estudios botánicos en el sur del Ecuador. II. Herbarium Universitatis Loxoensis (Primer Inventario)*. Loja, Universidad Nacional.
- Espinosa, G.D.A. (ed.) 1989/1992. Parque Nacional Podocarpus. *Boletín informativo sobre biología, conservación y vida silvestre* 1-3. Universidad Nacional: Loja.
- Frei, E. 1958. Eine Studie über den Zusammenhang zwischen Bodentyp, Klima und Vegetation in Ecuador. - *Plant and Soil* 9: 215-236
- Gálvez M., J.R., Ordoñez G., O.R. & Bussmann, R.W. 2003. Estructura del bosque montano perturbado y no-perturbado en el Sur de Ecuador. *Lyonia* 3(1): 83-98.
- Garwood, N.C. 1985. Earthquake-caused landslides in Panama: Recovery of vegetation. - *Res. Rep. Natl. Geogr. Soc.* 21: 181-184.
- Gentry, A.H. & C.H. Dodson 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. - *Biotropica* 19: 149-156.
- 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, & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*, pp. 103-126. - NYBG, New York.
- Grubb, P.J. & 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.
- Grubb, P.J., J.R. Lloyd, T.D. Pennington, & 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.
- Guariguata, M.R. 1990. Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo

- mountains of Puerto Rico. - *J. Ecol.* 78: 814-832.
- Hall, M. 1977. *El volcanismo en el Ecuador*. Abya Yala: Quito.
- Hamilton, L.S., J.O. Juvik y F.N. Scatena (eds.). 1994. Tropical Montane Cloud Forests. *Ecological Studies* 110: New York.
- Hammen, T. van der & A.G. Dos Santos, (eds.) 1995. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 4*. Cramer: Vaduz. 603pp.
- Hammen, T. van der & P.M. Ruiz, (eds.) 1984. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 2*. Cramer: Vaduz. 603pp.
- Hammen, T. van der, A. Perez Precario y E.P. Pinto (eds.) 1983. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 1*. Vaduz.
- Hammen, T. van der, D. Mueller-Dombois y M.A. Little 1989. *Manual of Methods for Mountain Transect Studies*. Paris.
- Hammen, T. van der, S. Diaz-Piedrahita y V.J. Alvarez (eds.) 1989. *Studies on tropical Andean ecosystems Vol. 3*. Vaduz.
- Herzog, T. 1923. *Die Pflanzenwelt der bolivianischen Anden und ihres oestlichen Vorlands*. Leipzig.
- Jrgensen, P.M. & C. Ulloa Ulloa 1994. Seed plants of the High Andes of Ecuador - a checklist. - *AAU Reports* 34: 1-443.
- Jrgensen, P.M. & S. León-Yanez, (eds.) 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. - *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 75.
- Jrgensen, P.M. 1991. *Species composition and present extension of Andean forest above 2,400 m altitude in Ecuador*. - Ph.D. thesis, Botanical Institute of Aarhus University, unpublished.
- 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.
- Leischner, B. & R.W. Bussmann. 2003. Mercado y uso de madera en el Sur de Ecuador. *Lyonia* 5(1): 51-60.
- Madsen, J.E. & B. Øllgaard 1994. Floristic composition, structure and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador. - *Nord. J. Bot.* 14(4): 403-423.
- 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.
- 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.
- Meier, W. 1998. Flora und Vegetation des Avila-Nationalparks Venezuela/ Kuestenkordillere) unter besonderer Berücksichtigung der Nebelwaldstufe. - *Dissertationes Botanicae* 296. Cramer: Berlin.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley: New York.
- Øllgaard, B. & 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.
- Schrumpf, M., G. Guggenberger, C. Valarezo & W. Zech 2001. Tropical rain forest soils. *Die ERDE* 132: 43-59.
- Sierra, R. (ed.) 1999. *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental*. GEF: Quito, 194pp.
- Simonett, D.S. 1967. Landslide distribution and earthquakes in the Bewani and Torricelli mountains, New Guinea. - In: Jennings, J.N. & J.A. Mabbutt (eds.): *Landform studies from Australia and New Guinea*, pp. 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 & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests.*, 207-220. NYBG: New York.
- Ulloa, C. & P.M. Jrgenson 1993. Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador. - *AAU Reports* 30: 1-263.
- 15
- . Vegetation recovery on earthquake-triggered landslide sites in the Ecuadorian Andes. In: Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests.*, 207-220. NYBG: New York.
- Ulloa, C. & P.M. Jrgenson 1993. Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador. - *AAU Reports* 30: 1-263.

