

**GEOGRAFÍA, ECOLOGÍA Y
FORESTACIÓN DE LA
SIERRA ALTA DEL ECUADOR**

REVISIÓN DE LITERATURA

**GEOGRAFÍA, ECOLOGÍA Y FORESTACIÓN
DE LA SIERRA ALTA DEL ECUADOR**

Autores: Robert Hofstede, Johanna Lips y Wibold Jongsma

Co-Edición: Ediciones Abya-Yala
Av. 12 de Octubre 14-30 y Wilson
Casilla 17-12-719
Télf: 562-633/506-217/506-251
Fax: (593 2) 506255
Quito, Ecuador
E-mail: editorial@abyayala.org
Página electrónica: <http://www.abyayala.org>

ISBN: 9978-04-421-3

Impresión Digital: Docutech
U.P.S. / XEROX
Quito-Ecuador
1998

**GEOGRAFÍA, ECOLOGÍA
Y FORESTACIÓN
DE LA SIERRA ALTA
DEL ECUADOR**

REVISIÓN DE LITERATURA

Robert Hofstede, Johanna Lips y Wibold Jongma

Ediciones Abya-Yala
1998

Elaborado en colaboración con el

Programa FACE de forestación (PROFAFOR) del Ecuador S.A.
Lizardo García 235 y Andrés Xaura esq. 2^o piso
Quito, Ecuador
507 620 - 223 820



Alemania 651 y Mariana de Jesús
Quito, Ecuador
553896
ecopar1@uio.satnet.net

Quito; junio de 1998

Autores:

Robert Hofstede¹, Johanna Lips¹ y Wibold Jongsma^{*}

¹ Facultad de Geografía
Centro Interuniversitario de
Investigaciones Geo-ecológicas
Universidad de Amsterdam
Nieuwe Prinsengracht 130
1018 VZ Amsterdam
Holanda
00 31 20 5257451

^{*} Instituto Internacional de Agricultura
Larenstein
P.O. Box 9001
6880 GB Velp
Holanda
00 31 3615716

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren expresar su gratitud a todas las personas que nos han dado su tiempo, atención y cooperación para poner a nuestra disposición las numerosas publicaciones y la información no publicada. En especial queremos agradecer al coordinador del proyecto Jan Sevink (Universidad de Amsterdam) por las sugerencias y su interés. En Ecuador agradecemos a Franklin Troncoso (Profafor), Charles Kenny-Jordan (FAO-DFC), varias personas de la Escuela de Ingeniería Forestal, entre ellos Víctor Hugo Eras (Universidad Nacional de Loja), y Renato Valencia (PUCE). En Colombia se agradece la ayuda de Rocío del Pilar Cortés Ballén y Clara María Pérez Gallego. En Holanda colaboraron Antoine Cleef y Joost Duivenvoorden (Universidad de Amsterdam), Sjef Kauffman (ISRIC) y Arjen Hetteema (Instituto Internacional de Agricultura Larenstein, Velp). Jim Luteyn (Jardín Botánico de Nueva York) nos facilitó su lista preliminar de literatura botánica de los páramos. Ruben Coppus, Jeroen Groenendijk y Geovana Salazar entraron una gran parte de las referencias en la base de datos. Jan Fehse ayudó con la selección de literatura en Venezuela y también asistió en la entrada de referencias.

Los autores están altamente agradecidos con los especialistas de los temas tratados en este libro, que revisaron el contenido e hicieron valiosos comentarios: los aspectos ecológicos los revisaron Henrik Balslev (Universidad de Aarhus, Dinamarca) y Patricio Mena (ECOCIENCIA, Quito); los aspectos forestales fueron revisados por Leoncio Loján (Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja); los aspectos geográficos fueron revisados por Claude Zebrowski (ORSTOM, Quito), que trágicamente falleció en abril de 1998. Los autores aprecian mucho su valiosa contribución a la edafología Ecuatoriana durante varias décadas.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. GEOGRAFÍA DE LA SIERRA ANDINA ECUATORIANA (<i>JOHANNA LIPS</i>)	13
2.1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	13
2.2 CLIMA	17
2.2.1 <i>Macroclima</i>	17
2.2.2 <i>Microclima</i>	19
2.3 SUELOS	20
2.3.1 <i>Suelos volcánicos: generalidades</i>	20
2.3.2 <i>Suelos sobre materiales parentales volcánicos de las sierras andinas</i>	21
2.3.3 <i>Dinámica del material orgánico de los suelos Ándicos</i>	26
2.3.4 <i>suelos no volcánicos</i>	28
2.4 HIDROLOGÍA	29
2.4.1 <i>Precipitación y evaporación</i>	29
2.4.2 <i>Escorrentía y erosión pluvial</i>	32
2.4.3 <i>Ciclaje de agua y nutrientes</i>	34
3. LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA ANDINA ECUATORIANA (<i>ROBERT HOFSTEDE</i>)	35
3.1 LA HISTORIA DE LA VEGETACIÓN ANDINA	35
3.1.1 <i>La evolución de la flora andina</i>	35
3.1.2 <i>El límite del bosque en el Holoceno</i>	37
3.2 LA FLORA DEL PÁRAMO	38
3.2.1 <i>Generalidades</i>	38
3.2.2 <i>Diversidad florística</i>	39
3.2.3 <i>Fitogeografía de la flora del páramo</i>	41
3.3 LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL PÁRAMO Y ALGUNOS ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS	43

3.3.1	<i>Vegetación zonal</i>	43
3.3.2	<i>Vegetación azonal</i>	50
3.4	ECOLOGÍA, VEGETACIÓN Y FLORA DE LOS BOSQUES ANDINOS	52
3.4.1	<i>Ecología de los bosques andinos</i>	52
3.4.2	<i>La flora y la fitogeografía de los bosques andinos</i>	54
3.4.3	<i>El límite superior original del bosque cerrado</i>	58
3.5	IMPACTO HUMANO Y REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN ANDINA	59
3.5.1	<i>Historia de la influencia humana en la zona andina</i>	59
3.5.2	<i>Deforestación y regeneración del bosque andino</i>	60
3.5.3	<i>Deforestación desde arriba:</i> <i>extensión de páramo hacia más bajo</i>	63
3.5.4	<i>Ganadería y quema en el páramo</i>	64
4.	LA FAUNA DE LA ZONA ANDINA (ROBERT HOFSTEDE)	71
4.1	DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA	71
4.2	LA AMENAZA HUMANA	74
5.	FORESTACIÓN EN LA SIERRA ANDINA ECUATORIANA (WIBOLD JONGSMA).....	75
5.1	DESARROLLO FORESTAL.....	75
5.2	EXTENSIÓN FORESTAL	77
5.2.1	<i>Objetivos</i>	77
5.2.2	<i>Medios de comunicación</i>	78
5.2.3	<i>Incentivos</i>	79
5.2.4	<i>Introducción de especies</i>	79
5.3	CARACTERÍSTICAS SILVICULTURALES DE ESPECIES EXÓTICAS	80
5.3.1	<i>Pinus radiata</i>	80
5.3.2	<i>Pinus patula</i>	83
5.3.3	<i>Otras especies de Pino</i>	86
5.3.4	<i>Cupressus lusitanica</i>	87
5.3.5	<i>Cupressus macrocarpa</i>	89
5.3.6	<i>Eucalyptus globulus</i>	90
5.3.7	<i>Eucalyptus saligna</i>	92
5.3.8	<i>Otros Eucalyptus</i>	92

5.4 MANEJO GENERAL Y PRODUCTOS DE LAS PLANTACIONES DE ESPECIES	
EXÓTICAS.....	93
5.4.1 Manejo general	93
5.4.2 Fertilización	95
5.4.3 Micorriza	96
5.4.4 Uso de la madera.....	96
5.4.5 Producción de hongos	97
5.5 CARACTERÍSTICAS FORESTALES DE ESPECIES NATIVAS.....	97
5.5.1 El potencial de especies nativas.....	97
5.5.2 <i>Polylepis</i> sp.	99
5.5.3 <i>Buddleja incana</i>	102
5.5.4 <i>Buddleja coriacea</i> :.....	103
5.5.5 <i>Gynoxys</i> sp.	105
5.5.6 <i>Prunus serotina</i>	106
5.5.7 <i>Alnus acuminata</i> :.....	107
5.5.8 <i>Podocarpus sprucei</i>	109
5.5.9 Producción de plantas de especies nativas.....	110
5.6 AGROFORESTERÍA	111
5.6.1 General.....	111
5.6.2 Agroforestería en las Sierras Ecuatorianas	112
5.6.3 Sistemas silvopastoriles	114
5.6.4 Organizaciones.....	116
6. IMPACTOS ECOLÓGICOS DE PLANTACIONES FORESTALES	
(JOHANNA LIPS & ROBERT HOFSTEDÉ).....	117
6.1 GENERAL.....	117
6.2 IMPACTOS SOBRE LA HIDROLOGÍA.....	118
6.3 IMPACTOS SOBRE LA DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA	120
6.4 IMPACTOS SOBRE ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE SUELOS	122
6.5 IMPACTOS SOBRE LA VEGETACIÓN NATIVA	124
6.6 IMPACTOS DURANTE EL CORTE DE PLANTACIONES.....	125
7. FIJACIÓN DE CARBONO (JOHANNA LIPS)	127
7.1 CICLAJE DE CARBONO A ESCALA MUNDIAL	127
7.2 FIJACIÓN DE CARBONO POR MANEJO DE BOSQUES	128

7.3 RESERVAS Y FLUJOS DE CARBONO EN LOS ANDES	131
7.3.1 <i>Vegetaciones naturales</i>	131
7.3.2 <i>suelos</i>	133
7.3.3 <i>Plantaciones</i>	136
8. BIBLIOGRAFÍA	139
8.1 LISTA DE REFERENCIAS	139
8.2 RELACIÓN CÓDIGOS CLAVES - BIBLIOGRAFÍA	220
8.3 PALABRAS CLAVES PARA LA BIBLIOGRAFÍA	237
8.4 CATÁLOGOS Y BIBLIOTECAS CONSULTADAS	241

1. Introducción

La Sierra Andina Ecuatoriana es una zona muy diversa en cuanto a ecosistemas. Por su topografía inclinada y su gran rango altitudinal y latitudinal, se puede distinguir una gran variedad de zonas de vida. Además es la región más poblada del país, y por esto existe mucha presión sobre los ecosistemas naturales. Una medida frecuentemente aplicada con el fin de recuperar áreas degradadas y proteger áreas naturales es la forestación.

EcoPar es un proyecto Ecuatoriano-Holandés que tiene como finalidad la investigación de las posibilidades y del manejo de la forestación en la zona Andina de Ecuador, tanto con especies exóticas como con alternativas nativas. Para poder aplicar un manejo integrado de la forestación, se debe tener una base de referencia del conocimiento existente sobre los ecosistemas andinos y las experiencias con la forestación. Con este fin, en el proyecto EcoPar se llevó a cabo una revisión amplia de la literatura existente acerca de los aspectos ecológicos, geográficos, forestales de plantaciones, bosques andinos y páramos.

El texto y la lista de literatura aquí presentados son los resultados de esta revisión que fue ejecutada por medio de búsquedas, basándose en datos internacionales de literatura y búsquedas en catálogos de bibliotecas científicas. Se visitaron bibliotecas de universidades, institutos y las referencias fueron obtenidas por visitas a instituciones y universidades en Ecuador, Colombia, Venezuela y Holanda (fuentes: subcapítulo 8.4) para tener acceso tanto a las publicaciones internacionales como nacionales. Los autores no pretenden tener una colección completa de literatura relevante, pero presentan y resumen todas las referencias que encontraron en los institutos visitados.

Las zonas sobre las que trata esta revisión son globalmente las tierras entre 3000 m y 4000 m.s.n.m. en la sierra ecuatoriana. El límite inferior está determinado más que todo por la disponibilidad de tierra para posibles proyectos de forestación de gran escala en la Sierra Ecuatoriana y el límite superior por las posibilidades de crecimiento de especies arbóreas plantadas (véase el capítulo 5). Aparte de la literatura que trata directamente de esta zona, se incluye muchas referencias de literatura que no está directamente relacionada a la zona Andina Ecuatoriana, pero que es relevante para el estudio.

En el proyecto EcoPar se hacen las investigaciones por orden de la fundación FACE, Arnhem, Holanda. Fundación FACE (Forests Absorbing Carbon Dioxide) que es una iniciativa de la SEP N.V. (Cooperación de Productores de Electricidad S.A.) cuyo objetivo es el establecimiento de bosques para fijar CO₂ atmosférico, uno de los gases involucrados en el efecto invernadero. Ecuador es el país más importante dentro del programa de FACE, se prevee la forestación de cerca de 75.000 hectáreas. Por tal motivo FACE creó una organización sucursal en Ecuador: PROFAFOR. En el proyecto EcoPar participan PROFAFOR, Quito como representante de FACE en Ecuador, la Universidad de Amsterdam, Departamento de Ciencias del Paisaje y del Medio Ambiente, Amsterdam, Holanda, y el Instituto Internacional de Agricultura Larenstein, Velp, Holanda.

2. Geografía de la sierra andina ecuatoriana

(Johanna Lips)

2.1 Geología y Geomorfología

En Ecuador los Andes están compuestos por dos Cordilleras, la Cordillera Occidental y la Cordillera Real, en la parte norte del país y por una sola cordillera en la parte austral. La Cordillera Occidental y Real están separadas por una depresión intramontano, el valle (callejón) interandino, un graben de menos de 40 km de ancho (Ulloa y Jørgensen, 1993), que hacia el sur se prolonga en un área más extensa llamada Loja y El Oro. Existe actividad tectónica Cuaternaria en el valle interandino y en la Cordillera Real. La actividad sísmica en la Cordillera Occidental es menos frecuente (Tibaldi y Ferrari, 1991).

Garner (1983) da un buen resumen del génesis de la sierra ecuatoriana. La orogénesis andina comenzó en el Eoceno. La formación de la fosa Perú-Chile en el Oligoceno, por la subducción de la placa marina Nazco a expensas de la placa continental de América del Sur, dio como resultado el desarrollo del arco volcánico continental. El levantamiento principal de los Andes ocurrió en el Plioceno (Zamora y Litherland, 1993). Los eventos en el Pleistoceno y Holoceno serán tratados separado, en la sección de la historia de la vegetación (párrafo 3.1)

La base de la cordillera Occidental y de esta parte de la sierra en el sur de Ecuador consiste en gran parte de rocas volcánicas del Cretáceo hasta Paleoceno (lavas, tobas y piroclastos de composición intermedia: andecíti-

ca principalmente) con grandes batolitos de granodioritas, dioritas y gabros de edad Cenozoica (Hörmann y Pichler, 1981; Hall y Calle, 1982; Zamora y Litherland, 1993). La base de la Cordillera Real está compuesta por rocas metamórficas de edad Paleozoico hasta Jurásico. Son principalmente esquistos, gneiss, cuarcitas y localmente mármol (Hall y Calle, 1982; Zamora y Litherland, 1993). Estas rocas afloran en las vertientes externas de la sierra.

El volcanismo que ocurrió desde el Oligoceno determina en gran parte la geomorfología y los materiales parentales de las partes altas y centrales de la sierra (Hall y Calle, 1982; Zamora y Litherland, 1993). En el mapa geológico de Ecuador (Zamora y Litherland, 1993) y en la descripción de Hall y Beate (1991) se han distinguido tres principales fases del volcanismo del arco continental:

Primero los ‘Volcánicos Saraguro’ del Oligoceno Tardío (hace 27 Ma), que consisten en lavas andesíticas a riolíticas y piroclastos. En la sierra, solamente afloran en El Oro y Loja. La segunda fase, que se originó en el Mio-Plioceno (hace 4-6 Ma) y que forma una gran parte de la geología superficial, consiste de dos formaciones. En el Sur del Ecuador (Chunchi - Saraguro) están las lavas más ácidas (riolítica y dacítica) de la formación Tarqui. Esta formación está caracterizada por flujos de lava y piroclastos de composición andesítica a riolítica en la Cordillera Occidental. En la Cordillera Real, el Valle Interandino y El Oro consiste principalmente en flujos de andesitas a riolitas y piroclastos pero también incluyen arcillas, tobas, areniscas y conglomerados. Con las tobas, conglomerados y brechas de la formación Turi del Plioceno terminó el volcanismo en el Sur de Ecuador (debajo de los 2°S).

En el Norte del país está la Formación Pisayambo, que consiste de lavas y piroclásticos con una composición andesita basáltica y andesita. Esta formación tiene una distribución muy amplia, que tiene su límite Norte en el centro de Colombia (parque Los Nevados, Manizales). En varias partes, la formación Pisayambo está cubierta por depósitos de la tercera fase del volcanismo, que ocurrió en el Pleistoceno y Holoceno (cuaternario).

Los productos de esta fase están agrupados como los 'volcánicos Cotopaxi'. Es la fase de mayor actividad volcánica en los Andes septentrionales y está caracterizada por la formación de 55 estatovolcanes de los cuales, según Hall (1977) ocho todavía son activos (Cotopaxi –el volcán activo más alto en el mundo–, Antisana Sangay, Tungurahua, Guagua Pichincha, Quilotoa, Sumaco y Reventador). Según Hall y Beate (1991) existen 26 volcanes activos. La facies proximal (a los volcanes) consiste en lavas y piroclastos. La facies distal consiste de piroclastos primarios (flujos piroclásticos, ignimbritas), de piroclastos retrabajados ('Cangahua'), avalanchas de escombros, lahares, y flujos de lava.

Al Sur del actual Cotopaxi, se encuentra la caldera de Chalupas, que tiene un diámetro de 20 km en cuyo interior se encuentra los remanentes del estratovolcán Quilindaña. Esta caldera se relaciona con una emisión de 100 km² de ceniza pumítica de composición riolítica y gigantestas flujos piroclásticos que llenó los valles entre Tumbaco y Baños con una capa de decenas de metros con ceniza y pomez riolítica. La edad de ésta formación es del Pleistoceno Tardío. Al Norte de esta zona, y con una edad más joven, se encuentran los depósitos del Volcán Chacana (ubicado entre Antisana y Cayambe), que dejó casi tres metros de lapilli y pómez en los valles de los Chillos y Guayllabamba (Hall y Beate, 1991). En los últimos miles de años, los volcanes Cotopaxi, Tungurahua, Imbabura, Reventador, Chimborazo, Atacazo y otros, han experimentado enormes colapsos o deslizamientos, remanentes del cual se observan dispersados al pie de los edificios actuales, como grandes depósitos de avalanchas de escombros.

Hörmann y Pichler (1981) determinaron la composición geo-química y petrográfica de 52 rocas volcánicas de los Andes ecuatorianos septentrionales. Por lo general, la actividad joven de los volcanes cuaternarios de la Cordillera Occidental (Chimborazo, Quilotoa, Minaguilca –Atacazo–, Guagua Pichincha, entre otros), son caracterizados por dacitas anfibólicas, a veces con biotita, mientras que las formaciones viejas de los volcanes se consituye en andesitas piroxénicas. En el valle interandino, donde existen varios estratovolcanes simples, la actividad volcánica es más vieja. En cuanto su petrografía se nota una variación amplia de basaltos (Tulabag,

Ilaló) y andesitas básicas (Rumiñahui, Pasochoa) hasta andesitos normales (Mojanda e Imbabura) y riolitas (Chachimbiro y Putzylagua). Las rocas de la Cordillera Occidental y del Valle Interandino es predominantemente cuarzoandesitas y plagiocacitas y están caracterizadas por bajos porcentajes de K_2O (0.7-1.2%) y de SiO_2 (53-63%).

La petrografía de las lavas más jóvenes en la Cordillera Real es bastante uniforme, estando consituída por andesitas básicas hasta andesitas basálticas. Los conos de esta cordillera (Cayambe, Antisana, Tungurahua, Altar, Sangay, etc.) son relativamente jóvenes y no muestran una gran diferenciación, a escepcion del Cotopaxi y el Reventador que tienen basamentos de lavas y tobas de composición riolítica (Hall y Beate, 1991). Las rocas de la Cordillera Real (cuarzoandesitas, cuarzo latianandesitas y dacitas) son algo más ácidas (SiO_2 57-66%) y contienen más K_2O (1.4-3%) que las de la Cordillera Occidental y el Valle interandino.

Distribuida a lo largo del corredor interandino desde Pasto (Colombia) hasta la provincia de Cañar, la formación Cangahua es una unidad estratigráfica con un espesor de 100 m o más, que cubre la topografía actual de la Sierra. Consiste de cenizas volcánicas, cenizas retrabajadas (especialmente por vientos), sedimentos fluviales y suelos incipientes. Según Vera y López, (1986) se trata de gran parte de ceniza y polvo volcánico, pómez, cristales de minerales volcánicos y escasos fragmentos líticos. Debido al alto porcentaje de vidrio y la presencia de minerales volcánicos, sugiere que la Cangahua debe su procedencia más a volcanes de carácter dacítico-riolítico (Chacana y Chalupas) y no tanto de los volcanes andesíticos que actualmente dominan la Sierra (Hall y Beate, 1991). En la formación Cangahua se pueden formar suelos endurecidos con muchos problemas erosivos y para la agricultura (Zebrowski *et al.*, 1997)

La geomorfología actual en el Norte de la zona alta de la Sierra es caracterizada por la caída de piroclásticos recientes. Su espesor, que puede variar entre pocos milímetros y varios decenas de metros, está influenciado por el rumbo de los vientos predominantes, por la distancia desde el volcán y por el volúmen de piroclásticos arrojados. La dirección de la de-

posición de la mayoría de los volcanes es hacia el occidente, lo que indica que las cenizas recientes que cubren la Sierra, y en las cuales se formaron los suelos actuales, son originadas de los volcanes de la Cordillera Real (Mothes y Hall, 1991). La estratigrafía de las cenizas en un cierto lugar en muchos casos es una secuencia de cenizas de distintos volcanes cercanas. Por ejemplo, las cenizas en el Cerro Atacazo (volcán Minasgüilca) son originados del mismo Minasgüilca, del Guagua Pichincha y del Cotopaxi (Hall y Mothes, 1994). En el Sur del Ecuador, la geomorfología actual está dominada por la formación Tarqui transformada por erosión y tectonía, cubierto por una capa delgada de cenizas de volcanes de más al norte, entre otros el Volcán Sangay.

El Valle Interandino originalmente consiste de cuencas sedimentarias, formados hace 60 - 20 Ma en ambientes lacústres, fluviales y aluviales, que en su mayoría actualmente son cubiertos por piroclásticos. Solo a las elevaciones más bajas de la Sierra se afloran (Valles de Chota, Guayllabamba, Latacunga, Riobamba, Cuenca, Girón-Sta. Isabel, Nabeon, Loja, Vilcabamba y Zumba) (Marocco, 1994)

2.2 Clima

2.2.1 *Macroclima*

La baja temperatura y la gran variación diurna en temperatura en comparación con la variación estacional son las características más destacadas de todos los climas de las altas montañas tropicales (tropicales alpinos). La temperatura media tiene una relación muy fuerte con la altura, normalmente se presenta una disminución de aprox. 0.6°C por 100 m de ascenso en altura. Régimenes de precipitación son más variables pero generalmente se presenta un máximo en precipitación a altitudes intermedias (Sarmiento, 1986; Rundel, 1994). De la relación estrecha entre la altura y los principales elementos del clima (la temperatura, la precipitación, la nubosidad, la insolación, la humedad relativa etc.) originaron los varios esquemas de estratigrafía altitudinal, sea ecológica, de vegetación o agri-

cultura (Cuatracasas, 1958; Acosta-Solís, 1984; Jørgensen y Ulloa, 1994; Stadel, 1986; capítulo 3).

En Ecuador las partes altas de las cordilleras y el callejón interandino tienen un régimen de precipitación ecuatorial del hemisferio sur. Significa que se presentan dos picos de precipitación (uno de febrero hasta mayo y el segundo en octubre hasta diciembre), provocados por el movimiento del CIT (zona de convergencia intertropical) sobre el país. La principal estación seca se presenta desde junio hasta agosto, el invierno austral. El segundo período menos lluvioso se presenta a fines de diciembre-enero (veranillo del Niño) (Pourrut, 1984, 1995; Bendix y Lauer, 1992).

En la parte septentrional del país, las vertientes externas de las cordilleras reciben precipitaciones provocadas por vientos alisios y monzonales que corroboran el régimen bimodal y lo cambian en un régimen unimodal. Desde diciembre hasta marzo, la vertiente oeste recibe vientos del noroeste con aire húmedo y caliente proveniente de la corriente del Niño. El resto del año la costa y las vertientes oeste de la cordillera están bajo la influencia del aire relativamente frío de la corriente de Humboldt. En algunos años, la corriente del Niño se presenta mucho más hacia el sur que en años normales, causando extremos en el tiempo; el fenómeno del Niño. Este fenómeno (que se estaba experimentando por última vez en 1998) causa lluvias torrenciales en la costa, pero en la Sierra el efecto es más bien el contrario. A la vertiente Este de la Sierra, el aire húmedo y caliente de la cuenca Amazónica provoca un clima tropical. Hacia el sur, la principal estación seca gana en importancia y también se presenta una disminución en precipitación absoluta (Pourrut, 1983, 1995; Sarmiento, 1986). El viento del tipo 'föhn' es un fenómeno frecuentemente observado en valles de la zona Interandina (Sarmiento 1995).

En Ecuador se emplea una clasificación del clima con 9 grandes clases (Pourrut, 1983). En la zona Andina se encuentran:

- clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo a húmedo: Es el clima más frecuente de la zona interandina. Se presenta bajo una altitud de 3000 a 3200 m, con excepción a los valles muy abrigados. La precipi-

tación anual fluctúa entre 500 y 2000 mm, distribuida en dos estaciones. Las temperaturas medias anuales se sitúan entre 12 y 20°C y la duración de la insolación entre 1000 y 2000 horas anuales.

- clima ecuatorial mesotérmico seco: Se presenta bajo una altitud de 3000 a 3200 m, en los valles muy abrigados. La precipitación anual no alcanza los 500 mm y se presenta en dos estaciones. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 12 y 20°C y la duración de la insolación es mayor a 1500 horas anuales.
- clima ecuatorial frío de alta montaña: Se ubica sobre los 3000 a 3200 m de altura. La temperatura media anual es inferior a 12°C y depende de la altitud. La precipitación anual está entre 800 y 2000 mm y varía según altitud y exposición.
- clima tropical megatérmico muy húmedo: Se presenta en las vertientes exteriores de las dos cordilleras, entre 1000 y 2000 m aproximadamente. La temperatura promedio anual es mayor de 22°C y la precipitación anual sobrepasa los 2000 mm, a menudo en una sola estación lluviosa.

En Trines y Dam (1994) se encuentran ordenados los datos meteorológicos de 42 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a altitudes entre 1840 y 3560m de los cuales 10 están situadas sobre los 3000 m. Los datos comprenden precipitación mensual de años individuales y datos de temperatura máxima y mínima por año (20 estaciones). Acosta-Solís (1984) y Pourrut (1995) dan también un resumen y análisis de datos meteorológicos de 11 estaciones del INAMHI sobre los 3000 metros (parcialmente las mismas).

2.2.2 *Microclima*

Ecológicamente, los extremos del clima experimentado a nivel de un organismo (microclima) son más importantes que los datos mediados, que caracterizan el macroclima. Por ejemplo, para la vegetación paramuna se refiere más que todo a extremos en precipitación (máximos tanto como sequía), máximos en radiación, temperatura, y presencia y frecuencia de temperaturas bajo cero. Las diferencias en temperatura durante 24 ho-

ras pueden llegar a 30°C (Diemer, 1995; Ramsay, 1992). Según Ramsay (1992) el número de noches con temperaturas bajo cero aumenta rápidamente sobre una altura de aproximadamente 3300m, coincidiendo más o menos con el límite entre la zona de bosques andinos altos y el páramo bajo (véase capítulo 4). La vegetación natural de las altas montañas está adaptada a los extremos de su hábito por medio de una serie de adaptaciones (véase capítulo 4 y Beck, 1994; Rada *et al.*, 1985, 1996; Goldstein *et al.*, 1994; Meinzer *et al.*, 1994; Miller, 1986).

Sarmiento (1986) menciona los factores más importantes que influyen al microclima de un sitio:

- topografía. En relación con movimientos de aire frío durante la noche y el ciclo diario de vientos en valles. Sarmiento (1986) y Miehe y Miehe (1994) describen situaciones en montañas tropicales donde los fondos de los valles ya no soportan vegetación arbórea por los flujos bajos de aire frío, mientras que los árboles sí son capaces de colonizar los pendientes adyacentes. En cambio, Rundel (1994) indica que en las montañas tropicales se presenta la situación opuesta. Young (1993) discute el efecto del microclima sobre el límite superior de los árboles en montañas del Perú. (Véase también las secciones 4.1.2 y 4.4.5).
- exposición. En comparación con las zonas templadas, no es tanto la posición respecto al sol (norte y sur) que importa, sino la posición en relación con el viento. Sin embargo, en áreas en que se desarrolla nubosidad durante el día, la pendiente con exposición. Esta es la parte más caliente porque recibe el sol en la mañana (Sarmiento, 1986).

2.3 Suelos

2.3.1 Suelos volcánicos: generalidades

El concepto central de los suelos volcánicos es un suelo rico en aluminio extractable con oxalato ácido de amonio (Al_0) llamado Al 'activo', que ocurre en la forma de (hidr)óxidos de aluminio no o para cristalinos,

complejos de Al-humus, alófanos y imogolita. (Mizota y Reeuwijk, 1989, SSS, 1994, FAO, 1990; Spaargaren, 1995). Las más importantes características físicas y químicas asociadas con el Al activo son: altos contenidos de materia orgánica, densidad aparente baja, alta retención de humedad, alta estabilidad estructural, deshidratación irreversible, consistencia untuosa, alta fijación de fósforo, una CIC por gran parte dependiente del pH, alta capacidad reguladora y alta pH en NaF (Wada, 1980; Leamy *et al.*, 1980; Mizota y Reeuwijk, 1989; Malagón *et al.*, 1991; Pinzón, 1992). La cantidad de vidrio volcánico y Al_2O_3 , la densidad aparente y la fijación de fósforo son las características usadas en las definiciones de las 'propiedades ándicas' para la clasificación de Andisoles (SSS, 1994) o Andosoles (FAO, 1988).

Un estudio comparativo de suelos derivados de materiales parentales volcánicos porosos bajo diferentes climas de todas partes del mundo (Mizota y Reeuwijk, 1989) ha revelado que la meteorización de materiales de composición basáltica hasta andesítica bajo condiciones húmedas se dirige hacia estos suelos volcánicos 'centrales'. Dentro del desarrollo de estos suelos se puede distinguir dos procesos distintos. En condiciones neutro hacia poco ácido ($pH > 5$) domina la formación de alófanos y imogolita, mientras en condiciones más ácidas la formación de complejos de Al-humus es dominante. La acidez puede ser generada por ácidos orgánicos, dependiendo de la cantidad y calidad de la materia orgánica, y por falta de bases, en materiales parentales pobres en bases o por lavado excesivo (régimenes perhúmedos). En los climas con una estación seca importante y en materiales parentales muy ricos en sílica la meteorización produce solo pequeñas cantidades de alófanos y imogolita y/o Al-humus complejos. En cambio, haloisita está presente en cantidades apreciables y 2:1 silicatos se forman por resiliación estacional. Estos suelos generalmente no tienen propiedades ándicas.

2.3.2 Suelos sobre materiales parentales volcánicos de las sierras andinas

El Mapa de Suelos del Ecuador 1:1000.000 (xx) y los mapas de suelos 1:200.00 de la Sierra (PRONAREG/ORSTOM 1978-198x) (véase también Colmet-Daage, 1980, Maldonado *et al.*, 1985), tanto como varios estudios

de secuencias altitudinales de suelos en Colombia y Ecuador (Cortéz y Espinosa, 1991; Franzmeier, 1972; Fölster y Cristen, 1977; Sourdat, 1986; Thouret y Faivre, 1989), los perfiles de referencia del Ecuador y Colombia (ISRIC, 1994a y b) y el guía de excursiones en Ecuador de la Sexta Reunión Internacional de Clasificación de Suelos (Beinroth *et al.*, 1985) han dado la siguiente imagen de los suelos de las altas montañas andinas:

Cerca a los volcanes y en regiones muy altas (páramo alto: entre las 4400 y 4600 m aprox., véase capítulo 3 para detalles de la zonificación altitudinal de vegetación) se encuentran suelos de textura gruesa muy poco meteorizados con relativamente poco material orgánico acumulado, caracterizados por altos contenidos de vidrio por ser desarrollado en materiales volcánicos muy jóvenes y/o bajo temperaturas bajas (régimen de temperatura de suelos pergelico y críico). El régimen de humedad es generalmente údico. Corresponde al conjunto de los suelos J en el mapa 1: 200.000: suelos arenosos sobre cenizas, no alofánicos (Según SSS, 1994 serían: Vitrandic Cryopsammets). En estos suelos con frecuentes eventos de temperaturas bajo cero durante la noche el crecimiento de agujas de hielo causa remoción del material del suelo y suelos estriados (Rundel, 1994; Pérez, 1984), lo que puede tener efectos sobre el establecimiento y crecimiento de la vegetación.

En zonas algo más bajas (páramo medio: entre 4000-4400 m aprox.) se encuentran perfiles AC de textura limosa a arenosa, con algo de material orgánico acumulado. La acumulación exhibe un patrón con mucha variación espacial por la típica distribución de las plantas de rosetas, almohadillas y penachos de paja en esa zona (Pérez, 1995). Son suelos ricos en vidrio volcánico y corresponden al conjunto de los suelos J en el mapa 1: 200.000. El régimen de temperatura de suelos es críico y el de humedad údico. Clasifican probablemente como Entisoles y Vitricryands (SSS, 1994).

En la zona del páramo bajo (entre 3400-4000 m aprox.) se encuentran suelos con perfiles AC. El horizonte A negro es bastante profundo (puede llegar a más de 50 cm) (epípedon Melánico, SSS, 1994, vease aba-

jo). Son suelos de textura media con propiedades ándicos, alofánicos, no ácidos pero con todavía bastante vidrio volcánico. La saturación de bases es baja. La retención de agua a 1500kPa (pF 4.2) varía alrededor del 100%. Horizontes plácicos son observados frecuentemente. El régimen de temperatura de suelos es isomésico hasta isofrígido. El límite entre los dos se ha establecido en Ecuador a una temperatura media de 50 cm del suelo de 10°C, siendo el límite de los cultivos que llega más o menos a los 3600 a 3700 m (Colmet- Daage, 1980; Maldonado *et al.*, 1985, Stadel, 1986). El régimen de humedad varía entre údico y perúdico. Corresponden al conjunto de suelos D en el mapa 1: 200.000: suelos derivados de materiales piroclásticos, alfánicos, francos, con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases < 50%, densidad aparente >0.85g/cc. Clasifican como Cryands (probablemente melano- y hydro-) y Udands (probablemente plac-, melan-, hidr-, y hapl-). Ejemplo: perfil Ecuador 8 (Beinroth *et al.*, 1985). Este perfil corresponde al perfil ECO 3 (ISRIC, 1994; Mizota y Reeuwijk, 1989) a 3840 m sobre el Volcán Corazón. Tiene relativamente poco alofano (alrededor de 4%), P-retención de 20 a 89%; Un horizonte A de 92 cm de espesor con C% de 6-4% y 33-35% retención de agua a 1500 kPa y un pH entre 5.2 y 6.1 Clasifica probablemente como Melanocryand (SSS, 1994) y como Humic Andosol (FAO, 1988). Véase también perfil Ecuador 9 (Beinroth *et al.*, 1985) a 3420 m sobre el Volcán Corazón. Este perfil tiene una textura algo más fina y un horizonte A todavía más gruesa y clasifica probablemente como Melanudand (SSS, 1994).

En la zona entre 3000-3400 aprox. del bosque andino se puede encontrar Andosoles como los anteriores pero se encuentran generalmente hasta 3200m según el mapa de suelos 1:200.000 suelos del conjunto H: suelos negros profundos, francos a arenosos derivados de materiales piroclásticos con menos de 30% de arcilla en el primer metro, que clasifican como Mollisoles (hapludoll, principalmente). En estos suelos hay una formación progresiva de arcillas haloisíticas y montmorilloníticas (Colmet-Daage, 1980). Aunque indicado como suelos con un régimen de humedad údico, se supone que estos suelos están en el límite entre údico y ústico (alrededor de tres meses de sequía en el perfil).Ejemplos: perfiles 1 y 10 de Beinroth *et al.*, 1985.

La topo- y chrono-secuencia en el anterior resumen describe una situación idealizada, ya que por disección, erosión y deposición reciente de cenizas de suelos muy recientes pueden aflorar a cualquier altitud. Además, la topografía local puede dar lugar a zonas de acumulación de agua (pantanos). En estos casos se encuentran suelos con un régimen de humedad aquíco: Aquands y Histosoles (SSS, 1994, véase la sección 4.3.2). Otros suelos que necesitan ser mencionados son los suelos sobre cangahua dentro del primer metro del perfil (Conjunto de los suelos C del mapa de los suelos de la Sierra). Cangahua es una capa de ceniza endurecida, frecuentemente encontrada en la parte central y norte del Valle Interandino en altitudes hasta 2800-3200 m y a veces más (Sauer, 1971; De Noni, 1995, Navarro y Zebrowski, 1995; Zebrowski *et al.*, 1997). Sin embargo, Bosio y Cassman (1991) mencionan suelos sobre cangahua a 3450 m en la Cuenca del Río Ambato. Geólogos han considerado a la cangahua generalmente como una fase (hasta formación, Sauer, 1971) del volcanismo 'Cotopaxi' (Zamora y Litherland, 1993), mientras los pedólogos generalmente la consideran como suelos con un duripan. La cementación es por sílica principalmente pero también carbonatos y arcilla son mencionados (Colmet-Daage, 1980; De Noni, 1995; Navarro y Zabrowski, 1995). En este caso, la distribución de estos suelos se explica por el régimen de humedad ústico en el valle Interandino.

En muchas partes altas de la Sierra Ecuatoriana dominan los suelos tipo Andisol. Principal limitante químico de estos suelos para el uso agrícola es la alta fijación de P, no sólo por los alófanos y la imogolita pero también por los complejos Al-humus (Wada, 1980, Espinosa, 1992). La importancia de las últimas sustancias se confirmó en un estudio sobre fijación de P en Andisoles del Ecuador en que se encontró una buena relación entre el contenido de C total y la capacidad de fijar P (Espinosa, 1992). En un estudio de fertilización de cebada con P y N en suelos Ándicos (Udic Eutrandepts (según SSS, 1975)) entre 3100 y 3600 m en los alrededores de Ambato, Tungurahua, se encontraron la misma relación pero la magnitud de la fijación de P no fue considerado alto y esto se atribuyó al estado relativamente poco meteorizado de los suelos investigados (Bosio y Cassman, 1991). Al igual que los materiales con Al activo exhiben una ab-

sorción específica de P, lo tienen también de F (Wada, 1980). Por eso, el pH en NaF, que, en la mayor parte de los suelos es un buena y simple medida del Al activo, lo es también de la capacidad de fijar P (Mizota y Reeuwijk, 1989). La alta capacidad reguladora de los suelos ándicos tiene como consecuencia altos requerimientos de cal para modificar el pH (Malagón *et al.*, 1991).

Las características físicas típicas de los suelos ándicos generalmente se consideran beneficios para agricultura y silvicultura. Por ejemplo la estructura granular estable provoca una porosidad alta., está permeabilidad significa una alta resistencia a la erosión (Leamy *et al.* 1980). La porosidad es más que todo en forma de microporos, algo que explica la alta retención de agua pero al mismo tiempo la aireación algo deficiente (Warkentin y Maeda, 1980, Pinzón, 1992).

Los suelos ándicos muestran cambios drásticos cuando son sometidos al secado con el aire. El secado produce contracción y acomodación de los agregados del suelo, dando origen a una dinámica diferente en las propiedades físicas. Estudios de laboratorio de suelos ándicos de Ecuador y Colombia indican que al secar se reduce permanentemente la capacidad de retención de agua, se aumenta la densidad aparente, los agregados se aumentan en tamaño y la permeabilidad se reduce (Colmet-Daage, 1967; Pinzón, 1992). En consecuencia, la susceptibilidad a la erosión por agua y viento se aumenta (Warkentin y Maeda, 1980).

Mientras erosión por agua no es importante en suelos ándicos húmedos, la inestabilidad de las pendientes, por deslizamientos u otros movimientos en masa es muy común. Esto se debe no tanto a una propensión excepcional de materiales ándicos a movimientos en masa, sino más bien a las pendientes muy inclinadas y las condiciones muy húmedas en que frecuentemente se encuentran suelos ándicos. Los deslizamientos se encuentran sobre todo al contacto de suelos volcánicos con suelos con una textura distinta (Warkentin y Maeda, 1980; Zebrowski, com. pers.).

2.3.3 *Dinámica del material orgánico de los suelos Ándicos*

Descomposición de materiales orgánicos muertos frescos (necromasa, hojarasca, mantillo) tiene lugar en los horizontes superficiales del suelo, llamada el perfil orgánico o perfil de humus. En los sistemas terrestres el perfil de humus consiste generalmente en los horizontes orgánicos L (de Litter: materiales vegetales muertos frescos), F (de Fermentación: materiales vegetales fragmentados, en su mayoría reconocibles macroscopicamente) y H (de Humus: materiales vegetales finos, en su mayoría no reconocibles macroscopicamente) y del horizonte orgánico-mineral Ah en que los materiales orgánicos finos están mezclados estrechamente con el material mineral del suelo (Green *et al.*, 1993).

Los factores que determinan la descomposición son, generalmente en orden de importancia (Swift *et al.*, 1979; Anderson y Swift, 1983):

- Ambiente físico-químico (macroclima y aspectos edáficos principalmente)
- Calidad de la hojarasca
- Naturaleza de los descompositores (los animales del suelo y los microorganismos).

Ambiente físico-químico: La lenta descomposición y la acumulación de materia orgánica en el suelo a gran altura en las sierras son causados en primera instancia por las bajas temperaturas. Hay varios estudios de transectos en montañas Andinas que indican un aumento de la cantidad C en el suelo con la altura (por ejemplo: Cortéz y Franzmeier, 1972; Fölster y von Christen, 1977; Sevink, 1984; Vis, 1989). La disminución a altitudes sobre los 3500 aprox. está relacionada con la edad del suelo. Un aumento en humedad en general favorece la descomposición (Enríquez *et al.*, 1993; Rueda y Sánchez, en prensa) pero saturación con agua, frecuentemente reportado para bosques de niebla, reduce la velocidad de descomposición. En los suelos volcánicos el Al activo, tanto de los alófanos como de otras especies de Al, forma complejos con la materia orgánica muy estables, que están protegidos de biodegradación por la toxicidad de Al y por la no ac-

cesibilidad de enzimas (Tate y Theng, 1980). En especial los residuos abundantes de raíces de vegetaciones gramínoideas aporta a los suelos volcánicos una forma de material orgánico negro, rico en ácidos húmicos del “tipo A”, que forma complejos muy estables y para que se han creado un horizonte diagnóstico especial en el nuevo sistema Americano de clasificación de suelos; el epípedon Melánico (SSS, 1994). Es un horizonte superficial de espesor de 30 cm o más, con un porcentaje de C orgánico en promedio de 6%, y un color negro profundo. Es la característica más llamativa e importante de los suelos volcánicos de los páramos en los Andes.

Calidad de la hojarasca: Enríquez *et al.* (1993) obtuvieron de 256 estudios sobre descomposición de necromasa una relación positiva lineal entre la velocidad de descomposición y la concentración de N y P. Estudios comparativos de la composición de la hojarasca en bosques tropicales indican que en general los contenidos de N en P son bajos en bosques montanos (véase las revisiones de la literatura en Vitousek, 1984; Voght *et al.*, 1986; Bruijnzeel y Proctor, 1995) y que la concentración de N (no de P) disminuye con la altitud (Bruijnzeel y Proctor, 1995). P muestra generalmente un reciclado interno más alto que N (Bruijnzeel y Proctor, 1995). También en especies de páramo (*Espeletia sp*) tasas mayor de 50% de recuperación de P son reportados (Sarmiento, 1984; Hernandez y Murcia, 1995). Los datos de Veneklaas (1990) sobre la composición de caída de hojas y la translación de elementos en un bosque nativo a 3370 m en Colombia confirman estas observaciones.

Existen varios estudios sobre la naturaleza y la composición y biomasa de la edafofauna y de micorrizas en páramos y bosques alto-andinos (IGAC, 1991 varias contribuciones; García y Chamorro, 1994; Salamanca y Chamorro, 1994; Gutiérrez y Cogua, 1994; Valencia *et al.*, 1994).

Del anterior se espera que la vegetación natural de páramos y bosques andinos muestra una descomposición lenta por las bajas temperaturas y la pobre calidad de la hojarasca. Para estimar la velocidad de descomposición se emplean generalmente dos métodos. En el primero se calcula el constante de descomposición K como el cociente de la caída de hojaras-

ca y la reserva en los horizontes orgánicos (Olsen, 1963). Este método sólo es apto para sistemas en equilibrio, entonces generalmente no sirve para plantaciones, y es una medida de la descomposición del compartimiento de 'C activo' (véase abajo). No se conoce ejemplos de este método en sistemas andinos sobre los 3000m. El segundo método, bolsas con hojarasca son introducidos a los horizontes orgánicos y retirados después de un cierto tiempo. Frecuentemente se expresa la descomposición como porcentaje del peso inicial. Es un método generalmente apto para estimar la descomposición en los primeros 1-2 años. De este método hay algunos ejemplos de especies nativas que son comparadas con especies exóticas (Rueda y Sánchez, en prensa; Buitrago y Salazar, 1986; Hernandez y Murcia, 1995; Arenas, 1995), véase la sección 6.2 para un resumen de los resultados.

Se puede dividir el material orgánico de los suelos (MOS) en distintas fracciones. El fraccionamiento del MOS en ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y varios tipos de humina es lo más conocido e indicado por Duchaufour (1982) como fraccionamiento genético o bio-químico. Sin embargo, para los estudios sobre la fijación de carbono puede ser más útil dividir el MOS en distintas fracciones dependiendo de su tiempo de residencia en el suelo. Por ejemplo, Motavelli *et al.* (1994) usan las siguientes fracciones: la reserva de C 'activo' (tiempo de rotación (turnover time)) de 1 a 5 años, una reserva de C 'lenta' con un tiempo de rotación entre 20-40 años y una reserva de C 'pasiva' que permanece en el suelo entre 200-1500 años (Motavalli *et al.*, 1994). En los suelos Ándicos las dos últimas reservas de C son las más importantes. Guillet *et al.* (1988) incluso reportaron ^{14}C edades de 20-30,000 años BP a profundidades entre 1 y 2m en suelos ándicos a una altitud de 3100m en Colombia. Métodos para determinar y modelar las distintas fracciones están descritos en Motavalli *et al.* (1994); véase también Schimel *et al.* (1994).

2.3.4 Suelos no volcánicos

En el sur de Ecuador hay también suelos no volcánicos a altitudes sobre los 3000 metros. Se trata más que todo de Dystropepts (SSS, 1975), y de rankers sobre los 3300-3400 m. Pues no se encontró información, mas

que la de los mapas de suelos 1: 200.000 (PRONAREG-ORSTOM, 198x). En el norte del Perú Miller y Birkeland (1992) reportaron sobre catenas de suelos de la Puna. En muchas áreas del Sur del Ecuador si existe una capa muy delgada de cenizas volcánicas, procedente de los volcanes del Norte, en que se forma un suelo volcánico muy delgado, pero por erosión se ha desaparecido este suelo en grandes áreas, dejando las cenizas antiguas a la superficie.

2.4 Hidrología

2.4.1 Precipitación y evaporación

Normalmente la cantidad de precipitación que se determina dentro de un bosque (llamada precipitación neta o efectiva) es considerablemente menor que fuera del bosque. Una excepción son los bosques de niebla, en que la humedad de la niebla puede formar una fuente adicional de precipitación (llamada precipitación horizontal). Bosques de niebla se pueden definir como bosques que son cubiertos siempre, frecuentemente o estacional por nubes al nivel de la vegetación, causando insolación reducida, alta humedad relativa, precipitación horizontal y reducción de evaporación (Hamilton *et al.*, 1995). En montañas de gran extensión, los bosques de niebla se sitúan en una zona estrecha entre 2000 y 3500m aprox. (Hamilton *et al.*, 1995; Bruijnzeel y Proctor, 1995). La cantidad de humedad extraída de la niebla varía bastante. En la revisión de la literatura sobre hidrología de bosques montanos tropicales de niebla, Bruijnzeel y Proctor (1995) reportan valores típicos de 5-20% de la precipitación ordinaria y valores mayores en bosques con estacionalidad pronunciada. Los datos para bosques andinos sobre los 3000 m, que en la literatura frecuentemente todos son llamados bosques de niebla, son escasos y contradictorios. En un bosque montano alto a 3000 m en la Cordillera Central de Colombia Vis (1986) atribuyó los sucesos de períodos con precipitación neta mayor que la precipitación total a la precipitación horizontal, mientras Veneklaas (1990) explicó eventos similares en un bosque cercano a 3370 m por goteo de la copa saturada y por la salpicadura de lluvia y granizo. Él no

observó precipitación horizontal usando colectores de niebla. Cavelier y Goldstein (1989) reportaron un promedio de 4% de la precipitación total de agua interceptadas por colectores de niebla en un bosque montano alto de lluvia a 3100 m en Venezuela.

Para páramos existe sólo un dato de Costa Rica. Dorenwend (1979; en Bruijnzeel y Proctor, 1995) observó un valor de precipitación horizontal del 18% de la precipitación total con colectores de niebla en un páramo a 3500 m. Sin embargo, en general se supone que en páramos precipitación horizontal es un fenómeno menos importante que en bosques, ya que la cantidad de agua interceptada depende (entre otros factores) del área de las hojas expuestas (Cavelier y Goldstein, 1989; Bruijnzeel y Proctor, 1995). En páramos, el rocío puede ser importante por las grandes diferencias de temperatura entre día y noche.

La precipitación neta de un bosque consiste de la precipitación total menos la cantidad de agua que es interceptada por la vegetación y evaporada sin llegar al suelo. Se la estima por medir la precipitación interna y el escurrimiento por el tallo. La precipitación interna consiste en el goteo de la copa y la precipitación no interceptada. El escurrimiento por el tallo generalmente sólo llega a 1-2% de la precipitación total en bosques húmedos tropicales de bajura y bosques montanos bajos (Bruijnzeel, 1989 y 1990) pero puede llegar a valores de 5-10% en bosques de niebla con altos densidades de árboles (elfin cloud forests) (Bruijnzeel y Proctor, 1995).

La magnitud de la intercepción depende de propiedades de la vegetación (estructura, humedad), condiciones climáticas (humedad relativa, velocidad del viento), y características de la lluvia (intensidad, duración, tamaño de las gotas) (Bruijnzeel, 1989 y 1990; Calder, 1996; Meyers y Talsma, 1992; Veneklaas, 1990; Vis, 1986). Bruijnzeel (1990) da un valor promedio del 18% (rango 10-24%) para bosques montanos tropicales de lluvia (bosques de niebla excluido) y reporta un rango del 10% hasta valores negativos para bosques de niebla. En bosques andinos sobre los 3000m se reportaron valores de intercepción del 18% (3370m: Veneklaas, 1990), 29% (3100m: Díaz y Mendoza, 1994) y 11% (3000m: Vis, 1986). Veneklaas *et*

al., 1990 estudiaron el efecto de la gran cantidad de epífitas a la intercepción en dos bosques andinos. Aunque las epífitas tienen una alta capacidad de almacenar agua, su contribución a la intercepción fue reducida, por su posición generalmente debajo del dosel superior y por el tiempo largo de residencia del agua en la masa de epífitas. La intercepción por la vegetación arbustiva y herbácea en páramos es mucho menor que en un bosque.

La evapotranspiración de una vegetación es la suma de la evaporación de la vegetación mojada (intercepción, véase arriba) y la transpiración (evaporación de la vegetación seca). La transpiración depende de la humedad del suelo y factores fisiológicos de la vegetación (i.e. conducción estomatal). La humedad de suelos en bosques montanos de lluvia generalmente siempre es adecuada (Bruijnzeel y Proctor, 1995) pero plantas del páramo pueden sufrir una sequía fisiológica porque las bajas temperaturas inhiban la absorción de agua por las raíces (Meinzer *et al.*, 1994). En bosques húmedos montanos (bosques de niebla excluido) la evapotranspiración varía entre 1100 y 1300 mm por año (Bruijnzeel, 1990) que no es mucho más bajo que en bosques húmedos tropicales de bajura. En bosques de niebla la evapotranspiración es reducida. Bruijnzeel y Proctor (1995) encontraron valores entre 300 y 400mm, que corregida por precipitación horizontal llegan a valores de 570-770mm por año. Hay evidencias que la transpiración en estos bosques también es baja, incluso en períodos de cielo despejado (Bruijnzeel y Proctor, 1995). Datos de evapotranspiración para bosques andinos sobre los 3000m no fueron encontrados.

La evapotranspiración de la vegetación herbácea es menos grande que la evapotranspiración de un bosque. En condiciones húmedas (sin déficit de humedad en el suelo) la evapotranspiración de un bosque consiste más que todo de la evaporación de la vegetación mojada (intercepción). La superficie áspera de un bosque hace que la evapotranspiración dependa de advección principalmente. La evapotranspiración de vegetación herbácea de suelos húmedos consiste en gran parte de transpiración de la vegetación y depende principalmente de la radiación (Calder, 1995). Hofstede (1995) midió una evaporación potencial de una hoja de evaporación de

529 mm por año en un páramo a 4000m en la Cordillera Central de Colombia mientras Monasterio (1980) midió 755 mm en un páramo relativamente seco a 4300m en Venezuela.

Parte de toda el agua en el suelo se mantiene inmóvil, encerrado en capilares muy delgadas, mientras otra parte es móvil y retenida solo durante un periodo limitado. La parte móvil se establece en épocas húmedas, es retenida en el suelo y liberada en épocas secas. Es fácil determinar la cantidad total de agua en el suelo, conociendo la humedad del suelo y la densidad aparente. En total, el almacenamiento de agua en el primer metro del suelo puede alcanzar valores hasta más que 500 l.m^{-2} , el equivalente de 500 mm o la mitad de la precipitación anual. Pero aún más importante para entender la importancia hídrica del páramo es saber cuál parte de la cantidad total es móvil y durante cuanto tiempo puede ser retenida el agua. Hasta el momento sabemos muy poco de la dinámica de agua en el páramo, sólo existen datos de la diferencia entre la cantidad de agua en la época seca y en época húmeda (200 l.m^{-2} ; Hofstede, 1995a). Tampoco existen datos de la velocidad de percolación de agua por el suelo.

Aunque la capacidad de retención de agua del suelo es mucho más alta que aquella de la vegetación ($500 \text{ vs. } 3 \text{ l.m}^{-2}$), la presencia de una capa de plantas constantemente húmeda es importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas. La más baja retención de agua en localidades pastoreadas y quemadas probablemente está dada por la desaparición de una capa cerrada de plantas.

2.4.2 *Escorrentía y erosión pluvial*

Por la presencia de suelos porosos, la infiltración de agua en el páramo generalmente es alta. Vis (1989) mostró que un flujo superficial de agua no se puede presentar con mucha frecuencia sobre los suelos volcánicos bajo bosque andino de un transecto en la Cordillera central de Colombia, por la alta tasa de infiltración y capacidad de retención de agua de los suelos (véase 3.3). Usando simulación de lluvia, escarchamiento se presentó con más frecuencia en los sitios de páramo que en los sitios foresta-

dos. Sin embargo, la intensidad de la lluvia artificial fue mucho más alta que la que naturalmente se presenta en páramos. Por eso, se puede concluir que en páramos el flujo superficial de agua tampoco es un fenómeno común. Hofstede (1995) no observó flujo superficial en las cuencas de páramo estudiados y la escorrentía no mostró grandes picos asociados con aguaceros. La escorrentía constante de las cuencas cubiertas por páramo y bosque alto andino es una fuente importante de agua limpia para los acueductos, embalses y el riego de tierras a altitudes más bajas.

La casi ausencia de escorrentía superficial indica que la erosión pluvial no es importante en situaciones naturales en páramos y bosques andinos. Erosión por salpicadura puede ocurrir (Vis, 1986), dependiendo de la presencia de superficies de suelo descubiertas. Los bosques andinos no disturbados estudiados por Vis (1986) mostraron entre 15-20% del suelo descubierta. En páramos de macollas no disturbados este porcentaje es menor de 5%, pero en sitios disturbados puede llegar a 35% (Verweij, 1995). Además, pastoreo de páramos disminuye la porosidad de los suelos (Hofstede, 1995), aumentando el riesgo de escorrentía superficial y erosión asociada. Vis (1986) mostró que el peligro de erosión causada por la lluvia es más grande en bosques andinos que en campo abierto por el aumento del diámetro de las gotas. A su vez, la presencia de un sotobosque disminuye la energía cinética de las gotas (Vis, 1986).

De Noni *et al.* (1986) indican que las zonas de vegetación natural por arriba de las 3200m en las sierras ecuatorianas están en un equilibrio morfo-dinámico frágil. Este equilibrio es disturbado en muchas ocasiones por, entre otras causas, la agricultura. La ausencia de una cobertura protectora del suelo parte del año, las pendientes fuertes y las prácticas agrícolas, por ejemplo labranza en la dirección de la pendiente, han causado erosión acelerada en áreas con agricultura (véase Dehn, 1995; Harden, 1993 a y b, 1996; Nimlos y Savage, 1991; De Noni *et al.*, 1989; Ruppenthal, 1996).

Caso especial son los suelos con cangahua (vease 2.3.). La impermeabilidad de este material a poca profundidad en los suelos ha causado erosión severa, tanto que la cangahua está expuesta a la superficie (De Noni, 1995, Navarro y Zebrowski, 1995; Bosio y Cassman, 1991).

2.4.3 *Ciclaje de agua y nutrientes*

Estudios sobre el ciclaje de nutrientes en soluciones son muy escasos para los sistemas de alta montaña andina. Veneklaas (1990) reportó nutrientes en precipitación neta. Díaz y Mendoza (1994) y Hofstede (1995) hicieron estimaciones del ciclaje de nutrientes basados sobre balances de entrada y salida de nutrientes en microcuencas en un bosque alto andino y una zona de páramo respectivamente. Una dificultad muy seria en este tipo de investigaciones es que no se conoce la magnitud de la adición de nutrientes al ecosistema por meteorización de minerales primarios (que puede ser considerable en sistemas sobre materiales volcánicos recientes) ni de la pérdida por drenaje profundo. Esto complica bastante la interpretación de los resultados. Sin embargo, algunas conclusiones pueden ser resumidas. Los estudios hechos indican que la entrada de nutrientes por deposición húmeda y seca es relativamente alta en comparación con otros sistemas húmedos tropicales, muy probablemente por la presencia de volcanes activos cercanos. Tanto en los sitios de páramo estudiados por Hofstede (1995) que en el bosque alto andino estudiado por Díaz y Mendoza (1994), la salida de P fue muy bajo. Esto confirma la alta capacidad fijadora de P de los suelos ándicos e indica limitación de P.

Existen varios modelos que describen la hidrología y el ciclaje de nutrientes de bosques naturales, plantaciones y vegetaciones herbáceas. Jetten (1994) da un resumen de modelos disponibles para bosques y presenta la aplicación de modelos de balances hídricos en una dimensión y a nivel de cuenca para bosques húmedos tropicales en Guyana.

3. La vegetación de la sierra andina ecuatoriana

(Robert Hofstede)

3.1 La historia de la vegetación andina

3.1.1 La evolución de la flora andina

La historia de la vegetación neotropical empieza hace 100 millones de años, cuando se separaron los continentes originarios del supercontinente Gondwana. América del Sur permaneció aislada hasta que se formó el istmo de Panamá en el Mioceno (hace ± 10 Ma), que conectó las dos Américas. El Mioceno fue muy importante para el desarrollo de la flora andina porque empezó la introducción de especies holárticas (del hemisferio Norte) mientras que también empezó lentamente la elevación de los Andes (Gentry, 1982). La historia de la vegetación se estudia por medio de análisis palinológicos y paleobotánicos. De esto se ha hecho muy poco en el Ecuador (Colinvaux *et al.*, 1988), pero para la Cordillera Oriental Colombiana existen muchos datos de Van der Hammen y sus colaboradores (Van der Hammen, 1974, 1989; Van der Hammen y Cleef, 1983, 1986; Hooghiemstra y Cleef, 1984), resumido por Ulloa y Jørgensen (1995).

Al final del Mioceno, varias taxones (géneros, especies, etc.) austral-antárticos migraron hacia la región tropical, como consecuencia de un enfriamiento global. Aunque en esta época las montañas no alcanzaron más que de 2000 metros, se encontró mucho polen de géneros australes como *Polylepis* y *Weinmannia* que pudieron migrar hacia el norte y adaptarse al

ambiente de montaña. Al final del Mioceno hasta la mitad del Plioceno (hace 5 Ma) la cordillera Andina empezó a levantarse más y extensas áreas estuvieron cubiertas por bosques andinos, que consistían de elementos australes y taxones tropicales que se adaptaron al frío. En esta misma época se formó el istmo de Panamá (10 - 5 Ma) que permitió la entrada directa de numerosos animales y plantas provenientes del norte. El impulso de la migración desde el norte era el mencionado enfriamiento. Así, en el Plioceno (hace 5 Ma) llegaron los primeros géneros del norte a los Andes colombianos (*Hedyosmum* y *Symplocos*), que se mezclaron con taxones austral-antárticos y tropicales adaptados al ambiente montano. Hace 4 Ma empezó a desarrollarse la composición florística de los Andes como lo conocemos hoy día. Aparecieron *Myrica*, *Miconia*, *Alchornea*, *Polylepis*, *Acaena* e *Ilex* y además se notaron por primera vez señales de vegetación paramuna por el polen de Asteraceae, Poaceae, *Hypericum*, *Valeriana*, *Plantago* y *Aragoa*. Hay evidencias de que el límite de bosque estaba más abajo que en la actualidad. Además, el bosque andino todavía no se había desarrollado completamente. En esa época más bosques que actualmente estaban dominados por *Vallea*, *Weinmannia*, *Polylepis* y *Myrica*.

A partir del Plioceno Tardío (hace 3 Ma) entraron desde el norte *Alnus*, *Vaccinium*, *Berberis* y *Ribes*. En esta época las cordilleras ya habían alcanzado su elevación actual. *Alnus* tenía mucho impacto sobre los bosques de *Vallea*, que disminuyó mucho en significado. Finalmente, hace 1 Ma, ingresó *Quercus* a Sudamérica. Su ingreso tardío y su lenta dispersión resultó en que todavía no ha llegado al Ecuador (su distribución más llega hasta el sur de Colombia). Con la inmigración de *Quercus* todos los constituyentes de los bosques andinos actuales estaban ya presentes.

Durante el Pleistoceno (hace 2.5 Ma-10 Ka) los trópicos experimentaron substanciales cambios climáticos y los cinturones de vegetación sufrieron numerosos desplazamientos verticales durante los varios períodos glaciales e interglaciales. Durante el último glacial (hace 13 Ka) el límite del bosque se encontró a menos de 2000 m.s.n.m., 1500 metros más bajo que actualmente, y en estos glaciales hubo mayor intercambio de especies. En períodos interglaciales el límite de bosque subió nuevamente, aislando

a los páramos que así formaron islas en un océano de bosques andinos y permitiendo la especiación (desarrollo específico de vegetación en un lugar sin mucho contacto con otros lugares).

En el Ecuador existen 2 registros de la historia de la vegetación en el Holoceno (10 Ka - presente) de la lagunas Yaguarcocha y Yambo (Colinvaux *et al.*, 1988). Al principio del Holoceno parece que hubo un período húmedo en que los bosques estuvieron dominados por *Alnus* y *Weinmannia*. A partir de hace 5700 años el clima se volvió más seco y se produjo un incremento masivo de polen de Cyperaceae, que terminó con otro período húmedo con la presencia de polen de *Rumex* y *Dodonea*. Esta época húmeda, que demoró hasta hace 800 años, favoreció el desarrollo de las culturas humanas en los Andes.

3.1.2 El límite del bosque en el Holoceno

Solamente con base en estudios palinológicos se puede estimar dónde está el límite original superior del bosque en el Ecuador, porque actualmente este límite está muy alterado por la deforestación. Por análisis de polen muestreado a cierta altura en el páramo se puede determinar si a esta altura durante el Holoceno siempre había páramo o si los elementos de páramo aparecieron juntos con los indicadores de agricultura, lo que quiere decir que el bosque desapareció por influencia humana, como era el caso a 3575 m en Perú (Hansen y Rodbell, 1995). Bosman *et al.* (1994) encontraron en un páramo en Colombia a 3730 m.s.n.m. que siempre había páramo. Según Kessler (1995) es muy difícil la interpretación porque muchas veces se considera la presencia de polen de *Polylepis* como indicador de bosque alto-andino, pero éste es igual al polen de *Acaena*, que es un elemento abundante del páramo. Hooghiemstra *et al.* (1997) estudiaron una muestra palinológica sobre los 3870 m. en el cerro Atacazo (Pichincha), que representaba los últimos 800 años de historia de la vegetación local. Ellos encontraron que en este período el bosque cerrado estaba subiendo hasta casi alcanzar la altura donde se tomó la muestra. Sin embargo, hace unos 300 años empezó un retroceso del límite del bosque que se atribuye a la presencia del ser humano, por la aparición de polen de *Rumex* y

Spermacoce (indicaciones de agricultura) junto a que la disminución de polen de especies arbóreas.

3.2 La flora del páramo

3.2.1 Generalidades

Los páramos cubren extensas áreas en el norte de los Andes, entre el bosque de niebla y la nieve perpetua (zona alpina; \pm entre 3500 y 4900 m.s.n.m.). Los páramos se extienden entre El norte del Perú y Venezuela, con pequeñas partes en Costa Rica. Limitan con vegetaciones alpinas más secas en el Sur (Puna) y en el Norte (Zacatonal). Se estima que la vegetación paramuna en total cubre un área de alrededor de 35000 km², de los que casi 14000 km² se encuentran en el Ecuador (5% del total del país, Medina *et al.*, 1997a). Generalmente el páramo se caracteriza por una vegetación herbácea, dominada por gramíneas en forma de penachos (pajonal), almohadillas, rosetas gigantes y por la ausencia de árboles. La vegetación del páramo está muy adaptada a las condiciones climáticas extremas que existen a estas alturas: temperaturas bajas, vientos fuertes, humedad relativamente alta, alta nubosidad, extrema insolación y “estacionalidad diaria”, con cambios grandes de temperatura cada día. Estas condiciones resultan en que los procesos ecológicos (descomposición, ciclo de nutrientes, productividad, etc.) son muy lentos y en que las plantas formen una serie de adaptaciones en su fisiología y morfología (Billings, 1973; Smith y Young, 1987; Carlquist, 1994). Así la flora del páramo está mejor adaptada a un clima más extremo que los árboles del bosque de niebla, lo que resulta que al desaparecer el bosque (por tala o quema) en las zonas próximas al páramo, la vegetación paramuna invade el área limitando la regeneración del bosque (Laegaard, 1992, Kappelle *et al.*, 1995; Hooghiemstra *et al.*, 1997). Así pasó en muchas partes de los Andes y por esto no se sabe con seguridad cuál fue la extensión del páramo antes de la intervención humana.

3.2.2 Diversidad florística

Considerando el área relativa que ocupa (ca. 2% del área total de los países en que ocurre), se puede considerar que el páramo es un ecosistema con una flora muy rica. No es un ecosistema extremadamente diverso como el bosque lluvioso tropical de bajura, pero este último ocupa áreas mucho más grandes. Según Luteyn (1992) existen alrededor de 3000-4000 especies de plantas superiores en los páramos (Tabla 1).

Tabla 1: Estimación de la cantidad de familias, géneros y especies de plantas en los páramos (Luteyn, 1992).

	<i>Familias</i>	<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>
Musgos	45	120-140	> 300
Hepáticas	?	ca. 200	?
Líquenes	?	?	ca 500?
Gimnospermas	1	1	3
Helechos y parientes	15	33	} 3000-4000
Angiospermas:			
Monocotiledóneas	17	133	
Dicotiledóneas	79	332	

Un carácter muy típico de los páramos es su alto grado de endemismo, es decir, de especies que se encuentran solamente en el páramo. Se estima que hasta el 60% de todas las especies del páramo son endémicas (Luteyn, 1992). Este alto grado de endemismo se debe a las condiciones climáticas extremas y únicas, y a la historia biogeográfica.

Típicas para la flora del páramo es que son plantas que son polinizadas y dispersadas por viento (Frantzen y Bouwman, 1989). Esto evolucionó así porque en el páramo no hay mucha abundancia de fauna polinizadora (insectos, aves, murciélagos, etc.) pero sí hay mucho viento; por la falta de árboles, todas las flores están expuestas al viento. Así, las familias con más representación en el páramo son en su mayoría anemóforas (dispersadas por viento): Asteraceae (compuestas) y Poaceae (gramíneas). Otras

familias, no anemóforas, con muchos géneros y especies en la flora del páramo son Orchidaceae, Apiaceae, Ericaceae, Scrophulariaceae, Brassicaceae, Melastomataceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae y Rosaceae (Luteyn, 1992)

Aunque en el Ecuador su distribución es limitada, la planta más típica de los páramos es el frailejón (*Espeletia* spp., Asteraceae). La forma de crecimiento de esta planta es la de cauliroseta; forma que solo se encuentra en las zonas alpinas (encima del límite del bosque) en el trópico. Aunque existen unas especies que pueden crecer en el bosque andino, la mayoría de las *Espeletia* es endémica para el páramo. Estas plantas espectaculares, con una roseta de hojas peludas, racimos de flores amarillas y un tallo de hasta varios metros cubierto por hojas muertas, forman el verdadero símbolo del páramo. *Espeletia* también es el género que más especies tiene en el páramo: 150 spp. (Cuatrecasas, 1949; Smith, 1981).

Otra familia importante del páramo en cuanto a número de especies, pero también por su cobertura y biomasa, es la de las gramíneas (Poaceae). En casi todos los páramos el suelo está totalmente cubierto por paja alta. La diversidad en esta familia es grande por la cantidad de géneros, pero aparte de *Calamagrostis* (20 spp.) y *Agrostis* (11 spp.) no hay géneros con numerosas especies.

Aunque el páramo es un ecosistema principalmente herbáceo, la mayor diversidad se encuentra en los géneros de arbustos. Unos ejemplos con muchas especies son *Calceolaria* (Scrophulariaceae, 70 especies en páramo), *Diplostephium* (Asteraceae, 50 spp.), *Hypericum* (Clusiaceae, 41 spp.), *Miconia* (Melastomataceae, 34 spp.) y *Gaultheria* (Ericaceae, 20 spp.).

Otros géneros importantes, en cuanto a cantidad de especies, que casi todas con hierbas: *Senecio* (Asteraceae, 60 spp.), *Draba* (Brassicaceae, 38 spp.), *Valeriana* (Valerianaceae, 33 spp.), *Lachemilla* (Rosaceae, 26 spp.) y *Puya* (Bromeliaceae, 25 spp.); casi todas hierbas. Finalmente se encuentran muchas representantes de los helechos y sus parientes (Pteridofitos). Los géneros *Lycopodium* (incl. *Huperzia* y *Lycopodiella*; Lycopodiaceae), con

unas 60 y *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae) con 30 especies, son los más prominentes en el páramo.

Menos estudiadas, pero posiblemente tan diversas como las plantas vasculares, son las criptógamas: musgos, hepáticas y líquenes (Rangel, 1995). De los musgos y hepáticas juntos se han identificado cerca de 350 géneros, y no se puede estimar la cantidad de especies todavía. Sipman (1992) hizo un inventario de los líquenes en los cuales encontró 264 taxones en el páramo, lo que él estima como apenas la mitad de todas las especies de los páramos en solo Colombia.

3.2.3 *Fitogeografía de la flora del páramo*

Entre la flora andina, la flora del páramo es relativamente joven, lo que tiene que ver con la elevación reciente de los Andes (hace 5 - 3 millones años). Esto se refleja en la flora actual, que tiene muchas especies endémicas, pero casi ningún género o familia endémico. Esto quiere decir que a nivel de especies las plantas durante la evolución sí pudieron adaptarse a las circunstancias ambientales, pero la flora todavía no ha tenido tiempo para adaptarse a nivel de géneros y familias (Luteyn, 1992).

De la flora vascular estudiada en la Cordillera Oriental Colombiana, la mitad de los géneros es de origen tropical y la otra mitad de origen templado. Dentro del elemento tropical, la mayoría es estrictamente neotropical y dentro del elemento templado, hay muchos géneros que tienen amplia distribución en la zona templada (20% del total) y otros originados en uno de los hemisferios norte (holártico, 10%) y sur (austral-antártico, 10%; Cleef, 1979; Van der Hammen y Cleef, 1986). En los páramos de Costa Rica se ha encontrado más o menos la misma distribución, aunque aquí el elemento tropical es un poco menos importante y hay más elementos de la zona templada (60%; Cleef y Chaverri, 1992). Sobre los páramos de Ecuador no conocemos estudios a nivel fitogeográfico, pero se puede suponer que tienen generalmente la misma distribución con, probablemente, algo más representación de elementos austral-antártico.

En los líquenes de Colombia se ha encontrado que el 80% se encuentra sólo en los trópicos, el 50% sólo en Latinoamérica y el 28% sólo en los Andes, representando una flora que en gran parte se ha evolucionado aquí. Sin embargo, la mayoría de las especies tienen una distribución altitudinal bastante amplia, y se conoce muy pocos líquenes endémicos en el páramo, indicando una evolución lenta de este grupo de plantas. Por la edad mayor de las montañas en Ecuador y Perú que en Colombia, se han encontrado más especies endémicas aquí (Sipman, 1992). También entre los briófitas hay pocas especies endémicas para el páramo (Rangel, 1991).

Quintanilla (1983) encontró varias relaciones fuertes entre las floras de los páramos y la de las punas: a nivel de familia y género se encuentran muchas similitudes, pero las especies sí son muchas veces distintas.

Dentro del Ecuador, existen grandes diferencias entre la flora de los páramos de las diferentes regiones florísticas. Aunque muchas especies crecen en toda la sierra, existen algunas barreras que limitan la dispersión de una región a la otra. Estas barreras son ahora, en una época interglacial, los valles interandinos, que forman una depresión con otras condiciones entre las distintas regiones con vegetación paramuna así inhibiendo la dispersión de un lado al otro. Al contrario, en épocas glaciales los valles interandinos también se encontraron bajo condiciones de páramo, pero fueron las cordilleras y los nudos entre ellas que formaban las barreras por ser cubiertas totalmente por glaciares. Hoy día se distinguen 4 regiones florísticas en la Sierra ecuatoriana, dividida por el valle interandino (norte a sur) y la cuenca Girón-Paute (oeste a este). Esto quiere decir, por ejemplo, que la flora del páramo en el cerro Atacazo (región noroccidente) tiene más similitud con la flora del páramo de la Laguna de Mojanda (también noroccidente), a 50 km de distancia, que con la del Cotopaxi, apenas al otro lado del altiplano, pero en la región nororiente. Sin embargo, las regiones florísticas noroccidental y nororiental son más similares que las regiones del sur y del norte. Existen dos causas para esto: (1) Actualmente las regiones florísticas del norte están separadas por el valle interandino, pero hace 10000 años (último glacial) estuvieron conectadas mientras justo al norte del valle Girón-Paute está un nudo que conecta las dos cordilleras.

Por esto había una barrera entre Sur y Norte en épocas interglaciales (el valle) y en épocas glaciales (el nudo) y (2) Las condiciones geológicas, y por esto los suelos, son distintas entre el sur (volcanes de origen Terciario) y el norte (volcanes del origen Cuaternario). La línea Girón-Paute justamente está un poco al sur del límite entre las dos zonas con geología diferente (Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994).

Un caso muy especial de distribución limitada es el frailejón. Aunque es la planta más típica de los páramos de Colombia y Venezuela y además el género más diverso, en Ecuador solamente se conoce una especie (*Espeletia pycnophylla*) que se encuentra únicamente en el extremo norte del país, en el páramo del Angel (ssp. *angelensis*) y en una población aislada en el páramo de Llanganates Tungurahua (ssp. *llanganatensis*). Desde Ecuador hacia el norte se halla frailejón en casi todos los páramos de Colombia y Venezuela, razón por la cual se cree que *Espeletia* se desarrolló originalmente en la Sierra Nevada de Mérida (Venezuela) y de allí se distribuyó hacia el sur, perdiendo diversidad. Porque el género es joven en términos evolucionarios, y porque su dispersión está limitada, todavía no ha llegado más al sur que el norte del Ecuador (Cuatrecasas, 1949). El caso de la población en los Llanganates es muy difícil de entender. Una posibilidad podría ser que en el pasado *Espeletia* se encontraba en toda la Sierra ecuatoriana entre El Angel y los Llanganates, pero es difícil creer que en todo este área el género ha desaparecido totalmente. Una otra explicación puede ser que en alguna manera la especie fue introducida en Tungurahua en alguna manera.

3.3 Los tipos de vegetación en el páramo y algunos elementos característicos

3.3.1 Vegetación zonal

En el páramo se pueden encontrar diferentes zonas altitudinales, cada una con su vegetación típica (vegetaciones zonales, es decir, tipos de vegetación que son determinados por las circunstancias climáticas típicas

para cierta altitud). Yendo desde el límite superior del bosque cerrado (3200 - 4000 m.s.n.m.) hasta el límite inferior de la nieve perpetua (4600-4900 m.s.n.m.), las temperaturas bajan considerablemente y junto con esto, la vegetación se pone más baja, más abierta y menos masiva. Con base en la fisionomía y la florística se distinguen generalmente 3 zonas altitudinales en el páramo, llamadas por Acosta-Solís (1984) páramo bajo (entre 3300 y 4000 m), páramo medio (4000 - 4400 m) y páramo alto (4400 hacia arriba) para las montañas ecuatorianas. Esta división corresponde con la clasificación de Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994) en “grass páramo”, “shrub and cushion páramo” y “desert páramo” para los páramos del Ecuador y también con la división en subpáramo, páramo propiamente dicho y superpáramo de Cuatrecasas (1958) para los páramos de Colombia. En algunas partes no se ha podido encontrar la zona de subpáramo (Monasterio, 1980; Salamanca 1991), posiblemente por la ausencia de taxones característicos para esta zona o porque esta zona está todavía cubierta de bosque natural (Laegaard 1992; Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994).

Páramo bajo

El páramo bajo (subpáramo, Cuatrecasas, 1958; Grass páramo, Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994) se caracteriza por una vegetación que consiste en una matriz de gramíneas en penachos sobre los cuales se forma una copa arbustiva medio abierta. Esta zona se puede considerar como una verdadera transición entre bosque cerrado y páramo abierto (Cuatrecasas, 1958; Cleef, 1981). En cambio, otros autores consideran esta vegetación como una vegetación secundaria en la que la abundancia de arbustos se explica por regeneración (Laegaard, 1992; Ulloa Ulloa y Jørgensen, 1995). En la vegetación del estrato herbáceo la paja es dominante, con representantes de los géneros *Calamagrostis*, *Stipa* y *Festuca*. Éstas forman aquí una vegetación muy cerrada de hasta 1 metro o más de altura. Dentro del páramo bajo se hallan muchos fragmentos de bosque enano de páramo, dominado por *Polylepis*, *Gynoxys* o *Buddleja*. Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994) consideran a esta zona la más diversa en plantas vasculares de todas las zonas del páramo porque incluye elementos del bosque andino y del páramo. En el censo de la diversidad de la zona, ellos incluyeron los bosques

enanos con el ecosistema páramo bajo. Nosotros tratamos a estos bosques aparte, por tener un diferente ecosistema zonal dentro de la misma zona (*sensu* Veuillemier, 1986).

Por el carácter cerrado de la vegetación superior, no hay muchas plantas en el piso del páramo bajo. En el estrato donde se espera encontrar hierbas en forma de roseta, arbustos rasantes y musgos, se halla más que todo una capa gruesa de hojarasca y la clasificación de las especies por formas de crecimiento es más semejante a la de un bosque andino que la del páramo medio (Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994).

Sobre el estrato herbáceo, en condiciones naturales, se forma un estrato de arbustos hasta más de 2 m de altura. Este contiene en gran parte especies que se encuentran en los bosques andinos pero también existen otras que son típicas de páramo. Especies que también son abundantes en los bosques alto andinos pertenecen a los géneros *Calceolaria*, *Brachyotum*, *Miconia*, *Cavendishia* y *Gynoxys*. Las especies de *Baccharis*, *Hypericum*, *Diplosteghium*, *Gaultheria* y *Pentacalia* que se encuentran en el páramo bajo son más bien limitadas al ambiente paramuno. En los páramos muy húmedos se encuentra una vegetación de páramo bajo, dominado por bambúes, *Chusquea* spp. (Tol y Cleef, 1994).

El páramo bajo es la zona que se está extendiendo más por la destrucción de los bosques andinos. Estos bosques desaparecen desde arriba por las quemadas que se inician en el páramo y que afectan los bosques (Ellenberg, 1979; Laegaard, 1992; Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994; acápite 3.5.3).

Páramo medio

El páramo medio (páramo propiamente dicho, Cuatrecasas, 1958; shrub and cushion páramo, Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994) es la zona más típica de páramo: aquí las especies que forman el aspecto característico de este ecosistema encuentran su ambiente ideal. Aunque a esta altura la matriz también está formada por gramíneas en forma de penacho, la cobertura de ellas es un poco menor que en páramo bajo y el estrato arbustivo

está muy abierto o ausente (Acosta-Solís, 1984; Salamanca, 1991; Rangel, 1995). Bajo estas condiciones llega más luz al nivel de suelo y así se desarrolla una vegetación al piso y bajo los penachos. Esta vegetación consiste en rosetas terrestres, arbustos y hierbas rasantes, musgos y líquenes. Los arbustos todavía están presentes, pero considerablemente más bajos y con menos cobertura que en el páramo bajo. Aunque en otras zonas también se encuentra frailejón, aquí es donde alcanza la mayor densidad y diversidad. En el Ecuador se halla el frailejón (*Espeletia pycnophylla*) solo en dos localidades; sin embargo, o posiblemente justo por esto, también en el Ecuador se considera esta planta como una de las más vistosas y típicas del páramo.

El frailejón es una cauliroseta, siendo una planta herbácea que está conformada por una roseta de hojas vivas encima de un fuste. De varios estudios se concluyó que esta forma de crecimiento resulta ser muy efectiva para las condiciones climáticas difíciles de la zona alpina. La planta tiene un sinnúmero de adaptaciones por la alta irradiación y las temperaturas bajas. La roseta de hojas vivas protege el meristemo que se encuentra en el centro de la roseta y las hojas mismas tienen un vello gris-plateado que refleja los rayos solares y que forma una lamina de aire estable, aislante sobre la superficie de las hojas (Smith, 1981; Smith y Young, 1987; Monasterio y Sarmiento, 1991). A nivel celular, las hojas poseen ciertos componentes fenólicos que hacen que el citoplasma no se congele y que la planta siga activo aunque la temperatura baje varios grados bajo cero (Rada *et al.*, 1985). Finalmente, Robberecht *et al.* (1980) han encontrado que la epidermis de las hojas tiene la más baja conductividad de rayos UV-B encontrada en una colección de plantas alpinas de todas las latitudes.

El fuste del frailejón levanta la roseta, la parte más activa de la planta a cierta distancia sobre el nivel del suelo porque a este nivel la amplitud microclimática es la más extrema (Diemer, 1996). Este fuste, con una altitud hasta 5 - 6 metros, va cubriéndose por las hojas muertas mientras crece la misma planta. Esta capa sirve como protección para el sistema transportador del fuste contra temperaturas bajas (Smith, 1979; Sturm y Rangel, 1985). Para que las hojas muertas no caigan, los nutrientes se mantie-

nen dentro de la planta y pueden ser traslocados y aprovechados durante mucho tiempo. Se han encontrado raicines desde el tallo dentro la capa de hojas muertas, lo que indica un ciclo interno de nutrientes (Monasterio y Sarmiento, 1991). Un fenómeno interesante es que en otras áreas sobre el límite del bosque en el trópico se desarrollaron caulirosetas similares, pero de otros géneros. El ejemplo más llamativo es el *Dendrosenecio* en el África, que a primera vista parece igual a un frailejón y que también posee mucho de las adaptaciones mencionadas (Beck, 1987; Hedberg 1964).

Elementos del conjunto de adaptaciones morfológicas contra el clima que posee el frailejón se encuentran también en otras plantas, tanto en los páramos como en las áreas Afro alpinas (Billings, 1973; Smith y Young, 1987; Hedberg, 1992; Smith, 1994; Carlquist, 1994). Muchas hierbas típicas del páramo tienen vello en las hojas (entre otros especies de *Senecio*, *Lupinus*, *Oritrophium*) o protegen el meristemo dentro de una roseta de hojas adultas (rosetas acaulescentes: *Hieracium*, *Hypochoeris*, *Eryngium*, *Plantago*). Otras adaptaciones que desarrollaron las plantas son las hojas esclerófilas, con una cutícula gruesa, de la mayoría de los árboles y arbustos que crecen en la zona de páramo (*Escallonia*, *Hesperomeles*, *Polylepis*, *Pernettya*, *Vaccinium*, *Diplostephium*, *Loricaria*, *Hypericum*, *Chuquiragua*). Entre los arbustos y las hierbas hay varios que tienden a crecer aplastados contra el piso bajo de los penachos. Así reciben de la paja una protección del clima hostil. Ejemplos de hierbas con este conducto son *Satureja*, *Nertera*, *Geranium*, *Galium*, *Stellaria* y *Lachemilla*, plantas que son comunes en todos los páramos. Otras hierbas, que no tienen adaptaciones morfológicas, se protegen contra el clima hostil por crecer dentro de la paja (*Poa*, *Trisetum*, *Bromus*, *Gentiana*, *Bartsia*, *Castilleja*). Otra adaptación que se encuentra es la formación de cojines o tapetes compactos y gruesos, para que los individuos juntos creen protección entre ellos (*Azorella*, *Plantago rigida*, *Distichia muscoides*, *Werneria* y los pastos *Agrostis haenkiana* y *Aciachne pulvinata*). En condiciones húmedas, los musgos pueden alcanzar bastante cobertura, formando tapetes también. *Puya* (Bromeliaceae) y *Blechnum* (Blechnaceae) también son géneros de rosetas gigantes, que se encuentra en el páramo y en los bosques andinos. En las hojas de las rosetas, se puede observar que tienen una cutícula gruesa, que aísla las células

de la hoja. Una vez que florece la *Puya* se notan las mismas adaptaciones que la *Espeletia*: el tallo de la flor está cubierto por una pelusa gris-plateada y las flores mismas están bien escondidas dentro de estos pelos (Miller, 1986, 1994).

Si bien el frailejón es la planta más característica del páramo, la paja se puede considerar como la planta más importante ecológicamente, por su contribución en la biomasa, su gran cobertura de suelo y su capacidad de retener agua y nutrientes. También los pastos en forma de penachos tienen una de las adaptaciones que se muestra tan clara en los frailejones. La paja esconde los meristemas dentro de una masa de hojas vivas y muertas, y al mantener las hojas muertas dentro de la estructura de la planta, mantienen también los nutrientes por encima del suelo (Hofstede *et al.*, 1995a). En la base de los penachos también se forman raicillas que aprovechan los nutrientes antes de llegar al suelo (Billings, 1973). La paja hace que el páramo tenga la biomasa más alta de todos los pajonales estudiados en el mundo (Hofstede *et al.*, 1995b). Más de la mitad de la biomasa total (incluyendo frailejones) en un páramo estudiado en Colombia consiste de *Calamagrostis*. De estos penachos, el 70 hasta 80% es material muerto. Esta vegetación puede retener 3 mm de agua de la lluvia (Hofstede 1995a).

Calamagrostis intermedia, *C. effusa*, *C. recta* y *Festuca sublimis* son las principales especies de gramíneas que forman los penachos (Acosta-Solís, 1984). En los páramos del sur (Ecuador) muchas veces domina *Stipa itchu*, especie que también domina las punas y que puede resistir circunstancias más secas que la *Calamagrostis*. En zonas con mucha humedad se forman penachos grandes de *Cortaderia nitida*.

Páramo alto

En el páramo alto (superpáramo, Cuatrecasas, 1958; desert páramo, Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994) las condiciones climáticas son tan severas que ya es muy difícil para una vegetación establecerse. A estas alturas (en el Ecuador entre los 4400 y 4800 m.s.n.m.) que limitan a la nieve pepe-

tua, los vientos están aún más fuertes, la irradiación solar es la más fuerte de todo nuestro planeta (Robberecht *et al.* 1980) y las temperaturas llegan bajo cero casi todas las noches (Troll, 1959; Rundel, 1994; Witte, 1994). Además, muchas veces el suelo es muy delgado o ausente (arenales). La vegetación que se forma bajo estas condiciones está abierta, fragmentada y muy baja (Cleef *et al.*, 1983; Rangel, 1991; Salamanca, 1991). Entre más alta sea la elevación, más espacio queda entre los individuos o fragmentos y menos diversidad florística existe. Los penachos ya casi no se encuentran, ni muchos arbustos erectos o frailejones. La mayoría de las plantas son hierbas y arbustos rasantes, muchas veces formando pequeñas almohadas para crear su propio microambiente. Particularmente los musgos y líquenes son muy abundantes.

Según Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994) el páramo alto hoy día se encuentra más bajo que su nivel natural, por efecto de sobrepastoreo del páramo medio. Por el efecto de quema y pastoreo, desaparece el estrato de los penachos y con esto la protección contra el clima severo a la altura del páramo medio. Por esta falta de protección, la nueva vegetación en el páramo medio después de una quema tiene que soportar condiciones climáticas parecidos a las del páramo alto, y por esto elementos de páramo alto son más exitosos.

Aunque la mayoría de las plantas en el páramo alto son pequeñas, hasta rasantes, hay unas rosetas grandes también a esta altura. *Lupinus alopecuroides* y *Culcitium canescens* son ejemplos muy llamativos porque tanto la roseta como el tallo de la inflorescencia gigante (hasta 1.5 m) están totalmente cubiertas por una pelusa blanca. Así la *Culcitium* asemeja tanto a la *Espeletia*, que el nombre común también es frailejón. Sin embargo, tanto *L. alopecuroides* como *C. canescens* no forman un tallo que levanta la roseta (Patzelt, 1985).

Aparte de algunas excepciones (*Loricaria*) todos los arbustos en el páramo alto son rasantes y no alcanzan una altura mayor que 10 cm. Muchas veces tienen las partes leñosas enterradas y solo las hojas y las inflorescencias están expuestas (Smith y Young, 1987; Laegaard, 1992; Carlquist,

1994). Se hallan géneros como *Pernettya*, *Baccharis*, *Muehlenbeckia* con esta conducta. También las hierbas están muy aplastadas y muchas veces forman almohadas pequeñas. Especies características pertenecen a los géneros *Azorella*, *Colobanthus*, *Draba*, *Oreomyrrhis*, *Plantago* y *Lysipomia*. Bajo estas condiciones, la forma de una almohada aplastada lleva la ventaja a la planta que no sufre tanto del viento disecante. Este viento, en combinación con las temperaturas bajas, hace muy difícil que la planta efectúe su metabolismo y use el agua efectivamente. Por esto forman un hábito como si fueran plantas del desierto, xerofitos, que son algo suculentas y muy eficientes con agua. En una almohadilla pueden crear su propio microclima en la que la temperatura es algo mayor que la del ambiente y no evapora el agua tan fácilmente. Las escasas gramíneas que crecen en el páramo alto también tienen un crecimiento muy bajo y compacto, con hojas xerofíticas (*Calamagrostis*, *Poa*, *Trisetum*).

Musgos y líquenes son plantas que se hallan mucho en el páramo alto. Los musgos son muy efectivos en la formación de almohadas con su propio régimen de agua. En muchas partes se encuentran tapetes enteros formados por *Breutelia* o *Racomitrium* (Van Reenen y Gradstein, 1983, 1984; Rangel, 1995). Los líquenes están a esta altura por otro razón: estas plantas pueden aprovechar del espacio que queda abierto entre la vegetación discontinua porque ellas resisten muy bien la irradiación extrema y vientos disecantes. Especialmente especies de *Cladonia* y *Stereocaulon* alcanzan coberturas relativamente altas.

3.3.2 Vegetación azonal

La vegetación azonal es la vegetación que crece en una parte por razones edáficas o microclimáticas locales, más bien que por razones de temperatura asociada con cierta altura. Aunque se conocen vegetaciones azonales en partes secas, que son muchas veces causadas por influencia humana, las más comunes en páramo natural son las vegetaciones azonales que se desarrollan en partes húmedas, las turberas (ciénagas) y los pantanos (Rangel, 1995). Turberas (ciénagas) y pantanos se caracterizan por condiciones anaeróbicas del suelo, que inhibe la descomposición de material ve-

getal. Así, el suelo consiste casi totalmente completamente de material orgánico. Estas formaciones son de suprema importancia ecológica porque forman grandes cuerpos de agua estables y muchas veces las quebradas y ríos de la zona andina encuentran su fuente en las turberas y pantanos (Guhl, 1968; Morato, 1981). Por lo general se encuentran en planicies, dentro de un valle donde se colecta el agua y frena su movimiento.

Las turberas son formados en partes donde el nivel del agua es alto, más o menos estable a corto plazo y con poco contenido de nutrientes. Aquí la vegetación forma cojines que crecen sobre sus propios restos vegetales (que no se descomponen) y mantienen las partes vivas por encima del nivel freático. Porque el nivel del agua sube muy lento en el tiempo, las turberas siguen creciendo con una velocidad igual. Hay diferentes tipos, turberas de *Plantago rigida* y *Werneria* spp., de *Distichia muscoides*, de *Oreobolus* spp. y de *Sphagnum* spp. (las verdaderas turberas). Las cojines de *P. rigida* (Plantaginaceae) y *Werneria humilis*, *W. rigida* y *W. crassa* (Asteraceae) pueden formar turberas, pero también forman cojines independientes encima de suelo mineral, donde captan y retienen agua formando su microturbera dentro del pajonal (Cleef, 1981; Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994). Así es a veces difícil ver si una vegetación dominada por estas especies es una turbera de verdad o si se ha formado en cojines independientes encima de suelo mineral. Los cojines de estas especies no son muy firmes, y prestan para ser colonizados por especies de hierbas o (más aún) arbustos rasantes (Bosman, 1994). Almohadas de *D. muscoides* (Juncaceae) y *Oreobolus* spp. (Cyperaceae) son formados únicamente en turbera pura. Especialmente *D. muscoides* forma cojines que son tan firmes, que fácilmente pueden resistir el pisoteo de una persona, res o caballo. Esta estructura no deja mucho espacio para colonizadores, apenas pierden su cobertura total cuando se muere un cojín, siempre desde el centro, por cualquier razón (Ruthsatz, 1989). Las turberas de *Oreobolus* son algo más sueltas y a veces están en cojines muy reducidos. Según Cleef (1981) este tipo de turbera es una etapa de transición en la formación de otros tipos de turberas. Aunque muchos cojines consisten de una especie, la diversidad de turberas es sin embargo relativamente alta, porque a los lados de los cojines y en el espacio que sobre entre ellos se halla muchas especies adaptadas a la humedad.

En partes húmedas donde el flujo de agua es más variable y lleva más nutrientes, se forman pantanos. Aquí también casi no hay descomposición, pero la capa vegetal está más bien flotando encima del pantano. Así se forma una vegetación muy suelta, que no es accesible para ningún animal de cierto tamaño. Existen pantanos formados por musgos (por ejemplo, en alturas relativamente bajas y con mucha humedad se halla pantano de *Sphagnum* spp, Bosman *et al.*, 1993). El pantano más común es la que consiste de una vegetación suelta con plantas que tienen sus raíces en el agua, más que todo plantas monocotiledóneas de hasta 1 m de altura de las familias Juncaceae y Cyperaceae. Especies comunes pertenecen de los géneros *Juncus*, *Eleocharis*, *Carex*, *Rhynchospora* y *Cortaderia* (Poaceae). Entre el matiz de estas monocotiledóneas grandes, se hallan muchas especies típicas de turberas, como *Valeriana plantaginea*, *Rumex tolimensis*, *Oritrophium limnophyllum*, *Isolepis inundata* e *Isoetes* spp. (Rangel, 1995, Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994)

3.4 Ecología, vegetación y flora de los bosques andinos

3.4.1 Ecología de los bosques andinos

Los bosques andinos (incluyendo los bosques de páramo), que hoy día en el Ecuador se encuentran entre los 2400 y los 4200 m.s.n.m. están determinados por un clima templado y con alta incidencia de niebla. Debido a que el bosque andino hasta los 3500 m se encuentra en pura zona de condensación, la niebla es más frecuente y la irradiación es menor en el páramo. Esto hace que se mantengan con alta humedad durante casi todo el año, aunque no necesariamente haya mucha precipitación. Aparte de la precipitación vertical, la vegetación intercepta niebla que puede ser un aporte considerable a la precipitación total (véase Hidrología). Así, hay baja evapotranspiración, lento crecimiento y poca descomposición del material orgánico. Los árboles pueden alcanzar bastante altura, aunque no son tan altos como en el bosque tropical húmedo (Grubb *et al.*, 1963). Veillon (1962) encontró en Venezuela una relación positiva entre la productividad de los bosques andinos con la pluviosidad y negativa con la cantidad de

meses áridos. La alta humedad dentro del bosque da un microclima ideal para epífitas, porque éstas viven totalmente independientes del suelo y dependen, tanto para su agua como para sus nutrientes, de lluvia y la niebla. Así los bosques andinos desarrollan una cantidad enorme de epífitas en los árboles, más que todo consistiendo de una capa gruesa de briófitas. Varios estudios han encontrado que la masa de epífitas puede llegar hasta 5-44 toneladas/ha, siendo hasta 15% del peso total del bosque (Pócs, 1980; Nadkarni, 1984; Hofstede *et al.*, 1993). Las capas de briófitas se llenan de agua de lluvia y neblina y retienen esta agua dentro de su estructura. Pócs (1980), Veneklaas *et al.* (1990) y Martín *et al.* (1991) mostraron que la retención de agua por las epífitas equivale a algunos mm de precipitación. Esta masa de epífitas también hace que en períodos sin alta humedad del aire alrededor del bosque, el ambiente dentro del bosque se mantenga húmedo porque el agua retenida en las epífitas se libera lentamente hasta que dentro de un bosque sea andino casi siempre está goteando, incluso varios días después de la última lluvia (Veneklaas *et al.*, 1990).

Existe una diferencia entre los bosque andinos relativamente bajos (2400 - 3000) y los bosques andinos altos (3000 m.s.n.m. hacia arriba) determinada por las temperaturas más altas en la zona baja. Arriba de los 3000 metros, el metabolismo de los arboles está limitado por las temperaturas bajas y los suelos más infértiles (por la lenta descomposición) y por esto son más pequeños (hasta 15 metros) y torcidos con hojas micrófilas hasta mesófilas (Grubb, 1977). Abajo de los 3000 metros los arboles son más grandes (hasta 25 metros), rectos y con hojas mesófilas o megáfilas. En esta revisión solo incluimos bosques andinos por encima de los 3000 metros, siendo las alturas más bajas del valle interandino ecuatoriano. Entre los bosques que tratamos en esta revisión, distinguimos dos tipos: (1) los bosques de páramo, que son bosques que hoy día se encuentra muy fragmentados en la zona del páramo (3400 - 4200m) y que están muchas veces dominados por una de las especies *Polylepis*, *Gynoxys* o *Buddleja*, y (2) bosque andino o bosque de niebla, que se encuentra abajo de la zona de páramo (3000 - 3400 m), en partes en un cinturón cerrado y que son más diversos en su composición florística. Esta subdivisión es arbitraria porque por razón de la destrucción de los bosques andinos en el Ecuador

no se puede estudiar con seguridad qué tipo de bosque tenía cuál distribución original.

3.4.2 *La flora y la fitogeografía de los bosques andinos*

El bosque andino es uno de los ecosistemas más diversos en plantas vasculares del planeta, sólo superados por el bosque húmedo tropical. Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994) contaron 2189 especies en los bosques entre 3000 y 3400 metros en el Ecuador. Si las criptógamas son incluidas (que según Wolf, 1993, pueden tener más especies que las fenerógamas), puede ser que la diversidad del bosque andino alcance la del bosque húmedo tropical. Por lo general, los bosques tropicales tienen una estratificación determinada, con los estratos arbóreo emergente, arbóreo superior, arbóreo inferior, arbustivo, herbáceo y terrestre. En bosques andinos muchas veces falta el estrato arbóreo emergente y la diferencia entre los estratos arbóreos superior e inferior también es menos clara. En cambio, el estrato herbáceo y el terrestre están bien desarrollados (Cleef *et al.*, 1983). Las especies que forman los estratos arbóreos pertenecen por gran parte a las familias Solanaceae, Melastomataceae, Rosaceae, Ericaceae, Chlorantaceae, Myrtaceae, Lauraceae y Podocarpaceae. En el estrato arbustivo se hallan Asteraceae, Rubiaceae, Ericaceae, Valerianaceae, Melastomataceae, Scrophulariaceae y Polygalaceae, mientras en el estrato herbáceo predominan Poaceae, Cyperaceae y Pteridofitas (Ulloa Ulloa y Jørgensen, 1995). Tanto en el estrato terrestre como entre los epífitas dominan los briófitas y líquenes. Las fanerógamas entre las epífitas pertenecen a las familias Bromeliaceae, Orchideaceae y Araceae. También se encuentran muchas Pteridofitas como epífitas (Lycopodiaceae, Lomariopsidaceae, Polypodiaceae, Hymenophyllaceae y Aspleniaceae; Wolf, 1993; Gentry, 1993).

Los géneros con más especies en los bosques andinos son *Miconia* (Melastomataceae, 99 spp.), *Piper* (Piperaceae, 43 spp.), *Solanum* (Solanaceae, 40 spp.), *Centropogon* (Campanulaceae, 34 spp.), *Baccharis* (Asteraceae, 32 spp.), *Berberis* (Berberidaceae, 32 spp.), *Calceolaria* (Scrophulariaceae, 29 spp.) y *Gynoxys* (Asteraceae, 28 spp.). El origen de la flora de los bosques andinos es más tropical que de los páramos. El 62% de todos los

géneros son de origen neotropical y 19% pantropical o americano-africano. Los elementos templado (17%), holártico (9%) y austral-antártico (7%) juntos solo aportan con una tercera parte (Ulloa Ulloa y Jørgensen 1995).

Bosques andinos (3000 - 3400 m.s.n.m.)

Los bosques andinos que se encuentran a alturas entre los 3000 y los 3400 m.s.n.m. son muy diversos; un sinnúmero de diferentes especies forman el dosel. Sin embargo, se puede diferenciar entre varios bosques con base en la(s) especie(s) que más se encuentran en cierto bosque. Así, encontramos en el Ecuador muchos bosques con una contribución grande de *Weinmannia* (Cunoniaceae) entremezclados con *Miconia* (Melastomataceae) y (a alturas bajas) *Tournefortia* (Boraginaceae; Valencia y Jørgensen, 1992). Otros bosques característicos de esta altura son los dominados por *Alnus acuminata* (Betulaceae). Estos crecen en sitios más húmedos en que el *Alnus* puede alcanzar coberturas relativamente altas. Otras especies de árboles abundantes en bosques andinos son de los géneros *Hedyosmum* (Chloranthaceae), *Myrsine* (Myrcinaceae), *Myrica* (Myricaceae), *Vallea* (Eliocarpaceae), *Hesperomeles* (Rosaceae), *Delostoma* (Bignoniaceae), *Clethra* (Clethraceae), *Clusia* (Clusiaceae), *Myrcianthes* y *Eugenia* (Myrtaceae), *Schefflera* y *Oreopanax* (Araliaceae), *Ocotea*, *Nectandra* y *Persea* (Lauraceae). Bosques masivos de Podocarpaceae (*Podocarpus* y *Prumnopitys*) no existen, pero sí forman un componente importante de ciertas bosques andinos, más que todo en el sur del Ecuador. Son especies con alto perfil por su madera, porque son las únicas coníferas nativas de América tropical y porque son estudiados por su posibilidad de usar en forestación (Seroven, 1994; Marín, 1995). Lo mismo cuenta para bosques de *Quercus* (Fagaceae), especie que está limitada al hemisferio norte hasta el sur de Colombia.

En el sotobosque de los bosques andinos, se encuentran especies tolerantes a la sombra. Abundantes ejemplos vienen de los helechos, entre éstos los helechos arbóreos (*Dicksonia* y *Cyathea*). También *Puya* y gran cantidad de arbustos (*Calceolaria*, *Ribes*, *Rubus*, *Berberis*, *Ilex*, *Brachyotum*,

Miconia) crecen en el sotobosque. Los claros dentro del bosque, sean naturales o artificiales, rápidamente son colonizados por el bambú *Chusquea* spp. (Ulloa Ulloa y Jørgensen, 1995; Cleef *et al.*, 1983).

Las epífitas forman un componente de la vegetación, tanto en el sentido florístico como por su función en la ecología. Evidente es la mancha gruesa que forman las briófitas sobre el tronco y las ramas de los árboles. Dentro de la estructura de estas capas de epífitas (con un grosor de hasta 1 m) se forma un suelo orgánico de restos vegetales de las mismas briófitas. En la capa de material orgánico aéreo crecen epífitas vasculares como orquídeas, aráceas y helechos. Las raíces de estas plantas ayudan a su vez a la estabilidad de la capa gruesa de briófitas y material orgánico. Un desarrollo de una gran masa de epífitas es una indicación de circunstancias climáticas húmedas estables. Entre más alta la relación hepáticas:musgos en estas masas, más estable la humedad alta (Van Reenen y Gradstein, 1983; Wolf, 1993). En ciertos bosques andinos las condiciones para el crecimiento de briófitas son tan buenos, que también el suelo se cubre totalmente con una capa de musgos y material orgánico. En estas circunstancias se encuentran plantas terrestres como epífitas y también lo contrario (Hofstede *et al.*, 1993; Wolf, 1993; Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994).

Bosques del páramo

Los bosques de páramo son bajos (hasta unos 10 m), con árboles torcidos, recostados y ramificados. El estrato arbóreo no es muy diverso, pues no hay muchos taxones leñosos que pueden crecer a estas alturas. La especie más llamativa es el *Polylepis* (Rosaceae), pero otras especies que pueden dominar estos bosques son *Gynoxys* spp. (Asteraceae) y *Buddleja incana* (Buddlejaceae), aunque pueden crecer mezclados también, especialmente *Polylepis* puede formar bosques puros, que forma todo el dosel (Hueck, 1960; Martínez, 1994). Las especies arbóreas típicas para estos bosques, pero que por lo general no dominan son *Escallonia myrtilloides* (Grossulariaceae), *Hesperomeles heterophylla* (Rosaceae), *Myrsine* spp. (Myrsinaceae) y *Oreopanax* spp. (Araliaceae); (Jørgensen y Ulloa Ulloa, 1994). Bajo el estrato arbóreo se puede formar un estrato arbustivo bastante cerrado, con

especies de los géneros *Brachyotum*, *Disterigma*, *Diplostephium*, *Pernettya*, *Senecio*, *Valeriana*, *Barnadesia*, *Arcytophyllum* y *Berberis*. Según Hueck (1960), la vegetación acompañante de bosque de *Polylepis* se caracteriza por Asteraceae sobre suelo jóvenes, y por Ericaceae sobre suelo antiguos. En el piso se encuentran gramíneas (algunos penachos de *Calamagrostis* y *Cortaderia*) pero también hierbas como *Oxalis*, *Puya* y *Nertera*. Casi todo el piso y también los árboles son cubiertos por briófitas.

Los bosques de *Polylepis*, en toda la zona andina entre Bolivia y Venezuela, son frecuentemente estudiados en todos los países donde se encuentran: (Hueck, 1960; Arnal, 1983; Veillon, 1989; Romoleroux, 1992; Yallico, 1992; Kessler, 1995; Simpson, 1995; Martínez, 1994). Hay un total de 16 especies de *Polylepis*, de las cuales crecen siete en el Ecuador, los más comunes siendo *P. incana*, *P. sericea* y *P. reticulata* (Romoleroux, 1992). Muchos estudios afirman que ahora se encuentra principalmente en pendientes con mucha presencia de rocas grandes y en las riberas de cañones o en partes con aspecto pantanoso. Kessler (1995) observó que realmente *Polylepis* no tiene preferencia de sitio, lo que explica que muchos bosques existentes sean remanentes, en sitios protegidos, de un bosque cerrado. Aunque *Polylepis* tiene su mayor distribución entre los 3500 y 3900 metros, se pueden encontrar ejemplares a mayor elevación (hasta casi 5000 metros en Bolivia; Kessler, 1995). Entre más elevado el bosque, menos cobertura alcanza el *Polylepis* (Arnal, 1983). La productividad de *Polylepis* es baja; las estimaciones llegan de 3 hasta 5 m³/ha/año (Veillon, 1989; Yallico, 1992; Martínez, 1994). La regeneración espontánea de la especie parece un problema para la estabilidad del bosque, particularmente porque hoy día hay mucha intervención humana en los bosques (saqueo de leña, pastoreo). Hueck (1960) encontró la mayor germinación en un bosque de *P. sericea* en Venezuela en sitios con suelos sombreados con alto contenido de humus, mientras que Martínez (1994) reporta solamente regeneración de *P. incana* en Ecuador bajo claros, en suelo desnudo. En el último caso hay que anotar que este bosque fue pastoreado en el pasado y que tenía una cobertura relativamente densa de gramíneas cortas (obs. pers., RH).

3.4.3 *El límite superior original del bosque cerrado*

Los bosques de páramo forman un ecosistema muy interesante y muy discutido por su posición orográfica. Ahora crecen muchas veces en pequeños fragmentos dentro del pajonal del páramo. Se encuentran más que todo en partes protegidas como detrás de rocas o al lado de pequeños cañones. Así se estima que aprovechan de condiciones climáticas un poco más favorables que cuando son expuestas al ambiente paramuno puro (Troll, 1959, Walter y Medina, 1969; Saldago-Laboriau, 1979; Ramsay, 1994; Kessler, 1995, Van der Hammen, 1997). Hueck (1960) destacó que *Polylepis* es un relictos de tiempos pasados que resiste muy bien temperaturas bajas y el monodominio lo explica porque las otras especies han desaparecido de esta altura. Pero se discute si los bosquetes crecen en estos sitios porque en otros partes no pueden crecer, o si han desaparecido en otras partes por influencia humana. Es obvio que los lugares que hoy día son ocupados por los fragmentos de bosque no solo protegen contra el clima extremo, sino también el contra fuego, la mayor herramienta usada por la gente para colonizar los bosques andinos. Según varios autores (Ellenberg, 1979; Laegaard, 1992, Miehe y Miehe, 1994; Kessler, 1995) los bosques de páramo en el Ecuador son relictos de un bosque cerrado que cubrió mucha área que ahora lleva vegetación de páramo. La historia de intervención humana de por lo menos 10000 años en los Andes causó una deforestación casi completa de los bosques alto andinos por fuego. Después de que había desaparecido el bosque, el terreno fue colonizado por vegetación paramuna que, según Laegaard (1992) es más tolerante al fuego. Este mismo autor y Kessler (1995) destacan que el límite superior original de bosque cerrado está a la altura máxima donde se puede encontrar árboles. Esto es a 4300 m.s.n.m. en la Cordillera Occidental y a 4000 m.s.n.m. en la Cordillera Oriental.

Aunque todos los autores aceptan que el límite actual de bosque cerrado ha bajado artificialmente, queda la discusión de dónde estaba el límite de bosque cerrado y si todos los bosques en el páramo son relictos de bosque cerrado o pueden crecer pequeños bosques fuera en sitios favorables más altos que el bosque cerrado. En muchas partes del Ecuador se

puede notar que el bosque de páramo ha desaparecido por la falta de transiciones graduales de bosque a páramo y la presencia de bordes superiores abruptos de los bosques existentes, que se deben a la influencia del fuego. En cambio, en Colombia y Venezuela, donde en muchas partes la intervención humana en el páramo es más corta y menos intensiva que en el Ecuador, a 3600 - 3800 metros se encuentran bastante buenos ejemplos de transiciones graduales de bosque cerrado a páramo pero encima de esta transición también se encuentra bosques pequeños de *Polylepis* y *Gynoxys* que crecen en partes favorables (Saldago-Laboriau, 1979; Cleef *et al*, 1983, Del Llano, 1990; Salamanca, 1991; Verweij, 1995). Ramsay (1994), al evaluar este tema también destaca que en partes donde con seguridad no había quemados, sin embargo no se ha desarrollado bosque si no pajonal. Se puede concluir entonces, que en realidad originalmente los bosques de páramo formaron una ceja cerrada que ahora en muchas partes se ha fragmentado por la influencia humana, pero que encima de esta zona también pueden formar bosques en sitios azonales con un microclima favorable (Walter y Medina, 1969; Saldago-Laboriau, 1979; Ramsay, 1994). Posiblemente el límite superior original del bosque cerrado estaba a 3800 - 4000 m.s.n.m.

3.5 Impacto humano y regeneración de la vegetación andina

3.5.1 Historia de la influencia humana en la zona andina

El ser humano ha estado presente y ha usado el medio ambiente andino durante por lo menos 10 000 años (Van der Hammen y Correal Urrego, 1978; Ellenberg, 1979). En la Sierra Ecuatoriana ya por lo menos hace 3000 años se practica agricultura y ganadería a gran escala. Con esto se modificó mucho el paisaje andino, porque para abrir espacio para cultivos y ganadería y para obtener leña para combustible, los indígenas precolombinos quemaron y cortaron mucha superficie de bosque (Hansen y Rodbell, 1995). Especialmente en la época de los Incas, cuando en muchas partes de la Sierra vivieron hasta más gente que hoy día, la agricultura fue relativamente intensiva y ellos ya conocieron el problema de la pérdida de

suelo por erosión (Ellenberg, 1979; Schjellerup, 1992). Por esto construyeron andenes para nivelar la tierra y así prevenir la erosión. Sin embargo, los indígenas precolombinos tenían sistemas más sustentables que los de ahora, por varias razones. Aunque había mucha gente, no fue tan grande la presión sobre el espacio como hoy día. Además, las comunidades indígenas eran autosuficientes y tenían una colección grande de cultivos y hortalizas que entremezclaban con una variedad de animales.

Después de que llegaron los conquistadores españoles, la demanda por leña aumentó mucho, no tanto porque aumentó la población, sino porque empezaron a vivir en casas de madera en vez de adobe y paja como lo hicieron las indígenas, y también simplemente porque usaban mucha más leña que los indígenas: "...se quema más leña en un día en casa de un español que en un mes en casa de un indio..." (Padre Cobo, siglo XVII, citado en Ulloa Ulloa y Jørgensen, 1995). Además introdujeron cultivos y animales exóticos como trigo y cebada, cabras, ovejas, caballos y reses. Aplicaron sin respetar el conocimiento local las técnicas europeas en los Andes lo que resultó en mucha erosión y pérdida de suelo (Schjellerup, 1992; Medina *et al.*, 1997a). Después de la reforma agraria (década de 1970) las comunidades indígenas tienen sus propios terrenos nuevamente, pero muchas veces éstos están ubicados en los peores sitios, donde la presión de la población es demasiado alta y así está sobreusada gran parte del área andina. Mientras tanto, mucha tierra sigue en las manos de algunos grandes hacendados (Morris, 1985).

3.5.2 Deforestación y regeneración del bosque andino

La deforestación ha causado en la zona andina del Ecuador la disminución del bosque natural en 90-95%. Sin embargo, la deforestación sigue con 2%/año y los bosques existentes están amenazados desde todos lados por la necesidad de madera para construcciones y combustible pero principalmente para abrir el terreno para agricultura (Colonización; CESA, 1992). En un ecosistema tan complejo y frágil como el bosque andino, cualquier intervención causa inestabilidad ecológica y requiere años para

regenerarse. Se pueden distinguir distintas formas de deforestación, cada una con sus consecuencias características para los ecosistemas andinos.

Cuando un bosque se corta con el fin de preparar terreno para agricultura, realmente se cortan o queman todas las plantas leñosas (deforestación a tala rasa). La quema es la práctica más usada para este fin, porque es muy efectiva y no requiere de mucha labor. Especialmente *Polylepis*, con su corteza de muchas hojas sueltas, es muy susceptible al fuego (Laegaard, 1992). Después de la tala rasa, cambia drásticamente el microclima al nivel del suelo. La irradiación es más alta, las temperaturas son más extremas y hay más influencia del viento. Por la falta de la capa arbórea, hay más peligro de secado del suelo y de erosión (CESA, 1992). Cuando se deja regenerar un sitio deforestado, las primeras plantas que colonizan el terreno son oportunistas como *Chusquea*, *Tibouchina*, *Brachyotum* y otros arbustos densos y lianas de rápido crecimiento y que necesitan mucha luz. Estos arbustos y lianas pueden crear otra vez el ambiente de bosque, bajo el pueden germinar especies arbóreas que lentamente levantan una copa arbórea sobre los colonizadores y así los dominan por la sombra que dan. Una vez desaparecidos los colonizadores, puede formarse el sotobosque natural del bosque andino. Todo este proceso, de un sitio totalmente deforestado hasta un bosque con una estructura semejante al bosque primario, demora más de 80 años (Kappelle, 1995a). La regeneración del suelo puede demorar aún mucho más.

La duración del proceso de regeneración y el grado en que se regenera el bosque, depende mucho del tamaño del área deforestada y del tipo y duración del uso que recibe. Entre más grande el área deforestada, más cambios hay en el microclima y menos factible es que todas las especies originales reaparezcan al bosque secundario. Parte de los árboles no tienen semillas muy durables que puedan quedar años en el suelo y por ende dependen de su colonización de la dispersión desde otros bosques naturales (Horn, 1989; Kappelle, 1989). Se supone que entre más lejos esté el borde de otro bosque, más difícil será para una planta reintroducirse. El tipo y duración de uso determinan las condiciones del suelo que se encuentran en el bosque secundario. En el raro caso de permitir regenerar inmediatamente después de cortarlo, la regeneración es más rápida y completa.

Si el sitio deforestado es muy usado para la agricultura, con varios años de cultivos, en el peor de los casos sin ningún tipo de conservación de suelos, el suelo estará totalmente cambiado. Durante la preparación del terreno y después de la cosecha se saca toda la capa vegetal y se seca mucho el suelo. También los cultivos agrícolas pueden hacer daño al suelo porque son cultivos de rápido crecimiento que absorben mucha agua y nutrientes (García Oliva *et al.*, 1994). Así, es factible que el bosque secundario tenga que afrontar un suelo seco, erosionado y sin ninguna fertilidad (que en la práctica es la única condición en que la gente abandona un sitio para que pueda formarse una vegetación secundaria). Si el sitio es usado para ganadería, se deteriora menos el suelo que con agricultura, pero la colonización por plantas arbustivas después de la deforestación está limitada porque no hay espacio entre el pastizal. La duración del uso es importante para la sobrevivencia de las semillas de especies del bosque. Así, se puede imaginar que el sistema antiguo de cultivo rotativo de los indígenas en los bosques era lo menos dañino para el bosque, porque abrieron claros pequeños y solo cultivaban poco tiempo para después dejar al bosque regenerar por décadas (Schjellerup, 1992). Claro que este sistema solo era posible cuando la población era mucho más pequeña que ahora.

Otras maneras de deforestación no destruyen todo el bosque, pero solo de ciertos árboles (tala selectiva). En el caso de cortar para construcción, se talan unos árboles preferidos por su calidad de madera. Sin embargo, al cortar, procesar y transportar estos árboles, se causa daño a otros árboles y al sotobosque (Malmer, 1993). Si se aprovecha el bosque para combustible (leña o carbón vegetal), se cortan unos árboles preferidos por la calidad de combustible pero también fáciles de cortar y llevar a la vivienda (Grajales, 1992). Así, muchas veces se cortan árboles más pequeños del estrato arbóreo inferior (Ellenberg, 1979). En ambos sistemas se pierde la humedad continua y llega más luz al sotobosque, y así se desarrollan las plantas colonizadoras (otra vez, más que todo arbustos y lianas) y muere la vegetación natural del sotobosque que no resiste mucha luz y sequedad (Kok *et al.* 1995). Especialmente la capa de epífitas está amenazada si se destruye la cobertura total del dosel. La regeneración después de la tala selectiva es más rápida que después de tala rasa, porque el ambiente sigue

más parecido al bosque natural y la fuente de semilla está todavía intacta. Sin embargo, queda el peligro de que se corten demasiados árboles de la copa superior y que después de unas talas selectivas ya no haya estrato superior. Así, se deteriora más el bosque y demora más la regeneración.

Finalmente, existe una forma de deforestación de bosques andinos en que todo el sotobosque es cortado para dejar pastar ganado (Kok *et al.* 1995). Se parece un sistema silvopastoril en bosque natural, lo que se practica a veces en bosques de *Polylepis* en planicies. De esta manera se deja intacta la capa arbórea superior, y así es más estable el microclima dentro del bosque, pero se detiene totalmente la regeneración natural de especies porque las plántulas son pisadas o comidas (en el caso de ovejas o cabras).

3.5.3 Deforestación desde arriba: extensión de páramo hacia más bajo

Cuando se corta a tala rasa en un bosque de la zona alta, que limita con el páramo, las circunstancias en el sitio deforestado son más parecidas a las del páramo y el sitio es invadido por esta vegetación en vez de especies colonizadores de bosque andino. En muchas partes, la gente tiene la costumbre de quemar el páramo para proveer de nuevos rebrotes de la paja al ganado (Janzen, 1973; Hofstede, 1995a; Verweij, 1995). Estas quemas muchas veces llegan hasta el límite del bosque y se queman parte de los árboles. El espacio que queda abierto ya no tiene las condiciones microclimáticas del bosque, sino las del páramo (alta insolación, mucho viento, congelación frecuente, etc.) y por esto es colonizado por especies del páramo bajo (Laegaard, 1992; Kappelle, 1995a). De esta manera, el páramo baja mucho su extensión natural. Es tan común este proceso en el Ecuador, que ya es muy difícil decir cuáles eran las extensiones originales del páramo y del bosque andino (acápite 3.4.3).

La colonización por plantas de páramo puede ser relativamente rápida porque las gramíneas son dispersadas por viento. Además las plantas de páramo encuentran en una zona abierta a alturas menores un medio hasta mejor que en el propio páramo porque las temperaturas son un poco más altas (Laegaard, 1992). También son colonizadoras exitosas porque

pueden competir con gramíneas exóticas sembradas en pastizales (Ferguson *et al.* 1987a). Una vez establecida la vegetación de páramo que cubre el suelo con una capa gruesa de paja, es muy difícil para las colonizadoras de bosque encontrar espacio entre los penachos; limitando así la regeneración del bosque natural y manteniendo páramo en el sitio probablemente por mucho tiempo. En estas partes quemadas no se encuentran muchas especies de arbustos, porque en los páramos las especies están más afectadas por el fuego (Janzen, 1973, Horn 1989, Verweij 1995). Ésta también puede ser la razón por la cual no se encuentra una vegetación típica de páramo bajo en ciertas partes y con seguridad es un factor que inhibe la regeneración de estos páramos bajos hacia el bosque original; más aún cuando las quemadas son repetitivas (Laegaard, 1992).

3.5.4 Ganadería y quema en el páramo

La ganadería tiene mucho impacto, especialmente en la zona de páramo. Generalmente la ganadería tiene un carácter extensivo, con densidades relativamente bajas pero en áreas extensas sin uso de fertilizantes o pastos introducidos. Sin embargo, la intensificación está aumentando y se encuentran más y más pastizales “mejorados” en el páramo. Una herramienta común para mejorar la producción en el sistema de ganadería extensiva es la quema. En todas las zonas de páramo los campesinos queman el pajonal alto para quitar la gran cantidad de material muerto, y proveer de rebrotes frescos al ganado. Aparte de las quemadas relacionadas con la ganadería, también se quema páramo por razones míticas o por vandalismo (Grubb, 1970; Espejo, 1989; Laegaard, 1992; Hofstede, 1995a; Verweij, 1995). La quema es tan común que ya casi no se hallan pajonales en el Ecuador que no hayan sido quemados y impide evaluar dónde estaba el límite superior original del bosque.

Cuando se quema una área de páramo, desaparece la mayoría de la paja y mueren casi todos los arbustos (Janzen, 1973; Horn, 1989). Después de la quema, hay especies oportunistas de hierbas que colonizan el suelo descubierto. Especialmente la maleza introducida *Rumex acetocella* es capaz de poner rojo a un sitio quemado después de unas semanas. Sin em-

bargo, la regeneración de las plantas nativas es relativamente rápida porque las adaptaciones que la vegetación paramuna desarrolló contra el clima extremo (rosetas de hojas que protegen el meristemo, rizomas subterrestres, penachos, cojines) llevan la ventaja que también les protege contra fuego (Laegaard, 1992). Ramsay y Oxley (1996) encontraron que durante un fuego las temperaturas en los extremos de una penacho pueden llegar hasta más que 450 °C, mientras que al nivel del suelo, donde se encuentran los meristemas, la temperatura apenas es 65°C. Esta vegetación secundaria de páramo no es igual en composición que la primaria porque unos elementos son más tolerantes al fuego que otros (Verweij y Budde, 1992). Después de una quema se encuentran menos arbustos erectos, aparte de *Gynoxys buxifolia*, que rebrota desde sus raíces después de que se ha quemado la planta (Laegaard, 1992). También se ha disminuido la capa de musgos, que apenas vuelve a entrar cuando la cobertura de penachos se ha restablecido. Hierbas que normalmente buscan protección adentro o debajo de los penachos y que no tienen otra protección contra fuego (*Gentiana*, *Halenia*, *Poa*, *Bromus*, *Trisetum*) también disminuyen. Las plantas que se encuentran en coberturas más altas en vegetaciones secundarias de páramo son hierbas que se dispersan rápidamente o que resisten la quema (rosetas terrestres). El frailejón también resiste al fuego y solo los ejemplares más altos muestran una mortalidad más alta (Verweij y Kok, 1992). También se ha encontrado más germinación de frailejón en el piso descubierto. Verweij (1995) estima que demora 8 - 10 años hasta que la composición y la estructura de la vegetación esté semejante a la situación anterior al incendio.

La sucesión secundaria de la vegetación es distinta cuando hay ganado que entra al sitio después de la quema, lo que pasa en la mayoría de las partes quemadas. El ganado come los rebrotes y así (cuando la densidad es suficientemente alta) mantiene abierta la capa de paja. Además, por pisoteo destruye la estructura de los penachos que se van fragmentando (Verweij, 1995) y así pierden la protección contra el clima y con esto su vigor y productividad (Hofstede *et al.* 1995a). Otras especies, que normalmente buscan protección de los penachos, bajo ganadería, después de una quema no pueden colonizar o desaparecen. Hay otras especies que son favoreci-

das por el efecto del ganado; son las especies que resisten las condiciones climáticas pero además el pisoteo y el consumo. Plantas con rosetas terrestres como *Hieracium*, *Eryngium*, e *Hypochoeris* aumentan su cobertura bajo pastoreo. Lo mismo pasa con ciertos pastos cortos que forman tapetes, como *Agrostis haenkiana* y *Aciachne pulvinata* (Hofstede *et al.*, 1995b; Verweij, 1995). *Lachemilla orbiculata* es una hierba rasante que por su forma de crecimiento resiste mucho el pisoteo y además es muy apreciada por las vacas porque es muy digestiva y contiene mucha proteína (Schmidt y Verweij, 1992, Hofstede, 1995b). Es una de las especies más indicadoras para pastoreo. Hay especies, más que todo exóticas, que no se encuentran en partes sin pastoreo y quema, pero sí entren en la vegetación con el ganado. Son típicas para zonas templadas de Europa, tales como *Anthoxantum odoratum*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne* y *Holcus lanatus*. Así, puede ser que un páramo con pastoreo no tenga una diversidad mucho más baja que un páramo natural, pero hay que considerar que desaparecen unas especies endémicas y aparecen unas muy comunes (Verweij, 1995).

Inclusive cuando no queman pero sí introducen ganado en un pajonal, desminuye considerablemente la biomasa de la vegetación y al tiempo desaparecen los penachos. Las plantas resistentes al consumo y al pisoteo aumentan y pueden dominar la vegetación. Las especies que forman tapetes parecen alcanzar coberturas inclusive mayores en un páramo pastoreado donde no han quemado que cuando sí han quemado. En Colombia en planicies se han encontrado situaciones bastante estables que tenían una densidad de ganado relativamente alta (1 cabeza/ha) pero sin quemas, que fueron totalmente dominadas por *Lachemilla* y *Aciachne*. Estos tapetes gruesos formaron una protección buena para el suelo, tenían suficiente biomasa y su función hidrológica no fue muy alterada en comparación con un pajonal inalterado (Hofstede *et al.*, 1995b). En pendientes la situación parece menos estable porque existe más posibilidad de que el ganado abra la capa vegetal con las pezuñas y forme microterrazas que pueden ser la fuente de erosión.

Aparte de las flores, el frailejón no es consumido por ningún animal. Sin embargo, el ganadería le hace daño porque lo usan para rscarse la piel

y con esto los destruyen. Hay indicaciones que el pastoreo con ovejas lleva las mismas desventajas que con ganado vacuno, aunque son más pequeños y no dañan tan fácilmente la vegetación por pisoteo. En cambio, las ovejas consumen el forraje mucho más bajo y además comen arbustos y por esto pueden acabar más rápido la capa vegetal (Pastrana *et al.*, 1991). Se especula que los camélidos nativos de los Andes (llamas, guanacos, alpacas y vicuñas) tienen un impacto menos negativo que el ganado exótico porque tienen patas anchas y suaves y no consumen gran parte de la vegetación (Hérvaz Ordóñez, 1994).

Con pastoreo intensivo y quemas repetitivas (antes de que se regeneren totalmente la vegetación) desaparecen muchas especies, mientras que las especies que son favorecidas con pastoreo moderado tampoco resisten tanto consumo y pisoteo. En esta etapa se descubre gran parte del suelo, y solo siguen creciendo unas últimas rosetas terrestres. Es lógico que en esta fase el suelo se ponga muy expuesto a la erosión. Ejemplos muy desastrosos de este proceso se encuentran en las falderas del Chimborazo, donde la desaparición de la capa vegetal aumentó el impacto de los fuertes vientos helados desde el nevado y como consecuencia de esta erosión eólica hay inmensos arenales en la zona que originalmente estaba cubierta por pajonal (Carrera de la Torre, 1983).

Lo que pasa con el ecosistema paramuno bajo quema y pastoreo se puede explicar analizando los procesos ecológicos. Cuando se quema un pajonal, el fuego no alcanza a todas las partes de la vegetación. Hofstede (1995a) encontró que apenas la mitad de un pajonal desaparece durante un incendio. Sin embargo, después de la quema desaparece todo el material muerto relativamente rápido por una descomposición aumentada. Los nutrientes que son liberados por la quema y por la subsecuente descomposición aumentada se fijan inmediatamente en el suelo y no pueden ser aprovechados por la vegetación nueva. Esto quiere decir que no se ve ni un cambio en fertilidad de suelo y que la vegetación sigue limitada por nutrientes. Por esto la vegetación que rebrota no tiene un crecimiento más rápido que las plantas que crecen en el pajonal inalterado y el rápido crecimiento que el campesino observa es una ilusión: se ve más rápido porque se ha quitado el material muerto.

Entonces, la regeneración de la vegetación no puede compensar la descomposición y la cobertura del suelo va bajando durante el primer año después de una quema. Esto se intensifica cuando introducen ganado: esto consume la nueva vegetación y así rápidamente se extraen los nutrientes del sistema. Inclusive los nutrientes que el ganado devuelve en la forma de heces y orina, son inmediatamente inmovilizados y se pierden. Mientras tanto, la quema y el pastoreo hacen que las plantas, y principalmente los penachos, sean más bajas y más abiertas. Un sitio con pastoreo relativamente alto, cuatro años después de una quema, tenía menos de la mitad de la biomasa de un páramo imperturbado. El elemento que más desapareció fue el material muerto, tan importante para la protección de meristemas y del suelo. Por la pérdida de material aéreo se pierde muchos nutrientes disponibles en este sistema. Esta es la razón para que el páramo se vuelva menos productivo después de quemas y bajo pastoreo. Otros efectos son el secado del suelo por la pérdida de cobertura vegetal, razón para que se cambie irreversible la estructura del suelo y para que baje la capacidad de retención del agua. Esto se intensifica cuando hay mucho pisoteo porque compacta más el suelo y queda menos espacio para el agua.

En un sistema de ganadería intensiva en el páramo, se concentra el ganado en pastizales mejorados. En estos pastizales siembran especies exóticas como *Anthoxantum odoratum*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne* y *Holcus lanatus* y usan fertilizantes químicos para compensar la baja fertilidad de los suelos. Ferguson *et al.* (1987a, 1987b) encontraron que este sistema fue muy difícil de justificar desde el punto de vista agrológico, porque las gramíneas nativas resultan más exitosas en la competencia que las exóticas. Inclusive cuando fertilizan un pastizal sembrado, también favorecen a las nativas también y siguen mas competitivas que las exóticas. Además, por la capacidad grande de retención de fósforo en los andosoles, se requiere tanto fertilizante con fosfatos, que es relativamente costoso y casi no rinde.

Resumiendo, se puede decir que la vegetación del páramo no tolera bien la ganadería, pero sí es bastante competitiva tanto para gramíneas exóticas como para bosque. Parece que muchos elementos están adapta-

dos a las quemadas y al pastoreo, pero esto apenas es una consecuencia de las adaptaciones morfológicas para el clima extremo que hacen que la vegetación apenas tolere quemada y pastoreo. Al tiempo la vegetación siempre está influenciada negativamente, tanto en estructura como en diversidad. Una razón para esto es que la vegetación del páramo ha evolucionado sin presencia de herbívoros grandes (los camélidos se originan más al sur en los Andes) y así la vegetación nunca ha sido adaptada a pastoreo. Esto es diferente a vegetaciones herbáceas, como las de las sabanas africanas (Hofstede, 1995c)

4. La fauna de la zona andina

(*Robert Hofstede*)

4.1 Diversidad y ecología

A parte de las aves, la zona alta de los Andes es por su clima frío no extremadamente rica en vida silvestre comparada con otros ecosistemas tropicales. Sin embargo, es una zona de mucho valor faunístico por ser el hábitat de algunas especies consideradas como espectaculares y en vía de extinción: la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*), el condor (*Vultur gryphus*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el puma (*Felis concolor*). Aparte de esto, cuenta con varios animales característicos, y a veces endémicos. Desafortunadamente, la fauna de los bosques andinos y el páramo ha sido muy poco estudiada.

Para la fauna es muy importante el conjunto de bosque y páramo porque existen muchas especies que permanecen dentro de los bosques, donde encuentran protección contra el clima extremo y predadores, pero que suben regularmente al páramo para alimentarse. Especialmente mamíferos grandes, como la danta, el oso y venados, tienen esta conducta porque encuentran forraje más accesible en páramo que en bosque. También hay un sinnúmero de aves que pueden movilizarse fácilmente y que permanecen en ambos ecosistemas. En este sentido son muy importantes los fragmentos de bosque de páramo, que son refugios para los animales que circulan por el páramo (Ellenberg, 1979; Arias Lemus, 1989; Rasmussen *et al.*, 1994; Downer, 1996)

De las especies características de la zona del páramo, inventariado por Del Llano (1990) se encuentran órdenes de Mamíferos (entre paréntesis unas especies características): Marsupialia (raposa; *Didelphis* spp.), Insectivora (ratón ciego; *Cryptotis thomasi thomasi*), Chiroptera (vampiro; *Desmodus rotundus*), Carnivora (oso de anteojos, puma, danta, zorros y lobos; *Cerdocyon thous*, *Vulpes cinereoargentum*, *Psudalopex culpaeus*, cuscumbo; *Nasuella olivacea*, tigrillo; *Felis tigrina*, *F. pardalis*), Artiodactyla (cervicabra; *Mazama rufina*, venado conejo; *Pudu mephistophiles*; venado de cola blanca; *Odocoileus virginianus*), Lagomorpha (Conejo; *Sylvilagus brasiliensis*) y Rodenta (ardilla; *Sciurus granatensis chysurus*; *Microsciurus pucherani pucherani*, ratón; *Thomasomys* spp., rata; *Thrinacodus albicauda apollinar*, cuy; *Cavia porcellus*, agouti o guagua; *Stictomys taczanowski*). Para las aves se mencionan cartártidos (gallinazos) como el cóndor, rey de gallinazos (*Sarcorhamphus papa*), y gallinazo negro (*Coragyps atratus*), y los raptores como águilas (*Buteo fuscescens australis*, *Geranoaetus melanoleucus australis*), cernícalo (*Falco sparverius*), curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*) y búhos (*Bubo virginianus*, *Asio flammeus bogotensis*, *Tyto alba contempta*). Otras aves características son colibríes (*Chalcostigma heteropogon*, *Oxyopogon* spp., *Patagonia gigas*), caravana (*Vanellus chilensis*), becasina (*Gallinago gallinago*), dormilón (*Caprimulgus longirostris ruficervis*), golondrina (*Riparia riparia riparia*), mirlo (*Turdus fuscater*), perico de páramo (*Bolborhynchus ferrugineifrons*) y patos (*Anas flavirostris* spp.). Aparte de estas aves se halla una cantidad de aves de menor tamaño, como atrapamoscas, fringilas, azulejos. En los páramos se encuentran pocos anfibios (salamandras, ranas y sapos) y reptiles (lagartos, camaleones y unas culebras). En un inventario de la fauna en el páramo de Guerrero (Cordillera Oriental, Colombia), Arias Lemus (1989) encontró 13 especies de mamíferos, 35 aves, 7 anfibios y 5 reptiles; del Ecuador se conoce sólo una especie de reptil en la zona alta (una lagartija). No se conocen estudios detallados de insectos de los bosques andinos y páramos, pero información de Frantzen y Bouwman (1989) de un estudio de la polinización de plantas paramunas llevó a la observación que muchas plantas son polinizadas por insectos que tienen un color negro para absorber rayos solares.

Según Veuillemier (1986) existen 62 especies de aves residentes (incubadores) en páramo y 148 en puna (incluyendo en ambos los bosques de *Polylepis*) contra 636 en los bosques andinos. La cantidad total de aves que se observa en páramo y puna juntos es 319, de las que 80 son aves acuáticas y 239 terrestres. Casi no existen géneros endémicos, pero a nivel de especies el 29% es endémico para estos ecosistemas. La avifauna es de origen local (50%), de Patagonia (25%) y de otras partes de Suramérica (20%). Hay muy pocas especies con una distribución cosmopolita (5%). Estos datos confirman lo que se observó con la vegetación: entre más alta la elevación, menos diversidad, pero más especies endémicas. Thiollay (1996) encontró esto para la distribución de los raptores. De los inventarios ornitológicos que ejecutaron en los bosques andinos del Ecuador se puede mencionar el estudio en el bosque protector Pasochoa (Pichincha) y del parque nacional Podocarpus (Loja, Zamora-Chinchipec). En el área relativamente pequeña de Pasochoa, entre 2800 y 4000 m.s.n.m. se observaron 110 especies (Fierro, 1991), que es poco en comparación con toda la avifauna ecuatoriana (1531 spp.) (Ortiz y Carrión, 1991) pero ya es un tercio de la cantidad de especies de avifauna de toda Europa. En Podocarpus se han observado hasta el momento 500 especies, número que se espera aumentar hasta 800 (Rasmussen *et al.*, 1994). En los bosques de aliso cerca a Papallacta (Napó) Poulsen (1996) estudió el conducto de unas distintas especies de aves, que se juntan en grupos mezclados. Observó que existían grupos hasta 22 especies, que tenían un rango de acción mínimo de 5 a 8 hectáreas, y que eran menos estables que grupos mezclados amazónicos.

Pocos estudios se han hecho sobre la conducta de mamíferos en los Andes. Se puede mencionar la investigación sobre la danta de montaña en Ecuador (Dawson, 1992, 1996, 1997) y en Colombia (Acosta *et al.*, 1996) que encontraron dantas entre alturas de 2400 y 4300 m.s.n.m. con un rango de acción de 1200 a 1600 ha. La danta se alimenta de hojas tiernas, para lo que necesita bosque abierto, bajo o páramo, pero duerme en vegetación cerrada de bosque primario y también en bosque secundario con mucho suro (*Chusquea* sp.). Una conducta típica de la danta es que chupa sal en fuentes naturales.

4.2 La amenaza humana

Hay una fuerte relación entre la vegetación y la fauna. Los animales usan las plantas principalmente para alimentación y protección. Aparte de la protección que proveen los bosques, también la paja es un importante lugar para buscar abrigo y nido para especies de aves y roedores. Las ranas se esconden en la roseta de la *Puya*, protegiéndose así contra predadores. Los pantanos y lagunas de páramo forman un hábitat importante de alimentación para muchas especies de aves y anfibios (Reig, 1986; Arias Lemus, 1989). El impacto humano sobre la fauna es en parte directo (caza) pero es mucho más desastroso por el efecto indirecto: la destrucción de hábitat. Especialmente la deforestación en la zona alta hace que desaparezcan muchas especies (Ellenberg, 1979; Fieldsjå, 1992; Acosta *et al.*, 1996; Suárez, 1985). Considerando el rango de acción de diferentes especies, se necesita bastante área continua bajo bosque para mantener una población estable. Hay solo pocos ejemplos de animales que son más abundantes en zonas intervenidas (Del Llano, 1990; Thiollay, 1996). Hasta el momento no hay estudios sobre si la reforestación ayuda a la regeneración de la fauna, pero comentarios personales de institutos reforestadores afirman que la vida silvestre es mayor en una plantación (inclusive con exóticas) que en una área agrícola (Inefan, pers. com.)

5. Forestación en la sierra andina ecuatoriana

(*Wibold Jongsma*)

5.1 Desarrollo forestal

El desarrollo principal, actual y futuro, del sector forestal Ecuatoriano se realiza por medio de plantaciones. La mayor parte de plantaciones se llevaron a cabo en la Sierra, específicamente en la Cordillera Central desde los 2500 m.s.n.m. hasta aproximadamente 3.800 m.s.n.m. (Estéves y Paspuél, 1994). Sin embargo, en muchos países el establecimiento de plantaciones ha llegado a ser menos social y políticamente aceptable, especialmente con respecto a la conservación de la biodiversidad y otros factores sociales, culturales, económicos y legales. Pero, en muchas situaciones, establecer plantaciones es la única opción, y se puede aumentar la biodiversidad local a través del re-establecimiento de especies nativas en el sotobosque cuando están establecidas en tierras muy degradadas y cuando las plantaciones no son manejadas después (Brown *et al.*, 1986). Además, cuando los bosques nativos tienen que ser protegidos y/o niveles de cosechas reducidos, el establecimiento de plantaciones puede ser más necesario que nunca con el fin de compensar las reducciones de oferta de madera nativa (Brown *et al.*, 1996).

Porque el manejo de plantaciones requiere inversiones a largo plazo, la buena planificación es esencial e incluye control comunitario de proyectos, selección de especies de árboles apropiados, y técnicas de manejo que son específicas a las condiciones ecológicas y sociales del área. Ya sea que el proyecto involucre manejo sostenible de una área extensa, o el estable-

cimiento de un bosque comunal o de una pequeña granja, la calidad, cantidad, la planificación y distribución de las aportaciones tanto como los rendimientos tienen que ser consideradas cuidadosamente. El desarrollo forestal solamente tienen éxito cuando comunidades, grupos y agricultores individuales asumen la responsabilidad para la planificación, la implementación, el manejo y el monitoreo del progreso de sus propios proyectos (De Jong *et al.*, 1995).

Cuando un sistema de manejo sostenible es alcanzable, depende mucho en los factores como la situación socio-política y la calidad de soporte y extensión de manejo forestal (De Jong *et al.*, 1995).

El calendario forestal es una herramienta destinada a responder una pregunta fundamental de planificación: Cuándo hacer qué? Es el eje de la planificación, seguimiento, evaluación y capacitación. A través de este instrumento es posible distribuir las actividades forestales a lo largo de un período. El propósito es que el forestal no esté aislado de las otras actividades del campesino, sino que se adecúe al clima, las fiestas, la migración, las actividades agrícolas y pecuarias (DFC, 1996).

Una forma de desarrollo rural especial es el desarrollo forestal participativo o desarrollo forestal comunal, en donde el campesino o la campesina de la comunidad participan en todo el proceso del proyecto y por sí mismas diagnostiquen, planifiquen, ejecuten y evalúen sus propios planes forestales (DFC, 1996). El objetivo de esta forma de desarrollo forestal es que las actividades que se desarrollan cumplan con las necesidades e intereses del campesino y presupuesto que se ayudan a la reforestación del área. Además en esta forma la gente por su participación activa en todo el proceso están más involucradas con el proyecto y están más motivados para manejar sus recursos forestales, implementar y mantener plantaciones (agro) forestales. Dentro estos tipos de proyectos muchas veces hay un enfoque especial a las mujeres con el fin de eliminar la discriminación de ellas (DFC, 1996). Además parte debido a la migración masculina que van a las ciudades para buscar trabajo, las mujeres son responsables por la producción y la administración de minifundios (Andrade Nelson, 1992). De-

sarrollo forestal participativo no significa una parte limitada a forestería; incluye, agroforestería, sistema silvopastoril, pura silvicultura o manejo de bosques naturales que en general significa proteger el bosque y usar productos maderables y no maderables.

Según el Plan Ambiental Ecuatoriano (1995) se considera a la erosión del suelo y a la deforestación entre los principales problemas ambientales del país (DFC, 1996). Además se concentra el 47% de la población de Ecuador en la Sierra que incluye 1500 comunidades campesinas (DFC, 1996). La deforestación no solamente disminuye la disponibilidad de productos maderables y no maderables y causa erosión, pero además se tiene un impacto de deterioro del nivel de la vida de los campesinos que dependen de estos recursos naturales. Hay varios proyectos de desarrollo forestal en la Sierra Ecuatoriana que se justifican por estas razones.

Dentro del proceso de desarrollo forestal participativo se pueden distinguir cinco fases: 1) diagnóstico; 2) propuestas; 3) formulación; 4) implementación; y 5) evaluación. Para ejecutar el proceso de desarrollo forestal participativo la publicación de Van Montfort (1994) sirve como una guía, y en ésta se da una descripción de cada etapa en detalle. También el proyecto Desarrollo Forestal Campesino en Ecuador elaboró una guía para el planeamiento de sus proyectos. En esta publicación (DFC, 1996) se da una descripción mas breve y se distinguen ocho fases pero en principio este método es igual.

5.2 Extensión forestal

5.2.1 Objetivos

Una gran parte de los esfuerzos y propuestas que efectúa una institución o un proyecto en su afán de promover el desarrollo de las comunidades rurales se impulsan o se canalizan por medio de servicios de extensión (FAO, 1995). Extensión forestal tradicionalmente significa transferir conocimiento y técnicas a través de charlas, proyección de películas, visitas, ho-

jas volantes, rotafolios, reuniones, etc. Pero con las entendimientos de hoy en día sabemos que la extensión no solamente es ilustrar e informar a la gente sino también es ir haciendo y aprendiendo con la gente el porqué y para qué (BACR, 1994).

Según Brenes y Segleau los objetivos de extensión forestal en Costa Rica son los siguientes (BACR, 1994):

- 1 Desarrollar la actividad forestal como una actividad económica significativa para los grupos sociales del país.
- 2 Servir como proceso que genere una tecnología forestal pertinente para cada zona ecológica y cada grupo social en este momento.
- 3 Desarrollar y ampliar la contribución del bosque y de la población al desarrollo agrario y social.
- 4 Ampliar la capacidad de la población, especialmente en grupos sociales ligados al recursos forestal, control y el disfrute de los productos de la actividad forestal.
- 5 Desarrollar soluciones prácticas frente a problemas que la práctica silvícola genera.
- 6 Contribuir a salvaguardar el equilibrio ecológico y la armonía entre la sociedad y los recursos.

5.2.2 *Medios de comunicación*

Una de las principales causas de los cambios sociales ocurridos tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados es la expansión de “mass media”. Estos medios han ensanchado horizontes, acelerado el ritmo de transformación y creado un clima propicio para el desarrollo. En Ecuador, gracias a los medios de comunicación, se mejoraron los hábitos alimentarios. Durante un año se repitió, varias veces al día, un anuncio publicitario de un minuto de duración sobre la prevención del bocio, lo que dió como resultado que la proporción de las familias que tomaban sal yodada aumentara del 5 al 98 por ciento (Harrison, (fecha desconocida)). En un estudio que se ejecutó en Sutatausa, Cundinamarca, Colombia, se encontró que los programas de radio era el método de exten-

sión para reforestación más difundido en esta zona (Riveros Cruz y Oviedo Urbano, 1975).

5.2.3 *Incentivos*

Muchos proyectos forestales, además proyectos participativos, están trabajando con incentivos para reforestar. El objetivo de un incentivo es convertir en una posibilidad atractiva de inversión, además de fuente de generación de mano de obra (CVC, 1996). Incentivos forestales no son directamente parte de extensión forestal pero si ésta es necesaria para dar conocimiento a la gente sobre los incentivos que hay para reforestar. Sin embargo los dos tienen el fin de impulsar y motivar a la gente para implementar reforestación. Por esta razón extensión e incentivos juntos fortalecen el éxito de un proyecto forestal. El Profafor usa incentivos económicos y asistencia técnica para fomentar su programa de (re)forestación (RCS, 96). En el libro "Extensión Forestal" (FAO, 1995) en que se evalúan algunos proyectos de desarrollo forestal en los países de Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia se llegan a la conclusión que en todos los proyectos se manejan diferentes tipos de incentivos, pero los más frecuentes son la capacitación, el subsidio de las plantas, la entrega de herramientas e insumos para la producción de plantas y para las plantaciones, apoyo al transporte de insumos, la entrega de premios a los mejores trabajos comunales y la dotación de infraestructura. En uno de los proyectos, el apoyo alimentario es uno de los incentivos importantes. Además concluyen que los incentivos siempre serán discutibles. Son evidentemente necesarios en un medio donde falta todo, pero pueden generar efectos no deseados: convertirse en un fin, más que un medio.

5.2.4 *Introducción de especies*

En la Sierra ecuatoriana se han introducido varias especies exóticas principalmente pinos, eucaliptos, cipreses y acacias. Algunas fueron probadas en la "fase de eliminación" y pocas iniciaron la "fase de prueba". Algunos ensayos de introducción se analizaron después de pocos años y se publicaron los resultados (PRONAF, 1982; Aguirre, 1993).

En la provincia del Azuay, el Cuerpo de Paz realizó ensayos de eliminación y de prueba de varias especies en diferentes sitios hasta una altura de 3.210 msnm. Una evaluación realizada en 1994-96 indica la sobrevivencia y el crecimiento de especies de pino y eucalipto a edades entre 16 y 26 años (Loján, 1996a).

5.3 Características silviculturales de especies exóticas

5.3.1 *Pinus radiata*

El *Pinus radiata*, que tiene origen de California, Estados Unidos y la isla Guadalupe, México (Lamprecht, 1989), fue introducida en 1905, pero la primera plantación real se hizo en el páramo de Cotopaxi en 1941. Siguiendo este ejemplo, las plantaciones empezaron a expandirse desde 1962 y extensas áreas ahora están cubiertas con monocultivos de esta especie (Brandbyge, 1992).

Requisitos ecológicos

Las plantaciones de *P. radiata* están concentradas en los países tropicales dentro 1,500-3,000 m.s.n.m. (Lamprecht, 1989). Pero el límite superior del pino en Ecuador es 3,800 m.s.n.m. (CESA, 1992). El *P. radiata* necesita una precipitación anual dentro 650 - 1,600 mm, y temperaturas promedio anuales de 11-18°C (Lamprecht, 1989). *P. radiata* tolera heladas suaves durante su período de hibernación y no crece en áreas con una estación muy seca y caliente (Lamprecht, 1989). Sin embargo es más resistente a la sequía que *P. patula* y en sitios comparables puede dar un rendimiento más de 30% (Wormald, 1975). Al contrario, según Trines y van Dam, (1994), *P. radiata* no soporta vientos fuertes y neblinas tanto como *P. patula*.

El *P. radiata* prefiere suelos franco arenosos, con un buen drenaje y con una disponibilidad de nutrientes promedio. Cuando el contenido de calcio es suficiente en sitios apropiados las hojas se descomponen bien.

Crecimientos malos fueron reportados por deficiencia de fósforo y zinc (Lamprecht, 1989). También en 1967 se reportaron mal crecimiento por deficiencia de boro en suelos andinos (Tollenaar, 1968). Investigaciones muestran que fertilizando con fósforo y boro se elimina el problema y mejora bastante el crecimiento (Ballard, 1971, Craig, *et al.* 1972 y Tollenaar, 1968).

Procedencias

Sobre las procedencias que se están usando en Ecuador no se encontró literatura pero se sabe a través de conversaciones, que mas se usan semillas de procedencias de Chile. Antes también se utilizaron procedencias de México. Las semillas antes no eran certificadas y muchas veces de mala calidad, pero ahora las semillas certificadas de Chile dan buenos resultados.

Manejo

Existen diferentes sistemas de manejo de *P. radiata* que se proponen para aplicar en Ecuador. Cualquier modelo de manejo que se aplique depende del objetivo de la plantación, de las características del sitio, economía e interés del propietario del bosque (Estévez Fuentes *et al.*, 1995). Al inicio de 1993, Swedforest e INEFAN ejecutaron un inventario en todas las plantaciones de la zona interandina en Ecuador de 3,000 m.s.n.m. hasta 3,600 m.s.n.m. en las plantaciones de *P. radiata* con edad sobre con 10 años y las plantaciones de *P. patula* con más de 7 años. El objetivo de este estudio fue el formular modelos de manejo adecuados para las plantaciones de *Pinus radiata* (INEFAN/Swedforest, 1995). Ellos distinguieron 4 modelos de manejo, dependiendo del objetivo de plantación (madera para aserrar, fibra o leña) y de la intensidad deseada del manejo (manejo extensivo o intensivo).

Galloway (1987) también presenta modelos de manejo para *P. radiata* en Ecuador que provienen de Nueva Zelandia. Estos modelos son más

sencillos que los de INEFAN/SWEDFOREST. En todos estos modelos se plantan los árboles a 3 x 3 m (1,111 Árb/ha). Los modelos de Galloway solo dependen de la intensidad de manejo; la diferencia entre los tres modelos de manejo es el número de raleos (3, 2 y 1, resp.). Los modelos son respectivamente:

El corte final de estos modelos es después más o menos 23 y 26 años según al índice del sitio y el diámetro que se quiere obtener. Sin embargo, cuando se entra en algunas plantaciones viejas, en las que no se ha realizado mucho manejo (y son la mayoría), se presentan las grandes dificultades que existe para poder tomar decisiones correctas para su manejo. Lo que falta en estos casos es experiencia (INEFAN/Swedforest, 1995).

Enfermedades

En áreas con una humedad atmosférica constantemente alta hay una incidencia de enfermedades fungosas grande. Los hongos más conocidos son: *Fomes annosus*, *Armillaria melea*, *Cronartium cerebrum* y *Diplodia pini* (Lamprecht, 1989).

En Ecuador en 1982-83 el departamento forestal y propietarios de grandes plantaciones privadas fueron alarmados por un ataque masivo de una enfermedad, “tizón de banda roja” (*Dothistroma pinii*). Esta enfermedad hasta este momento era prácticamente desconocida en el Ecuador (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992). La causa del brote fue probablemente la alta precipitación de lluvias en ese período. La rápida propagación y el consecuente retroceso en crecimiento, fue indudablemente facilitado por la plantación de monocultivo en combinación con un pobre o ningún manejo (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992). En Kenia se descubrió que cuando crece el huésped bajo sombra el impacto del hongo se reduce bastante. Este efecto se explica por la reducción de esporas del patógeno al tejido infectado bajo estas condiciones (Gibson *et al.*, 1967). Ramón Iñiguez (1985) hizo algunos ensayos en Ecuador con diferentes fungicidas en los que el producto oxiclورو dio los mejores resultados, tomando en cuenta los costos del producto, los costos de aplicación y el rendimiento.

Para reducir o controlar el ataque del *D. Pini*, Cannon (1990) recomienda: mejorar las prácticas silviculturales, zonificar según el peligro de ataque, usar procedencia resistente o formar un rodal semillero con árboles resistentes. En la zonificación destacara que los sitios con mucha neblina son los más susceptibles para el desarrollo de la enfermedad. Llegó a la conclusión que no es rentable aplicar fungicidas a plantaciones afectadas con ese hongo.

Otra enfermedad que ataca las acículas de *Pinus radiata* es *Naemacyclus sp.* Esta enfermedad es mas común en plantaciones densas donde no hay una aireación adecuada (Galloway, 1987).

Los insectos que afectan el crecimiento de Pino en Ecuador son los siguientes: *Copaxa medea*, *Leucolopsis parvistrigata*, *Nemoria omphax*, *Neotherina sp.*, *Gaujonia arbori*, *Leiopus superstes*, *Paramallocera ilnizae*, *Hexaphyllum seguyi* (Gara y Onore, 1989). Pero casi no existe información sobre el combate a estos insectos. En Chile se tiene un problema con un taladrador *Rhyaciona buoliana* que afecta las plantaciones (Lamprecht, 1989).

5.3.2 *Pinus patula*

Pinus patula es nativo de México. Pero ahora el 95% de población total de plantaciones de *P. patula* en el mundo se encuentran al este, centro y sur de Africa (Lamprecht, 1989). En Ecuador el *P. patula* es la segunda especie en relación de la superficie plantada en el país, 41% de total (Añazco, 1996).

Requisitos ecológicos

Los límites del rango de *P. patula* están definidos por tres factores (Wormald, 1975):

1. El suelo debe que tener una disponibilidad de humedad todo el año

2. El suelo tiene que ser ácido
3. El tercer factor está relacionado con la temperatura máxima que en el mes más caliente no tiene que sobrepasar los 29°C en promedio.

Más requisitos generales son que *P. patula* prefiere temperaturas promedio anuales de 12-18°C con una mínima absoluta de -10°C. La precipitación tiene que estar dentro de 1,000 - 2,000 mm anual (Lamprecht, 1989). En el sur del Ecuador en las provincias Loja, Azuay y Cañar el establecimiento de *P. patula* ha sido más generalizado. Aquí las plantaciones están establecidas en suelos superficiales y pedregosos (Galloway, 1987), *que generalmente son sitios de baja calidad.*

Procedencia:

En Colombia se hizo un estudio con 18 procedencias de México, Sudáfrica, Malawi, Zimbabwe y Colombia, en siete diferentes ensayos. Los ensayos fueron establecidos durante 1983 y se sacaron los datos 8 años después. La conclusión fue que las procedencias de Malawi dieron los mejores resultados, seguidos por los de Zimbabwe y Sudáfrica (Ramírez y Jara, 1992). Las experiencias (no publicadas) en Ecuador hasta ahora son iguales en que las procedencias de Zimbabwe dan los mejores resultados, aunque en los ensayos los hicieron a mayor elevación (comunicación personal: Fontecilla y Troncoso).

Para el mejoramiento genético de *P. patula*, Sudáfrica es el país con la investigación más avanzada pero también en Sudamérica están haciendo programas de mejoramiento especialmente en Argentina, Brasil y Colombia (CONIF, 1995). En Ecuador se está ejecutando un proyecto de mejoramiento genético forestal al nivel de la región interandina en que el *P. patula* también está incluido.

Manejo

En general, los modelos de manejo para *P. patula* son más intensivos que para *P. radiata*. Aparte de tener más raleos, se pone más atención en la

poda porque *P. patula* es muy ramificado y casi no tiene poda natural, esta poda entonces sirve para mejorar la accesibilidad de la plantación y para reducir el impacto y el riesgo del fuego. Además recomiendan 2-3 desyerbas en el primer año en sitios de buena calidad. Burgers (1972) en Lamprecht (1989) presenta dos modelos de manejo para el *P. patula* que se usan en Sudáfrica, dependiendo al objetivo de la plantación (pulpa o madera para aserrar). Galloway (1987) presenta un modelo con base en modelo "B" de Burgers y un otro modelo de manejo de Craib (1939) de Sudafrica. Con este modelo se toma en cuenta que, en comparación con Sudáfrica, los suelos en Ecuador, en general son mas superficiales y hay una época seca bien marcada, con problemas de heladas y granizadas. Finalmente existe un modelo de rotación corta e intensiva que Smurfit-Cartón de Colombia está utilizando (CONIF, 1995):

Enfermedades:

Una práctica común es quemar la paja antes de plantar pero esto es un error grave porque se puede propiciar la distribución de *Rhizina undulata*, un hongo que puede causar una enfermedad de las raíces. También las plántulas y arboles jóvenes están susceptibles al daño por quemas. La amenaza principal de plantaciones de *P. patula* en áreas con granizadas frecuentes es *Diplodia pini* (Lamprecht, 1989). Otro hongo que se encuentran en Ecuador en las plantaciones de *P. patula* es *Pestalotiopsis quepinii* que quema las acículas de las plantas (Calva y Churo, 1989). Hay un insecto *Lepidoptero* que come las hojas del pino y que puede afectar mucho a las plantas (Lamprecht, 1989). En las plantaciones en Colombia se han identificado varias especies de "caballito de palo" entre cuyas mas representativas se encuentran *Hetrohemia striatus* y *Libthra spinicollis* como plagas del *P. patula*, fenómeno muy raro, ya que nunca habían constituido limitantes para ningún cultivo. Hoy, la defoliación que ocasionan y el poco conocimiento sobre su control, preocupan a los reforestadores (CONIF, 1995).

En plantaciones al Sur del Azuay y norte de Loja, se observa el amarillamiento de las hojas en las ramas inferiores. Parece una enfermedad fisiológica a causa de la poca profundidad y retención de humedad de los

suelos. Se controla podando las ramas enfermas (Comunicación personal: Loján)

5.3.3 Otras especies de Pino

En el Ecuador han sido establecidos diferentes ensayos de adaptación y eliminación de especies de pinos en diferentes épocas de los cuales según concluyen en el documento Zonificación de Especies Forestales en la región Interandina del Ecuador (Zeaser *et al.*, 1989) existen algunas especies prometedoras para establecer y diversificar, de acuerdo a sus características, las plantaciones de pinos que actualmente presentan problemas fitosanitarios en la Sierra Ecuatoriana. De los diferentes ensayos se citan las siguientes especies:

Pinus elliottii

Establecido en ensayos en Conocoto en la provincia de Pichíncha y en Ucubamba provincia del Azuay a 2.550 y 2.450 m.s.n.m respectivamente, aunque presenta un incremento medio anual en altura moderado que está entre 1.03 y 1.04 m en cada lugar, se destaca por presentar buena forma de fuste y resistencia al ataque del taladrador del brote terminal, un lepidóptero que ataca fuertemente al *P. radiata* en sitios malos en Urcubamba. *P. patula* y *P. elliottii* superan a *P. radiata* en crecimiento en diámetro pero no en altura. En Saimirín, Azuay a 2.900 msnm, a los 20 años este pino tuvo un crecimiento medio anual de 1,84 cm para el DAP y de 0,88 m para la altura (Lojan, 1996a)

Pinus gregii

Establecida en ensayo de eliminación de especies en la provincia de Loja, hacienda El Prado en el año de 1984, donde muestra un crecimiento similar al *P. patula* e inclusive lo supera en este sitio presentando buena forma y una buena adaptación a las condiciones edáficas y climáticas.

Pinus muricata

Esta especie está plantada en Cotopaxi la zona más afectada por *Dothistroma* y varias especies de Lepidópteros defoliadores, en una zona a 3.450 m.s.n.m con suelos de baja fertilidad y temperaturas del suelo menores a 10 grados centígrados, aquí presenta esta especie un buen crecimiento en altura en comparación con *P. radiata* y *P. patula*, sumando a esto una aparente resistencia al *Dothistroma* y a insectos defoliadores, además tiene un fuste recto y bien conformado, copa superior en cuanto a ramificación y sanidad (color) a diferencia de *P. patula* y *P. radiata*.

Pinus oocarpa

Establecido en el centro forestal Conocoto a 2.550 m de altitud y en la provincia de Chimborazo sitio Linguña a 2.400 m.s.n.m. con un crecimiento medio anual en altura de 1.06 y 2.16 m/año respectivamente, ambos sitios con una marcada época seca en el año.

Pinus pseudostrobus

Presenta un crecimiento medio anual en altura de 1.8 y 1.18 m/año, combinado con excelente forma de fuste, copas y ausencia de problemas fitosanitarios en dos sitios, uno en Azuay y otro en Loja ambos lugares con suelos no volcánicos de 2.280 y 2.400 m.s.n.m. respectivamente en climas con transición a húmedos, suelos de baja fertilidad y muy ácidos.

5.3.4 *Cupressus lusitanica*

El Ciprés se distribuye naturalmente desde México a Honduras, incluyendo Guatemala y El Salvador (CONIF, 1995; Lamprecht, 1989). En Latinoamérica se plantaron áreas extensas con este especie (Lamprecht, 1989).

Requisitos ecológicos

Según CONIF (1995), *C. lusitanica* se desarrolla adecuadamente entre 1,500 y 2,800 m.s.n.m. pero en Ecuador, según CESA (1991) el Ciprés no se desarrollan bien sobre los 3.500 - 3.700 m.s.n.m. Se necesita una precipitación promedio anual de 1,000 - 1,600, sin embargo crece también en climas con una precipitación hasta 4,000 mm. La temperatura promedio anual puede variar dentro 10-17 C (Lambrecht, 1989).

Prefiere suelos de textura franco-arenosos, franco arcillosos bien drenados, con pH neutros o ácidos (5.5-6.5) (CONIF, 1995). Parece que los suelos con una deficiencia en fosfatos de aluminio y nitrógeno determinar el crecimiento (Fassbender y Tschinkel, 1974; Tschinkel, 1972). Además, la conclusión de un estudio en Colombia fue que el Ciprés parece excepcionalmente sensible al sitio y que su crecimiento es lento sobre formas topográficas convexas (Tschinkel, 1972).

C. lusitanica en los primeros años es muy susceptible a la competencia con paja (pasto) pero fuera de eso puede crecer en los mismo sitios que *Pinus patula* (Wormald, 1975). La madera de ciprés tiene mejor calidad pero no sirve para pulpa.

Procedencia

No se encontró literatura con información sobre las procedencias que se usan en Ecuador de *C. lusitanica*. En Colombia las principales fuentes semilleras han sido los huertos semilleros de Smurfit Cartón de Colombia en Popayán e Inderena en Rionegro (CONIF, 1995).

Manejo

No existen planes de manejo publicados de *C. lusitanica* para el Ecuador. En el Africa oeste se usa un modelo de manejo del C.T.F.T. con hasta siete raleos (Lambrecht, 1989). En este caso el objetivo es de madera para aserrar. A lado de los raleos se recomiendan hacer una poda cada tres años

hasta 1/3 de la altura del tronco. Además la desyerba durante los primeros años es obligatoria porque no compite bien con paja y malas hierbas.

En Colombia, aunque existe la costumbre de plantar a 2.5 m x 2.5 m y 3 m x 3 m se recomiendan de ampliar las distancias a 4 x 4 m cuando el objetivo es de aserrió. En Costa Rica se está trabajando diferentes intensidades de aclareos para producción de madera de aserrió; los resultados preliminares han demostrado que plantaciones con densidades iniciales de 1,100 Árbs/ha, el primer raleo debe realizarse entre los años 7-9, eliminando el 40% de los arboles; el segundo raleo entre los 11-13 años, cortando el 30% y el último raleo a los 15-16 años, para dejar en el turno final de 25-30 años un número de 200 a 350 arboles/ha. También con este modelo de manejo se recomienda hacer desyerbas los primeros tres años y hacer las podas frecuentemente (CONIF, 1995).

Enfermedades

Monochaetia unicornis cáncer al *Cupressus macrocarpa* ahora impide la reforestación con esta especie en Africa este y sudeste (Evans, 1992). No se pudo encontrar evidencia si esta enfermedad también afecta al *C. lusitanica*. Insectos que se encuentran en Ecuador sobre *C. lusitanica* y que afectan el crecimiento de las plantas son *Paramallocera ilinizae*, *Automeris sp.* y *Oiketicus sp.* (Gara y Onore, 1989). En plantaciones el cáncer *M. unicornis* ataca a los arboles jóvenes, mientras que los adultos son atacados por el barrenador *Oemida gahani*. El *Glena bisulca* y el *Oxidia trychiata* son insectos defoliadores cuya larva ataca periódicamente de forma masiva a las plantaciones en Colombia (CONIF, 1995).

5.3.5 *Cupressus macrocarpa*

No existe tanta literatura sobre *Cupressus macrocarpa* como sobre *C. lusitanica* pero se sabe que hay rodales de *C. macrocarpa* en la Sierra hasta 3200m (Torres en Galloway, 1987). En Colombia *C. macrocarpa* está utilizada más que el *C. lusitanica*. Los regímenes ecológicos son los siguientes

(Webb, 1980): el *C. macrocarpa* necesita una precipitación dentro 700-1,600 mm. Crece en regímenes de lluvia de invierno, puede crecer con 2-3 meses de sequía, además crece con temperatura media máxima del mes cálido dentro 20 - 32°C y en la media mínima del mes mas frío dentro 0 - 11°C. Pero una vez establecida es resistente a heladas.

Los suelos en que se adapten pueden ser diversos, incluyendo alcalinos. También tolera la salinidad con moderación. Pero el mejor crecimiento se da en suelos arenosos o franco-arenosos y con un drenaje bueno.

5.3.6 *Eucalyptus globulus*

El *Eucalyptus globulus* es una de las especies más importantes en la forestación en países tropicales y sub-tropicales. La especie viene originalmente de las provincias australianas Tasmania, Victoria y New South Wales (Lambrecht, 1989). En los países andinos el Eucalipto fue introducido hace 200 años por monjes australianos (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992).

Requisitos ecológicos

En América del sur esta especie crece hasta 4,000 m en Perú y Bolivia (Lambrecht, 1989). Pero en Ecuador para un buen crecimiento se recomiendan no plantar eucalipto arriba de 2900 m.s.n.m. (Trines y Dam, 1994). La temperatura mínima en su medio natural es 9,6°C y la máxima de 19.2°C. (CONIF, 1996) con una precipitación mas de 600 mm. Investigación hecha en Perú muestra que la temperatura mínima es muy probablemente el factor limitante para esta especie en regiones altas y que el *E. globulus* no resiste mas de dos noches consecutivos con heladas bajo cero (FAO, 1985 en Trines y Dam, 1994). Neblinas y/o humedad alta pueden causar un problema también para el eucalipto (Trines y Dam, 1994).

La especie crece en una variedad de suelos, siempre y cuando sean profundos, preferiblemente con textura areno-arcillosa o franca, y de hu-

medad adecuada (CONIF, 1996), con un pH dentro 5-7.5 (Trines y Dam, 1994).

Enfermedades

Las semillas en el vivero son muy susceptibles al “damping off” ocasionados por los hongos *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Phythoctora sp.* Los hongos patógenos que más afectan a las plantaciones son *Diplodia sp.*, *Amarillaria sp.*, *Alternaria sp* y *Corticium salmonicolor*, que producen chancros, muerte descendente y pudriciones en las raíces (CONIF, 1996). Otras enfermedades que se encuentran en Ecuador y que pueden causar daños en las plantaciones son la enfermedad “muerte regresiva” y el insecto *Ips typographus*.

Procedencia

En Colombia se usan semillas de árboles naturalizados y se mejora el material genéticamente con material de Tasmania (CONIF, 1995). Sobre Ecuador no se encontraron datos publicados sobre las procedencias que se usan.

Manejo

El *E. globulus* no requiere podas, ya que muestra una excelente poda natural, sobre todo si se planta a distancias menores de 4 metros o en rodales compactos. La intensidad de aclareos depende básicamente, de los productos que se deseen obtener. Por ejemplo en Uruguay se recomienda la corta del 70% en dos raleos entre 5-7 años y 10-11 años, dejando 500 Árb/ha remanentes para aprovechar a los 16 años. Mientras que en Etiopía el turno es de 5 a 7 años para plantaciones con el objetivo de leña (CONIF, 1995).

La capacidad de rebrotar, en gran medida determina el sistema de manejo mas apropiado de esta especie. La productividad de las plantacio-

nes se puede mantener durante varios cortes (3 a 4) con la aplicación de técnicas correctas en el manejo de rebrotes. Para obtener rebrotes del mayor diámetro posible, solo se deberá dejar un rebrote por tocón. Si el interés es el volumen total de madera producida sería mas conveniente dejar 2 a 3 rebrotes por tocón (Galloway, 1987). También según Galloway (1987) solo se practica el raleo en plantaciones de eucalipto cuando están previstos turnos más largos para la producción de madera para aserrio o cuando se estableció una plantación con una densidad excesivamente alta por ejemplo 1.5 * 1.5 m.

En Perú se recomienda el establecimiento de plantaciones de eucalipto por superficie, en suelos marginales de la Sierra, debe reducirse a un numero menor del actual, proponiendo un espaciamiento de 5*5 m. Asimismo, será importante las zanjas de infiltración y otros trabajos de protección de suelo cuando las características de relieve topográfico lo ameriten (Otarola, 1987).

5.3.7 *Eucalyptus saligna*

Este especie es menos usada que *E globulus* en la Sierra del Ecuador. Se encuentra la especie más frecuentemente en las provincias de Loja y Azuay (Trines y Dam, 1994). Puede crecer en zonas altas hasta 2500 m, pero, según (INEFAN, 1996a), siempre y cuando no exista presencia de neblina y humedad. Este último aspecto está dudoso, vista que existen plantaciones en el Occidente de la provincia de Loja, en lugares con bastante neblina donde el *E. globulus* no dió resultado pero el *E. saligna* si (Loján, com. pers). También *E. saligna* es conocido por su capacidad de regenerarse por rebrotes que se puede manejar en la misma manera que el *E. globulus*, pero en sitios con baja precipitación no rebrota energéticamente (Galloway, 1987).

5.3.8 *Otros Eucalyptus.*

El especie de *Eucalyptus* más utilizada e investigada en Colombia es el *E. grandis* (Lambeth y Lopez, 1988; Lambeth y Endo, 1991). En el Ecuador

no es utilizada en la forestación masiva, probablemente por las mayores alturas en que se establecen las plantaciones en este país.

En los años setenta elaboraron algunos ensayos con otras especies de *Eucalyptus*. Vale destacar que en Cañar, a 3.200 msnm a los 16 años, algunos eucaliptos sobrevivieron y tuvieron el siguiente crecimiento medio anual (Lojan 1996a):

	CMA DAP en cm	CMA altura en m
<i>E. viminalis</i>	1.80	1.31
<i>E. gunnii</i>	1.15	0.96
<i>E. nova-anglica</i>	1.24	0.73

A menor altura, en Sigsig, Azuay, a 2.400 msnm, a los 17 años:

<i>E. camaldulensis</i>	0.91	0.97
<i>E. tereticornis</i>	0.84	0.87
<i>E. vrophylla</i>	0.68	0.70
<i>E. resinifera</i>	1.11	1.01

A la misma altura, en Ucubamba, Azuay, se obtuvo, a los 26 años

<i>E. robusta</i>	1.30	1.01
<i>E. resinifera</i>	0.90	0.90

5.4 Manejo general y productos de las plantaciones de especies exóticas

5.4.1 Manejo general

En la Sierra Ecuatoriana, se han invertido (y están invirtiendo) esfuerzos y recursos económicos considerables en el establecimiento de plantaciones forestales. Al igual que en muchos países donde la reforesta-

ción es una actividad relativamente nueva, los forestales en la Sierra se han concentrado en la creación del recurso forestal, es decir, en el establecimiento de plantaciones, pero no en su posterior manejo silvicultural (Galloway, 1987). Los reforestadores y los técnicos forestales reconocen la urgencia de iniciar actividades de manejo en las plantaciones existentes. Lo que ha dificultado la realización de estos trabajos en la mayoría de las plantaciones hasta la fecha son, entre otros, los aspectos siguientes (Galloway, 1987):

1. Establecimiento de plantaciones sin objetivos claros
2. Falta de experiencia en el manejo
3. Falta de conocimientos sobre técnicas de manejo
4. Falta de información práctica sobre técnicas de manejo
5. Aspectos institucionales (contratos, la falta de asignación de recursos para financiar estas actividades, etc.).
6. Mercado de productos rollizos y elaborados, inseguro o poco existente
7. Corta tradición forestal

Ahora estamos diez años más adelante, y ya existen diferentes planes de manejo y algunas experiencias con manejo de plantaciones, además en plantaciones privadas. Sin embargo se puede escuchar por todos los lados: que el problema en Ecuador es que no hay manejo. Los lugares donde se realiza generalmente el manejo es donde los campesinos aprecian la leña de pino (Galloway, 1987).

Una opción cuando se establecen plantaciones también es no aplicar manejo. Se sabe que en general la producción en términos de volúmenes totales no bajan sin manejo, incluso la competencia extrema no causa una mortalidad significativa cuando se usan rotaciones cortas.

Especialmente en plantaciones con el objetivo de producir pulpa o plantaciones para conservación de suelos y protección de erosión, la supresión del manejo es un opción que se pueden considerar. Pero, existe evidencia que especialmente en pino, plantaciones sin manejo son más susceptibles para ataques de insectos como Sirex (Evans, 1992). En Tanza-

nia se tiene la experiencia que plantaciones de *P. patula* con manejo en comparación con plantaciones sin manejo, tienen menos daños con vientos fuertes como quebraduras del fuste o consecuentemente la caída del árbol (Adlard, 1980). Según Galloway (1987) todos los forestales en Nueva Zelanda comparten un criterio común y esto es que nadie pretende volver a los sistemas sin raleo. La razón es porque la ausencia de raleo da origen a rodales enfermizos expuestos a grandes ataques de plagas y enfermedades y madera de baja calidad no deseada en el mercado.

5.4.2 Fertilización

En muchos países el uso de fertilización es una práctica muy común. Sin embargo, los abonos son caros y en muchos países tropicales estos fertilizantes se tienen que importar. Estos costos en comparación con la inseguridad de los resultados, probablemente va a limitar el uso a una escala grande en plantaciones forestales en países en vías de desarrollo. A propósito el uso de abonos en general se aplican en casos cuando se saben exactamente las deficiencias de nutrientes (Evans, 1990).

En la información que existe sobre la aplicación de fertilizante a las plantaciones forestales en Ecuador hay una contradicción. Según Galloway (1987) existen resultados extraordinarios y refiere algunos estudios, entre ellos un estudio en Colombia en que *Eucalyptus grandis* aumentó 500% después de aplicar cuatro años NPK (10-30-10). También Ballard (1971), Craig *et al.* (1972) y Tollenaar (1968) denuncian un mejoramiento de crecimiento después de aplicar fertilizante. En Colombia, en plantaciones de *Pinus patula* se recomiendan, independientemente del análisis del suelos, aplicar 50 a 70 gramos de NPK y 10 gramos de bórax al 68% por árbol. En el estudio de Trines y Dam, (1994), en que se tomaron 87 muestreos de suelos en plantaciones existentes, la mayoría de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, concluyeron que para el uso de fertilizante hay que ser muy prudente. Los suelos en la Sierra de Ecuador son en la mayoría andosols que se caracterizan por una estructura muy compleja y que hace la predicción de los efectos de un fertilizante bastante delicada. Por ejemplo fertilizar con cal para subir el pH y prevenir la intoxicación de aluminio puede al

mismo tiempo causar efectos indeseables a través de disturbar el balance de nutrientes. Cuando todavía parece deseable aplicar nutrientes adicionales, el fertilizante tiene que abono ser compuesto, puesto que este mejora la estructura del suelo y en general la combinación de todos los nutrientes necesarios (Trines y Dam, 1994).

En Azuay, Loján (1996a) llevó a cabo ensayos de fertilización aplicando 50 g de 18-46-0 al momento de planta, en plantas ya prendidas menores de un año y en plantas de un año. Los mejores resultados se obtuvieron en suelos franco arenosos y arcillo arenosos, aplicando el fertilizante al fondo del hoyo, mezclándolo y plantando después. Al cabo de un año obtuvo mayores crecimientos de altura frente a los testigos: en eucalipto 35 a 56%, en pino pátula 46%, en acacia melanoxilon 58%, en el guavisay 46% y en cedro 80%. En otras especies y en otros suelos las ganancias fueron menores. El costo del fertilizante equivalía al 17 % del precio de la planta.

5.4.3 *Micorriza*

Todas las coníferas necesitan una formación estable de asociación micorriza-raíz para un crecimiento normal. Inoculación de las plantas de semilla al momento de transplantar en el vivero, junto con una porción de suelo de la plantación de la conífera correspondiente muchas veces asegura el éxito de las plantas (Wormald, 1975). Además cuando se inoculan con la micorriza exacta puede contribuir a hacer las plantas más resistentes para condiciones ambientales desfavorables (Smit en Buiting, 1996).

5.4.4 *Uso de la madera*

En Colombia la fábrica de tableros de madera en las empresas pape-leras, las coníferas y en especial los pinos juegan un papel primordial. Donde las especies nativas se caracterizan por producir madera de fibras cortas, la madera de las coníferas, de fibra larga, es un complemento indis-

pensable para la fábrica de papeles de alta resistencia. Hasta ahora el cultivo de pino ha estado orientado a la obtención de pulpa. Sin embargo, lo más recomendable para garantizar una rentabilidad atractiva para plantaciones de coníferas es darle un uso integral a la madera, entendiéndose como tal el aprovechamiento de las entresacas para pulpa y la explotación de los árboles maduros para aserrío o como madera redonda (CONIF, 1995). No solamente el pino se usa para pulpa también el ciprés está aumentando en importancia para papel y madera laminada (Lamprecht, 1989).

5.4.5 *Producción de hongos*

En algunas plantaciones de pinos en partes en la Sierra de Ecuador, los hongos son un producto no-maderable importante. El hongo que se colecta es el sombrero de ectomicorriza *Boletus luteus*. Su tamaño promedio es 12 cm y es de color café oscuro. Los hongos aparecen a los 3 años de ser plantado el bosque. Después de una lluvia generalmente se encuentran hasta 50 hongos debajo de un solo árbol. Este producto no-maderable de las plantaciones es una nueva fuente de trabajo y ayuda al aumento de los ingresos económicos de los campesinos. Hay posibilidades para extender la producción y además los ingresos pero se tienen que mejorar la presentación del producto, la sanidad y la calidad (IIRR, 1996).

5.5 **Características forestales de especies nativas**

5.5.1 *El potencial de especies nativas*

En un país relativamente pequeño como el Ecuador, se estima que tiene cerca de 2000 diferentes especies nativas de árboles. Muy pocos de estos han sido objeto de una completa investigación respecto a su potencial para la reforestación (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992). Ahora la vegetación natural de la Sierra fue relegada a pequeños espacios inhóspitos y poco accesibles: menos del 3% de la superficie de la Sierra se encuentran todavía con masas boscosas naturales. Con el mismo ritmo que disminuyen los últimos vestigios de vegetación natural, desaparecen los conocimientos

tradicionales campesinos sobre numerosas especies nativas en peligro de extinción (CESA, 1991).

Para establecer plantaciones con especies nativas a grandes alturas y bajo duras condiciones ambientales se tendrá como propósito principal el restablecimiento de la cubierta vegetal en laderas degradadas iniciando así el proceso de recuperación de tierras marginales y abandonadas, y deteniendo el rápido y continuo proceso erosivo. Con el tiempo, tales plantaciones de recuperación, si son manejadas cuidadosamente, podrían cubrir parte de los requerimientos locales de biomasa para energía (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992). La creciente necesidad de protección de las partes mas altas de áreas de captación de agua de importantes sistemas fluviales, demande planes extensos de restablecimiento en todas las partes de la meseta andina. Especies nativas adaptadas a las condiciones locales de clima y terreno tienen ventajas sobre especies introducidas y en muchos casos son la única alternativa. Así se les debe dar una alta prioridad en estos proyectos energéticos (Brandbyge y Holm Nielsen, 1992).

Trines y Dam (1994) recomiendan incluir las siguientes especies nativas en programas de mejoramiento genético en el programa de Inefan-Profafor-DFC:

<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal
<i>Buddleja incana</i>	Quishuar
<i>Oreopanax spp.</i>	Pumamaqui
<i>Cedrela montana</i>	Cedro andino
<i>Podocarpus spp.</i>	Romerillo, Guavisay
<i>Eugenia sp.</i>	Arrayán
<i>Polylepis spp.</i>	Quinual, Yagual
<i>Fraxinus americanus</i>	Fresno
<i>Schinus molle</i>	Molle

En base de estudio y las recomendaciones de Trines y Dam, Van Winkel (1995) hizo un estudio para las posibilidades de especies nativas en

plantaciones y llega a la conclusión que las especies prometedoras son; *Alnus acuminata*, *Buddleja spp*, *Podocarpus spp.*, *Hedyosmum sp.* y *Weimannia fagaroides*.

CESA hizo ensayos en dieciséis diferentes sitios que varían dentro 3410-4160 m.s.n.m. en los años 1987 y 1988 con diecinueve diferentes especies nativas:

<i>Polylepis incana</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Hesperomeles sp.</i>
<i>Polylepis reticulata</i>	<i>Podocarpus sprucei</i>	<i>Escallonia</i>
<i>Buddleja incana</i>	<i>Oreopanax sp</i>	<i>myrtilloides</i>
<i>Buddleja coriacea</i>	<i>Populus sp</i>	<i>Eugenia sp.</i>
<i>Gynoxys sp.</i>	<i>Vervesina sp</i>	<i>Cederela sp</i>
<i>Rapanea</i>	<i>Chaquiragua</i>	<i>Aegiphyla</i>
<i>dependens</i>	<i>lancifolia</i>	<i>ferruginea</i>
<i>Prunus serotina</i>	<i>Loricaria thujoides</i>	

Las conclusiones de este estudio fueron que las 6 especies; *Polylepis incana* y *reticulata*, *Buddleja incana* y *coriacea*, *Gynoxys sp* y *Prunus serotina*, son las especies principales para reforestación por su crecimiento y porque tienen una repartición en la mayoría de los pisos latitudinales (CESA, 1991). También este estudio da recomendaciones para reforestación con estas seis especies. Aquí se da una descripción de las seis especies nativas y también de *Alnus acuminata* y de *Podocarpus sprucei*. Esta información está complementada con información que existe en estudios del Perú (Reynel y León, 1990 y Pretell Chiclote *et al.*, 1985), en el estudio de Van Winkel (1995), de CESA (1989, 1991 y 1993), Spier y Biederbick (1980), Añazco (1996), Galloway (1987), Balslev y Luteyn (1992), Loján (1992) y Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994).

5.5.2 *Polylepis sp.*

El género *Polylepis* es uno de los pocos árboles de la Sierra que crecen en las partes altas, se encuentran la especie en los Andes Central y Sur del

Perú hasta Bolivia. En Ecuador se encuentran seis diferentes especies. Aquí se da una descripción de *P. incana* y *P. reticulata* que fueron probadas en los ensayos de CESA, pero se hace constar que en el Perú se ha trabajado mucho con *P. racemosa*. Las especies de *Polylepis* requieren un manejo similar, aparte de sus distintos requisitos ecológicos.

Requisitos ecológicos de Polylepis incana:

El *P. incana* se desarrolla bien en muchos pisos altitudinales, en Ecuador se encuentra entre 3.400-4200 m.s.n.m. La especie crece en zonas con una temperatura promedio anual de 3-12°C. Soporta las condiciones más extremas de frío y altitud. Resiste las heladas frecuentes. Los requerimientos de aguas son bajas y la especie crece en suelos pobres, de textura y naturaleza variable. Además tolera la pedregosidad.

La especie da buenos resultados en sistemas agroforestales sin afectar a los cultivos aledaños, particularmente en zonas de altitud elevada y fríos intensos. En este tipo de lugares los cercos vivos protegen contra las heladas.

Requisitos ecológicos de Polylepis reticulata:

La especie se desarrolla bien en los pisos altitudinales de 3500-4100 m.s.n.m., su crecimiento es muy lento. La especie crece en forma arbustiva y se presta para plantaciones mixtas en sistemas agroforestales. Lo más recomendado es integrar la especie en plantaciones mixtas.

Propagación

Aunque normalmente este género se propaga (vía asexual) en fundas, también se puede hacer directamente en el campo con estacas de uno a 1.5 cm de diámetro y de 20 a 30 cm de largo. Ello se realiza al comienzo de la estación de lluvias, siendo importante no demorar la “siembra” de las estacas después su recolección. Para propagar este género en el vivero se ha-

ce lo siguiente: Se recolectan esquejes (ramitas pequeñas) que salen de las ramas principales. Se escogen los esquejes que en su base presentan raíces adventicias o “chupones”, las cuales aparecen como pequeñas protuberancias debajo de la corteza. Los chupones se forman poco después del inicio de las lluvias por lo que hay que recolectar los esquejes durante esta época. Los chupones son más comunes en árboles aislados en suelos buenos siendo muy escasos en bosques cerrados. Con buen material se consigue un prendimiento de aproximadamente 90% en el vivero. Otra forma para la producción masiva de esta especie se hace principalmente por la recolección de plántulas de bosques naturales. Duración de producción 12-18 meses. En zonas con frecuentes heladas se recomienda plantar plantas robustas bien lignificadas, de una altura superior a los 25 cm. Con la funda grande (8x12 pulgadas) se lograron los mejores resultados. Desventaja: se necesita una cantidad mayor de sustrato, es pesado y ocupa mucho espacio en el transporte. La propagación por semilla no es una práctica común porque la semilla tiene una capacidad germinativa baja; entre 2-4%. Cuando se quiere propagar por semilla se dan las recomendaciones de siembra con una densidad de 50 gr./m², tapando ligeramente con un sustrato fino y con una capa de paja. Después es necesario mantener el sustrato húmedo. Ensayos preliminares demuestran que un remojo en agua fría unas 72 horas antes de siembra da mejores resultados. El repique se hace alrededor de tres meses después de almacenar, cuando las plántulas tienen 4-5 cm y dos pares de hojas y su raíz principal unos 6 cm de largo y varias raíces secundarias. Por tener raíces muy delicadas, el *Polylepis* no tolera que se le plante a raíz desnuda.

Forma de plantar

Dentro los ensayos de CESA con *Polylepis incana* y *reticulata* se iniciaron después 1988 una nueva prueba de drenaje y montículo hasta 1991 en forma de plantación en tres diferentes sitios. Después de dos años de iniciar la prueba se concluyó que las plantas con drenaje o montículo se desarrollan mejor y están mas vigorosas. Además tienen una altura mejor que las plantaciones de 1987 y 1988. En la comparación entre drenaje y montículo, el drenaje tiene resultados mejores acerca del crecimiento en altura.

Usos

La madera de *Polylepis* es dura, pesada y de color rojizo. Debido a su alta densidad la madera es muy apreciada como leña. Además se usa en la fabricación de instrumentos de labranza, en artesanías como cucharones, cucharas, platos, y juguetería. También en la construcción de viviendas rústicas. En Perú la madera es muy usada para postes de cercos, parantes de chozas y galerías de minas. Las hojas y ramas de *Polylepis* se usan para medicinas, tintes de color y taninos.

5.5.3 *Buddleja incana*

En Ecuador se han identificado 13 especies de *Buddleja*. Aquí se dan solamente una descripción de *B. incana* y *B. coriacea*. *B. incana* rebrota con facilidad y *B. coriacea* soporta mejor las condiciones extremas de las alturas andinas.

Requisitos ecológicos

La especie debe plantarse bajo los 3700 m.s.n.m. En altitudes mas altas sufre mucho de las heladas y por consecuencia tiene un crecimiento muy lento. Retoña después de las heladas desde la base, provocando a veces un crecimiento negativo. Además los porcentajes de sobrevivencia disminuyen fuertemente sobre los 3700 m.s.n.m. La especie es observada en zonas con una temperatura promedio anual de 9-17°C y prefiere suelos ligeramente alcalinos a neutros y con texturas francas a franco arenosas; sin embargo, es una especie plástica y adaptable. Tolera la alta pedregosidad; sus requerimientos de humedad son moderados.

Propagación

La producción de las plantas se hace por medio de semillas sin mayor problema. La semilla se siembra en un semillero que contenga bastante materia orgánica, apretando luego contra el mismo con una regla de ma-

dera. Su germinación normalmente ocurre a las dos semanas. A menudo hay mucha mortandad en el semillero después de la germinación. El género también se propaga por estacas en sustrato suelto. Las plantas se repican cuando tienen cinco cm. Son aptas para ser plantadas cuando alcanzan de 25 a 35 cm de altura. Ensayos demuestran que las semillas permanecen viables hasta 1 año después de la recolección.

Pruebas con estacas de 2 años con 6-8 yemas resultaron en una sobrevivencia de 5% a los seis meses. Trabajos realizados con estacas de 1 año tampoco dieron resultado, siendo una limitante la falta de lignificación del tallo. Plántulas recolectadas en el bosque como producto de la regeneración natural de 3-5 cm resiste al repique y dan buen resultado.

Usos

La madera es utilizada para la construcción de casas, cabos de herramientas, corral de borregos, camas, timón de arado, manceras, yugos, telares, estacas y leña. Las hojas sirven para forraje de animales principalmente para ovejas. También se usan las hojas para medicinas.

Enfermedades

La especie es muy útil en sistemas agroforestales, para conservar el suelo y mantener la humedad y la fertilización del suelo. Sin embargo, en sistemas agroforestales es recomendable plantar la especie alternando con otras especies nativas. Se observó que un insecto defoliador podría afectar fuertemente la especie y puede causar la muerte de la planta.

5.5.4 Buddleja coriacea:

Requisitos ecológicos

Esta especie es procedente del Perú, donde crece desde 3400-4500 m.s.n.m., pero en altitudes superiores de 3700 m.s.n.m. crece todavía pero

se desarrolla muy lentamente. Se encuentran esta especie en áreas de crudo frío y heladas con una temperatura promedio de 3-10°C. Además está acostumbrada a un bajo porcentaje de humedad del aire. El Quishuar peruano o Colle prefiere los suelos francos o francos-arenosos y con buena profundidad; sin embargo es una especie plástica. Se adapta bien en suelos con pedregosidad media y tolera bien las sequías.

Propagación

La producción de plantas por medio de semillas es fácil y tiene un alto porcentaje de germinación. Pero la especie se reproduce mas rápido por esquejes. Se recomienda 1.5 gr semilla/m² que produce aprox. 2000 plántulas. Para dar buen soporte a las plántulas conviene recubrir el almácigo con una capa de tierra negra-arena (1:1) y para evitar que las plántulas sean afectadas por el frío, se debe cubrir la superficie con paja e ir raleando lentamente.

Igual que *B. incana* se puede propagar el Colle bien de manera asexual. Por acodos el factible y da un gran nivel de prendimiento. También los esquejes dan un prendimiento hasta 90-95% en substratos de turba-tierra agrícola-arena (3:2:1).

Usos

El Colle provee madera de excelente calidad, la cual es utilizada en construcción (vigas, puertas, ventanas, dinteles), en la elaboración de herramientas agrícolas (yuntas, arados, taclas) así como en artesanía y utilería. Es resistente a la podredumbre aún cuando está inmersa en agua, por lo que se aprecia para la elaboración de compuertas y partes de los canales de regadío. La leña y carbón obtenibles son asimismo de excelente calidad. Las flores, en infusión, desprenden un tinte de color amarillo, empleado en textilería. Además la especie es apreciada como ornamental pues florece durante gran parte del año.

5.5.5 *Gynoxys* sp.

Cerca de 20 especies de este género se puede encontrar en los páramos, dentro las cien especies que se encuentran desde Centroamérica hasta Perú, pero la determinación específica plantea dificultades. Por su especial resistencia a bajas temperaturas, fuertes vientos, y al fuego. Es un árbol/arbusto indispensable para reforestar tierras altas y frías. La mayoría de los ensayos fueron hechos con *G. acostae*.

Requisitos ecológicos

En la naturaleza en Ecuador se encuentran la especie hasta 4400 m.s.n.m. La especie crece con una temperatura promedio anual dentro 3–10°C y en zonas donde hay ocurrencia de heladas. De acuerdo a lo observado, la especie no es exigente en cuanto a suelos y crece como pionera en suelos pobres y degradados. Además la especie tolera la sequía estacional y bajos niveles de humedad.

Propagación general

En Ecuador se hicieron algunas pruebas con propagación por semillas. En platos de Petri la germinación de semillas da resultados de 14% empezando la germinación a partir de 24 días terminando a los 36 días. Un ensayo con siembra directa en maceta no dio ningún resultado. Con esta especie la procedencia de las semillas parece muy importante para el éxito de la plantación. Por estolones se puede propagar el *Gynoxys* fácilmente. Estolones pequeños hasta 15 cm dan los mejores resultados. En un vivero en Tamboloma, Ecuador se tuvo un prendimiento de 95% y una supervivencia a los seis meses de la misma magnitud. También se produce la especie a través de recolectar plantulas en el bosque de 3-15 cm, resisten muy bien al repique.

Gynoxys tiene en general un crecimiento lento, al igual la producción de plantas y por eso se demora hasta 18 meses en el vivero.

Forma de plantar

Se recomienda hacer plantaciones mixtas con una distancia de 3 * 3m.

Usos

Provee de excelente madera con gran dureza, resistencia y alto poder calorífico cuando se le usa como leña y carbón. Las hojas sirven para de alimento de ovejas y cabras.

5.5.6 *Prunus serotina*

Requisitos ecológicos

La planta originaria de Centroamérica, ahora está propagada en toda la zona Andina y extensamente en el Perú. En Ecuador se encuentra naturalmente desde los 2800 a 3300 m.s.n.m., en zonas con una temperatura promedio anual de 8-17°C. No se observa en zonas heladas. Es una especie plástica, aunque crece mejor en suelos profundos, sueltos, con pedregosidad baja y buen nivel de humedad.

Propagación

La producción de las plantas es fácil por medio de semillas y la práctica común. Se limpia la semilla y la siembra se hace dentro de un máximo de ocho días después de que se le ha quitado la parte comestible o mesocarpo carnosos. En esta forma se logra una germinación hasta 80%. Se recomiendan sembrar las semillas directamente en bolsas y poner dos semillas en cada bolsa. La germinación se inicia a los 15-20 días y puede tardar hasta 50 días. Los plántones están listos para ser plantados cuando alcanzan 25-30 cm de altura y están bien lignificados, lo que en general toma unos ocho meses.

El *Prunus* tiene una buena regeneración natural. En Perú se realizó una siembra directa en terrenos a 2800 m.s.n.m., lográndose una germinación de aproximadamente 70%.

Usos

La madera es de buena calidad y tiene gran duración, se usan para construcción de arado, yugos, manceras, cabos de herramientas y leña. Además los ritmos de crecimiento son bastante rápidos, reportándose árboles de 2 m de altura y 5 cm de diámetro crecidos en el lapso de 2 años. Los frutos son comestibles y muy apreciados por los campesinos, también se usan para hacer vinos. Las hojas son buenas para el alimento del ganado.

5.5.7 *Alnus acuminata*:

El Aliso (*Alnus jorrulensis* o *acuminata*) no se recomiendan en el estudio de CESA (1991) como especie prometedora porque la especie no tolera fuertes heladas o cambios bruscos de temperatura. Además en formaciones naturales tampoco se encuentra el Aliso sobre los 3450 m.s.n.m. Pero sin embargo, según Trines y Dam (1994) el Aliso sirve muy bien para el objetivo de fijar CO₂ porque produce madera durable con una calidad razonable o buena. Y también ya existe un mercado para esta especie que se usa para muebles, parquet y además hay una exportación a Colombia.

El Aliso es reconocido en el país por los campesinos como “blanco” o “rojo”. La diferencia entre Aliso rojo y el blanco es la coloración de la madera, además tiene diferencias en las características de ritmo de crecimiento, color de la madera, color de las hojas, vellosidades en el ápice, forma de copa, altura, presencia o no de raíces prerformadas y capacidad o no de rebrotar. Sin embargo, en la literatura consultada no se encuentra una diferencia en la determinación taxonómica.

Requisitos ecológicos

En Ecuador crece desde 1200 hasta 3450 m.s.n.m. aunque en Perú se reportan la presencia de Aliso hasta 3800 m.s.n.m. Se ha observado la especie en zonas con una temperatura promedio anual de 7-20°C. Aliso suele crecer con facilidad y modo espontáneo en suelos de textura arenosa, a veces pedregosos y a menudo en las cercanías de las fuentes de agua; sin embargo es sumamente plástica y adaptable a diversos tipos de suelos y condiciones de humedad.

Propagación general

Se recolectan los frutos cuando todavía están verdes y apenas cambiando de color a marrón. Las aletas de las semillas dentro de los frutos deben tener un color café, y los embriones deben presentar un color blanco. Nunca se deben exponer los frutos a pleno sol para su secado. La media sombra es ideal para este proceso; la semilla cae de los frutos en unos 5 a 8 días. La semilla se debe sembrar sin demora después de su extracción y se recomienda sembrar de 15-20 g semilla/m². Si se guarda la semilla en un cuarto frío (aproximadamente 4°C) mantiene su poder germinativo por mucho tiempo. Es conveniente incorporar turba en el sustrato de los semilleros. La arena pura o un sustrato con alto contenido de ella, se seca rápidamente después del riego. Se debe cubrir la semilla superficialmente (lo mínimo posible) para fijarla mejor al semillero y procurar un mayor contacto entre ella y el sustrato, lo cual favorece la absorción y retención de agua. Cuando se inicia la germinación la radícula de los pequeños “germinantes” de aliso es muy sensible a la desecación. Si en este estado delicado la semilla se seca excesivamente, la germinación será baja. Por esta razón es necesario regar casi todos los días. Después de la germinación hay que mantener los semilleros húmedos, pero evitando un exceso de humedad que pueda favorecer la proliferación de “damping”. Es recomendable ir exponiendo las plántulas al sol paulatinamente. El repique se puede efectuar cuando las plántulas alcanzan de 4 a 6 cm. Las plantas están listas para el campo definitivo cuando alcanzan de 25 a 35 cm. Es importante plantar-

las en plena época de lluvia o bajo riego. Una vez prendidas son bastante resistentes y se puede hacer la plantación a raíz desnuda.

También se puede propagar el aliso blanco por estacas que tienen un prendimiento de 50-70%. Se toman estacas de 15-20 cm con un diámetro de aprox. 1 cm que se plantan directamente en las bolsas. Otra manera es propagar esta especie mediante estacas de raíz en platabandas. Cuando el tallo alcanza unos 30 cm se le corta a 10 cm del cuello de la raíz o un poco más, y se podan los raíces hasta 20 cm. Comparativamente con otros tipos de plántones estos son más resistentes a la sequía.

Forma de plantar

En plantaciones con fines de conservación de cuencas hidrográficas o de producción de madera, se recomienda un espaciamiento de 3 x 3m. En linderos o cortinas rompevientos se puede plantar a dos metros de distancia. *En plantación silvopastoril se planta de 6x6 hasta 10x10m.*

Usos

Como se mencionó, el aliso provee madera de buena calidad y dimensiones adecuadas para construcción, ebanistería y utilería. La misma ha sido investigada como fuente para la obtención de celulosa y pulpa para papel, revelando una alta calidad en este aspecto. La leña y el carbón tienen buen poder calorífico. La corteza posee taninos en proporción adecuada para la curtiembre del cuero y las hojas preparadas en infusión desprenden un tinte color amarillo a verde. También se reportan algunos usos medicinales.

5.5.8 *Podocarpus sprucei*

En el Ecuador existen unas 4 especies de este género, incluyendo el *Prumnopitys montana*, el único género de conífera nativo en el país, y todas se hallan en peligro de extinción. Según Van Winkel el género es apto

para las plantaciones porque pueden crecer en áreas abiertas, tiene una forma recta y alta y alcanzan un tamaño grande. Además la madera de esta especie es muy buena y bastante apreciada. *P. sprucei* parece la más prometedora.

Requisitos ecológicos

El *P. sprucei* crece en Ecuador y Perú desde 2400 hasta las 3900 m.s.n.m. y en zonas donde la precipitación promedio anual es mayor de 1000 mm.

Propagación

La propagación sexual es difícil porque son árboles dioicos, la semilla solo es fértil cuando están cerca los progenitores. Ensayos hechos por CESA (1989) con propagación por semillas no han dado ningún resultado a los seis meses de seguimiento. Además el 80% de la semilla recolectado fue atacada por una larva. Tampoco con estacas dieron buenos resultados y se obtuvo solamente una brotación de 2%.

Propagación por plántulas recolectadas en el bosque fue satisfactorio en los ensayos de CESA. Con plántulas de 3-5 cm el prendimiento es de 85% y la sobrevivencia a los seis meses es de 65%; siendo necesario tener las plantas en el invernadero por un lapso de 2 meses.

Usos

La madera de *Podocarpus* es muy apreciada para construcciones y muebles pero también para leña.

5.5.9 Producción de plantas de especies nativas

En los proyectos iniciales de forestación se producían plantas pequeñas para llevarlas al lugar definitivo (15-25 cm de altura). Según CESA

(1991) la experiencia ha demostrado que este tamaño de plantas ha dado una mejor sobrevivencia frente a los métodos de producción conocidos. Esta regla no funciona para zonas con condiciones ambientales extremas, tampoco para sistemas agroforestales. Plantas pequeñas y débiles por las heladas, granizadas, sequías, etc. pierden sus hojas y no tienen suficiente fuerza para rebrotar. Al contrario, las plantas mas grandes y robustas logran rebrotar mejor en caso de daños. En sistemas agroforestales las plantas agrícolas corren el peligro de ser incorporadas al trabajar el suelo; en cambio, al ser grandes, son mas apreciadas y protegidas.

Se ha logrado determinar que en la zona alta con condiciones ambientales extremas, la parte foliar de una planta crece lentamente, mientras que el sistema radical se caracteriza por un rápido desarrollo. Durante un año en el vivero la planta produce un sistema radical abundante, compuesto de unas pocas raíces muy largas que forman una especie de tejido o colchón en la base de la funda, mientras que en su interior existen pocas raíces secundarias. Para superar estos problemas se han introducido métodos de poda de raíces repetitiva o permanente durante el período de producción de las plantas (CESA, 1991).

Brandbyge (1992) acentúa que se tiene que implementar un programa de colección de semillas de especies nativas en una escala grande para asegurar material con una variación genética óptima para investigación en el futuro. Un programa como este se pueden ejecutar dentro de algunos países en zonas andinas.

5.6 Agroforestería

5.6.1 General

Agroforestería es la combinación de arboles, ya sea con cultivos, ganadería o con los dos a la vez, a fin de tener un sistema de producción estable que beneficie a la población. La combinación puede ser simultánea o secuencial en el tiempo o en el espacio (Budowski, 1979 en Augusto Ota-

rola, 1987). Además las prácticas agroforestales, son prácticas que armonizan con el medio ambiente y tienen el objetivo de llegar a un uso de tierra sostenible. A base de componentes de un sistema de agroforestería podemos distinguir cuatro tipos de sistemas que son los siguientes (Nair, 1985):

1. Sistemas agrosilviculturales, son cultivos en combinación con árboles y/o arbustos.
2. Sistemas silvopastoriles, son pastos y animales en combinación con árboles y/o arbustos.
3. Sistemas agrosilvopastoriles, son cultivos, pastos y animales con árboles y/o arbustos.
4. Otros sistemas, como por ejemplo acuacultura en áreas de manglares.

5.6.2 *Agroforestería en las Sierras Ecuatorianas*

Desde 1986 hubo un cambio básico en el enfoque de los proyectos de reforestación en la Sierra del Ecuador. En vez de promocionar la reforestación masiva bajo modalidades de contratos bipartitos y con fines industriales como antes, se ha promocionado la reforestación con minifundistas, como parte integral de la conservación del suelo y mejoramiento de la producción agrícola. La razón de este enfoque es de utilizar el árbol para ayudar al minifundista que vive en laderas y que afronta problemas tales como la erosión del suelo, los daños al cultivo por el viento y heladas, y la escasez de productos forestales (Carlson y Añazco, 1990).

La agroforestería es un término relativamente nuevo para una práctica antigua (Carlson y Ronceros, 1987). Los indígenas practicaban sus sistemas tradicionales de agroforestería desde milenios sin perjuicio aparente del ecosistema (Barton, 1994). Sin embargo en algunas zonas, y debido principalmente a la presión sobre las tierras agrícolas y a la escasez de leña, los árboles han ido desapareciendo hasta perderse casi por completo la tradición de su cultivo (Bermejo y Pasetti, 1985). Ejemplos de prácticas agroforestales tradicionales en los valles interandinos son las cercas vivas, en los bordes de las charcas, los árboles o arbustos plantados en los bordes de los andenes antiguos, etc. en formaciones naturales. Lastimósamente,

muchas de estas experiencias tradicionales no están documentadas de una manera que puedan ser ampliamente diseminadas (IIRR, 1996). El IIRR (Instituto Internacional de Reconstrucción Rural) hizo un manual con prácticas tradicionales y prácticas modificadas adaptados a la realidad contemporánea que existen en los Andes Ecuatorianos pero desafortunadamente no existe un estudio profundo sobre las prácticas tradicionales agroforestales de las comunidades que existen en la Sierra. Las prácticas que hasta ahora se introducen y aplican mas en la Sierra pueden ser consideradas como variantes de estos seis tipos de prácticas:

1. fajas o barreras vivas de árboles y arbustos en contorno
2. cortinas rompevientos
3. árboles en linderos o cercas vivas
4. plantaciones silvopastoriles
5. pequeños bosquetes en la propiedad agrícola
6. frutales dentro de cultivos y huertas caseras

Sin embargo, hay mas prácticas pero estos son los más difundidos (Carlson y Añazco, 1990).

En sistemas agroforestales se buscan especies que en general tengan un uso múltiple, como por ejemplo árboles que den madera para construcción, para leña y/o para postes, que fijen nitrógeno al suelo, con frutas comestibles y hojas que puedan ser usadas como forraje. En general las especies más apreciadas en la Sierra de Ecuador son las exóticas el Pino (*Pinus patula y radiata*), el Ciprés (*Cupressus macrocarpa y lusitanica*) y el Eucalipto (*Eucalyptus globulus y saligna*). Estas especies tienen la ventaja de un crecimiento rápido, el rendimiento es relativamente alto y tiene una forma de tronco recta (CESA, 1991). En prácticas agroforestales estas especies sirven para la madera que se usan para construcción, para postes y leña, también los árboles sirven muy bien para cercas y cortinas rompevientos. Además el Eucalipto tiene buenas propiedades medicinales. Pero también se presentan problemas, el Eucalipto extrae abundante humedad del suelo, lo seca y compite fuertemente con los cultivos aledaños, reduciendo drásticamente las cosechas, especialmente en suelos arenosos. Otra

limitante es que las especies exóticas (en especial Eucalipto y Ciprés) no se desarrollan bien sobre los 3.500-3.700 m.s.n.m. (CESA, 1991). Para cumplir el objetivo de sistemas agroforestales que tienen que dar un beneficio a la población y llegar a una sistema estable y sostenible otras especies, como algunas especies nativas pueden ser favorables porque están mejor adaptadas a las condiciones de la Sierra. También las especies exóticas como *Acacia mearnsii* y *melanoxylon*, aunque crecen más lento que Pino y Eucalipto, son favorables en sistemas agroforestales porque fijan nitrógeno al suelo y las hojas sirven como forraje (Carlson y Vieira, 1992).

El Aliso (*Alnus acuminata*) y el Quishar (*Buddleja incana*) son dos ejemplos de especies nativas valiosas, por su contribución en leña, madera, materia prima para tintes, medicina natural, y por su aporte a la materia orgánica con caída de hojas, fijación de nitrógeno al suelo, y por su protección de cultivos y de cuencas y microcuencas (Añazco, 1996). El Aliso es una de las especies nativas más promocionada por los proyectos agroforestales en la Sierra, y una de las que mayor aceptación tiene por los campesinos (Añazco, 1996). Otras especies que se usan dentro sistemas agroforestales en las partes altas de la Sierra son (Pretell Chiclote, 1985):

Polylepis incana, racemosa, sericea, en cortinas rompevientos, en cercas vivas y en sistemas silvopastoriles;

Buddleja spp (Augusto, 1987) en sistemas silvopastoriles, en bosquetes y en laderas;

Prunus serotina var capuli en huertos familiares;

Schinus molle, en cortinas rompevientos y en huertos familiares;

Escalonia spp. en cortinas rompevientos y en los bordes de andenes donde existen cultivos agrícolas; y,

Erythrina edulis, poeppigiana en cercos vivos.

5.6.3 Sistemas silvopastoriles

Dentro las prácticas agroforestales se quieren tomar en consideración, especialmente aquí, los sistemas silvopastoriles porque la práctica tiene elevado potencial, puesto que en los Andes las áreas aptas para refores-

tar son extensas. Además porque gran parte de las plantaciones existentes y de las que se generen en el futuro pueden ser manejadas bajo el sistema silvopastoril. De esta manera sus propietarios obtendrán beneficios derivados de los animales que se crían, productos leñosos de los árboles y bosques, y contribuirán a la conservación del entorno (DFC, 1995).

En Nueva Zelanda, Australia y Chile aplican exitosamente el pastoreo en plantaciones de *P. radiata*. Con un manejo adecuado se ha podido sostener la ganadería y a la vez lograr una producción importante de madera de calidad. En todos los sitios donde se ha practicando el pastoreo controlando dentro de las plantaciones, la clave del éxito es la realización oportuna de raleos y podas para permitir un buen desarrollo de los pastizales (Galloway, 1987). Pero las limitaciones en la Sierra radican en los costos de instalación de las plantaciones y de los tratamientos silviculturales, y el poco conocimiento que técnicos y campesinos tienen del manejo silvopastoril (DFC, 1995). En Chile en sistemas silvopastoriles siembran las franjas a distancias de 3m mientras que los árboles están a 7 m.

No solamente el Pino sirve para sistemas silvopastoriles, algunas especies nativas son en general más aptas para estos sistemas porque no compiten tanto con el pasto. La silvopastoril es la práctica en la que más se ha promocionado la utilización del Aliso, principalmente con el objetivo de fertilizar los pastos (Añazco, 1996). Los arboles sufrieron un ligero retardo en el crecimiento de diámetro, en comparación con los que no son sometidos a pastoreo, pero los terrenos pastando en plantaciones de Aliso aumentaron 33% más de peso que animales pastando en áreas sin Aliso, debido a la protección contra el sol y el viento, y la mejor calidad de pasto (Rojas, 1978 en Pretell Chiclote, et al. 1985). En Colombia se usa una densidad de 800 y 1,000 arboles por hectárea (CONIF, 1996) y en Perú se recomienda un espaciamiento de 10*10 m dentro los árboles de Aliso (Pretell Chiclote, et al. 1985).

En la Sierra animales más características de esta región son el cuy y camélidos. Casi cada familia campesina tiene algunos cuyes en su casa para la alimentación, que también se comercializa (IIRR, 1996). Cuando se

quieren adaptar los sistemas agroforestales a las necesidades de los campesinos se tiene que tomar en cuenta estos componentes del sistema agropecuario. La dieta del cuy debe ser una mezcla de gramíneas y leguminosas. Las plantas para forraje se compone, como la retama, malva, quishrar y achupalla (IIRR, 1996). Pero también se usan ramas secas de Ciprés y Eucalyptos cada tres meses contra los parásitos internos y control de hongos de cuy (Carlson y Vieira, 1992).

Desde 1989 se está ejecutando un programa de recuperación de las tierras del páramo mediante la crianza del camélidos (*Lama paca*). Dentro de este programa el manejo de páramo incluye la siembra de árboles y pastos, lo cual impide que el suelo se erosione y no se pierdan los cultivos de las partes bajas. Dentro los árboles que se sembraron los camélidos prefieren especialmente el quishar como forraje. En 1996 se evaluó este proyecto y se llegó a la conclusión que las ventajas son que se recuperan y mejoran los suelos, pues no existe un sobrepastoreo y se facilita la regeneración del pasto natural (no se da información sobre la capacidad de carga/ha); que incrementa el cultivo de plantas nativas del área del páramo; y finalmente la venta de lana de los camélidos para tejidos y confección de ponchos dentro de la comunidad. (IIRR, 1996).

5.6.4 Organizaciones

En la Sierra de Ecuador hay muchas organizaciones, ONG's tanto como OG's, que están trabajando en el área de agroforestería. La Red Agroforestal Ecuatoriana tiene como objetivo facilitar el intercambio de información técnica y hacer una coordinación interinstitucional adecuada (Carlson y Añazco, 1990). Además al nivel de Latinoamérica existe la Red de cooperación técnica en sistemas agroforestales que está coordinada por el Centro Nacional de Pesquisa de Florestas Colombo, Brasil (CNPQ, 1995).

6. Impactos ecológicos de plantaciones forestales

(Johanna Lips & Robert Hofstede)

6.1 General

En muchos países el establecimiento de plantaciones con especies exóticas ha llegado a ser menos aceptado ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental que éstas causan y en relación a la conservación de la biodiversidad. Por estas razones surge la preocupación por la estabilidad ecológica de las plantaciones. Aunque una de las motivaciones para la forestación es el mejoramiento del medio ambiente a través de la conservación del suelo y la regulación de la hidrología, existen varias publicaciones que afirman un impacto negativo de plantaciones con especies exóticas sobre estos aspectos ambientales.

En muchos países el establecimiento de plantaciones con especies exóticas ha llegado a ser menos aceptado ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental que éstas causan y en cuanto a la conservación de la biodiversidad. Por estas razones surge la preocupación por la estabilidad ecológica de las plantaciones. Aunque una de las motivaciones para la forestación es el mejoramiento del medio ambiente a través de la conservación del suelo y la regulación de la hidrología, existen varias publicaciones que afirman un impacto negativo de plantaciones con especies exóticas sobre estos aspectos ambientales.

A primer vista parece que la implantación de árboles en el páramo, hasta ahora casi únicamente con especies exóticas, favorece la estabilidad

del ecosistema: se crea más biomasa, se aumenta la cobertura vegetal y la entrada de materia orgánica al suelo; desafortunadamente no es tan sencilla. La hipótesis es que en la zona alto-andina hay algunos efectos nocivos de la forestación con especies exóticas, uno de ellos, que durante la implantación se retira parte de la vegetación existente y se disturba el suelo (compactación; Evans, 1992); pero aún más importantes son los efectos durante el crecimiento de la plantación, especialmente especies como el pino consumen demasiado agua, disminuyen el rendimiento hídrico y finalmente secando el suelo, razón por la cual hay mayor descomposición y pérdida de fertilidad. Esta acelerada descomposición no es compensada por la entrada de nueva materia orgánica, ya que la hojarasca de pino es muy uniforme y resistente a microorganismos; así que el suelo bajo plantación de pino será menos orgánico y más seco que un suelo de páramo (Cortés *et al.*, 1990; Hofstede, 1997). Además se espera que las condiciones microclimáticas y edáficas alteradas, causado por la cobertura total por *Pinus*, hace que la vegetación natural del área es casi ausente (Rondón *et al.* 1984, Van der Hammen, 1997).

6.2. Impactos sobre la hidrología

Existen muchos estudios que analizan el efecto de tratamientos silviculturales sobre la hidrología comparando cuencas aledañas con cobertura vegetal distinta (paired catchment studies). En Bosch y Hewlett (1982) se encuentra una revisión de la literatura de este tipo de estudio para cambios en cobertura vegetal en general. Algunos recientes ejemplos para *Pinus radiata* y *P. patula* son: Cornish (1989), Crockford y Richardson (1990a+b+c+d), Dons (1987), Duncan (1995), Fahey y Watson (1991), Rowe *et al.* (1994) y Smith (1987), todos en Australia y Nueva Zelandia; Gilmour *et al.* (1987) en Nepal; Mwendera (1994) en Malawi; Roberts y Harding (1996) en Kenya. Algunos ejemplos dentro América Latina son: en Chile Huber *et al.* (1985, 1990) y en Colombia Tobon (1989).

Estos estudios comparativos revelaron que plantaciones forestales muestran una evapotranspiración mayor y una escorrentía reducida en

comparación con vegetación baja. Bosch y Hewlett (1982) concluyeron de los resultados de 94 estudios de cuencas comparativas, que bosques de *Pinus* y *Eucalyptus* causan en promedio una reducción de 40 mm en escorrentía anual por cada 10% de cambio en cobertura respecto a pastos. La reducción causada por bosques templados de madera dura es menor, 25 mm en promedio. Esta reducción en escorrentía es en gran parte el resultado de la interceptación de los árboles. En áreas relativamente secas hay también el efecto de una transpiración aumentada, por el sistema radical más profundo de los árboles, respecto a los pastos (Calder, 1996). En Malawi, Mwendera (1994) indicó, que no hubieron diferencias significativas en la escorrentía máxima (peak flow) después de forestar una cuenca montana originalmente cubierta por pastos y arbustos nativos con *Pinus* (*P. patula* y *P. kesia*) y *Eucalyptus* (*E. saligna*), pero que si hubo una disminución significativa en la escorrentía mínima (base flow) de la cuenca. La reducción se presentó 10 años después del comienzo de la reforestación y continuó en los 8 años siguientes. Duncan (1995) encontró reducción tanto en la magnitud de los flujos máximos como mínimos como consecuencia de aforestación de cuencas originalmente cubierta por pastos y arbustos nativos con *Pinus radiata* en Nueva Zelandia. En la mayoría de los períodos de 3 meses la reducción de la escorrentía en cuencas con *Pinus* maduro fue entre 50 y 90% de la escorrentía de cuencas en pastos. Resultados similares fueron obtenidos por Smith (1987). Fahey y Watson (1991) observaron reducción de 20% de la escorrentía anual de una cuenca plantada con *Pinus radiata* respecto a una cuenca cubierta con macolla nativa en Nueva Zelandia, comenzando 7 años después de la reforestación. Aquí también se observaron una reducción tanto en el flujo mínimo como en el máximo.

Los cambios en escorrentía de plantaciones respecto a bosques naturales son menos claros (Bruijnzeel, 1990). Diferencias en parámetros estructurales determinan en gran parte las diferencias hidrológicas entre plantaciones y bosques naturales. En un estudio del balance hídrico de una plantación de *Pinus radiata* en Australia Meyers y Talsma (1992) concluyeron que, después de controlar por la magnitud de los aguaceros, el área basal es la más importante característica estructural que determina la in-

tercepción. Un estudio en India en una plantación de *Eucalyptus* reveló incluso que el área basal tenía una mejor correlación con la evaporación que el índice del área foliar (Calder, 1996). Turner y Lamert (1987) llegaron a una estimación de la intercepción en plantaciones de *Pinus radiata*, basado sobre 23 casos, con área basal (G) como mayor determinante: $I (\%) = 8.752 + 0.455 * G$ ($R^2 = 0.6$). Además llegaron a otra relación, incorporando también la precipitación anual (Pt) : $I (\%) = 14.75 + 0.49 * G - 0.0086 * Pt$ ($R^2 = 0.7$, $n = 24$).

Otros aspectos, como el tipo de las hojas (latifoliadas versus coníferas), también son importantes. Existen varios estudios que indican que la intercepción de coníferas generalmente es mayor que la de latifoliadas, por la forma de las agujas y el alto índice del área foliar (Tobon, 1989). El rango de 18-39% de intercepción en plantaciones de *Pinus radiata* mencionado por Meyers y Talsma (1992) y el rango de 19-27 para plantaciones tropicales de Pinos (Calder *et al.*, 1991 en Roberts y Harding 1996) sugieren que en efecto la intercepción de estas plantaciones es mayor que la de bosques montanos tropicales naturales. En un estudio a 1900m aprox. en Colombia, Tobon (1989) encontró que la intercepción anual de una plantación de *Pinus patula* fue mayor que la de un bosque secundario o de una plantación de *Cupressus lusitanica*. Sin embargo, este resultado fue obtenido gracias a la intercepción alta de la plantación de Pino, respecto a los otros dos tipos de cobertura, en períodos muy húmedos, ya que en el resto del año el bosque natural secundario mostró la mayor intercepción.

No se puede hacer generalizaciones sobre el efecto de plantaciones en áreas altas respecto a la magnitud de desbordamientos y sedimentación en áreas bajas ya que estos eventos dependen de muchos más factores que la cobertura vegetal sola (Calder, 1996; Bruijnzeel, 1990).

6.3 Impactos sobre la dinámica de la materia orgánica

El cambio en la calidad del material orgánico muerto, de una vegetación herbácea de los páramos hasta la hojarasca de árboles de una planta-

ción, puede modificar procesos de descomposición y formación del suelo. En Alaska se ha encontrado que la formación de suelos en cenizas recientes bajo un régimen de temperatura crítica condujo a dos distintos caminos de formación de suelos: bajo bosque fueron encontrados podzoles mientras una vegetación de pastos resultó en la formación de andisoles (Shoji *et al.*, 1988). Esa influencia de la vegetación sobre los procesos de formación del suelo en cenizas volcánicas la menciona también Duchaufour (1982). Shoji *et al.* incluso encontraron una degradación del suelo podzólico, que fue atribuida a la invasión de pastos en una vegetación arbórea. En el caso del establecimiento de plantaciones con árboles con una calidad de la hojarasca pobre (como el caso de las coníferas) en áreas anteriormente cubiertas por una vegetación de pastos, se puede esperar lo contrario: degradación de andisoles hacia podzoles. Efectivamente, en las plantaciones de Pinos en Ecuador se han observado micropodzoles (comunicación verbal Sevink).

En las revisiones de la literatura no hay una tendencia clara de los efectos de silvicultura (incluyendo preparación del sitio y manejo por fuegos) sobre la reserva de carbono en el suelo, existen tantos estudios que indican una disminución como los que reportan un aumento (Cannel, 1996).

Generalmente se espera que la descomposición de hojarasca de *Pinus spp.* es lenta, por la pobre calidad (relación C/N alta, altos contenidos de polifenoles) del material. Son, sin embargo, características que también están reportadas para especies de bosques nativos de la alta montaña (véase 3.3.3). Hay muy pocos estudios comparativos de descomposición de plantaciones respecto a vegetación natural a gran altura. Hernández y Murcia (1995) y Arenas (1995), en sus estudios a 3200m en Colombia, encontraron que la descomposición de hojas de *Eucalyptus globulus* fue más rápida que la de especies nativas (68% versus 43% en promedio por año), mientras la descomposición de hojarasca de *Pinus patula* mostró valores semejantes al de especies nativas (entre 40 y 54%). Según Arenas (1995) la rápida descomposición de la hojarasca de *E. globulus* deja el suelo sin capa de hojarasca acumulada, lo que puede dar origen a escorrentía superficial.

Ya que una plantación no es un sistema en equilibrio, generalmente se está acumulando material orgánico en los horizontes orgánicos durante el crecimiento de los árboles. Morris (1995) indica que la lenta descomposición de hojarasca de *Pinus patula* en plantaciones de Swazilandia sobre suelos pobres puede dar lugar a deficiencia en N por la inmovilización de N en el mantillo, en especial en la segunda o tercera rotación.

Hay indicaciones que la descomposición de una especie puede ser influenciada por otra. Por ejemplo, Byars *et al.*, (1996) encontraron que una mezcla de hojas de dos especies resultó en una descomposición más rápida que la de las dos especies separadamente. Esto puede ser una consideración para ensayos con plantaciones mixtas.

6.4 Impactos sobre aspectos físicos y químicos de suelos

Ya en 1975 fueron expresadas críticas, porque en algunas rotaciones con coníferas exóticas en el mismo sitio la fertilidad del suelo bajó. Evidencia disponible de Swazilandia, muestra que esto no pasa en los suelos de allá, en realidad parece que el crecimiento inicial en la segunda rotación en los primeros diez años es mejor que para la primera rotación (Wormald, 1975). Evans (1971, 1973) y Robison (1966, 1977) en Wormald (1975) no pudieron encontrar ninguna evidencia de un cambio físico del suelo bajo un rodal de *Cupressus lusitanica*. Pero si existe algo de evidencia que en un sistema de taungya con maíz, papas y frijol la fertilidad esta deteriorando (Wormald, 1975). En su extenso estudio en las montañas entre 1650 y 2250m en Tanzania, Lundgren (1978) tampoco pudo encontrar diferencias significativas en el contenido de nutrientes de suelos volcánicos recientes bajo plantaciones de primera rotación de *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica*, en comparación con bosques montanos naturales. Los suelos de las plantaciones si mostraron un contenido menor de C y una densidad aparente más alta que los del bosque natural. Suelos pobres (Latosoles) en la misma región bajo plantaciones de *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica* de primera rotación mostraron una imagen muy distinta. Allí hubo una disminución significativa de P y K disponible y de reserva a medida que

aumentó la edad de las plantaciones. El C orgánico y el N bajaron también considerablemente, después de un aumento inicial.

En Colombia León *et al.* (1996) compararon las características de suelos volcánicas bajo pastos con suelos de plantaciones de *Pinus patula* de 15 años de edad y de *Eucalyptus grandis* de 2 y 5 años de edad. No pudieron encontrar diferencias consistentes entre los suelos de las plantaciones y de los pastos, excepto por el pH, que mostró valores más bajos en las plantaciones de *Pinus patula*. Moreno (1987) hizo una comparación entre suelos ándicos bajo cobertura de bosques naturales, de potreros y de plantaciones de *Pinus patula* mayores de 10 años de edad, en el Altiplano de Popayán, a 1700 m. Las plantaciones fueron establecidas en potreros. Las conclusiones más importantes son las siguientes: La macroporosidad y la porosidad total fueron más altas y la densidad aparente más baja en el bosque natural y más baja, resp. más alta en potreros. Las plantaciones mostraron valores intermedios. La infiltración de agua fue más rápida en la plantación y más lenta en los potreros. En los horizontes superficiales la plantación de *Pinus* mostró valores más bajos del pH, CIC efectivo, Mg y K y Al intercambiable. Otras variables no mostraron diferencias significativas. Estos cambios químicos producidos por las plantaciones forestales no se consideraron drásticos, y según el autor pueden compensarse fácilmente mediante el manejo. Cortéz *et al.* (1990) estudiaron el efecto sobre los suelos ándicos a 3000 m en Cundinamarca, Colombia, de la implantación de praderas, coníferas (*Pinus patula* y *Cupressus* sp) y *Eucalyptus viminalis* en comparación con bosque nativo de *Weinmannia*. Las plantaciones (establecidas en potreros) y los potreros provocaron una transformación en la estructura de los suelos, acompañada de un severo agrietamiento, un cambio en el régimen de humedad del suelo (de údico a ústico) y una variación y disminución apreciable de la actividad biológica del suelo. Los efectos son más notables en los suelos de las plantaciones que en las praderas, y entonces no confirman el efecto positivo sobre aspectos físicos de las plantaciones respecto al uso anterior del sitio (i.e. pradera) reportado por Moreno (1987).

En estudios ejecutados sobre toda la Sierra Ecuatoriana, Hofstede (1997) y Coppus (1997) concluyeron que no se puede generalizar el efec-

to de plantaciones de *Pinus*: este efecto depende de la región, el uso anterior de la tierra y el manejo actual de la plantación. Sin embargo, existe la tendencia general que las plantaciones de *Pinus* están relacionadas con sitios de menor materia orgánica, menor humedad y una textura gruesa. Un fenómeno general es que el pH del suelo disminuye bajo plantación. Por las grandes diferencias entre regiones, no se pudo probar estadísticamente este efecto negativo de plantaciones en muchos casos. Comparaciones directas entre parcelas dentro de plantaciones y parcelas inmediatamente fuera de éstas, en el pajonal, demostraron que el efecto de plantaciones sobre el ecosistema es realmente poco, pero casi nunca positivo en cuanto al valor ecológico. Sin embargo, tampoco se han observado indicaciones de deterioración en las plantaciones.

Es importante tomar en cuenta que hay pocas experiencias con segundas rotaciones y menos con terceras o más. Puede ser que algunas conclusiones optimistas no tengan mucho tiempo de observación. Jaramillo y Herrón (1991) mencionan repelencia al agua en plantaciones de pinos en Colombia. Este fenómeno es también reportado por Cortés *et al.* (1990) y observado en plantaciones de Pinos en Ecuador (Sevink, com. pers.). Es atribuido a la exudación de sustancias resinosas por las raíces de los pinos.

6.5 Impactos sobre la vegetación nativa

Los bosques de especies exóticas de rápido crecimiento, principalmente *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata* y *Pinus patula* tienen mucha influencia sobre la vegetación nativa. El ejemplo más directo es *Eucalyptus*, que es una especie alelopática que deja caer una hojarasca con unos fenoles que inhiben el crecimiento de otras especies (Lima, 1990). Quiere decir, que inclusive en los mejores sitios no se desarrolla mucho sotobosque bajo una copa de *Eucalyptus*. Bajo plantaciones de coníferas muchas veces tampoco puede crecer mucho sotobosque. Razones para esto son la falta de luz, más que todo en plantaciones densas sin manejo las copas de los pinos no dejan pasar ni un rayo solar al piso (Rondón *et al.*, 1984; Inefan, com. pers.), y la gran producción de hojarasca que queda casi sin descom-

posición en el piso ahoga la vegetación del sotobosque (Cortés, 1990; Van der Hammen, 1996).

Sin embargo han encontrado en Venezuela, en plantaciones de *Pinus patula* y *radiata* (mal desarrolladas), que la diversidad florística fue aumentada en comparación con el páramo natural. Esto tenía que ver con el hecho de que en el bosque ocurrieron plantas exóticas, pero también algunas especies de bosque andino que no aparecieron en el páramo (Rondón *et al.*, 1984). Esto soporta la hipótesis de que con una plantación, aunque sea de una especie exótica, se crea un microclima de bosque en un páramo y así se puede ayudar la regeneración de bosque nativo. Esto sin embargo depende mucho del estado y el manejo del bosque (PIAF, 1998a; Lima, 1990).

Hofstede (1997) y Coppus *et al.* (1997) encontraron que el efecto de la plantación de *Pinus* sobre la vegetación del sotobosque a veces es positivo (en el caso de un sotobosque leñoso), a veces es negativo (sotobosque ausente) pero en la mayoría no se encontró ninguna diferencia (sotobosque parecido al pajonal). Existió una relación entre la abertura de la copa de *Pinus* y el desarrollo de la copa inferior, pero esto no está relacionado con el manejo actual de la plantación. La probabilidad de regeneración es más grande cuando el uso anterior de la tierra no es intensivo y cuando los elementos del bosque andino ya están presentes en la vegetación actual. Todavía existen muchas diferencias entre las pocas plantaciones y una regeneración considerable de especies leñosas y bosque natural, especialmente por la falta de una gran abundancia de epífitas en plantaciones.

6.6 Impactos durante el corte de plantaciones

En dos publicaciones extensas acerca del efecto de plantaciones forestales sobre ecosistemas, se confirman que el mayor impacto se presenta durante el corte de una plantación. Lima (1990) que hizo una revisión intensiva de los efectos ambientales de plantaciones de Eucalipto sobre una gran variedad de ecosistemas, concluye que generalmente los efectos no

son tan negativos que se piensa: comparado con vegetaciones naturales, las plantaciones de Eucalipto si consume más agua y nutrientes y no conoce mucha biodiversidad, pero comparado con otras especies forestales y más que todo con otros cultivos agrícolas, el efecto negativo del Eucalipto no se ha podido probar. Sin embargo, si la cosecha está hecha a tala rasa, y adicionalmente los deshechos son quemados, el flujo de sedimento se aumenta hasta 10 veces, la pérdida de nutrientes es hasta 60% y la vegetación del sotobosque se desaparece totalmente. Iguales resultados encontró Van Waterloo (1994) para plantaciones de *Pinus caribea* en Fiji. Comparado con praderas, las plantaciones si consumieron más agua y nutrientes, pero en cambio disminuyeron la pérdida de sedimento y aumentaron el sotobosque. Pero en Fiji también se encontraron inmensas pérdidas de agua, sedimento y nutrientes después del corte de la plantación.

Según Lima (1990) se puede evitar mayores problemas asociados con la corte de la plantación si se aplique un manejo adecuado. El sugiere evitar cortar a tala rasa y la quema, siempre dejando el suelo con cubierta. Además tomar mucha distancia entre los caminos de entrada a la plantación y dejar fajas de árboles en pie.

7. Fijación de carbono

(*Johanna Lips*)

7.1 Ciclaje de carbono a escala mundial

El incremento de los gases invernaderos en la atmósfera en los últimos años han creado una preocupación mundial por los posibles efectos sobre el clima y el medio ambiente en general. El principal componente de los gases invernaderos es el CO₂. Desde el comienzo de la época industrializada, la atmósfera experimenta un aumento del 28% en la concentración de CO₂, proveniente de la combustión de combustibles fósiles, el aprovechamiento de carbonatos para cemento, y la deforestación (Cannel, 1996).

La perturbación del ciclo consiste en una fuente de carbono de la industria y de la deforestación de 5.5 y 1.6 Pg C/a respectivamente (1Pg=1Gt=10¹⁵g), que está equilibrado por una adición a la atmósfera de 3.4Pg C/a, una absorción por los océanos (92-90=2 Pg C/a) y una absorción adicional terrestre de 1.7 Pg C/a (Cannel, 1996). Sobre la última absorción existen distintas opiniones, aunque en los últimos años domina la idea que por parte tiene su origen en un efecto de 'fertilización' del mundo vegetal por las mismas concentraciones aumentadas de CO₂, temperaturas más altas y disponibilidad de nitrógeno más grande (Cannel, 1996). Houghton (1996) advierte por un efecto reverso: debido a una alta mortalidad y rápida descomposición es posible que más carbono sea liberado que fijado. Sí hay un consenso sobre una absorción de carbono en las tierras templadas por regeneración de bosques secundarios (Dixon *et al.*, 1994; Cannel, 1996; Houghton, 1996).

7.2 Fijación de carbono por manejo de bosques

Existen varias opciones para fijar carbono por manejo de bosques (Dixon *et al.*, 1994; Trexler y Haugen, 1995; Brown *et al.*, 1995):

- Mantenimiento de reservas de carbono en bosques existentes. Incluye todas las medidas de conservación como creación de áreas protegidas pero también control de incendios.
- Expansión de reservas de carbono existentes. Incluye la regeneración de bosques secundarios hasta su estado original y la restauración de los niveles originales del carbono del suelo, mejoramiento de las prácticas silviculturales (menos tala, sin incendios etc.) y plantación de árboles para enriquecer bosques que son explotados selectivamente.
- Creación de nuevas reservas de carbono. Incluye todas las plantaciones en áreas actualmente sin bosque y el establecimiento de sistemas agroforestales.
- Sustitución de combustibles fósiles, cemento y materiales de construcción altamente energéticos por productos de bosques. Es una opción algo distinta a la anterior porque el objetivo principal de las plantaciones no es la fijación de carbono en la biomasa viva, sino el uso de los productos, para reducir el uso de combustibles fósiles y cemento.

Estimar la capacidad de fijación de carbono de una plantación, un sistema agroforestal o un bosque con un sistema de explotación forestal selectivo no es una simple tarea. Hay varios criterios que juegan un papel; el criterio más obvio es la biomasa promedio calculada sobre un cierto período, que puede ser una o varias rotaciones, aplicado en varios estudios en una u otra forma (por ejemplo Schroeder, 1992; 1994; De Jong *et al.*, 1995). De esta manera no son tomados en cuenta cambios en la reserva de carbono en el suelo o en los horizontes orgánicos (materia orgánica muerta en el piso: 'forest floor'). Además, se asume que todos los productos son descompuestos en un tiempo relativamente corto y no forman una fuente adicional de carbono fijado. Otros modelos más sofisticados sí cuentan con estos factores. El modelo CO2FIX (Mohren y Klein-Goldewijk, 1990; Nabuurs y Mohren, 1993) hace cálculos de los siguientes 7 criterios, apli-

cando distintos tiempos de residencia del carbono en varios compartimientos de la necromasa, el suelo y los productos:

1. reserva promedio de carbono a largo plazo (300 años) en la biomasa y los productos
2. reserva promedio de carbono a largo plazo en los productos
3. reserva promedio de carbono a largo plazo en la materia orgánica del suelo (hojarasca, madera muerta y humus estable)
4. reserva promedio de carbono a largo plazo en el sistema total (biomasa, productos y la materia orgánica del suelo)
5. reserva total de carbono de biomasa y productos al final de la rotación
6. cantidad acumulada neta de carbono después de los primeros 100 años de la reforestación
7. promedio del flujo neto anual de carbono en la primera rotación (cada año aparte: 'running average')

Depende de la meta del proyecto qué criterios son considerados los más importantes en la evaluación de la capacidad de fijar carbono. Por ejemplo, plantaciones con especies de crecimiento rápido muestran un gran flujo de carbono en un tiempo relativamente corto pero este flujo tiende a llegar a cero después de la primera rotación. Sin embargo, la biomasa y necromasa promedio a largo plazo, no es grande. Especies de crecimiento lento muestran lo contrario (Nabuurs & Mohren, 1995; Cannell, 1996). Aplicaciones de este modelo se encuentran en Mohren y Nabuurs (1993, 1995) y Cairns *et al.* (1996). Otros estudios que hacen estimaciones de fijación de carbono son: Dewar (1990), Dewar y Cannell (1992). Trexler y Haugen (1995) y Nilsson y Schopfhauser (1995) lo hacen a escala mundial.

Existen varias reservas de carbono que normalmente no se toman en cuenta en los cálculos de la capacidad de fijar carbono. Primero, las plantaciones reemplazan un ecosistema que también posee una reserva de carbono. En efecto, esa cantidad debe ser contada como reserva negativa (véase Schroeder, 1994). Otra cantidad de carbono es el carbono fijado en bosques existentes que son conservados, porque los productos de las planta-

ciones reemplazan productos que de otro modo fueron extraídos del bosque existente. Esa cantidad se puede contar siempre y cuando los bosques existentes verdaderamente estén amenazados y las plantaciones estén dirigidas a aliviar esa amenaza (Brown *et al.*, 1996, Moura Costa, 1996; Trexler & Haugen, 1995). La sustitución de combustibles fósiles, cemento y materiales de construcción altamente energéticos por productos de bosques tampoco entran en los cálculos. La principal razón es la falta de datos sobre la durabilidad de productos de madera (Trexler y Haugen, 1995). Recientemente, se están desarrollando modelos que estiman el tiempo de rotación de productos de los bosques (Harmon *et al.*, 1996).

Es muy importante que se acumule reservas de carbono en el suelo generalmente que sean más grandes que la biomasa de los bosques. Sólo en el caso de bosques húmedos tropicales estas cantidades de C se aproximan (Sombroek *et al.*, 1993). Si las prácticas silviculturales tienen un efecto negativo sobre la cantidad de materia orgánica en el suelo, los esfuerzos de aumentar la capacidad de fijar carbono por plantaciones fácilmente no valen la pena. Un caso especial al respecto son los pantanos con Histosoles. Reforestación que está acompañada por drenaje de estos pantanos muy probablemente resulta en una pérdida de carbono por la oxidación de la turba que nunca puede ser compensada por un aumento en biomasa de los árboles plantados y la disminución de emisión de metano (Cannell, 1996).

Para todas las estimaciones, la capacidad de fijar carbono de bosques naturales y plantaciones es necesario convertir datos de inventarios como altura, DAP, etc. en biomasa. La silvicultura tiene un historia larga de tablas, regresiones y modelos de rendimiento (Goulding (1994) menciona ejemplos para *Pinus patula* en Nueva Zelandia). Fuera de estos modelos se están desarrollando siempre más modelos que tienen su punto de partida en los procesos que determinan el crecimiento de los árboles (process based models) (ejemplo para *Pinus patula*: McMurtrie y Landsberg, 1994; Raison y Meyers, 1994). Aunque todavía existen dudas sobre la aplicabilidad de este tipo de modelos se espera que en el futuro estos modelos sean más aptos para dar estimaciones de crecimiento en distintas condiciones

(fertilización, cambios en humedad y clima en general) que los modelos clásicos de rendimiento (Véase Mohren y Burkhard, 1994). Ya existen modelos para bosques con árboles de edad distinta y composición mixta (por ejemplo Bossel y Krieger, 1994). Shugart *et al.* (1996) dan un buen resumen de varios tipos de modelos y sus aplicaciones respecto a los temas del ciclo de carbono y cambio climático. Sin embargo, muchas veces todavía hay que confiar en regresiones alométricas derivadas de escasos estudios para estimar la biomasa de bosques naturales (véase Brown *et al.*, 1989).

También los sistemas agroforestales pueden tener un papel importante en compensar los gases invernadero en dos maneras (De Jong *et al.*, 1995): (1) Los sistemas pueden ser nuevos pozos de dióxido de carbono a través de aumentar la masa del material de madera dentro de árboles que están creciendo y madera que se cosecha para la producción de productos durables. (2) Los sistemas pueden proteger los bosques nativos que están en peligro de desaparecer y suelos los cuales son acumuladores de carbono. Sin embargo para estimar la captura de carbono en sistemas agroforestales es muchas veces mas complejo porque en los sistemas se involucraron especies de uso múltiple, con edades diferentes y en combinación con cultivos anuales y perennes (De Jong *et al.*, 1995).

7.3 Reservas y flujos de carbono en los Andes

7.3.1 Vegetaciones naturales

Para poder evaluar la capacidad de las plantaciones para la fijación de carbono es importante conocer las reservas de carbono de la vegetación natural de la zona que interesa al proyecto EcoPar. En la Tabla 2 se encuentran datos de varios estudios de estimación de biomasa en páramos. El peso seco de la biomasa y necromasa se dividió por 2 para obtener la reserva de carbono.

La reserva C consiste en sistemas de páramo más que todo de necromasa (biomasa muerta), que por gran parte está adherida a las plantas. Es

Tabla 2. Reserva de carbono en distintos ecosistemas de páramo (vegetación de pajonal o de bambusos ; Tol y Cleef, 1994) sobre los 3000 m.s.n.m. en los Andes.

País	Altitud	Estado	Biomasa aérea (Mg C/ha)	Necromasa aérea (Mg C/ha)	Total masa aérea (Mg C/ha)	Masa de raíces (Mg C/ha)	Producción aérea (Mg C/ha/año)	Referencia
Ecuador	3750-4000	disturbado			4.0-4.2		0.8-1.5	Ramsay (1992)
Ecuador	3100-3450	disturbado			0.2-0.3		0.1-5.6	Ramsay (1992)
Colombia	3300-3400	no disturbado	2.3-9.3	2.8-4.0	5.0-13.3	7.1-17.5		Cardozo y Schnetter (1976)
Colombia	3300-3400	disturbado	1.6	2.1	3.7	9.1		Cardozo y Schnetter (1976)
Colombia	3650	no disturbado	4.8	8.3	13.1			Tol y Cleef (1994)
Colombia	3620	no disturbado	3.0	14.0	17.0		0.6-1.8	Lutz y Vader (1987)
Colombia	3620	no disturbado	6.9	10.1	16.9	4.4	1.1	Beekman y Verweij (1987)
Colombia	3950-4100	no disturbado	3.4	14.0	17.4	6.2	1.0	Hofstede (1995a)
Colombia	4000-4150	disturbado	3.1-5.7	2.7-7.2	5.8-12.8	5.9-10.5	0.8-1.5	Hofstede (1995a)
Colombia	4000-4150	disturbado		68-73% ¹	3-6		0.6-1.6	Verweij (1995)
Colombia	4000-4150	disturbado		30-60%* ¹	0.3-1.5		1.7-2.0	Verweij (1995)
Venezuela	3530-4200	disturbado	0.7-2.1	0.3-1.4* ²	1.0-3.3	0.3-1.9		Smith y Klinger (1985)

¹ % de la masa total aérea

² hojarasca no incluida

una adaptación al ambiente (véase capítulo 4). En los pajonales paramunos no disturbados la necromasa varía entre el 70 y 80% de la biomasa total aérea (Hofstede, 1995; Verwey, 1995). La reserva de carbono aérea es alta en comparación con otros pajonales en el mundo (véase comparación en Hofstede, 1995). En sistemas disturbados (pastoreo y/o quemas y/o pastos introducidos) la reserva C total es menor que en sistemas no disturbados, más que todo por una disminución de la necromasa. La cantidad de biomasa viva no cambia mucho respecto al sistema no intervenido (Ramsay, 1992; Hofstede, 1995; Verwey, 1995). La cantidad de raíces es relativamente baja en comparación con otros pajonales en el mundo. Este se debe a la ausencia de estacionalidad y a la baja productividad (Hofstede, 1995b). Hofstede (1995b) no puede encontrar efectos del pastoreo o de quemas a la biomasa subterránea.

En bosques andinos a una altitud mayor de 3000m no se han encontrado datos de biomasa. Existen, sin embargo, algunos datos estructurales de inventarios de bosques andinos que son resumidos en la Tabla 3.

Generalmente son bosques de estatura y biomasa baja. Sin embargo, existen bosques, por ejemplo reportado por Cavelier (1994) que pueden tener una biomasa considerable, por la presencia de gruesos árboles (DAP > 100cm) de *Weinmannia sp.* En van Winkel (1995) se encuentran datos estructurales de pequeñas parcelas (0.01-0.025 ha) de bosques naturales y plantaciones con especies nativas en Ecuador a altitudes entre 2500 y 4000 m.

7.3.2 suelos

La gran parte de suelos de las altas montañas ecuatorianas son derivadas de materiales volcánicos. La Tabla 4 da un resumen de reservas totales de carbono encontradas en suelos volcánicos sobre los 3000m en los Andes. Sólo perfiles de que existen datos de densidad aparente son tomados en cuenta.

Tabla 3. Datos estructurales de varios bosques naturales andinos sobre los 3000 m.s.n.m.

País	Altitud (m)	Especie	Altura (m)	Área basal (m ² /ha)	Densidad (#/ha)	Caída de hojarasca (Mg C/ha)	Referencia
Ecuador	3280	<i>Miconia</i>	7.6	25.7	1058		Valencia y Jørgensen (1992) ²
Ecuador	2900	<i>Saurauia</i>	9.6	26.9	764		Madsen (1991) ²
Ecuador	2900	<i>Weinmannia</i>	7.4	44	2310		Madsen (1991) ²
Ecuador	2700	<i>Myrsine</i>	5.4	15	2090		Jørgensen <i>et al.</i> (1995) ²
Colombia	3100	<i>Weinmannia</i>	25.3	72.2	51		Caveller (1994) ³
Colombia	3200	<i>Drymis/Weinmannia</i>	15			3.7	Arenas (1994)
Colombia	3370	<i>Weinmannia/Axineia</i>	22	38.7	429	2.2	Veneklaas (1991) ⁴
Perú	3225-3425 ¹		10.7	32.47			Young (1993) ⁵

1 Promedio de 7 parcelas de 0,05 ha entre 3225 y 3425 m. alt.

2 DAP > 5 cm, en 1 ha

3 DAP > 2.5 cm, en 0.1 ha

4 DAP > 10 cm, en 0.24 ha

5 DAP > 2.5 cm, en 0.35 ha

Tabla 4. Reserva de carbono en el primer metro del perfil mineral (horizontes orgánicos no incluidos) de suelos derivados de materiales volcánicos sobre los 3000 m.s.n.m.

País	Altitud (m)	Cobertura	Mg C/ha	Suelo según SSS	Referencia
Ecuador	3200	trigo y cebada	240	Cumulic hapludoll	Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 1)
Ecuador	3200	pajonal	68	Mollic vitrandept	Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 2)
Ecuador	3400	pajonal	318	Typic Humitropept	Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 3)
Ecuador	3140	pastizal	506		Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 6)
Ecuador	3840	pajonal	529		Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 8)
Ecuador	3420	cultivos varios	437		Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 9)
Ecuador	3000	pastizal (suelo disturbado)	112	Fluventic Hapludoll	Beienroth <i>et al.</i> , 1985 (perfil 10)
Colombia	3670	?	144	Placic cryandept	Cortéz y Franzmeier, 1972 (Letras)

La reserva de carbono en suelos derivados de materiales volcánicos es muy alta, debido a la alta capacidad de los abundantes componentes con Al 'activo' en estos suelos para formar complejos con humus (vease 3.3). Según el resumen que dan Sombroek *et al.* (1993), los Andosoles poseen la más alta reserva promedia de carbono (237 Mg C/ha en el primer metro) de los suelos minerales tropicales y sub-tropicales en el mundo. Además, a mayor altitud, las bajas temperaturas provocan descomposición lenta, razón por lo cual los suelos paramunos fácilmente llegan a este promedio. Sólo los perfiles muy jóvenes (perfil 2 de Beinroth *et al.* y perfil Las Letras de Cortéz y Franzmeier) contienen relativamente poco carbono.

El límite de 100 cm, que se utiliza en muchos cálculos de la capacidad de fijar carbono de ecosistemas, tiene poca justificación científica. Muchos suelos son más profundos y tienen reservas de carbono considerables por debajo de los 100 cm (Sombroek *et al.*, 1993). Estas reservas a gran profundidad son muy viejas y estables (véase 3.3.3) y no son fácilmente afectadas por cambios en uso de la tierra. En especial los suelos profundos derivados de cenizas pueden tener grandes cantidades a profundidad. Por ejemplo, las reservas de carbono en el primer metro de los perfiles 1 y 9 de Beinroth *et al.* son respectivamente 80 y 66% de la reserva encontrada en los primeros 2 metros (298 y 663 Mg C/ha).

7.3.3 Plantaciones

Datos sobre biomasa y producción de plantaciones de crecimiento rápido de *Pinus radiata* en Nueva Zelandia y Australia se encuentran en Nabuurs y Mohren (1993: Tabla 8.1). En Aguirre-Bravo y Smith (1986) se encuentran ecuaciones de volumen de *Pinus patula* para México y varios países en África. Morris (1995) da un resumen de caída de hojarasca y masa de horizontes ectorgánicos en plantaciones de crecimiento rápido de *Pinus patula* y *radiata* en África del Sur, Nueva Zelandia, Australia, Tanzania e India.

De los Andes se encontraron pocos datos publicados acerca de plantaciones establecidas sobre una altitud de 3000m, que son resumidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Reservas y flujos de carbono en plantaciones en Colombia encima de los 3000 m.s.n.m.

País	Altitud (m)	Especie	Edad (años)	Altura (m)	Área basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Biomasa (Mg C/ha)	Producción de madera (Mg C/ha)	Caída de hojarasca (Mg C/ha)	Referencia
Colombia	3000	<i>Pinus patula</i>	10	5.2		37.6	7.5			Caballero y Pérez (1994)
Colombia	3000	<i>Pinus patula</i>	24	20.2		384	76.4			Caballero y Pérez (1994)
Colombia	3200	<i>Pinus patula</i>	13					5.0	3.0	Hernandez y Murcia (1994)
Colombia	3100	<i>Alnus acuminata</i>	15	20.0	24.1					Cavellier (1994)
Colombia	3000	<i>Alnus acuminata</i>	12						2.7	Diez y Bahamon (1990)

Endo (1994) da resultados de plantaciones de varias especies comerciales en Colombia de una edad de 4 a 8 años, pero la localidad más alta llega a sólo 2500 m. De especies nativas no se encontraron datos estructurales, aparte de algunos datos de plantaciones muy jóvenes (CESA, 1991, Brandbyge y Holm-Nielsen, 1986) y los datos en van Winkel (1995).

8. Bibliografía

8.1 Lista de Referencias

1. Acevedo Cifuentes, E.M. y Posada Hernández, G.J. (1994). *Las quemas como método de preparación de sitio en plantaciones forestales y algunos efectos en el suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia
sil/col/fue/veg
2. ACIF (1973). *IV Congreso forestal nacional*. Bogotá: ACIF. 50pp.
bona/col/nativ/plant/reg/sil/for/trop
3. ACIF (1982). *V Congreso forestal nacional. Memorias*. Bogotá: ACIF. 76 pp.
col / sil/pol/desa/fisa/cuen/for/mad/bona
4. ACOFORE (1979). *Primer congreso nacional de reforestadores e industrias derivadas*. Bogotá: ACOFORE. col/for/sil
5. Acosta, H.; Cavelier, J. y Londoño, S. (1996). Aportes al conocimiento de la biología de la Danta de Montaña, *Tapirus pinchaque*, en los Andes Centrales de Colombia. *Biotropica* 28(2):258-266
fauna/col/par/andi/alp/veg/andes
6. Acosta-Solís, M. (1937). Excursión botánica al páramo del Angel. *Flora (Quito)* 1(2):103-118
bot/andes/par/ecu
7. Acosta-Solís, M. (1942). El Quishuar u olivo del páramo: Olivo de los Incas. *Flora (Quito)* 2(5-6):119-125
nativ/par/bot
8. Acosta Solís, M. (1957). Clasificación geobotánica de los bosques y las otras formaciones vegetales del Ecuador. *Ciencias y Naturaleza* 1(2):62-77
bot/ecu/veg/par/andi/alp/andes/bona
9. Acosta-Solís, M. (1968). *Divisiones fitogeográficas y formaciones geobotánicas del Ecuador*. Quito: Casa de la Cultura ecuatoriana. 271 pp.+ anexos
bot/ecu/veg/par/andi/alp/andes/bona
10. Acosta-Solís, M. (1982). Los pastizales naturales del Ecuador. Conservación y aprovechamiento de los páramos y sabanas. *Revista Geográfica (Quito)* 17:87-99
par/andes/ecu/desa
11. Acosta-Solís, M. (1984). *Los Páramos Andinos del Ecuador*. Quito: Publicaciones Científicas MAS. 220 pp.
bot/ecu/veg/par/andes

12. Acosta-Solís, M. (1991). *Vademecum de plantas medicinales del Ecuador*. Quito: Ediciones Abya-yala. 243 pp.
bot/ecu/gui
13. Acosta-Solis Misael (1983). *Manual para la elaboración y publicación de trabajos científicos*. Quito: Publicaciones Científicas MAS
met
14. Aguirre-Bravo, C. y Smith, F.W. (1986). Site index and volume equations for *Pinus patula* in Mexico. *Commonwealth Forestry Review* 65(1):51-60
pinus/veg/biom/prod/mex/bona/sil/sit
15. Aguirre-Bravo, C. y Winter, S.A. (1994). Comparison of the growth and yield response of *Pinus patula* between natural stands in Mexico and South African plantations. *Commonwealth Forestry Review* 73(1):54-55
pinus/veg/biom/prod/mex/plant/afri/bona/sil/exo
16. Aguirre C, C. (?). *Programa para un manejo forestal sustentable en el instituto ecuatoriano forestal y de áreas naturales y vida silvestre*. Ecuador: ITTO y INEFAN. 44 pp.
ecu/plant/sil/exo/nativ/bona/agfo
17. Aguirre C, C. (1993). *Resultados de investigaciones silviculturales en el Ecuador*. Quito: ITTO y INEFAN. 204 pp
ecu/plant/exo/sil
18. Ahti, T. (1992). Biogeographic aspects of Cladoniaceae in the paramos. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.111-117.
par/veg/bot/fisa/andes
19. Alarcon, R. (1989). *Flora del bosque protector Pasochoa*. Quito: Fundación Natura. 5 pp.
andi/bona/ecu/veg/bot
20. Albó, X. y Ramón V., G. (1994). *Comunidades Andinas desde dentro. Dinámicas organizativas y asistencia técnica*. Quito: CECI, Ediciones Abya-Yala. 156 pp.
indi/ecu/andes/pol/plan/soc
21. Alegría Jiménez, A.; Gámez Montes, J.; Muñoz Muñoz, J. y Nicolás Zabala, J.M. (1975). Fajas subsoladas en páramo calizo. En: *Técnicas de reforestación*. (ICONA, ed.) Madrid: ICONA.
sil/for/plant/par/sue/sit
22. Alfaro, M.; Camino, R.; Mora, M.L. y Oram, P. (1993). *Taller regional, necesidades y prioridades de investigación en políticas forestales y agroforestales para Latinoamérica*. San José: 27 pp.
sil/agfo/desa/pol
23. Almeida G., M. (1995). *Principales estadísticas forestales del Ecuador*. Quito: Inefan-ITTO. 38 pp.
ecu/econ/bona/plant

24. Almeida, L.; Cleef, A.M.; Herrera, A.; Velazquez, A. y Luna, I. (1994). The alpine grassland of the Popocatepetl volcano in Mexico and its position in the tropical mountains of America. *Phytocoenologia* 22(3):391-436
veg/mex/pas
25. Alulima Gordillo, J.R. (1993). *Formas adecuadas de propagación vegetativa y repoblación arborea de Alnus jorullensis, Buddleia incana y Polylepsis incana para las comunidades rurales del Chimborazo*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 102pp
pro/nativ/ecu/for/plant/andes/poly
26. Anderson, A. (ed.) (1990). *Alternativas a la deforestación*. Quito: Ediciones ABYA-YALA, Fundación Natura, Museo Emilio Goeldi. 416 pp.
bona/sil/def/trop/res/for/mad/ama/reg/veg/agfo/prot
27. Anderson, J.M. y Swift, M.J. (1983). Decomposition in tropical forests. En: *Tropical Rain Forest; Ecology and management*. (S.L. Sutton; T.C. Whitmore y A.C. Chadwick, eds.) Oxford: Blackwell Scientific Publications. p.287-309.
trop/desc/ciclo/sue/hum/biol
28. Añazco R., M.J. (1989). *Estudio de costos de producción de plantulas de pino (Pinus patula) en el vivero de carboncillo*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 109pp
ecu/pinus/viv/sil/econ
29. Añazco R., M.J. (1996). *El aliso*. Quito: Proyecto de desarrollo forestal campesino en los Andes del Ecuador. 166 pp.
gui/ecu/for/nativ/aln
30. Arenas Salazar, H. (1994). Dinámica de la hojarasca en un bosque nativo altoandino y un bosque de eucaliptos en la región de Monserrate. En: *Estudios ecológicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.457-484.
col/alp/ciclo/euca/desc/bona/sil/veg/andes/exo
31. Argüello A., M. (1992). *Composición florística de tres cuadrantes de vegetación en el páramo de Moras, provincia de Pichincha: sus implicaciones para el manejo del ecosistema de páramo*. Quito: Pontifica Universidad Católica del Ecuador. 49 pp
bot/veg/par/andes/ecu
32. Arias, C.H. *Elementos de la geomorfología*. Quito: Fundación Universidad Central, Facultad de Educación a Distancia
sue/geol/geom
33. Arias Lemos, E. (1989). *Fauna silvestre del Páramo de Guerrero*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional
fauna/col/par/gui/div/andes
34. Aristizábal, H. y Castañeda M., J. (1983). *Estimación de la fitomasa aérea en la cuenca del Río Chuza, Páramo de Chingaza, Cundinamarca*. Bogotá: ICN-UN, Tesis de Grado
biom/par/col/veg/andes/fisio

35. Arnal D., H. (1983). *Estudio ecologico del bosque alti-andino de Polylepsis sericea Webb. en la cordillera argentina*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. 230 pp
andi/poly/bona/fito
36. Ayabaca, E.; Francisco, C. y Gutiérrez, C. (1996). *Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia de principales estaciones pluviográficas de Quito*. Informe Preliminar 1. Quito: EMAAP-Quito/INAMHI/ORSTOM
clim/ecu/hidr
37. Azócar de Buglass, L. y Izko, X. (1995). *Ecoturismo en el Ecuador*. Quito: Editoria Argudo Hermanos. 289 pp.
ecu/desa/econ
38. Baldivia, J.; Racines, F. y Mendoza, I. (1993). *Ajuste estructural en los Andes*. Quito: Ediciones ABYA-YALA, CECI-ANDES. 178 pp.
ecu/andes/soc/pol
39. Balslev, H. (ed.) (1993). *Neotropical montane forests. Biodiversity and conservation. Abstracts from a symposium at The New York Botanical Garden*. Aarhus: Aarhus University Press; AAU Reports: 31. 114 pp.
veg/div/andes
40. Balslev, H. y de Vries, T. (1982). Diversidad de la vegetación en cuatro cuadrantes en el páramo arbustivo del Colopaxi, Ecuador. *Publicaciones del Museo de Ciencias Naturales. Serie Revista* 3:20-32
div/veg/ecu/andes/par
41. Balslev, H. y de Vries, T. (1991). Life forms and species richness in a bunch grass paramo on Mount Cotopaxi, Ecuador. En: *Tropical ecosystems: systems characteristics, utilization patterns, and conservation issues. Proceedings of the international and interdisciplinary symposium* (W. Erdelen; N. Ishwaran y P. Muller, eds.). June 1989; Saarbrucken. Weirkersheim: Verlag Josef Margraf. p. 45-58
ecu/par/div/bot/veg
42. Balslev, H. y Luteyn, J.L. (eds.) (1991). *Páramo; An andean ecosystem under human influence*. London: Academic Press. 282 pp.
par/veg/ecu/col/crica/fue/gana/nativ/bot/gana/pas/ant/alp/poly/ mex/for/veg
43. Ballard, R. (1971). Interrelationship between site factors and productivity of radiata pine at Riverhead Forest, New Zealand. *Plant and Soil* 35:371-380
pinus/fisa/sue/sil/nz
44. Ballesteros Morales, M.M. (1992). *Biomasa y contenido de bioelementos de las plantaciones de Pinus caribaea del centro experimental Gaviotas (Departamento de Vichada)*. Bogotá: Intsituto Geográfico "Agustín Codazzi". 16 pp.
col/plant/biom/ciclo
45. Barba G., J. (1995a). *Forestry, natural areas and wild life policy of Ecuador*. Quito: INEFAN. 12 pp.
bona/ecu/pol/sil
46. Barba G., J. (1995b). *Manejo sustentable de los bosques productores del Ecuador* INEFAN, FAO-Holanda . 19 pp.
bona/sil/ecu/desa/plan

47. Barrera Barrera, P.A. (?). *Propagación de Erythrina edulis (porotón), Cytharexylum montanun (Choto), Salvia spp (Salvia), Sambucus mexicana (tilo) y Baccharis spp (Olivo) para cercos vivos*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 47pp
ecu/agfo/nativ/pro/prot
48. Barrera, C.; Maldonado, A.M.; Mena, P. y Larrea, F. (?). *Bosques nativos Andinos y sus comunidades. Caracterización e identificación de la problemática en Ecuador*. Quito: Cooperación para el Desarrollo y la Ayuda Humanitaria (DDA-Suiza), INTERCOOPERACION, UICN. 99 pp.
ecu/soc/bona/indi/andes
49. Bartholomaeus, A.; De la Rosa Cortes, A.; Santos Gutierrez, J.O.; Acero Duarte, L.E. y Moosbrugger, W. (1990). *El manto de la tierra. Flora de los Andes*. Eschborn: GTZ/CAR/KfW. 332 pp.
col/bot/andi/gui
50. Barton, D. (1994). *Indigenous agroforestry in latin america: A blueprint for sustainable agriculture?* Chatam, Reino Unido: NRI. 24 pp.
ecu/bra/peru/bol/agfo/indi/cons/nativ
51. Baruch, Z. (1982). Patterns of energy content in plants from the Venezuelan páramos. *Oecologia* 55:47-52
ven/par/veg/fisio
52. Beaumont Roveda, E. (1994). *Manejo sustentable de bosque en América latina*. Banco Mundial, Dirección de recursos forestales nativos. 12 pp.
bona/sil/part/pol
53. Beck, E. (1994). Cold tolerance in tropical Alpine plants. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, ed.) Cambridge: Cambridge University Press. p.77-111.
fisio/andes/veg/clim
54. Bedoya, J.H. (1985). Impacto sobre el recurso agua en los asentamientos humanos en cuencas hidrográficas. En: *III congreso colombiano de cuencas hidrográficas* (CVC, ed.). agosto 6-10, 1985; Cálí. Cálí: CVC. p. 277-313
col/cuen/hidr/uso
55. Beekman, A.M. y Verweij, P.A. (1987). *Structure and nutrient status of a páramo bunchgrass vegetation in relation to soil and climate*. Tesis de M.Sc. Universidad de Amsterdam.
col/par/veg/
56. Beets, P.N. y Brownlie, R.K. (1987). Puruki experimental catchment: site, climate, forest management, and research. *New Zealand Journal of Forestry Science* 17(2-3):137-160
sil/pinus/nz/plant
57. Beets, P.N. y Whitehead, D. (1996). Carbon partitioning in *Pinus radiata* stands in relation to foliage nitrogen status. *Tree Physiology* 16(1-2):131-138
hidr/fisio/pinus/plant/prod/sil

58. Beinroth, F.H.W.; Luzio, L.; Maldonado, P. y Eswaran, H. (eds) (1985). *Taxonomy and management of Andisols. Proceedings Sixth International Soil Classification Workshop, Chile and Ecuador*. 1994?; Santiago. Santiago: Soc. Chilena de la Ciencia del Suelo. vol. III: tourguide for Ecuador.
sue/andes/clas/ecu/ped/min/volc
59. Bekker, R. y Cleef, A.M. (1985). *La vegetación del páramo de la Laguna Verde*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Análisis Geográficos: 14. 193 pp.
veg/col/par/fito/andes
60. Bendix, J. y Lauer, W. (1992). Die Niederschlagsjahreszeiten in Ecuador und ihre klimadynamische Interpretation. *Erdkunde* 46(2):118-134
clim/ecu/andes
61. Berenschot, L. (1997). *Mercados para productos de Pino de la provincia de Loja*. Loja: Red Agroforestal Ecuatoriana. 58 pp.
pinus/ecu/sil/mad/econ
62. Bermejo Zubelzu, J. y Pasetti Bombardella F. (1985). *El árbol en apoyo de la agricultura sistema agroforestales en la sierra peruana*. Lima, Perú: Proyecto FAO, Holanda, Infor; Documento de trabajo: N.-4. 44 pp.
sil/peru/agfo/agri/ero/pun
63. Bernier, N. (1996). Altitudinal changes in humus form dynamics in a spruce forest at the montane level. *Plant and Soil* 178(1):1-28
plant/hum/francia/biol/sil/desc/sue
64. Berrío, J. (1992). Los pinos y la reforestación en Colombia. *Bosques y Futuro* (7):8-10
col/pinus
65. Betancur Montoya, J.M. (1989). *Estimación del rendimiento corriente y de proyección del cerezo (Alnus jorullensis) por medio de la función de Weibull (método implícito)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 92pp
prod/nativ/col/andes
66. Bigazzi, G.; Coltelli, M.; Hadler, N.J.C.; Osorio Araya, A.M.; Oddone, M. y Salazar, E. (1992). Obsidian bearing lava flows and pre-Colombian artifacts from the Ecuadorian Andes: First new multidisciplinary data. *Journal of South American Earth Sciences* 6(1/2):21-32
ecu/andes/indi/hist/ant
67. Black M., J. (1982). Los páramos del Antisana. *Revista Geográfica (Quito)* 17:25-52
par/ecu/andes/clim/veg/fauna
68. Bliemsrieder Izquierdo, M. (1992). *Cambios en la diversidad de la vegetación en parcelas permanentes luego de un período de ocho y nueve años en el páramo arbustivo del Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 47pp
div/veg/par/ecu/andes/bot
69. Borel, R. (1990). *Especies agrosilvopastoriles para la zona altoandina: revisión bibliográfica*. Pomata, Puno, Peru: Proyecto Arbolandino. 207 pp.
nativ/exo/peru/andes/pasto/sil/bib

70. Borrego Vega, A.L. (1989). *El paisaje rural en el Azuay*. Cuenca: Banco Central del Ecuador; Biblioteca de geografía ecuatoriana: 5. 270 pp.
ecu/hist/veg/indi
71. Bosch, J.M. y Hewlett, J.D. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 55:3-23
hidr/met/cuenc
72. Bosman, A.F. (1992). Ecology of a tropical high Andean cushion mire. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.119-121.
par/veg/fisa/andes/fert/hidr
73. Bosman, A.F.; Hooghiemstra, H. y Cleef, A.M. (1994). Holocene mire development and climatic change from a high Andean *Plantago rigida* cushion mire. *The Holocene* 4(3):233-243
par/col/pali/veg/hist/andi/andes
74. Bosman, A.F.; van der Molen, P.C.; Young, R. y Cleef, A.M. (1993). Ecology of a páramo cushion mire. *Journal of Vegetation Science* 4:633-640
par/col/pali/veg/fito/andes
75. Bossel, H. y Krieger, H. (1994). Simulation of multi-species tropical forest dynamics using a vertically and horizontally structured model. *Forest Ecology and Management* 69:123-144
bona/carbon/biom/prod/trop/mal/sil/veg
76. Bossio, D.A. y Cassman, K.G. (1991). Traditional rainfed barley production in the andean highlands of Ecuador: soil nutrient limitations and other constraints. *Mountain Research & Development* 11(2):115-126
agri/ecu/fert/sue/andes/volc
77. Brandbyge, J. (1992). Planting of local woody species in the páramo. En: *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) Londres: Academic Press Limited. p.265-274.
for/andes/exo/nativ/bot/sil/ecu/par
78. Brandbyge, J. y Holm-Nielsen, L.B. (1986). *Reforestation of the high Andes with local species*. Aarhus: The Botanical Institute, University of Aarhus; Reports from the Botanical Institute, University of Aarhus: 13. 114 pp.
for/andes/ecu/nativ/sil/mad
79. Brandbyge, J. y Holm-Nielsen, L.B. (1992). *Reforestación de los Andes Ecuatorianos con especies nativas*. Quito: Central ecuatoriana de servicios agrícolas. 90 pp.
for/andes/nativ/ecu
80. Bravo L., J.R. y Torres I., R.L. (1987). *Estudio comparativo, florístico, estructural y dasométrico de tres bosques en diferente etapa sucesional de la parroquia Santiago, cantón Loja*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 78pp
sil/ecu/suc/bona/reg

81. Brito Condo, V.M. (1991). *Acción simbiótica de Boletus sp y Agaricus sp en el crecimiento inicial del Pinus patula*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 92pp
ecu/pinus/mic
82. Brown, K. y Adger, W.N. (1994). Economic and political feasibility of international carbon offsets. *Forest Ecology and Management* 68 (2-3):217-229
carbon/pol/sil
83. Brown, S.; Gillespie, A.J.R. y Lugo, A.E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35(4):881-902
carbon/biom/trop/sil/bona
84. Brown, S. y Lugo, A.E. (1982). The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14(3):161-187
carbon/biom/prod/trop/bona
85. Brown, S.; Sathaye, J.; Cannell, M.G.R. y Kauppi, P.E. (1996). Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review* 75(1):80-91
bona/sil/carbon/pol/econ/def/for/agfo/nativ
86. Brown, T. y Kulasiri, D. (1994). Simulation of Pinus Radiata root system structure for ecosystem management applications. *Simulation* 62(5):286-294
pinus/biom/exo/plant
87. Bruijnzeel, L.A. (1989). Nutrient cycling in moist tropical forests: the hydrological framework. En: *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*. (J. Proctor, ed.) Oxford: Blackwell. p.383-415.
hidr/trop/bona/ciclo/veg
88. Bruijnzeel, L.A. (1990). *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review*. Paris and Amsterdam: Unesco and Free University. 224 pp.
hidr/plant/def/veg/trop/sil/bona
89. Bruijnzeel, L.A. (1996). Soil chemical and hydrochemical responses to tropical forest disturbance and conversion: a hydrologist's perspective. En: *Proceedings of the International Conference on forest Soils*. nov 1995; vol. 3 Soil and water relationships p. 5-47
plant/hidr/sue/veg/sil/trop
90. Bruijnzeel, L.A. y Proctor, J. (1995). Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? En: *Tropical Montane Cloud Forests* (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. New York: Springer. p. 38-78
veg/hidr/andes/ciclo/clim/bona/trop
91. Buch, G.; Donadio, A.; Green, G.C. y Velasco Mosquera, J. (?). "Merenberg" un santuario selvatico en los Andes de Colombia. *Una labor privada de conservación*. Popayan: Fundación Merenberg. 13 pp.
col/andes/prot/bona/fauna/veg/viv/for/nativ

92. Buiting, R. (1996). *Bos en Milieu*. Velp: IAH Larenstein. 254 pp.
sil/fisa/carbon/sue/ciclo/hidr/mic/desc
93. Buitrago B., C. y Salazar, L. (1986). *Acción de Eucalyptus globulus, Pinus radiata y ocho especies nativas del alto andino sobre el suelo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Dept. de Biología, Tesis de Grado
col/andi/veg/bona/plant/pinus/euca/desc/biom/hum/nativ/sue
94. Burgos Guio, A. (1992). *Una metodología para la zonificación de áreas para uso y manejo de suelos*. Cáli: CVC; Informe CVC: 92, 30. 24 pp.
col/sit/foto/uso/for
95. Buritaca Mira, I.C. y Sánchez Herrera, H. (1993). *Evaluación de la persistencia de los bosques explotados para obtener carbon vegetal en el páramo de Sonson, Antioquia, Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 117pp
col/sil/par/andes/veg/biom
96. Butterfield, R.B. (1995). Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation. *Forest Ecology and Management* 75:111-121
nativ/crica/div/res/sil/for/trop
97. Butterfield, R.B. (1996). Early species selection for tropical reforestation; a consideration of stability. *Forest Ecology and Management* 81:161-168
crlica/for/nativ/pinus/sil/trop/exo/mad
98. Butterfield, R.B. y Fisher, R.F. (1994). Untapped Potential - Native Species for Reforestation. *Journal of Forestry* 92(6):37-40
nativ/crica/plant/sil/for/trop
99. Byard, R.; Lewis, K.C. y Montagnini, F. (1996). Leaf litter decomposition and mulch performance from mixed and monospecific plantations of native tree species in Costa Rica. *Agriculture Ecosystems & Environment* 58(2-3):145-155
hum/desc/crica/nativ/plant/sil/trop
100. CAAM (ed.) (1995). *Políticas Estatales y Pueblos Indígenas*. Quito: Comisión Asesora Ambiental de la presidencia de la República -CAAM. 91 pp.
indi/pol/ecu
101. Caballero, L.M. y Pérez, L.E. (1994). Calidad de sitio de *Pinus patula* en Neusa - Cundinamarca-. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 8(1):50-61
sit/col/fert/pinus/exo/desc/plant/prod/sil
102. Caballero, L.M. y Sánchez Saenz, O.A. (en prensa). Descomposición de la materia orgánica como criterio en el manejo de sitio. Cuenca de Río San Cristobal, Santafé de Bogotá. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*
desc/cupr/exo/nativ/uso/for/col/pinus/plant/prod/sil/sit
103. Cadena C., E.I. y Herrera Ch., G.A. (1982). *Modelo de raleo para la regulación del espaciamiento en plantaciones de Pinus patula*. *Parque Forestal Neusa, Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 85pp
sil/col/pinus/exo/geol/veg/sue/prod

104. Cairns, M.A.; Barker, J.R.; Shea, R.W. y Haggerty, P.K. (1996). Carbon dynamics of Mexican tropical evergreen forests: Influence of forestry mitigation options and refinement of carbon-flux estimates. *Interciencia* 21(4):216
carbon/mex/res/bona
105. Cajas, E. (1995). *Política forestal y de áreas naturales en el Ecuador*. Quito: INEFAN. 41 pp.
ecu/pol/sil/desa
106. Calder, I.R. (1996). Water use by forests at the plot and catchment scale. *Commonwealth Forestry Review* 75(1):19-30
sil/hidr/plant/fisio/clim
107. Caldwell, M.M. y Robberecht, R.R. (1980). A steep latitudinal gradient of solar ultraviolet-B radiation in the arctic-alpine life zone. *Ecology* 61(3):600-611
fisio/clim
108. Calhoun, F.G. y Carlisle, V.W. (19??). Microfabric characteristics and pedogenesis of a Colombian andosol climosequence. *Turrialba* 197(82):209-224
col/clas/ped/sue/volc
109. Calva Castillo, E.V. y Churo Chamba, D.A. (1989). *Estudio de Pestalotiopsis guepinni (Dem) Stey, en la plantación de Pinus patula del sector villonaco-Loja*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 81pp
ecu/pinus/fisa
110. CAMAREN (1997). *Proyecto de capacitación de extensionistas en el área temática de manejo de pastos y animales en zonas de altura*. Borrador. Quito: IEDECA. 34 pp.
andes/desa/ecu/ext/gana/par/pas
111. Campos, L.M. (1996). *Compañero del reforestador*. Quito: DDC, UICN. 149 pp.
ecu/ext/for
112. Cannell, M.G.R. (1996). Forests as carbon sinks mitigating the greenhouse effect. *Commonwealth Forestry Review* 75(1):92-99
carbon/pol/for
113. Cannon, Ph. (1990) *Patología forestal en el Ecuador*. Quito: INEFAN Centro de investigación y capacitación de Conocoto, Ecuador. 204 pp.
ecu/fisa/exo
114. Cannon, P.G. (1984). *El problema de la marchitez del Eucalyptus globulus en el Perú*. Lima, Perú: FAO. 10 pp.
peru/euca/plant/fito/clim/sit
115. CAR (1983). *Programa regulación hidráulica de cuencas*. Bogotá: CAR. 24 pp.
cuen/hidr/col/andes
116. CAR (1986). *Manejo forestal de las microcuencas Salaca y Cruz Verde (Embalse del Sígsa)*. Bogotá: CAR. 71 pp.
sil/col/prot/cuen/bona/sue/clim/hidr/veg/prod/plan/uso/for
117. CAR/GTZ/KfW (?). *Proyecto Checua; Control de Erosion. Convenio Colombo-Aleman*. Bogotá. 14 pp.
col/ero/for/cuen

118. CAR de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (1985). *Plan de manejo forestal para la cuenca alta de los ríos Siecha y Chiguano-Pericos*. Bogotá: Ingenieros Forestales Consultores y Asociados. 145 pp.
col/cuen/sil/plan
119. Carantón P., D.; Pérez P., A.; Wood A., H. y Wood, I.O. (1979). *Manual de materiales didácticos para la enseñanza de la geografía a nivel medio*. Bogotá: Instituto Panamericano de Geografía e Historia (I.P.G.H), Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC). 142 pp.
geol/perc/foto
120. Cardozo C. H. y Schnetter, M.L. (1975). Estudios ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia. III. La biomasa de tres asociaciones vegetales y la productividad de *Calamagrostis effusa* (H.B.K.) Steud. y *Paepalanthus columbiensis*. Ruhl. en comparación con la concentración de clorofila. *Caldasia* 11(54):85-91
par/col/prod/biom/veg/fisio/andes
121. Carlquist, S. (1994). Anatomy of tropical alpine plants. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, eds.) Cambridge: Cambridge University Press. p.111-128.
par/bot
122. Carlson, P.J. y Añazco R., M.J. (1990). *Establecimiento y manejos de prácticas agroforestales en la sierra Ecuatoriana*. Quito: ANRO,FAO/ Holanda. 166 pp.
ecu/agfo/nativ/exo/pas/gana/sit
123. Carlson, P.J. y Ronceros, E. (1987). *La agroforestería en la Sierra Ecuatoriana*. Loja, Ecuador: OTAPS. 122 pp.
ecu/peru/agfo/ero/cons/ext/frut/pro/nativ/pas
124. Carlson, P.J. y Vieira, J. (1992). *Experiencias y alternativas en el manejo silvopastoril en la sierra ecuatoriana*. Loja: Care, Promusta. 124 pp.
ecu/agfo/pinus/aln/pasto
125. Carlyle, J.C. (1995). Nutrient management in a *Pinus radiata* plantation after thinning: the effect of thinning and residues on nutrient distribution, mineral nitrogen fluxes, and extractable phosphorus. *Canadian Journal of Forest Research* 25:1278-1291
sil/ciclo/pinus/plant/aus
126. Carrera de la Torre, L. (1983). *Estudio sobre preservación del medio ambiente y desarrollo en parte de la cuenca alta del Río Ambato*. Ambato: SEDRI, CESA, PNUD, FAO. I-1 - X-41 pp.
par/cuen/ecu/plan/desa
127. Castillo Álvarez, J.M. (1989). *Los efectos de las quemadas prescritas en un rodal de *Pinus radiata* D. Don, después de tratamientos silviculturales*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 94pp
ecu/fue/pinus
128. Castillo E., L.E. (?). *Estudio ecológico del pino laso (*Podocarpus rospigliosii*) en los Andes Venezolanos*. 57 pp.
con/bot/sil

129. Catterson, T.M. (1995). *Concepts, best practices and issues in watershed management*. Washington D.C.: Evaluation Office Inter-American Development Bank. 30 pp.
hidr/cuen/uso/pol/soc/econ
130. Cavelier, J. (1991). El ciclo de agua en bosques montanos. En: *Bosques de niebla de Colombia*. (C. Uribe H., ed.) Santafé de Bogotá: Banco Occidental. p.69-84 .
col/hidr/fisio/clim/bona/andi
131. Cavelier, J. (1994). Reforestation with the native tree *Alnus Acuminata*; Effects on phytodiversity and species richness in an upper montane rain forest area of Colombia. En: *Tropical Montane Cloud Forests. Proceedings of an International Symposium* (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). May, 1991; San Juan, Puerto Rico: East-West Centre; International Hydrological Programme, Unesco: International Institute of Tropical Forestry, US forest Service. p. 78-85
for/nativ/col/res/div/andi/sil/plant/aln
132. Cavelier, J. y Goldstein, G. (1989). Mist and fog interception in elfin cloud forests in Colombia and Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 5:309-322
col/ven/bona/andi/hidr/andes/clim
133. Cavelier, J.; Machado, J.L.; Valencia, D.; Montoya, J.; Laignelet, A.; Hurtado, A.; Varela, A. y Mejía, C. (1992). Leaf demography and growth rates of *Espeletia barclayana* Cuatrec. (Compositae), a caulescent rosette in a Colombian páramo. *Biotropica* 24(1):52-63
col/par/prod
134. Cavelier, J.; Solis, D. y Jaramillo, M.A. (1996). Fog interception in montane forests across the Central Cordillera of Panamá. *Journal of Tropical Ecology* 12(3):357-369
hidr/clim/pana/andi/bona
135. Caycedo Amador, H. (1988). *Evaluación preliminar del crecimiento de 20 especies maderables en la región de Lloro- carretera panamericana, Choco Colombia*. Bogotá: CONIF; serie técnica: 29. 31 pp.
col/sil/plant/geom/sue/nativ/agfo
136. Celulosa Argentina S. A. (?). *Repoblación forestal con Pinos y Eucaliptos en Misiones*. Argentina: Celulosa Argentina S. A. 63 pp.
sil/for/arg/euca/pinus/mad/viv/sit/clim/sue
137. Centro de capacitación La Primavera (1992). *Manejo y recolección de semillas forestales. Memoria de curso de Viveristas y Promotores Campesinos*. Riobamba: Centro de capacitación La Primavera. 29 pp.
sil/viv/sem/eecu
138. Centro de investigación y capacitación forestal Luciano Andrade Marin (diciembre 1994). *Forestal Informativo. Organó oficial dell Instituto Ecuatoriano Forestal y de Areas naturales y Vida silvestre*. 11: 73 pp. Quito
sil/ecu/nativ/exo/pro/fert/bona/fue/div/fito
139. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (1995). *Red de cooperación técnica en sistema agroforestales*. Colombo, Brasil: FAO. 22 pp.
bra/agfo

140. Cerón M., C.E. (1993). Impactos sobre la vegetación en áreas naturales del Ecuador. *Revista Geográfica (Quito)* 32:99-118
veg/andes/prot/div/trop
141. Cerón M., C.E. (1993). *Manual de botánica Ecuatoriana. Sistemática y métodos de estudio*. Quito: Universidad Central del Ecuador. 191 pp.
bot/ecu/veg/met
142. Cerón M., C.E. (1994). Vegetación y diversidad en la reserva de producción faunística del Chimborazo - Ecuador. *Revista Geográfica (Quito)* 33:19-42
veg/div/prot/andes/ecu
143. Cerón M., C.E. y Toasa, G. (1994). Diversidad de la vegetación en el volcán Rumiñahui, Pichincha - Ecuador. *Revista Geográfica (Quito)* 34:21-53
div/bot/veg/andes/ecu/par/alp
144. CESA (?). *Plantemos árboles que nos dejaron nuestro abuelos*. 6 pp.
ecu/viv/for/ext/gui
145. CESA (1987a). *Proyecto T.T.P. (etapa II). Una experiencia de participación Campesina*. Quito: CESA. 60 pp.
ecu/part/agri/sil
146. CESA (1987b). *Proyecto T.T.P (etapa III) Una experiencia de participación campesina*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 62 pp.
ecu/part/agri/sil
147. CESA (1989a). *Especies forestales nativas en los Andes Ecuatorianos, resultados preliminares de algunas experiencias*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 50 pp.
sil/nativ/ecu/andes/pro
148. CESA (1989b). *Programa de reforestación y conservación de recursos naturales*. Riobamba: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 44 pp.
ecu/plan/sil/for/part
149. CESA (1991a). *Apuntes de agroforestería y conservación de suelos en el proyecto Patococha. Síntesis del trabajo con campesinos en el afán de mejorar sus recursos*. Quito, Ecuador: CESA. 30 pp.
ecu/indi/agfo/pasto/nativ/part
150. CESA (1991b). *Investigación con especies forestales nativas en el Ecuador*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 132 pp.
ecu/nativ/for/andes/sil
151. CESA (1991c). *Observaciones fenológicas de especies forestales nativas en los Andes Ecuatorianos*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 86 pp.
andes/ecu/nativ
152. CESA (1991d). *Campesinado y entorno ecosocial*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas -Intercooperación Suiza. 333 pp.
ecu/dese/soc/indi
153. CESA (1992a). *El deterioro de los bosques naturales del callejon interandino del Ecuador*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 172 pp.
ecu/def/andi/andes/bona

154. CESA (1992b). *Experiencias sobre reforestación en la Sierra Ecuatoriana con especies nativas*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas /FEPP. 40 pp.
sil/ecu/andes/for/nativ/pro
155. CESA (1992c). *Logros y traspiés del desarrollo rural contados por CESA*. Quito: CESA. 151 pp.
ecu/pol/desa/part
156. CESA (1992d). *Observaciones de especies forestales nativas en los Andes Ecuatorianos, Programa de conservación de los recursos naturales en áreas marginales de la Sierra Ecuatoriana*. Quito: Central Ecuatoriana de servicios agrícolas. 82 pp.
nativ/ecu/andes/sil
157. CESA (1992e). *Usos tradicionales de las especies forestales nativas del Ecuador*. Vol. 2. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 183 pp.
nativ/ecu/indi/andes
158. CESA (1993a). *El cultivo de la papa en las comunidades altas de pilahuín*. Quito: COTESU. 23 pp.
indi/agri/andes/ecu
159. CESA (1993b). *Especies forestales nativas usos y aplicaciones, el caso cebadas*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 40 pp.
nativ/ecu/for
160. CESA (1993c). *Usos medicinales de las especies forestales nativas en el Ecuador*. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 57 pp.
nativ/ecu/andes/indi
161. CESA (1993d). *Usos tradicionales de las especies forestales nativas en el Ecuador*. Vol. 3. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 256 pp.
ecu/nativ/indi/andes
162. CESA (1995). *Los viveros comunales, una alternativa forestal*. 2 ed. Quito, Ecuador: CESA. 21 pp.
ecu/viv/ext/gui
163. Clapperton, C.M. (1987a). Glacial geomorphology, Quaternary glacial sequence and palaeoclimatic inferences in the Ecuadorian Andes. En: *International geomorphology 1986. Proc. 1st conference* (V. Gardiner, ed.). Wiley. p. 843-870
ecu/geol/geom
164. Clapperton, C.M. (1987b). Maximal extent of late Wisconsin glaciation in the Ecuadorian Andes. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 5:165-179
geol/ecu/geom
165. Clapperton, C.M. (1990). Glacial and volcanic geomorphology of the Chimborazo-Carihuairazo Massif, Ecuadorian Andes. *Transactions - Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 81(2):91-116
geol/ecu/geom
166. Clavijo, C. (1997). *Resúmenes analíticos de la documentación forestal Colombiana: 1990-1996*. Santafé de Bogotá: CONIF/MADR; Serie Documentación: 26. 55 pp.
bib/sil/for/col

167. Cleef, A.M. (1979). The phytogeographical position of the neotropical vascular paramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. En: *Tropical Botany*. (K. Larsen y L.B. Holm-Nielsen, eds.) London: Academic Press. p. 175-184.
par/col/veg/bot/andes
168. Cleef, A.M. (1980a). Posición fitogeográfica de la flora vascular del páramo neotropical. *Colombia Geográfica* 7(2):68-86
veg/par/andes/fito
169. Cleef, A.M. (1980b). Secuencia altitudinal de la vegetación de los páramos de la Cordillera Oriental de Colombia. *Colombia Geográfica* 7(2):50-67
veg/par/andes/fito/col
170. Cleef, A.M. (1980c). La vegetación del páramo neotropical y sus lazos Australo-Antárticos. *Colombia Geográfica* 7(2):7-49
veg/par/andes/fito
171. Cleef, A.M. (1981). *The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental*. Cramer, Vaduz: University of Utrecht, Tesis de PhD
veg/par/andes/col/div/bot
172. Cleef, A.M. y Chaverri, A. (1992). Phytogeography of the páramo flora of cordillera de Talamanca, Costa Rica. En: *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.45-60.
par/crica/veg/bot/andes/fito/div
173. Cleef, A.M.; Rangel C., J.O. y Salamanca, S. (1983). Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Los Nevados. En: *La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Los Nevados*. (T. van der Hammen; P. Pérez y E. Pinto, eds.) Vaduz: J. Cramer; Estudios de Ecosistemas Tropicandinos: 1. p.150-173.
veg/col/bot/andes
174. Cleef, A.M.; Van der Hammen, T. y Hooghiemstra, H. (1993). The savanna relationship in the Andean páramo flora. *Opera Botanica* 121:285-290
andes/par/bot/col/ven/ecu/crica/div/veg/pali/hist
175. Coba de Gutiérrez, B. y Cogua, J. (1994). Reconocimiento de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) en el páramo y bosque altoandino de la región de Monserrate. En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.439-448.
col/alp/ciclo/par/mic/veg
176. Coile S., T. (1940). *Soil changes associated with loblolly pine succession on abandoned agricultural land of the piedmont plateau*. Durham, North Carolina: Duke University School of Forestry. 84 pp.
fert/sue/pinus/plant/hum
177. Colinas Verdes (1997). *Tres áreas propuestas para la protección adyacentes al Parque Nacional Podocarpus. Las comunidades y su relación con los recursos naturales*. Loja: Colinas Verdes
bona/andes/cons/div/indi/ecu/prot/uso/veg

178. Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994a). *The project: "Podocarpus". A project for the protection of nature and environment in and around the "Podocarpus" National Park and the Cordillera de Sabanilla- Southern Ecuador*. Colinas Verdes, Montañas Verdes. 44 pp.
ecu/desa/frut/uso/soc/agfo/reg
179. Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994b). *Un proyecto para la protección de la naturaleza y el medio ambiente en los Andes del Sur del Ecuador*. Utrecht, Holanda: Colinas Verdes, Montañas Verdes. 44 pp.
ecu/desa/frut
180. Colinas verdes y Montañas verdes (1996). *Toronche. Agricultura ecológica para agricultores en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus*. Utrecht, Holanda: Colinas verdes, Montañas verdes. 27 pp.
ecu/ext/frut
181. Colinvaux, P.A.; Olson, K. y Liu, K.B. (1988). Late-glacial and Holocene pollen diagrams from two endorheic lakes of the inter-Andean plateau of Ecuador. *Review of Palaeobotany and Palynology* 55(1-3):83-99
pali/ecu/geol/andes/clim/bona
182. Colmet-Daage, F. (1980). *Cartografía de los suelos en la sierra Ecuatoriana y cartas derivadas. Metodos - objetivos*. Martinique: MAG-PRONAREG-ORSTOM. 16 pp.
ecu/sue/volc/ped/cart
183. Colmet-Daage, F.; Cucalon, F.; Delaune, M.; Gautheyrou, J.; Gautheyrou, M. y Moreau, B. (1967). Essai de caractérisation de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. 2ère partie: Conditions de formation et d'Évolution. *Cahiers ORSTOM, série pédologique* V(4):353-392
ecu/geom/sue/ped/clas
184. Colmet-Daage, F.; DeKimpe, C.; Delaune, M.; Sieffermann, G.; Gautheyrou, J.; Gautheyrou, M.; Fusil, G. y Koukoui, M. (1969). Essai de caractérisation de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. 3ère partie. *Cahiers ORSTOM, série pédologique* VII(4):495-560
ecu/geom/sue/ped/clas
185. Condesan (1996). *Informe sobre los avances logrados en la investigación de recursos naturales Andinos después de UNCED*. Lima: Condesan. 16 pp.
desa/pol/uso
186. CONIF (1991). *Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras en Colombia, Propagación agámica de seis especies forestales neotropicales en Colombia*. Bogotá: Canadá, Inderena. 33 pp.
col/viv/pro/sem
187. CONIF (1995a). *Coníferas*. Santafé de Bogotá. 50 pp.
col/con/pinus/cupr/ext/sil
188. CONIF (1995b). *Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras*. Santafé de Bogotá: CONIF, INSEFOR; Serie Técnica : 32. 156 pp.
col/sem/pro/nativ

189. CONIF (1996a). *Boletín de Protección Forestal*. 1: 52pp. Santafé de Bogotá
col/sil/gui/fisa/plant
190. CONIF (1996b). *Latifoliadas zona alta*. Santa Fé de Bogotá: Corporación nacional de investigación y fomento forestal. 68 pp.
col/sil/mad/prod/nativ/agfo/fito/aln/euca
191. CONIF/Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural *Programa de Transferencia de Tecnologías Forestales y Agroforestales a través de las Umatas*. Manuscrito. 4 pp.
met/agfo/sil/ext
192. CONIF y CIID (1990). *Investigación sobre forestación en zonas altas de Colombia*. Sta. Fé de Bogotá: Convenio CIID-CONIF. 100 pp.
col/exo/andes/plant/pro/prod
193. Constante Tapia, H.R. (1986). *Inventariación botánica forestal de especies nativas existentes en la Provincia de Chimborazo, Cantón Penipe, Parroquia Candelaria, Comunidad Releche*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 189 pp
nativ/ecu/andes/bona/veg
194. Coppus, R.; Groenendijk, J.P. y Hofstede, R.G.M. (1997). *Impacto de plantaciones de Pinus sobre el suelo y la vegetación en los Andes del Ecuador. Presentación y ordenación de los datos básicos*. Amsterdam: Proyecto EcoPar - Universidad de Amsterdam. 54 pp.
ecu/sil/div/sue/veg/par/andes/pinus
195. Cornish, P.M. (1989). *The effects of radiata pine plantation establishment and management on water yields and water quality - a review*; Technical Paper Forestry Commission of NSW: 49. 53 pp.
hidr/plant/pinus/nz/afri/aus/sil
196. Corporación de Estudios y Publicaciones (1992). *Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. Reglamentos*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones. 92 pp.
bona/ecu/sil/pol
197. Cortés, A.; Chamorro B., C. y Vega, A. (1990). Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa (Paramo de Guerrero). *Investigaciones Subdirección Agrológica IGAC* :101-114
plant/col/pinus/euca/sue/par
198. Cortes, A. y Franzmeier, D.P. (1972). Climosequence of ash-derived soils in the Central Cordillera of Colombia. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 36:653-659
sue/col/volc/ped/min/andes
199. Cortina, J.; Romany, J. y Vallejo, V.R. (1995). Nitrogen and phosphorus leaching from the forest floor of a mature *Pinus radiata* stand. *Geoderma* 66(3-4):321-330
ciclo/pinus/plant/hum/espa/sil/exo
200. Cozzo, D. (1994). Conversion de plantaciones forestales de especies exóticas en sistemas sostenibles en Argentina. *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales* 3(1):31-42
reg/plant/pinus/sil/arg/exo

201. Craig, F.G.; Bren, L.J. y Hopmans, P. (?). A study of establishment techniques for *Pinus radiata* at Heywood. ? 45-51
pinus/sue/sil/fert/aus
202. Crissman, C.C.; Antle, J.M. y Capalbo, S.M. (eds.) (1998) *Economic, environmental and health tradeoffs in agriculture: Pesticides and the sustainability of Andean potato production*. Dordrecht/ Boston/ London: Kluwer. Natural resource management and policy
ecu/peru/col/agri/econ/andes
203. Crockford, R.H. y Richardson, D.P. (1990a). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: I. Throughfall measurement in a eucalypt forest: effect of method and species composition. *Hydrological Processes* 4(2):131-144
hidr/pinus/aus/plant/exo/sil
204. Crockford, R.H. y Richardson, D.P. (1990b). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: II Stemflow and factors affecting stemflow in a dry sclerophyll eucalypt forest and a *Pinus radiata* plantation. *Hydrological Processes* 4(2):145-155
hidr/pinus/aus/plant/exo/sil
205. Crockford, R.H. y Richardson, D.P. (1990c). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: III. Determination of the canopy storage capacity of a dry sclerophyllous Eucalypt forest. *Hydrological Processes* 4(2):157-167
hidr/pinus/aus/plant/exo/sil
206. Crockford, R.H. y Richardson, D.P. (1990d). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: IV. The relationship of interception and canopy storage capacity, the interception of these forests, and the effect on interception of thinning the pine plantation. *Hydrological Processes* 4(2):169-188
hidr/pinus/aus/plant/exo/sil
207. Crutzen, P.J. y Andreae, M.O. (1990). Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science* 250(1669-1678)
fue/carbon/trop
208. Cruz G., A.G. (1993). *El Páramo. Inventario de los recursos naturales y las potencialidades de uso de las tierras de páramo: Quisapincha, San Fernando, Pasa*. Ambato: CESA. 89 pp.
andes/andi/bona/div/ecu/clim/par/uso/veg/sue
209. Cruz Uvidia, L. (1985). *Estudio de propagación de Quishuar (Buddleja incana H.B.K.) y Sacha-Capulí (Vallea stipularis L.F.) a nivel de invernadero*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 74pp
nativ/sil/pro
210. Cuamacas, S.B. y Tipaz, G.A. (1995). *Arboles de los bosques interandinos del Norte del Ecuador*. Quito: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. 231 pp.
ecu/andi/bot/gui

211. Cuatrecasas, J. (1949). Rosette trees, a tropical growth form that defies mountain climate. *Bulletin of the Chicago Natural History Museum* 20:6-7
bot/par/andes
212. Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Físicas* 10(40):221-264
veg/col/bot/div
213. Cuatrecasas, J. y Torres Barreto, A. (1988). *Páramos*. Ecuador: Villegas Editores. 107 pp.
col/par/veg
214. Curran, P.; Foody, G.; Lucas, R. y Honzack, M. (1996). Remote sensing and GPS, the mystery of the missing carbon. *GIS Europe* (may)
perc/gps/carbon
215. Currie, L. y García Samper, A. (1965). *El manejo de las cuencas en Colombia*. Bogotá: Ediciones Tercer Mundo. 41 pp.
sil/col/cuen/uso
216. Chacón Vintimilla, G. (1997). *Impacts of clearcutting, pasturing, Eucalyptus and pine plantations on the soil of tropical upper montane forests in Southern Ecuador*. Montréal: Université du Québec à Montréal, Tesis de Tesis de M.Sc. 46pp
ecu/sil/pinus/euca/sue
217. Chacón Vintimilla, G. y Serrano Montesinos F. (1995). *Periodos de floración, colección de referencias y monitoreo de especies vegetales vasculares del bosue de Mazán*. Cuenca: ETAPA. 52 pp.
andi/bona/ecu/prot/veg
218. Chancusig, E. (1997). *Sistemas agrícolas andinos. Cultivos en relevos: papa - haba - pasto - animales*. Quito: Abya-Yala/FEPP. 135 pp.
ecu/agri/pas/gana
219. Christensen, L.J. (1989). *An early status of regeneration in gaps in a montane rain forest in southern Ecuador*. Risskov, Denmark. 45 pp.
bona/veg/ecu/andi/bot/reg
220. Churchill, S.P.; Linares C., E.L. y Mora González, G. (1995). *Prodromus bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Vol. I y II. Santafé de Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural. 863 pp.
col/bot/gui
221. Dabas, M. y Bhatia, S. (1996). Carbon sequestration through afforestation: Role of tropical industrial plantations. *Ambio* 25(5):327-330
carbon/plant/pol/trop/sil
222. Dávalos Grijalva, N. (1989). *Estudio ecológico en el Páramo de El Angel con especial relación a la familia Poaceae*. Quito: Pontifica Universidad Católica del Ecuador. 150pp
bot/veg/par/ecu/andes

223. de Jong, B.H.J.; Montoya-Gómez, G.; Nelson, K.; Soto-Pinto, L.; Taylor, J. y Tipper, R. (1995). Community forest management and carbon sequestration: a feasibility study from Chiapas, Mexico. *Interciencia* 20(6):409-416
mex/carbon/agfo/soc/sil/part
224. De las Salas, G. (1983). Aspectos sobre la reforestación y el balance nutricional del sitio en los tropicos. En: *El papel de las plantaciones forestales en los neotrópicos como fuente de energía* (IUFRO/MAB Feb 6-13, 1983; Universidad Federal de Vicosa. Brasil: p. 20 pp
plan/ciclo/for
225. de Noni, G.; Janeau, J.L.; Prat, C.; Trujillo, G. y Viennot, M. (1994). Hydrodynamique, erodabilité et conservation des sols volcaniques indurés d'Amérique Latine (Equateur, Mexique et Nicaragua): impact du matériau originel et effet de la réhabilitation agricole. En: *Transactions 15th World Congress of Soil Science* July 1994; Acapulco, Mexico. Chapingo, Mexico: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. vol. 6a p. 554-570
volc/sue/fert/agri/mex/ecu/nig
226. de Noni, G.; Trujillo, G. y Viennot, M. (1986). L'erosion et la conservation des sols en Equateur. *Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie* 22(2):235-245
ero/sue/ecu/andes/cons
227. de Noni, G.; Viennot, M. y Trujillo, G. (1989-1990). Mesures de l'erosion dans les Andes de l'Equateur. *Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie* 25(1-2):183-196
ero/sue/ecu/andes/cons
228. de Oliveira Garrido, M.A. (1978). Efeitos do reflorestamento sobre a produção de água em bacias hidrográficas experimentais. *Publ. If São Paulo* 14:1-9
hidr/cuen/bra/for
229. de Vries, T.; Onora, G.; Jaramillo, J.; Sierra, R. y Coloma, L. (1987). *Justificativos generales para la elaboración de un plan de manejo y conservación del área natural Cashca Totopas (Provincia Bolívar, Ecuador)*. Quito: PUCE. 9 pp.
bona/andi/cons/div/ecu/veg
230. Dehn, M. (1995). An evaluation of soil conservation techniques in the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development* 15(2):175-182
ero/ecu/andes
231. Del Llano, M. (1990). *Los páramos de los Andes. Exploración ecologica integrada en la alta montana Ecuatorial*. Colombia: Montoya & Araujo Ltda. 314 pp.
par/col/veg/geol/geom/bot
232. Del Valle Arango, J.I. (?). *Un proceso comunitario de manejo de un humedal boscoso tropical mediante entresacas en Colombia*
bona/sil/col/trop/part
233. Del Valle Arango, J.I. (1975). Estado nutritivo de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en Antioquia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 30(2):59-71
ciclo/col/plant/cupr/fert/exo

234. Del Valle Arango, J.I. (1976). Sistemas silviculturales en el trópico húmedo. Resumen. En: *El bosque natural y artificial; Reunión del consejo consultivo* (CONIF 13 a 15 de octubre 1976; Villa de Leyva. Bogotá: CONIF. p. 21-49
sil/for/trop/trop
235. Del Valle Arango, J.I. (1978). Efectos del secado de suelos de origen volcánico de Antioquia en la mineralización del N y en la productividad. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 31(1): 33-46
col/cupr/prod/fert/volc/met
236. Del Valle Arango, J.I. (1980). El crecimiento de *Cupressus lusitanica* Mill. en Antioquia, Colombia. En: *Producción de madera en los neotrópicos por medio de plantaciones* 8-12 de septiembre 1980; San José. San José: IUFRO/MAB/Servicio Forestal. p. 19-44
col/plant/cupr/exo/prod/sil
237. Del Valle Arango, J.I. (1988). Rendimiento y crecimiento de Cerezo (*Alnus jorullensis*) en la región central andina, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 41(1):61-90
sil/plant/aln/col/prod/sit/nativ
238. Del Valle Arango, J.I. (1993). La predicción del sitio forestal para especies que se plantan en el trópico. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 46(1-2):47-69
col/sit/nativ/aln/cupr/exo/pinus/sue/plant
239. Del Valle Arango, J.I. y Madrigal C., A. (no publicado). Impacto económico del daño causado por defoliadores en plantaciones de *Pinus patula* Schiede & Deppe en el norte de Antioquia, Colombia
plant/exo/pinus/fisa/econ/col
240. Delgado Flórez, A. (1977). *El aprovechamiento forestal en Colombia*. Bogotá: CONIF; Serie Técnica: 4. 40 pp.
sil/col/hist/econ/mad/bona
241. Departamento Nacional de Planeación, Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. (1997). *Política nacional de biodiversidad, Colombia*. Santafé de Bogotá. 41 pp.
col/div/pol
242. Desloges, C. (1995a). *Estrategia para reforzar la integración y la participación en el plan de acción forestal de Ecuador (PAFE) 2*. Quito: FAO/INEFAN/PAFT/PAFE
ecu/sil/pol/desa
243. Desloges, C. (1995b). *Estrategia para reforzar la integración y la participación en el plan de acción forestal del Ecuador*. Documento de trabajo 2. Quito: FAO/INEFAN/Gobierno de los Países Bajos; Proyecto Apoyo a la implementación del PAFE. 19 pp.
ecu/andes/trop/sil/pol/part
244. Desloges, C. y Meza, J. (1995a). *Memoria del taller sobre los principios operativos del programa de acción forestal en los trópicos (PAFT)*. Quito: FAO/INEFAN/PAFT/PAFE.
ecu/sil/desa/pol

245. Desloges, C. y Meza R., J. (1995b). *Memorias del taller sobre los principios operativos del programa de acción forestal en los trópicos PAFT*. Proyecto Apoyo a la implementación del PAFE 23 - 27 de enero de 1995; Quito, Ecuador. Quito: FAO/INEFAN/Gobierno de los Países Bajos. Documento de trabajo 1. 160pp.
ecu/andes/trop/sil/pol
246. Desmond, D.F. (1989). *Forest tree nurseries in agricultural high schools: an analysis of Ecuadorean experiences*. Londres: Overseas Development Institute, Londres. 12 pp.
sil/ecu/viv/ext
247. Dewar, R.C. (1990). A model of carbon storage in forests and forest products. *Tree Physiology* 6:417-428
sil/carbon/plant
248. Dewar, R.C. y Cannell, M.G.R. (1992). Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using UK examples. *Tree physiology* 11:49-71
sil/carbon/plant/ingl
249. DFC (?a). *Un sistema de extensión forestal participativa de las comunidades campesinas de la sierra Peruana*. 4 pp.
peru/ext/part
250. DFC (?b). *Informe: Inventario forestal participativo Bosque nativo Turucucho*. 12 pp.
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg/part/desa
251. DFC (1995a). *El vivero comunal*. Quito, Ecuador: FAO, INEFAN. 40 pp.
ecu/ext/gui/viv/part
252. DFC (1995b). *Metodología para acompañar a comunidades en la formulación de planes de manejo de bosques nativos andinos*. Quito: DFC, FAO, INEFAN; Documento de Trabajo: 5. 59 pp.
bona/part/plan/andi/andes/ecu
253. DFC (1995c). *Recuperación de los recursos forestales de Gallo Rumi*. Parroquia la Esperanza, Comunidad Rumipamba: Asociación de trabajadores agrícolas de Gallo Rumi. 20 pp.
ecu/part/par
254. DFC (1995d). *Sistema de información para seguimiento y evaluación de proyectos agroforestales comunales- SEPAC*. DFC: Proyecto desarrollo forestal campesino. 200 pp.
ecu/agfo/part/viv/plant
255. DFC (1996a). *Bosque nativo andino. Lineamientos para la implementación de alternativas de manejo*. Quito: DFC, FAO, INEFAN. 33 pp.
bona/andi/ecu
256. DFC (1996b). *Desarrollo forestal campesino (objetivos, metodologías y estrategias)*. Quito: FAO, INEFAN, Gobierno de los países bajos; Documento de trabajo: 1. 19 pp.
ecu/desa/part/sil/viv
257. DFC (1996c). *Documento de trabajo N.-3, El calendario forestal, Cuando realizar los trabajos forestales en la región Andina del Ecuador*. Quito: Proyecto desarrollo forestal campesino. 23 pp.
sil/ecu/plan/plant/part

258. DFC (1996d). *Manejo de bosques nativos andinos*. Quito, Ecuador: Desarrollo forestal campesino en los andes del Ecuador; Documento de Trabajo: 6. 35 pp.
bona/andi/ecu/part
259. DFC (1996e). *Planeamiento Andino comunitario. Guia para su formulación*. Quito: DFC; Documento de Trabajo: 2. 55 pp.
ecu/part/plan/ext
260. DFC; FAO y INEFAN (?). *El Aliso*. Lámina didáctica. Quito: =DFC//FAO//INEFAN
ecu/ext/aln
261. Díaz Daza, L. y Mendoza Vargas, M. (1989). *Flujo de biogeoelementos en un ecosistema de bosque andino, Cundinamarca, Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Dept. de Biología, Tesis de Grado. 265pp
col/alp/ciclo/hidr/veg/bona
262. Díaz Daza, L. y Mendoza Vargas, M. (1994). Aproximación a un modelo de flujo de biogeoelementos en el bosque altoandino de Monserrate, Cundinamarca, Colombia. En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.407-438.
col/alp/ciclo/hidr/veg/bona
263. Diemer, M. (1996). Microclimatic convergence of high-elevation tropical páramo and temperate-zone alpine environments. *Journal of Vegetation Science* 7:821-830
clim/par/ecu/andes
264. Díez Gómez, M.C. y Bahamon Dávila, S.M. (1990). *Fenología y reciclaje de nutrientes en el Alnus acuminata H.B.K.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Tesis de Grado ingeniero forestal. 164pp
nativ/ciclo/col/andes
265. DIVA (1997). *Oyacachi - people and biodiversity*. Ronde, Dinamarca: Centre for Research on Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA); Technical reports: 2. 120 pp.
ant/andes/andi/bona/bot/div/ecu/fauna/indi/par/poly/soc/uso/veg
266. Dixon, R.K.; Brown, S.; Houghton, A.M.; Solomon, A.M.; Trexler, M.C. y Wisniewski, J. (1994). Carbon Pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263:185-190
carbon/pol/def/for
267. Djajono, A. y Weir, M.J.C. (1994). Assessing the accuracy of natural resource data for forest land assessment in Indonesia. En: *Symposium on the spatial accuracy of natural resource data bases* (? 1994; Williamsburg, Virginia.
sig/sil/dbase/uso
268. Dons, A. (1987). Hydrology and sediment regime of a pasture, native forest, and pine forest catchment in the central North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science* 17(203):161-178
pinus/plant/pas/nz/hidr/sil/exo

269. D’Orazio B., W.d.J. (1993). *Evaluación de las plantaciones establecidas por MARNR-CONARE en los sectores “El Seminario” y “Páramo La Urbina”, Municipio Trujillo, Estado Trujillo*. Mérida: Universidad de los Andes, Mérida. 38pp
ven/sil/plant/pinus/euca/exo/for/veg/ero/sue
270. Dougherty, P.M. (1993). Vegetation management practices in plantation forests of Australia and New Zealand. *Canadian Journal of Forest Research* 23(10):1989-2005
sil/plant/pinus/prod/nz/aus/exo
271. Doumenge, C.; Gilmour, D.; Ruíz P., M. y Blockhus, J. (1995). Tropical montane cloud forests: conservation status and management issues. En: *Tropical Montane Cloud Forests* (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. New York: Springer. p. 24-37
veg/hidr/andes/pol/bona/trop/prot
272. Downer, C.C. (1992). Destruyen al Parque Sangay, Ecuador. *Punto de vista* 504: 8-9
ecu/fauna/
273. Downer, C.C. (1996). The mountain tapir, endangered ‘flagship’ species of the high Andes. *Oryx* 30(1):45-58
fauna/andes/
274. Downer, C.C. (1997). Evaluación y plan de acción para el Tapir Andino *Tapirus Pichaque*. En: *Status survey and conservation action plan: Tapirs* (D.M. Brooks, R.E. Bodner y S. Montoya, eds.). Gland (Suiza): IUCN/SSC Tapir specialist group. p. 45-58.
ecu/fauna
275. Duncan, M.J. (1995). Hydrological impacts of converting pasture and gorse to pine plantation, and forest harvesting, Nelson, New Zealand. *Journal of Hydrology (N. Z.)* 34(1):15-41
hidr/plant/pinus/nz/sil/exo
276. Durán Cabrera, A. (1985). Modificación del régimen de caudales como consecuencia de la deforestación y la reforestación. En: *III Congreso Colombiano de Cuencas Hidrográficas* (CVC, ed.). agosto 6-10, 1985; Cáli. Cáli: CVC. p. 335
col/cuen/hidr/def/for
277. Dvorak, W.S.; Donahue, J.K. y Vasquez, J.A. (1995). Early performance of CAMCORE introductions of *Pinus patula* in Brazil, Colombia and South Africa. *South African Forestry Journal* 0(174):23-33
sil/col/pinus/exo/plant/bra/afri
278. Eash, N.S. y Sandor, J.A. (1995). Soil chronosequence and geomorphology in a semiarid valley in the Andes of southern Peru. *Geoderma* 65(1-2):59-79
peru/sue/geom/ped/andes
279. Edwards, P.J. (1982). Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. V. Rates of cycling in throughfall and litter fall. *Journal of Ecology* 70:807-827
desc/ciclo/hidr/bona/sue/veg
280. Ellenberg, H. (1979). Man’s influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* 67:401-416
fue/andes/andi/par/uso/veg

281. Encalada Reyes, M.A. (Fundación Natura.) (1983). *Medio Ambiente y desarrollo en el Ecuador. Reflexiones sobre un diagnóstico*. Quito: Salvat Editores Ecuatoriana, s.a. 127pp.
prot/sit/desa/ecu/uso
282. Endo, M. (1992). *CAMCORE - once años de contribuciones a la reforestación de Smurfit Cartón de Colombia*. Cali: Cartón de Colombia. 12 pp.
sil/for/col/pinus/sit
283. Endo, M. (1994). CAMCORE: Twelve years of contribution to reforestation in the Andean region of Colombia. *Forest Ecology and Management* 63(2-3):219-233
sil/for/pinus/plant/exo/andes/col
284. Enríquez, S.; Duarte, C.M. y Sand-Jensen, K. (1993). Patterns in decomposition rates among photosynthetic organisms: the importance of detritus C:N:P content. *Oecologia* 94:457-471
ciclo/desc/sue
285. Escobar Barragán, E.; Real López, B.; Suárez, L. y Vásquez Merino, E. (1996). *Ante-Proyecto de Ley Forestal, de Areas Naturales Protegidas y de Biodiversidad Silvestre*. Quito: INEFAN//PPF//GTZ//MAG
pol/ecu/div/prot
286. Escobar Munera, M.L. y Del Valle Arango, J.I. (1983). *Diagnostico de deficiencias nutricionales de N, P, K, S y B en plantulas de Pinus patula*. Bogotá: INDERENA; Investigaciones Forestales: 13. 14 pp.
sit/fert/exo/pinus/fisa/prod
287. Escobar Munera, M.L. y Del Valle Arango, J.I. (1985). Fertilización del *Pinus patula* en invernadero con un suelo derivado de cenizas volcánicas. *Investigaciones forestales* (18):1-14
viv/volc/fert/exo/pinus/col
288. Escobar Munera, M.L. y Del Valle Arango, J.I. (1986). Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en plántulas de *Pinus patula* en un suelo derivado del batolito Antioqueño. *Investigaciones forestales* (21):1-12
fert/exo/pinus/prod/col
289. Escobar S., R.A. (1967). *Aspectos biológicos del Pinus patula*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional. 42pp
pinus/bot/viv/col
290. Espejo Jaramillo, M. (1989). *Incendios forestales*. Loja: Subcomisión Ecuatoriana Predesur. 35 pp.
fue/ecu/andi/plant/bona
291. Espinosa, J. (1992). Phosphorus diagnosis and recommendations in volcanic ash soils. *TropSoils Bulletin* 92(2):109-115
sue/ecu/fert/volc
292. Espinosa, J. (1991). Los suelos volcánicos del Ecuador. En: *El paisaje volcánico de la Sierra Ecuatoriana. Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados*. (P. Mothes, ed.) Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 4. p.55-60.
ecu/sue/ero/geom/clas

293. Espinosa, P. y Crissman, C.C. (1997). *Raíces y tubérculos andonos. Consumo, aceptabilidad y procesamiento*. Quito: Abya Yala/CIP. 63 pp.
ecu/agri
294. Espinosa, P.; Vaca, R.; Abad, J. y Crissman, C.C. (1996). *Raíces y tubérculos andinos. Cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción*. Quito: Abya Yala/CIP. 178 pp.
ecu/agri
295. Espinoza, O.P. (1992). *Plan de manejo con fines de uso múltiple sostenido de los recursos naturales del área de Huashapamba del cantón Saraguro*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 136pp
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg/uso
296. Estévez Fuentes, M.; Paspuel Revelo, L. y Hjorth, M. (1995). *Manual de manejo de pino*. Quito: INEFAN, SWEDFOREST. 46 pp.
ecu/ext/pinus/sil/gui
297. Evans, J. (1992). *Plantation forestry in the tropics*. Oxford. 403 pp.
sil/plant/agfo/uso/sem
298. Eynde van, K.L.M. y Venero, J.L. (Abril, 1989). *Estudio cuantitativo de las cercas vivas en dos comunidades andinas del departamento de Cusco*. Lima: FAO-DGFF. 28 pp.
peru/agfo/cons/nativ
299. Faeth, P.; Cort, C. y Livernash, R. (1994). *Evaluating the carbon sequestration benefits of forestry projects in developing countries*. Washington D.C.: World Resources Institute. 97 pp.
carbon/uso/pol
300. Fahey, B.D. y Watson, A.J. (1991). Hydrological impacts of converting tussock grassland to pine plantation, Otaga, New Zealand. *Journal of hydrology (N.Z.)* 30(1-15)
hidr/plant/pinus/nz/sil/exo
301. Fandino Lozaña, M. (1996). *Framework for ecological evaluation*. Enschede, ITC: Universiteit van Amsterdam, Tesis de Disertación de Ph.D. 195pp
bona/col/div/prot/sig/sit/uso/veg
302. FAO (1973). *An annotated bibliography of Pinus elliottii*. Roma: FAO. 347 pp.
bib/pinus/sue/bot/sil/fito/fue/prod
303. FAO (1974). *An annotated bibliography of Cupressus lusitanica*. Roma: FAO. 64 pp.
bib/cupr
304. FAO (1976). *La silvicultura en el Noroccidente*. Quito: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 63 pp.
sil/ecu/agri/prod/reg/econ/desa/mad/plant
305. FAO (1984a). *Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales*. Roma: FAO/Montes; Estudios FAO Montes: 7. 136 pp.
ext/sil/viv/part
306. FAO (1984b). *Guía para seleccionar algunas especies forestales exóticas para reforestación en la sierra peruana*. Lima: Proyecto FAO, Holanda, INFOR
sil/peru/for/pinus/euca/sit

307. FAO (1988). *Cultivo de árboles por la población rural*. Roma: FAO/Montes; Estudios FAO Montes: 64. 140 pp.
ext/sil/viv/part
308. FAO (1990). *Community forestry publications by FAO*. Rome: FAO. 8 pp.
bib/part/ext
309. FAO (1991). *Tropical Forestry Action Programme* TFAP, FAO. 36 pp.
sil/for/pol/met/desa
310. FAO (1992). *Suelos y aguas. Erosion de suelos en America Latina*. Santiago, Chile. 194 pp.
geom/ero/hidr/sue/sig/fert
311. FAO (1993a). *Bosques, árboles y alimentación*. 25 pp.
sil/agri/agfo/gana/pasto/ero/sue/clim/pol
312. FAO (1993b). *Cuidado y mantenimiento de plantas en el vivero*. Potosí, Bolivia: Proyecto FAO/ Holanda/ CDF; Folleto viveros: 3. 25 pp.
bol/viv/ext/indi/part/gui/fisa
313. FAO (1993c). *Pastos y árboles*. Potosí, Bolivia. 28 pp.
bol/ext/agfo/pasto
314. FAO (1993d). *¿Qué es Agroforestería?* Potosi, Bolivia: FAO, Holanda, CDF; Folleto Agroforestral: 1. 19 pp.
bol/agfo/ext/cons
315. FAO (1994a). *Apoyo a las plantaciones forestales con fines energéticos y para el desarrollo de las comunidades rurales de la sierra peruana*. Lima: Misión tripartita de evaluación FAO-Holanda, Perú Pronamachs. 25 pp.
sil/peru/ext/part/desa/pol
316. FAO (1994b). *Bosques, árboles y Comunidades Rurales*. Quito, Ecuador: FAO. 59 pp.
ext/agfo/pasto/part/plan/gui/desa/indi
317. FAO (1994c). *El desafío de la ordenación forestal sostenible, perspectivas de la silvicultura mundial*. Roma, Italia: =FAO. 121 pp.
pol/sil/desa/soc
318. FAO (1994d). *Peasant participation in community reforestation.. Four communities in the departament of Cuzco Peru*. Roma: FAO. 58 pp.
peru/part/for/plan/uso/econ
319. FAO (1995a). *Bosques comunales. Metodología y estudios de caso*. Quito: FAO/Holanda. 158 pp.
ecu/sil/pasto/cons/part/mad/pinus
320. FAO (1995b). *El desafío del desarrollo forestal participativo. Memoria del primer seminario taller latinoamericano*. Quito: FAO. 251pp.
ecu/part/desa/sil/agfo/econ
321. FAO (1995c). *Manual del extensionista forestal andino*. Tomo II. Quito: FAO-Holanda, DFPA. 251 pp.
ecu/ext/mad/sil/bona/part/econ
322. FAO (1995d). *¿Qué es un árbol?* Quito: FAO. 22 pp.
ecu/ext

323. FAO (1996). *Principios básicos y pautas operativas*. Roma: Org. Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentation. 64 pp.
desa/sil/plan/for
324. FAO y DFPA (1995). *Extensión forestal, metodología y estudios de caso*. Quito: FAO/Holanda, DFPA. 188 pp.
ecu/ext/part/sil/agfo
325. Fassbender, H.W. y Tschinkel, H. (1974). Relación entre el crecimiento de plantaciones de *Cupressus lusitanica* y las propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. *Turrialba* 24(2):141-149
col/cupr/sit/prod/fert/volc
326. Fehse, J.C.; Hofstede, R.G.M.; Jongmsa, W. y Spijkerman, L. (1997). *Ambiente y forestación de un área alta andina en Ecuador. Plan de manejo forestal y descripción de la parte alta de la Hacienda Miraflores*. Velp: Proyecto EcoPar - IAH Larenstein - Universidad de Amsterdam. 153 pp.
ecu/sil/div/sue/veg/par/andes/nativ/sig/foto
327. Ferguson, J.A.; Anzola V., H.J. y Pastrana B., R. (1987). Algunas características del suelo y de la vegetación de un páramo de Cundimarca. *Carta Agraria* 282:3-14
sue/col/par/veg
328. Fernández Alonso, J.L. (1995). *Flora de Colombia 16. Scrophulariaceae - Aragoae*. Santafé de Bogotá: Real jardín botánico de Madrid, Instituto colombiano de cultura hispánica, Instituto de ciencias naturales, Universidad Nacional de Colombia. 224pp
col/bot/gui
329. Fierro A, C. (1991). *Una guía de aves para el Bosque Protector Paschoa*. Quito: Fundación Natura. 97 pp.
ecu/fauna/prot/gui
330. Fife, D.N. y Nambiar, E.K.S. (1995). Effect of nitrogen on growth and water relations of radiata pine families. *Plant and Soil* 168-169: 279-285
pinus/aus/ciclo/prod/sil/plant/exo
331. Figueroa Vanegas, J.D. (1979). *El Roble (Quercus humboldtii & bonplant)*. Medellín: Unal. 14 pp.
col/nativ/bot
332. Fjeldså, J. (1992). Biogeography of the birds of the *Polylepis* woodlands of the Andes. En: *Páramo: an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.31-44.
fauna/bona/andi/andes/div/poly
333. Fjeldså, J. y Kessler, M. (1996). *Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia. A Contribution to Sustainable Natural Resource management in the Andes*. Copenhagen: NORDECO. 250 pp.
andes/bol/bona/andi/div/fauna/peru/poly/veg
334. Florence, R.G. y Chuong, P.H. (?). The influence of soiltype on foliar nutrients in *Pinus radiata* plantations. *Australian Forest Research* 6(3):1-8
pinus/sue/fisa/aus

335. Florez, A. (1990). Los Nevados de Colombia. *Colombia. Su gente y regiones* 19:119-127
col/geol
336. Florez, A. (1992). *Los nevados de Colombia. Glaciales y Glaciaciones*. Santafé de Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Análisis geográficos: 22. 91 pp.
col/geol/andes/clim
337. Fölster, H. y von Christen, H. (1977). The influence of quaternary uplift on the altitude zonation of mountain soils on diabase and volcanic ash in humid parts of the Colombian Andes. *Catena* 3 (3-4): 233-263
sue/col/volc/andes/geol
338. Follis, M.B. y Nair, P.K.R. (1994). Policy and institutional support for agroforestry: an analysis of two Ecuadorian case studies. *Agroforestry Systems* 27(3):223-240
ecu/agfo/pol/plan/sil
339. Frantzen, N.M.L.H.F. y Bouman, F. (1989). Dispersal and growth form patterns of some zonal páramo vegetation types. *Acta Botanica Neerlandica* 38(4):449-465
andes/par/veg/bot
340. Fritzke, S.L. *La flora de la reserva ecológica Cotacachi-Cayapas, Región Andina y algunas recomendaciones*. Quito: Funcación Natura. 31 pp.
andi/bona/ecu/prot/veg
341. Fundación Alma (1986). *Bosque y vida*. Bogotá: Fundación Alma. 155 pp.
col/sil/bona/pol/for/desa/econ
342. Fundación Ecosistemas Andinos (1996). *El Páramo, ecosistema a proteger*. Santafé de Bogotá: ECOAN. 233 pp.
col/div/par/veg
343. Fundación Maquipucuna (1995). *Análisis del recurso forestal, análisis de la avifauna, Reserva Maquipucuna*. Quito: Fundación Maquipucuna/PROBONA. 23 pp.
andi/bona/bot/ecu/prot/veg
344. Fundación Maquipucuna (1997). *Parcelas permanentes y ensayos de manejo*. Quito: Fundación Maquipucuna
andi/bona/bot/ecu/prot/veg
345. Fundación Natura (1996). *Documento operativo del proyecto. Conservación de la biodiversidad y manejo participativo del Parque Nacional Sangay*. Quito: Fundación Natura. 36 pp.
ecu/part/div
346. Galloway, G. y Flores, A. (1986). Propagacion del Aliso, establecimiento de semilleros. *Forestal Informativo, Inefan*. No. 3:2-5
nativ/aln/prod/viv
347. Galloway, G. (1986). *Guía sobre la repoblación forestal en la sierra Ecuatoriana, Proyecto Dinaf- Aid*. Quito: MAG, USAID. 291 pp.
ecu/ext/sil/sue/plant
348. Galloway, G. (1987). *Criterios y estrategias para el manejo de plantaciones forestales en la sierra Ecuatoriana*. Quito: Ministerio de agricultura y ganadería dirección forestal, USAID. 145 pp.
ecu/sil/ext/mad/pinus/euca

349. Gamboa, J.J. (19??). Variabilidad de los niveles nutricionales y fertilidad de los suelos Andinos de Nariño, Colombia. *Turrialba* 197(82):401-419
col/clas/ped/sue/volc/fert
350. Gámez Montes, J. (1975). Acaballonado en páramo ácido. En: *Técnicas de reforestación*. (ICONA, ed.) Madrid: ICONA.
sil/for/plant/par/sue/sit
351. Gara, R.I. y Onore, G. (1989). *Entomología Forestal*. Quito: Ministerio de agricultura y ganadería. 267 pp.
sil/ecu/fito
352. García C., M.R. y Chamorro B., C. (1994). Contribución al conocimiento de la dinámica temporal de la edafofauna en un bosque altoandino de la región de Monserrate. En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.619-630.
col/alp/sue/biol/veg/bona
353. García de Dueñas, J.M. (1987). *Conservación forestal generalidades*. Ecuador: Ministerio de agricultura y ganadería, programa nacional forestal. 41 pp.
def/for/sil/ero/sue/uso/veg
354. García Montoya, M.E. (1990). *Proyección del crecimiento del cerezo (Alnus jorullensis) empleando métodos explícitos*. Medellín: Universidad nacional de Colombia. 110pp
sil/nativ/col/prod/andes
355. García-Oliva, F.; Casar, I.; Morales, P. y Maass, J.M. (Oct 1994). Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* 99(3-4):392-396
sue/desc/mex
356. Garner, H.F. (1983). Large-scale tectonic denudation and climatic morphogenesis in the Andes mountains of Ecuador. En: *Mega-geomorphology* (R. Gardner y H. Scoging, eds.).Oxford University Press. p. 1-17
geom/geol/ecu
357. Garrison, M. y Pita, M. (1992). An evaluation of silvopastoral systems in pine plantations in the central highlands of Ecuador. *Agroforestry Systems* 18(1):1-16
ecu/plant/pinus/pasto/sil/exo/andes
358. Gentry, A.H. (1982). Neotropical floristic diversity: Phyto-geographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69:557-593
hist/div/bot/clim/andes
359. Gentry, A.H. (1993). *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa*. Washington D.C.: Conservation International. 895 pp.
col/ecu/peru/bot/gui/veg/andes/ama

360. Gibson, I.A.S. (1980). Two Pine needle fungi new to Colombia. *Tropical pest management* 26(1):38-40
col/pinus/fisa
361. Gibson, I.A.S.; Christensen, P.S. y Dedan, J.K. (1967). Further observations in Kenya on a foliage disease of pines caused by *Dothistroma pini* Hulbary. The effect of shade on the incidence of disease in *Pinus radiata*. *Commonwealth Forestry Review* 46(3)(129):239-243
pinus/fisa
362. Gilmour, D.A.; Bonell, M. y Cassells, D.S. (1987). The effects of forestation on soil hydraulic properties in the Middle Hills of Nepal: a preliminary assessment. *Mountain Research and Development* 7(3):239-249
pinus/hidr/plant/nepal/sil/exo
363. Giraldo, L.G.; Del Valle Arango, J.I. y Escobar, M. (1980). El crecimiento del Nogal (*Cordia alliodora* Ruiz & Pavon Oken) en relación con algunos factores climáticos, edáficos y fisiográficos en el suroeste de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 33(1):21-32
nativ/prod/sit/col/clim
364. Goldstein, G.; Meinzer, F.C. y Rada, F. (1994). Environmental biology of a tropical treeline species, *Polylepis sericea*. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, ed.) Cambridge: Cambridge University Press. p.129-151.
fisio/ven/veg/alp/poly
365. Gómez Franco, G. (1991). La reforestación, un gran oportunidad. *Bosques y Futuro* (5):17-19
sil/col/for/carbon
366. González, C.; Kosche, R. y Lachica, M. (1978). El *Pinus radiata* D. Don en Chile, Revisión de las condiciones del cultivo:5
chile/pinus/sue/sil/viv
367. Goudriaan, J. (1987). The biosphere as a driving force in the global carbon cycle. *Netherlands Journal of Agricultural Sciences* 35:177-187
carbon
368. Goulding, C.J. (1994). Development of growth models for *Pinus radiata* in New Zealand -experience with management and process models. *Forest Ecology and Management* 69(1-3):331-344
pinus/nz/prod/sil/plant/exo
369. Gous, S.F. (1996). Vegetation management in *Pinus radiata*: A Literature Review. *South African Forestry Journal* 177:41-50
sil/pinus/plant/afri/exo
370. Grajales L, N.N. (1992). *Sistema de intervención de los montes para la producción de carbón vegetal en el páramo de Sonson (Antioquia)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Tesis de Grado. 159 pp.
bona/andi/col/mad

371. Green, R.N.; Trowbridge, R.L. y Klinka, K. (1993). Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph* 29:1-49
sue/hum/clas
372. Grubb, P.J. (1970). The impact of man on the páramo of Cerro Antisana, Ecuador. *Journal of Applied Ecology*;
Journal of Ecology (which?) 7; 58(2):7-8
ecu/andes/par/veg
373. Grubb, P.J. (1977). Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains with special reference to mineral nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8:83-107
trop/bona/veg/ciclo
374. Grupo Ecológico "Tierra Viva" (1991). *Informe de diagnostico: Cuenca alta del Río Machangara. Subcuencas de los Ríos: Chanlud, Chulco, Chacayacu y Saymirín*. Cuenca. 25 pp.
andi/bona/ecu/prot/veg
375. Guaicha C., M.V. (1994). *Estudio y manejo de la regeneración natural y de los rebrotes en el bosque de Pumamaquí (Oreopanax) del área de San Rafael*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 105 pp
bona/sil/ecu/reg/nativ
376. Guerrero C., C. y López R., F. (1993). *Árboles nativos de la provincia de Loja*. Loja: Fundación ecológica Arcoiris. 105 pp.
gui/nativ/ecu
377. Guevara, R.D. (1979). *Principios fundamentales de ecología ecuatoriana*. Quito: Graficas Mediavilla Hnos. 144 pp.
ecu/prot
378. Guhl, E. (1968). Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Su ecología y su importancia para el régimen hidrológico de la misma. En: *Geo-ecology of the mountainous regions of the tropical Americas*. (C. Troll, ed.) Bonn: Coll. Geography 9. p.195-212.
par/col/andes/hidr/veg
379. Guhl, E. (1972). Geo-ecología de las regiones montañosas de las Américas tropicales. Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá, su ecología y su importancia para el regimen hidrológico de la misma. En: *Temas Colombianos*. (E. Guhl, ed.) Bogotá: Estudios geográficos. p.51-79.
col/par/andes/hidr/geom/clim/fito
380. Guhl, E. (1995). *Los páramos circundantes de la sabana de Bogotá*. Bogotá: Fondo FEN. 127 pp.
col/par/veg
381. Guzman G., F. (1992). *Convenio de transferencia de tecnología a otros corporaciones. Contról de erosión y conservación de suelos. La rehabilitación de cuencas hidrográficas*. Cáli: CVC; Informe CVC: 92-38. 24 pp.
econ/ero/for/pol/cuen

382. Halfdan-Nielsen, B. (1995). *Flora of Ecuador. Geraniaceae*. Kobenhavn: gui/ecu/bot
383. Hall, M.L. (1977). *El volcanismo en el Ecuador*. Quito: Instituto panamericano de Geografía e Historia. 120 pp.
ecu/geol/geom
384. Hall, M.L. y Calle, J. (1982). Geochronological control for the main tectonic-magmatic events of Ecuador. *Earth-Science Reviews* 18(3-4): 215-239
geol/ecu/min/andes
385. Hall, M.L. y Wood, C.A. (1985). Volcano-tectonic segmentation of the northern Andes. *Geology* 13(3):203-207
geol/ecu/andes
386. Hall, M.L. y Beate, B. (1991). El volcanismo plio-cuaternario en los Andes del Ecuador. En: *El paisaje volcánico de la Sierra Ecuatoriana. Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados*. (P. Mothes, ed.) Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 4. p.5-17.
ecu/sue/ero/geol/geom/volc
387. Hall, M.L. y Mothes, P.A. (1994). Tefraestratigrafía holocénica de los volcanes principales del valle interandino, Ecuador. En: *El contexto geológico del espacio físico ecuatoriano. Neotéctonica, geodinámica, volcanismo, cuencas sedimentarias, riesgo sísmico*. (R. Marocco, ed.) Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 6. p.47-68.
ecu/geol/geom/ped/volc
388. Hamilton, L.S.; Juvik, J.O. y Scatena, F.N. (1995). The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: Introduccion and workshop synthesis. En: *Tropical Montane Cloud Forests* (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. New York: Springer. p. 1-23
veg/hidr/andes/trop/clim/bona
389. Hansen, B.C.S. y Rodbell, D.T. (1995). A late-glacial/Holocene pollen record from the Eastern Andes of Northern Peru. *Quaternary Research* 44(2):216-227
geol/peru/pali/andes/hist/veg/clim/andi/par
390. Harden, C.P. (1993a). Land use, soil erosion, and reservoir sedimentation in an Andean drainage basin in Ecuador. *Mountain Research and Development* 13(2):177-184
ecu/ero/uso/hidr/andes
391. Harden, C.P. (1993b). Upland erosion and sediment yield in a large Andean drainage basin. *Physical Geography* 14(3):254-271
ero/ecu/hidr/andes
392. Harden, C.P. (1996). Interrelationships between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development* 16(3):274-280
ero/ecu/agri/andes/sue

393. Harmon, M.E.; Harmon, J.M.; Ferrell, W.K. y Brooks, D. (1996). Modeling carbon stores in Oregon and Washington forest products: 1900-1992. *Climatic Change* 33(4):521-550
carbon/eu
394. Haro Burbano, M.E. (1986). *Inventario botánica forestal de especies nativas en la Parroquia Puela, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 162pp
nativ/ecu/andes/bona/veg
395. Harrison, P. (?). *La comunicación para el desarrollo rural*. Roma: FAO. 26 pp.
ext/part/desa/soc
396. Hartwig, G.L.F. y Visser, J.J. (1981). Kroondroging van *Pinus radiata*-boomstamme. *Suid-Afrikaanse Bosboutvdskrif* (116):51-59
pinus/sil/mad/afri
397. Hedberg, O. (1964). Features of afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeographica Suecica* 49:1-144
veg/fisio/af
398. Hedberg, O. (1992). Afroalpine vegetation compared to páramo: Convergent adaptations and divergent differentiation. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.15-29.
par/af/andes/veg/fisa
399. Heine, J.T. (1993). A reevaluation of the evidence for a Younger Dryas climatic reversal in the tropical Andes. *Quaternary Science Reviews* 12(9):769-779
geol/ecu/clim/andes/pali
400. Heine, K. (?). Late Quaternary glacier advances in the Ecuadorian Andes: A preliminary report. 22 pp.
geol/ecu/andes/geom
401. Herbario de Loja (1995). *Flora de los alrededores de la Laguna Negra, Canton Espíndola, Provincia Loja, Ecuador. Colectado por Aguirre, Nicolay*. Loja: Herbario de Loja
andi/bona/bot/ecu/div/veg
402. Herbario de Loja (1998). *Base de datos de muestras vegetales de los bosques de Chilla, Chippla, via Loja-Cuenca, Urituzinga, Cerro Toledo y Sta. Rosa*. Loja: Herbario de Loja. 20 pp.
andi/bona/bot/dbase/div/veg
403. Hernández C., M.L. y Murcia R., M.A. (1994). Estimación de la productividad primaria de *Espletia grandiflora* H&B y *Pinus patula* Schl&Cham en el páramo "El Granizo", Cundinamarca, Colombia. En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.503-520.
col/pinus/par/prod/plant/exo/sil/desc

404. Hernández de Caldas, A. y Chapetón de Ortiz, G. (1984). *Bibliografía Colombiana sobre ciencias forestales 1979-1983. Un catalogo colectivo*. Bogotá: CONIF; Serie de documentación: 5. 106 pp.
col/bib
405. Hernando Tapia, C. (1991). El proyecto PRIDEUCU: la experiencia de reforestación comunitaria más importante del país. *Bosques y Futuro* (5):16-16
sil/col/for/part
406. Herrera H., E.V. (1989). *Estudio de los defoliadores de las coníferas en la provincia de Loja*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 86 pp.
ecu/pinus/cupr/fisa
407. Hervas Ordoñez, T. (1994). Llamas, llama production and llama nutrition in the Ecuador highlands. *Journal of Arid Environments* 26:67-71
gana/ecu/par/andes
408. Hervé, D.; Genin, D. y Riviere, G. (1994). *Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes*. La Paz: Ibta - Orstom. 356 pp.
ero/bol/agfo/gana/fert/econ/soc/sue
409. Hess, C.G. (1990). Moving up - moving down: agro-pastoral land-use patterns in the Ecuadorian paramos. *Mountain Research and Development* 10(4):333-342
uso/gana/par/ecu/agri
410. Hessler, S. (1989a). Die Implementierung agroforstlicher Elemente in der ländlichen Entwicklung des Hochlandes. En: *Umwelt und Entwicklung im ländlichen Raum*. (S. Hessler, ed.) Saarbrücken, Alemania. p. 212-225.
sil/ecu/pol/agfo/andes/soc/econ
411. Hessler, S. (1989b). Integrierte Lösungsversuche. En: *Umwelt und Entwicklung im ländlichen Raum*. (S. Hessler, ed.) Saarbrücken, Alemania. p.196-211.
sil/ecu/pol/ero/part/soc
412. Hessler, S. (1989c). Isolierte Lösungsversuche. En: *Umwelt und Entwicklung im ländlichen Raum*. (S. Hessler, ed.) Saarbrücken, Alemania. p.186-195.
sil/ecu/pol/exo/nativ/uso
413. Hilty, S.L. y Brown, W.L. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton: Princeton University Press. 837 pp.
col/fauna/gui
414. Hjarsen, T. (1997a). *Birds in high Andean woodlands and plantations in Bolivia. Implications for development of sustainable land-use*. Copenhagen: DIVA. 204pp
andi/bol/desa/div/fauna/poly/uso/veg
415. Hjarsen, T. (1997b). The effects of plantations in the Andes. *ITTO Tropical Forest Update* :13
bol/veg/exo/fauna/poly/veg
416. Hoen, H.F. y Solberg, B. (1995). On "Valuation of global afforestation programs for carbon mitigation" by Sten Nilsson. *Climatic Change* 30:259-266
carbon/for/agfo/pol/econ

417. Hofstede, R.G.M. (1995a). *Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Tesis de PhD. 198pp
col/par/andes/veg/biom/prod/ciclo/hidr/fue/pas/gana/sue/fert
418. Hofstede, R.G.M. (1995b). The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in Colombian paramo grasslands. *Plant and Soil* 173(1):111-132
col/par/andes/veg/ciclo/fue/pas/gana/sue
419. Hofstede, R.G.M. (1995c). Effects of livestock farming and recommendations for management and conservation of paramo grasslands (Colombia). *Land Degradation and Rehabilitation* 6(3):133-147
col/par/andes/veg/ciclo/fue/pas/gana/sue
420. Hofstede, R.G.M. (1997). *El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la Sierra del Ecuador. Resultados de una investigación comparativa*. Amsterdam: Proyecto EcoPar - Universidad de Amsterdam. 54 pp.
ecu/sil/div/sue/veg/par/andes/pinus
421. Hofstede, R.G.M.; Mondragon, M.X. y Rocha, C.M. (1995a). Biomass of grazed, burned, and undisturbed Paramo grasslands, Colombia. I. Above ground vegetation. *Arctic and Alpine Research* 27(1):1-12
col/par/biom/gana/fue/pas/veg
422. Hofstede, R.G.M.; Chilito, P.E.J. y Sandoval S., E.M. (1995b). Vegetative structure, microclimate, and leaf growth of a paramo tussock grass species, in undisturbed, burned and grazed conditions. *Vegetatio* 119(1):53-65
col/par/andes/veg/fue/pas/gana/biom/prod/clim
423. Hofstede, R.G.M.; Chilito P., E.J. y Sandoval S., E.M. (in press). Aspectos de la microestructura de las macollas paramunas; implicaciones ecológicas e impacto del pastoreo. En: *Memorias del simposio internacional de ecosistemas montañosos tropicales*. (A.M. Cleef y M. Monasterio, eds.). Santafé de Bogotá: Tercer mundo editores.
col/par/andes/veg/fue/pas/gana/biom
424. Hofstede, R.G.M. y Rossenaar, A.J.G.A. (1995). Biomass of grazed, burned, and undisturbed Paramo Grasslands, Colombia. II. Root mass and aboveground: Belowground ratio. *Arctic and Alpine Research* 27(1):13-18
col/par/biom/gana/fue/pas/veg
425. Hofstede, R.G.M. y Witte, H.J.L. (1993). An evaluation of the use of the Dry-Weight-Rank and the Comparative Yield biomass estimation methods in páramo ecosystem research. *Caldasia* 17(2):11-14
fue/biom/par/met/pas/col/veg
426. Hofstede, R.G.M.; Wolf, J.H.D. y Benzing, D.H. (1993). Epiphytic biomass and nutrient status of a Colombian upper montane rain forest. *Selbyana*
col/bona/andi/biom/ciclo

427. Hofstede, R.G.M. y Jongsma, W. (1997). *La forestación con especies exóticas y nativas en los Andes del Ecuador. Presentación preliminar de los resultados del Proyecto EcoPar*. Quito: Proyecto EcoPar - Universidad de Amsterdam -IAH Larenstein. 31 pp.
ecu/sil/div/sue/veg/andes/pinus/nativ
428. Hooghiemstra, H. y Cleef, A.M. (1984). Development of vegetation and climatic sequence of the area of the High Plain of Bogotá. En: *Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: a continuous record of the last 3.5 million years*. (H. Hooghiemstra, ed.) Vaduz: J. Cramer. p.67-133.
veg/col/andes/clim/hist/pali
429. Hooghiemstra, H. y Cleef, A.M. (1995). Pleistocene climatic change and environmental and generic dynamics in the north Andean montane forest and páramo. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.) New York: The New York Botanical Garden. p.35-49.
clim/andi/alp/par/pali/andes/col/geol/bona
430. Hooghiemstra, H.; Wille, M. y Hofstede, R. (1997). *Late Holocene forest history in a PROFAFOR/FACE -selected area in the Northern Ecuadorian Andes. Results of a palynological study*. Amsterdam: Proyecto EcoPar - Universidad de Amsterdam. 26 pp.
ecu/veg/par/andes/pali
431. Hörmann, P.K. y Pichler, H. (1982). Geochemistry, petrology and origin of the Cenozoic volcanic rocks of the northern Andes in Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 12 (3-4): 259-282
ecu/geol/min/andes
432. Horn, S.P. (1989). Postfire vegetation development in the Costa Rican paramos. *Madroño* 36(2):93-114
fue/par/crica/reg/veg
433. Horn, S.P. (1991). Fire history and fire ecology in the Costa Rican paramos. En: *Fire and the environment: Ecological and cultural perspectives*. (S.C. Nodvin y T.A. Waldrop, eds.) Vol. Gen. Techn. Rep. SE-69. Asheville, NC: U.S. department of Agriculture, Forest Service. p.289-296.
fue/crica/par/veg
434. Horn, S.P. (1993). Postglacial vegetation and fire history in the Chirripó páramo of Costa Rica. *Quaternary research* 40:107-116
fue/crica/par/hist/veg/pali
435. Houghton, R.A. (1996). Converting terrestrial ecosystems from sources to sinks of carbon. *Ambio* 25(4):267-272
carbon/pol/for/def
436. Hoyos Lopez, A. (1988). Los suelos de la Region Andina. *Colombia, su gente y regiones* 9:2-18
sue/col/clas

437. Huber, A.W.; Ellies, A. y Oyarzun, C. (1990). Vergleichsuntersuchung uber die Wasserbilanz eines Pinus radiata Bestandes und einer Weidelandflache in Sudchile. *Zeitschrift fur Kulturtechnik und Landentwicklung* 31(3):184-190
hidr/pinus/chile/plant/sil/exo
438. Huber, A.W. y Oyarzun, C.E. (1990). Variaciones anuales en precipitacion, escurrimiento e interceptación en un bosque adulto de Pinus radiata. *Turrialba* 40(4):503-508
pinus/chile/hidr/plant/sil/exo
439. Huber, J.A. y Oyarzun, O.C. (1984). Factores reguladores de la interceptación en un bosque adulto de Pinus radiata (D. Don). *Bosque* 5(2):59-64
chile/plant/pinus/hidr/sil/exo
440. Huber, J.A.; Oyarzun, O.C.; Huber, J.A. y Oyarzun, O.C. (1983). Precipitacion neta e interceptacion en un bosque adulto de Pinus radiata (D. Don). *Bosque* 5(1):13-20
chile/plant/pinus/hidr/sil/exo
441. Huber, A.W.; Oyarzun, C.; Ellies, A.; Huber, A.W. y Oyarzun, C.E. (1985). Balance hidrico en tres plantaciones de *Pinus radiata* y una pradera. II. Humedad del suelo y evapotranspiracion. *Bosque* 6(2):74-82
chile/plant/pinus/hidr/sil/exo
442. Hueck, K. (1960). *Los bosques de Polylepis sericea en los Andes Venezolanos*. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 33 pp.
andes/ven/bona/poly
443. IEDECA (1998). *Producción y aprovechamiento sostenible de pastos de altura*. Manual de curso. Quito: CAMAREN; Pastos y animales de altura. Módulo 3
par/ecu/past/pas/agri/par
444. IFLA (1993). *Impacto ambiental producido por las plantaciones de pino en el páramo Mucubaji, estado Mérida. parte I. vegetación*. Mérida: IFLA. 18 pp.
pinus/ven/par/veg/plant/andes
445. IGAC (1995). *Conceptos básicos sobre sistemas de información geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*. Santafé de Bogotá, Colombia. 100 pp.
sig/dbase
446. IGAC-ISRIC (1994). *Soil Reference Profiles of Colombia. Field and analytical data. DRAFT*. Wageningen: ISRIC; Country Report : 6
col/sue/clas/volc/min
447. Ignacio, N.G.; Gonsalves, J. y Killough, S. (1997). *Guía práctica para su huerto familiar orgánico*. Quito: IIRR/AVRDC/Abya Yala. 252 pp.
part/desa/soc/met/agri
448. IIRR; CARE y Lutheran World Relief CRS (1996). *Manual de prácticas agroecológicas de los Andes Ecuatorianos*. Quito, Ecuador: IIRR. 292 pp.
ecu/cons/agfo/agri/nativ/pro/part/pas/sue/fert/gana
449. Imeson, A.C. y Vis, M. (1982a). Factors influencing the erodability of soils in natural and semi-natural ecosystems at different altitudes in the central Cordillera of Colombia. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband* 44:91-105
ero/col/sue/volc/andes/hidr/bona

450. Imeson, A.C. y Vis, M. (1982b). A survey of soil erosion processes in tropical forest ecosystems on volcanic ash soils in the Central Andean Cordillera, Colombia. *Geografiska Annaler* 64A(3-4):181-198
sue/ero/col/volc/andes/bona/hidr
451. INDERENA (1982). *Bases y metodología para la zonificación de áreas potenciales de reforestación productora y económica en la Zona Andina de Colombia*. Colombia: INDERENA. 140 pp.
sil/col/andes/met/uso/for
452. INDERENA y ISA (1982). *Primer Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas. Memorias*. Bogotá: CAR. 13pp.
agfo/cuen/col/plan/for/uso
453. INEFAN (1982). *Género y especies de coníferas*. Quito: Ministerio de agricultura y ganadería, Centro Forestal “Luciano Andrade Marín”. 16 pp.
bot/con
454. INEFAN (1983). *Curso de capacitación y extensión forestal memorias*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Forestal “Luciano Andrade Marín”.
ecu/ext/sil/ero/bona
455. INEFAN (1995a). *Plan de acción forestal del Ecuador*. Versión Preliminar II. Quito: INEFAN
ecu/pol/sil
456. INEFAN (1995b). *Política Forestal y de Areas Naturales y Vida Silvestre del Ecuador. Lineamientos, Estrategias y Acciones 1*. Quito: INEFAN
ecu/pol/veg/prot/sil
457. INEFAN (1995c). *Política Forestal y de Conservación de Areas Naturales del Ecuador. Lineamientos, Estrategias y Acciones*. Versión preliminar. Quito: INEFAN
ecu/pol/veg/prot/sil
458. INEFAN (1996a). *Autoecología de la especie Eucalyptus saligna*. Ecuador: Dirección nacional de investigación, capacitación y extensión
ecu/bot/sil
459. INEFAN (1996b). *Autoecología de la especie, Laurel*. Ecuador: Dirección nacional de investigación capacitación y extensión
ecu/bot/sil
460. INEFAN (1996c). *Autoecología de la especie, Nogal*. Ecuador: Dirección nacional de investigación, capacitación y extensión
ecu/bot/sil
461. INEFAN (1996d). *Autoecología de la especie, Polylepsis spp.* Ecuador: Dirección nacional de investigación capacitación y extensión
ecu/bot/sil/poly
462. INEFAN (1997a). *Alternativas de manejo para la Reserva Ecológica “Los Ilinizas”*. Latacunga: INEFAN-Cotopaxi
bona/andes/andi/cons/ecu/div/veg

463. INEFAN (1997b). *Inventario botánico de las especies vegeales del sector de "San Gerardo" en el canton Giron*. Cuenca: INEFAN Azuay
andi/bona/ecu/veg/bot
464. INEFAN-COTESU (1994). *Mapa de Bosques Andinos del Ecuador*. Quito: Instituto Ecuatoriano Forestal, de Areas Naturales y Vida Silvestre INEFAN y Cooperación Técnica Suiza COTESU. 1:1,000,000.
veg/bona/andi/andes/alp/cart/ecu
465. INEFAN-ITTO (1994). *Desarrollo integrado de la estructura de comercialización de la madera y productos de la madera en el Ecuador*. Quito: Inefan-ITTO. 123 pp.
ecu/econ
466. INEFAN; DFC; PROBONA; CARE-PROMUSTA; Plan Internacional Austro; PAFE y DFPA (?). *Controlemos las quemas. Cartilla de capacitación*. Quito?: INEFAN, DFC, PROBONA, CARE-PROMUSTA, Plan Internacional Austro, PAFE, DFPA. 44 pp.
fue/andes/agri/sue/veg/uso
467. INEFAN; FAO y ITTO (1995). *Plan de acción forestal del Ecuador. Síntesis ejecutiva*. Quito: INEFAN - FAO - ITTO. 24 pp.
sil/ecu/for/econ/pol
468. INEFAN y SWEDFOREST (1995a). *Guía para el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones de Pinus radiata en la zona interandina del Ecuador*. Quito: INEFAN,SWEDFOREST. 11 pp.
ecu/pinus/sil/gui
469. INEFAN y SWEDFOREST (1995b). *Productividad de Pinus radiata y modelos para su manejo*. Ecuador. 70 pp.
ecu/pinus/sil/mad/fisa/sue/sit
470. INRENA (1994). *Apoyo a la agroforestería ecológica en la selva central*. Lima, Perú. 73 pp.
peru/agfo/ama/uso/soc/pol
471. Instituto de Montaña (1996). *Plan de uso turístico y recreativo del Parque Nacional Huascarán*. Lima: MAG/INRENA/USAID/Embajada Real de los Países Bajos. 140 pp.
peru/plan/pol
472. ISRIC (1994). *Soil Reference Profiles of Ecuador. Field and analytical data. DRAFT*. Wageningen: ISRIC; Country Report : 8
ecu/sue/clas/volc/min/andes
473. IUCN (1996). *Forests for life. The WWF/IUCN forest policy book*. Gland: WWF-IUCN. 62 pp.
trop/bona/pol/def
474. Izko, X. y Mejía, L. (1998a). *Ordenamiento de los recursos forestales, desarrollo sostenible y pobreza rural en el Ecuador. Anexo cartográfico*. Quito: PROBONA/IUCN/ Intercooperation. Serie documentos de trabajo, 7 1:500 000.
ecu/andes/bona/desa/econ
475. Izko, X. y Mejía, L. (1998b). *Ordenamiento de los recursos forestales, desarrollo sostenible y pobreza rural en el Ecuador*. Quito: PROBONA/IUCN/Intercooperation; Serie documentos de trabajo: 7. 89 pp.
ecu/andes/bona/desa/econ

476. Jackson, H.J. y Miller, T.F. (1983). *Vivencia con la naturaleza, Guía Práctica*. Quito: MAG. 57 pp.
ecu/ext/cons/ero/viv/sil/fauna/sue/gui
477. Jadan, S.V. (1989). *Selección de especies forestales. Región interandina del Ecuador*. Quito: Dirección Nacional Forestal A.I.D. 27 pp.
sil/pinus/euca/exo/nativ/gui/agfo/cupr
478. Jadán, S.V. y Valarezo, V. (1983). *Recursos genéticos forestales en el Ecuador* Ministerio de Agricultura y Ganadería. 12 pp.
sil/ecu/exo/nativ/sem/viv
479. Jaillier A., J. (?). *Reforestación*. Medellín: Secretaria de Agricultura de Antioquia. 35 pp.
sil/viv/for/sem/mic/plant
480. Jaimes Sanchez, V. y Rivera Ospina, D. (1991). Banco de semillas y tendencias en la regeneración natural de un bosque altoandino en la región de Monserrate (Cundinamarca, Colombia). *Pérez Arbelaezia* 3(9):3-35
veg/reg/col/bona/andi
481. Janeau Jean Louis; Gutierrez Carlos; Viveros Pablo; Cueva Carlos; Cisneros; Poulenard Jerome; Maldonado Luis; Collinet Jean y Zebrowski Claude (1995/1996). *Proyecto Sishilad. Area de Edafología*. Quito: EMAAP/INAMHI/ORSTOM
ecu/sue/hidr
482. Janzen, D.H. (1973). Rate of regeneration after a tropical high elevation fire. *Biotropica* 5(2):117-122
reg/andes/fue/par/veg/crica
483. Jara, L.F. (1997). *Impacto de la forestación en la zona Andina del Ecuador. Memoria del seminario/taller*. 23 - 25 de julio de 1997; Ibarra. Quito: Proyecto EcoPar. 17pp.
ecu/sil/div/sue/veg/par/andes/pinus
484. Jaramillo J., D.F. y Herrón O., F.E. (1991). Evaluación de la repelencia al agua de algunos andisols de Antioquia bajo cobertura de *Pinus patula*. *Acta Agronomica* 41(4):79-85
sue/col/volc/pinus/plant/exo/hidr/ero/hum
485. Jaramillo, O.F. y Inga C., J.M. *Clasificación dendrológica y estudio de algunos aspectos fenológicos de las especies forestales en un sitio de Cajanuma: Parque Nacional Podocarpus*. Loja: Universidad Nacional de Loja
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg
486. Jaramillo, R.C. (1992). La reforestación comercial en Colombia. *Bosques y Futuro* (7):4-7
sil/col/for/econ
487. Jetten, V.G. (1994). *Modelling the effects of logging on the waterbalance of a tropical rain forest. A study in Guyana*. Wageningen: University of Utrecht, Tesis de PhD; Tropenbos series 6. 196pp
bona/sil/hidr/trop/clim/fisio

488. Jiménez Ruíz, E.R. (1992). *Percepción campesina sobre los trabajos de desarrollo forestal, el caso de algunas comunidades de la Sierra Central*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 117 pp.
ecu/part/desa/sil/soc
489. Johnson, D.V. (1982). State of knowledge report on Andean ecosystems, volume three: the Northern Andes: environmental and cultural change. *Mountain Research and Development* 2(3):245-336
andes/agri/ero/hist/uso
490. Jongsma, W. (1998). *Monitoring forest development in Ecuador with MONIS*. Velp: Proyecto EcoPar - IAH Larenstein. 21 pp.
ecu/sil/sig/foto/cart
491. Jørgensen, P.M. y Ulloa, C. (1994). *Seed plants of the high Andes of Ecuador: a checklist*. Aarhus: Department of Systematic Botany, Aarhus University; AAU reports Department of Systematic Botany University of Aarhus: 34. 453 pp.
ecu/bot/andes/veg/div
492. Jørgensen, P.M.; Ulloa, C.; Madsen, J.E. y Valencia, R. (1995). A floristic analysis of the high Andes of Ecuador. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). 1993; New York. New York: New York Botanical Garden. p. 221-237
ecu/par/bot/veg/andi/alp/div/bona
493. Jørgensen, P.M. y Valencia, R. (1988). Composición de un bosque andino: Pasochoa, Provincia de Pichincha. *Publicaciones Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Serie Revista* 6:21-34
ecu/andes/veg/andi/bot/fito
494. Josse, C. (1989). *Estudio taxonómico de las especies de hojas enteras de Oreopanax (Araliaceae) en el bosque montano Ecuatoriano*. Quito: Póntifica Universidad Católica del Ecuador. Tesis de grado. 179pp
andes/andi/bona/bot/ecu
495. Josse, C. (1996). *Guía para los páramos del sistema nacional de áreas protegidas del Ecuador*. Quito: INEFAN. 169 pp.
ecu/par/bot/fauna/prot/gui
496. Josse, C. y Rios, M. (eds) (1995). *Resúmenes II Congreso Ecuatoriano de Botánica y II Simposio de etnobotánica y botánica económica*. Quito: Fundación Ecuatoriana para la Investigación y el Desarrollo de la Botánica. 114pp.
bot/ecu/veg/bona
497. Kappelle, M. (1992). Structural and floristic differences between wet Atlantic and moist Pacific montane *Myrsine-Quercus* forests in Costa Rica. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, ed.) London: Academic Press. p.61-70.
par/veg/fisa/bona/crica/clim
498. Kappelle, M. (1993). Recovery following clearing of an upper montane *Quercus* forest in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 41(1):47-56
veg/bona/reg/andi/div/crica

499. Kappelle, M. (1995a). *Ecology of mature and recovering Talamancan montane Quercus Forests*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 273pp
veg/crica/bona/reg/andi/div/bot/fito/suc
500. Kappelle, M. (1995b). *The Andean forest zone of Ecuador*. Information document prepared for the Dutch FACE Foundation. Amsterdam. 9 pp.
ecu/for/div/andi/bona/sue/agri/soc/veg
501. Kappelle, M.; Kennis, P.A.F. y de Vries, R.A.J. (1995a). Changes in diversity along a successional gradient in a Costa Rican upper montane Quercus forest. *Biodiversity and Conservation* 4:10-34
veg/bona/reg/andi/div/crica
502. Kappelle, M.; van Uffelen, J.-G. y Cleef, A.M. (1995b). Altitudinal zonation of montane Quercus forests along two transects in Chirripó National Park, Costa Rica. *Vegetatio* 119:119-153
veg/bona/andi/div/crica/bot
503. Kappelle, M.; Geuze, T.; Leal, M.E. y Cleef, A.M. (1996). Successional age and forest structure in a Costa Rican upper montane Quercus forest. *Journal of Tropical Ecology* 12:681-698
crlica/bona/reg/veg/andes/andi
504. Kappelle, M. y Leal, M.E. (1996). Changes in leaf morphology and foliar nutrient status along a successional gradient in a Costa Rican Upper Montane Forest. *Biotropica* 28(3):331-344
veg/bona/reg/andi/crica/ciclo/andes
505. Keating, P.L. (1997). *Listado de plantas vasculares que ocurrieron en el páramo de Cajanuma (3250-3385 m)*. Miami: Departamento de Geografía, Universidad de Miami. 6 pp.
andes/par/bot/ecu/div/veg
506. Kenny-Jordan, C.B. (1985). *Documento de trabajo N.-3, Desarrollo rural, un mundo nuevo para los ingenieros forestales. Un reto para los profesores de Ingeniería forestal*. Lima, Perú: Proyecto FAO, Holanda, Infor. 18 pp.
sil/part/desa/ext/plan
507. Kerkhof, P.; Foley, G. y Barnard, G. (1990). *Agroforestry in Africa. A survey of project experience*. Londres: The Panos Institute. 216 pp.
af/agfo/ext/part/viv
508. Kessler, M. (1995). Present and potential distribution of *Polylepis* (Rosaceae) forests in Bolivia. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). New York. New York: New York Botanical Garden. p. 281-294
bol/bot/nativ/veg/andes/bona/poly
509. Khanna, P.K.; Raison, R.J. y Falkner, R.A. (1994). Chemical properties of ash derived from *Eucalyptus* litter and its effects on forest soils. *Forest ecology and management* 66:107-126
euca/sue/plan/ciclo

510. Khobzi, J. (1984). El problema de la erosión en Colombia. En: *1er Seminario sobre manejo y conservación de suelos* (C.d.V. Comité Manejo y Conservación de Suelos 14 - 16 de junio 1984; Cáli. Palmira: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. p. 1-8 col/ero/sue
511. King, D.A. (1995). Equilibrium analysis of a decomposition and yield model applied to *Pinus radiata* plantations on sites of contrasting fertility. *Ecological Modelling* 83(3):349-358
desc/pinus/prod/plant/sil/exo
512. Knapp, G. (1991). *Andean ecology: adaptive dynamics in Ecuador*. Boulder, Colorado (USA): Westview Press; Dellplain Latin American Studies Department of Geography, Syracuse University: 27. 235 pp.
ecu/agri/ant/hist/andes/uso
513. Knowles, D.H. y Parrotta, J.A. (1995). Amazonian forest restoration: An innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. *The Commonwealth Forestry Review* 74(238):230-243
nativ/ama/res/trop/sil
514. Kok, K.; Verweij, P.A. y Beukema, H. (1995). Effects of cutting and grazing on Andean treeline vegetation. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.) New York: The New York Botanical Garden. p.527-539.
bona/def/col/gana/andi/fito/veg
515. Kommandeur, J. (1996). Over geloof en weten in het CO₂ debat. *De Ingenieur* (8):26-33
carbon/clim
516. Ladrach, W.E. (1977). *Tablas de volumen y peso verde de Cupressus lusitanica Mill, para cuatro niveles de utilización*. Bogotá: CONIF; Serie Técnica: 7. 52 pp.
col/cupr/sil
517. Ladrach, W.E. (1984). *Growth of the Restrepo arboretum after eight years*. Cali: Carton de Colombia, S.A.; investigación forestal, research report: 97. 10 pp.
sil/pinus/col/exo/plant/cupr/euca/andes
518. Ladrach, W.E. (1985). *Comparisons between provenances and sources of fourteen conifers in the Colombian andes after five years*. Cali: Carton de Colombia, S.A.; investigación forestal, research report: 102. 13 pp.
sil/pinus/col/exo/plant/cupr/andes
519. Ladrach, W.E. (1986). *Comparisons between provenances of seven conifers in the Andean region [of Colombia] after eight years*. Cali: Carton de Colombia, S.A.; investigación forestal, research report: 105. 8 pp.
sil/pinus/col/exo/plant/andes
520. Ladrach, W.E. y Minotta Uldarico (?). *Guía de plantaciones y conservación de bosques* C.V.C. de Cauca. 27 pp.
sil/col/agfo/viv/pinus/euca/fert

521. Laegaard, S. (1992). Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. En: *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 151-170.
fue/ecu/hist/par/veg
522. Lambeth, C.C. y Endo, M. (1991). *Crecimientos y calidad de 460 clones de Eucalyptus grandis y ganancias sobre lotes semilleros comerciales*. Cali: Cartón de Colombia. 31 pp.
euca/col/sem/viv/prod/pro/sil
523. Lambeth, C.C. y López, J.L. (1988). *Programa clonal de mejoramiento de árboles de Eucalyptus grandis para Carton de Colombia*. Cali: Celulosa y Papel de Colombia S. A. 7 pp.
col/euca/pro/plant/prod/sem
524. Lamprecht, H. (1989). *Silviculture in the tropics*. Eschborn, Alemania. 296 pp.
bona/sil/plant/mad/viv/for/pinus/cupr/euca
525. Lara L., L. (1985). *Experiencias para el control de insectos defoliadores de Cupressus sp. y Pinus patula por inyección al fuste*. Bogotá: INDERENA; Investigaciones forestales: 17. 12 pp.
col/cupr/exo/pinus/fisa
526. Lauer, W. (1981). Ecoclimatological conditions of the paramo belt in the tropical high mountains. *Mountain Research and Development* 1(3-4):209-221
andes/par/clim
527. Lavenue, A.; Winter, T. y Davila, F. (1995). A Pliocene-Quaternary compressional basin in the Interandean Depression, central Ecuador. *Geophysical Journal International* 121(1):279-300
geol/geom/ecu
528. Leamy, M.L.; Smith, G.D.; Colmet-Daage, F. y Otowa, M. (1980). The morphological characteristics of Andisols. En: *Soils with variable charge*. (B.K.G. Theng, ed.) Palmerston North, New Zealand: Offset Publishers. p.17-34.
sue/clas/volc
529. Lemckert, D. (1996). *Informe de la misión de consultoría curso sobre elaboración de planes de manejo forestal de uso múltiple para la esnacifor, Honduras*. Siguatepeque: Esnacifor. 35 pp.
sil/desa/met/gui/uso/sil/plant
530. León Ramón, M.N. y Valverde Sarango, R.A. (1990). *Respuesta inicial del Pinus patula a la fertilización con nitrógeno, fósforo, boro, y fosfato diamónico en suelos forestales de Saraguro*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 102pp
ecu/pinus/fert/sil/viv
531. León S., T.; Suárez C., A. y Castañeda T., A. (1996). *Efectos sobre el suelo de plantaciones comerciales de Pinus patula y Eucalyptus grandis en crecimiento*. Informe preliminar del componente Suelo y Aguas del Proyecto de evaluación del Impacto Ambiental de las Plantaciones Forestales en Colombia. Santafé de Bogotá: CONIF. 51 pp.
col/andes/cons/ero/hidr/euca/pinus/volc/sue/plant/exo

532. León Yánez, S. (1993). *Estudio ecológico y fitogeográfico de la vegetación del Páramo de Guamaní, Pichincha - Napo, Ecuador*. Quito: Pontifica Universidad Católica del Ecuador. 83?pp
veg/par/andes/ecu/fito
533. Levack, H. (1986). *Forestry Handbook*. Wellington, Nueva Zelandia: New Zealand Institute of Foresters. 144 pp.
sil/nz/fisa/agfo/prod/econ/mad/plant/bona/prot/hidr/uso/fue/nativ
534. Lima, W.d.P. (1996). *Impacto ambiental del Eucalipto*. Sao Paulo: Editora da Universidade de Sao Paulo. 302 pp.
euca/sil/sue/hidr/fauna/div
535. Linares Prieto, R. (1987). *Determinación del tipo de planton y la época del año adecuados para la plantación de cativo*. Bogotá: CONIF; Serie Técnica: 23. 11 pp.
col/sil/plant/nativ/clim
536. Linder, S. y Ingram. J.S.I. (1996). Effects of global change on managed forests: a note on Activity 3.5 of the Global Change and Terrestrial Ecosystems (GCTE) core project of the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP). *Commonwealth Forestry Review* 75(1):48-50
carbon/prod
537. Lips, J.; Hofstede, R.G.M. y Jongsma, W. (1997). *Ambiente y Plantaciones Forestales en la Sierra Andina Ecuatoriana. Revisión de literatura*. Amsterdam/Quito: Proyecto EcoPar - Universidad de Amsterdam -IAH Larenstein. 162 pp.
ecu/sil/div/sue/veg/par/andes/pinus/bib/fauna/carbon/bona/clim/col
538. *El verdor de los Andes. Arboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino*. Quito: FAO, Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. 217 pp.
nativ/andes/ecu/sil
539. Lojan Idrobo, L. (1992). *El verdor de los Andes. Arboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino*. Quito: FAO, Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. 217 pp.
nativ/andes/ecu/sil
540. Lojan Idrobo, L. (1996a). Evaluación de los ensayos forestales realizados por el Cuerpo de Paz en la cuenca del Río Paute. *Ciencias agrícolas (Loja)* 27 (1-2); 71-86.
ecu/sil/euca/prod/pinus/exo
541. Lojan Idrobo, L. (1996b). *Unidad de manejo de la cuenca del río Paute, Informe final del trabajo de consultoría sobre reforestación e investigación forestal*. Cuenca: INECEL
ecu/cuen/sil/aln/pinus/euca/pro/exo
542. Long, A.J. (1995). The importance of tropical ñmontane cloud forests for endemic and threatened birds. En: *Tropical Montane Cloud Forests* (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. New York: Springer. p. 79-106
veg/fauna/andes/bona/trop/prot
543. Lugo, A.E. y Brown, S. (1986). Steady state terrestrial ecosystems and the global carbon cycle. *Vegetatio* 68:83-90
carbon

544. Lugo, A.E.; Brown, S. y Chapman, J. (1988). An analytical review of production rates and stemwood biomass of tropical forest plantations. *Forest Ecology and Management* 23:179-200
carbon/prod/plant/biom
545. Lundgren, B. (1978). *Condiciones de suelo y ciclaje de nutrientes bajo bosque natural y plantaciones forestales en las tierras altas de Tanzania*. Uppsala: Departament of Forest Soils, Swedish University of Agricultural Sciences; Informe en ecología y suelos forestales: 31. 373 pp.
plant/ciclo/fert/volc/exo/bona/pinus/cupr/prod
546. Luteyn, J.L. (1992). Páramos: why study them? En: *Páramo: an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.1-14.
andes/par/veg
547. Luteyn, J.L.; Cleef, A.M. y Rangel C., J.O. (1992). Plant diversity in páramo: Towards a checklist of páramo plants and a generic flora. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 71-84.
par/veg/bot
548. Lutz, P. y Vader, R. (1987). *Structure and nutrient status of a paramo vegetation in Chingaza national park*. Tesis de M.Sc. Universidad de Amsterdam.
col/par/veg/
549. Maas, J.C.R. (1995a). *Inventarios del bosque nativo de Chippla*. Cuenca: DFC-Cuenca
andi/bona/bot/ecu/div/veg
550. Maas, P.J.M. y Westra, L.Y.Th. (1993). *Neotropical plant families*. Koenigstein: Koeltz scientific books. 290 pp.
bot/gui
551. Maas, R. (1994). *Proyecto Agro-ecológico Podocarpus*. Quito. 22 pp.
ecu/bona/viv/part/desa/prot/agfo
552. Maas, R. (1995b). *Hacia un manejo participativo del bosque nativo. Una contribución a un Plan de Manejo para los bosques nativos andinos de Molleturo en Ecuador*. Larenstein: Hogeschool Larenstein
bona/andi/ecu/veg
553. MacDonald, P. (1996). *INEFAN 'S implementation of arcforest and ARC/INFO key to conservation, sustainable forest development draws near in Ecuador* ESRI. 6 pp.
ecu/sig/desa/sue/hidr/uso
554. Macklin, R. (1990). *Investigación de los arboles de Inga-Pucará. The 1990 Cambridge Ecuador Cloudforest expedition*. Cambridge: University of Cambridge. 10 pp.
andi/bona/bot/ecu/bot/veg
555. Maddern Harris, J. y McConchie, D.L. (1978). Wood properties of *Pinus radiata* infected with *Dothistroma pini*. *New Zealand Journal of Forestry Science* 8(3):410-416
pinus/fisa/mad/nz
556. Madrigal C., A. (1989). Enfoque critico del manejo de plagas forestales en Colombia. *Cronica Forestal y del Medio Ambiente* 7:43-57
sil/col/andes

557. Madrigal C., A. y Del Valle Arango, J.I. (1982). Impacto social de la reforestación. *Contaminación Ambiental (Medellin)* 6(10):59-64
soc/col/def/for/nativ/exo
558. Madsen, J.A. (1991). *Floristic composition, structure, and dynamics of an upper montane rain forest in southern Ecuador. Part I*. Aarhus: Aarhus University. 53pp
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg
559. MAG (1981). *Metodología sobre ensayos de especies forestales*. Conocoto, Ecuador: el IICA. 34 pp.
sil/andes/met/exo/nativ
560. MAG-DINAF y CLIRSEN (1985). *Levantamiento forestal de la región Amazónica Ecuatoriana*. Quito. 55 pp.
sil/ecu/pol/geol/clim/perc/foto/sig/bona/andi/plant
561. Malagón Castro, D.; Pulido R., C. y Llinas R., R. (1991). *Andisoles*. Bogotá: IGAC; Investigaciones: 3, 1. 93 pp.
volc/clas/ped/sue/col/fert/hum
562. Malmer, A. (1993). *Dynamics of hydrology and nutrient losses as response to establishment of forest plantation, A case study on tropical rainforest land in Sabah, Malaysia*. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of forest Ecology, Tesis de PhD. 120 pp
trop/ciclo/hidr/def/bona/ero/plant
563. Mansur, E. (?). *Exporting oxygen*. Quito: IUCN forest conservation office for South América. 2 pp.
carbon/for
564. Marín V., A.M. (1994). *Caracterización de habitats naturales y posibilidades de reproducción de las Podocarpaceae andinas de Colombia*. Cali: Cartón de Colombia. 18 pp.
nativ/sil/andes/col/pro/sit
565. Marín V., A.M. (1994). *Identificación y selección de árboles de Podocarpaceae en las zonas Central y Suroccidental Andina Colombiana*. Cali: Cartón de Colombia. 15 pp.
nativ/col/andes/sil
566. Marocco, R. (ed.) (1994). *El contexto geológico del espacio físico ecuatoriano. Neotéctonica, geodinámica, volcanismo, cuencas sedimentarias, riesgo sísmico*. Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 6. 112 pp.
ecu/ero/geol/geom/ped
567. Marocco, R. (1994). Las cuencas sedimentarias, un aporte al conocimiento de una cadena montanosa. En: *El contexto geológico del espacio físico ecuatoriano. Neotéctonica, geodinámica, volcanismo, cuencas sedimentarias, riesgo sísmico*. (R. Marocco, ed.) Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 6. p.77-94.
ecu/geol/geom

568. Martin, C.G.; Rodriguez, N. y Caballero, L.M. (1991). Intercepción y agua de movilización por epifitas en Bosque Nublado La Calera, Cund. *Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas* 5(2):119-130
col/hidr/clim/veg/andi/bona
569. Martinelli, L.A.; Pessenda, L.C.R.; Espinoza, E.; Camargo, P.B.; Telles, E.C.; Cerri, C.C.; Victoria, R.L.; Aravena, R.; Richey, J. y Trumbore, S. (1996). Carbon-13 variation with depth in soils of Brazil and climate change during the Quaternary. *Oecologia* 106:376-381
carbon/desc/sue/bra/clim/veg/hist
570. Martínez M., A.G. (1994). *Descripción del bosque de yagual (Polylepis sp.) en el área Pifo y estudio de los problemas de su regeneración*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 80pp
bona/ecu/andes/andi/alp/veg/nativ/poly
571. Marx, D.H. (1975). Mycorrhizae of exotic trees in the Peruvian Andes and synthesis of ectomycorrhizae on Mexican Pines. *Forest Science* 21(4):353-358
plant/pinus/peru/exo
572. Maya, J.; Bermúdez, O. y Barrera, S. (1993). Clasificación climática en la región andina mediante la utilización de los SIG. En: *IV Simposio latinoamericano de Percepción Remota. Cartagena, Colombia*. Cartagena: p. 369-383
sig/perc/def/peru/cuen
573. Mazuera González, O. (1982). La reforestación en el manejo de cuencas hidrográficas. En: *V congreso forestal nacional* 25 al 27 de Octubre de 1982; Bogota. Cali: CVC. p. 1-18
sil/col/for/pol/cuen
574. Mazuera González, O. (1991). Aspectos relevantes de la reforestación en Colombia. *Bosques y Futuro* (5):12-14 (no hay hoja 13)
sil/col/for
575. Mc Cormick, I.; Laso, E.; Montenegro, F.; Muñoz, M. y Tobar, A. (1987). *Análisis económico de inversiones en plantaciones forestales en Ecuador*. Quito: A. Henríquez L., Comunicación visual. 106 pp.
ecu/econ/pinus/euca
576. McMurtrie, R.E. y Landsberg, J.J. (1992). Using a simulation model to evaluate the effects of water and nutrients on tree growth and carbon partitioning of *Pinus radiata*. *Forest Ecology and Management* 52(1):243-260
prod/pinus/aus/plant/hidr/ciclo/sil/exo
577. Medina, G.; Recharte, J.; Suárez, E. y Bernal, F. (1997a). *Perspectivas para la conservación de los páramos en el Ecuador*. Informe del proyecto a la embajada de los Países Bajos. Quito: ECOCIENCIA - The Mountain Institute
ecu/par/veg/uso
578. Medina, G.; Suárez, E.; Calderón, M.; Flores, S. y Bernal, F. (1997b). *Memorias del taller nacional. Perspectivas para la conservación de los páramos en el Ecuador*. 23 - 24 de octubre de 1997; Quito. Quito: ECOCIENCIA - The Mountain Institute. 27 pp.
ecu/par

579. Meinzer, F.C.; Goldstein, G. y Rundel, P.W. (1994). Comparative water relations of tropical alpine plants. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, ed.) Cambridge: Cambridge University Press. p. 61-77.
clim/andes/fisio/veg/hidr
580. Mena, P. (1995). Las áreas protegidas con bosque montano en el Ecuador. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). New York. New York: New York Botanical Garden. p. 627-635
ecu/andi/alp/prot/plan
581. Miehle, G. y Miehle, S. (1994). Zur oberen Waldgrenze in tropischen Gebirgen. *Phytocoenologia* 24:53-110
par/andes/alp/clim/veg/reg/andi/af
582. Miller, D.C. y Birkeland, P.W. (1993). Soil catena variation along an alpine climatic transect, northern Peruvian Andes. *Geoderma* 55(3):211-224
peru/sue/ped/andes
583. Miller, G.A. (1986). Pubescence, floral temperature and fecundity in species of *Puya* (Bromeliaceae) in the Ecuadorian Andes. *Oecologia* 70(1):155-160
veg/ecu/par/andes/fisio
584. Miller, G.A. (1994). Functional significance of inflorescence pubescence in tropical alpine species of *Puya*. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, eds.) Cambridge: Cambridge University Press. p. 195-213.
par/bot/andes
585. Miller, G.A. (1995). *Common plants of the Ecuadorian páramos*. Arlington: The Nature Conservancy. 11 pp.
andes/bot/ecu/veg
586. Mills, K. (1975). Flora de la Sierra; Un estudio en el Parque Nacional de Cotopaxi 1974/5. *Ciencia y Naturaleza* XVI(1):25-44
ecu/par/bot/div/veg
587. Minambiente-DNP: UPA (República de Colombia.) (1996). *Política de bosques*. Santafé de Bogotá: Ministerio del medio ambiente; Documentos CONPES: 2834
col/bona/pol
588. Ministerio de Agricultura, Perú (1976). *Evaluación de las plantaciones forestales del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura, Perú. 35 pp.
sil/peru/prod/econ/plant
589. Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984). *Seminario sobre diseño de proyectos forestales*. Quito: AID. 21pp.
ecu/met/sil/desa
590. Ministerio de Agricultura y Ganadería, centro de investigación y capacitación forestal Luciano Andrade Marín(enero-abril 1990). *Forestal Informativo. Organó oficial de la Subsecretaría Forestal y de Recursos naturales renovables*. 7: 37pp. Quito
ecu/sil/pasto/mic

591. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de investigación y capacitación Luciano Andrade Marín (septiembre 1993). *Forestal Informativo. Organó oficial del Instituto Ecuatoriano Forestal y de Areas naturales y Vida silvestre*. 11: 38pp. Quito sil/ecu/div/pinus/cuen/fue/mad/aln
592. Ministerio de Agricultura y Inderena (1993). *20 años de investigación forestal - resultados* Ministerio de agricultura y Inderena. 99 pp. sil/col/met/semef/fito/viv/mic/fert
593. Ministerio del medio ambiente de Colombia (1996). *Lineamientos de política para el manejo integral del agua*. Santafé de Bogotá. 46 pp. col/hidr/pol
594. Mizota, C. y van Reeuwijk, L.P. (1989). *Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions*. Wageningen: ISRIC; Soil Monograph: 2. 185 pp. sue/volc/ped/clas/min/fert
595. Mohren, G.M.J. y Burkhart, H.E. (1994). Contrasts between biologically-based process models and management-oriented growth and yield models. *Forest Ecology and Management* 69:1-5 carbon/prod/sil
596. Mohren, G.M.J. y Klein-Goldewijk, C.G.M. (1990). *CO2FIX: a dynamic model of the carbon dioxide fixation in forest stands*. Wageningen: Institute for Forestry and Urban Ecology; rep: 625 sil/carbon/plant/biom/prod
597. Molano Barrero, J. (1988). Medio ambiente y vida natural en el páramo. *Estudios Geográficos* 49(191):209-240 par/andes/veg/clim/sue/fito/ciclo/geom/col
598. Molina, C. (1995). *Reserva ecológica El Angel*. Quito: Dirección Nacional de Areas Naturales y Vida Silvestre-INEFAN. 8 pp. par/ecu/prot
599. Molina Villacis, L.W. (1993). *Inventario botánica forestal de especies nativas existentes en el sector de Yurac-Yacu, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 112pp nativ/ecu/andes/bona/veg
600. Molnar, A. (1993). *Desarrollo forestal comunitario. El diagnóstico rápido*. Nota. Roma: FAO/Programa bosques, árboles y comunidades rurales; Desarrollo Forestal Comunitario: 3. 80 pp. part/desa/soc/met/ext
601. Monasterio, M. (1980). *Estudios ecológicos en los páramos Andinos*. Mérida: Universidad de los Andes par/andes
602. Monasterio, M. y Sarmiento, L. (1991). Adaptive radiation of Espeletia in the cold andean tropics. *Trends in Ecology and Evolution* 6(12):387-391 clim/par/andes/fisio/veg

603. Montero, C. (1987a). *Bosque natural tropical, 1985-1987*. Bogotá: CONIF; Resúmenes analíticos de la documentación forestal Colombiana: 5, 1-4. 135 pp.
bib/col/pasto/uso/cons/fue/sue/sil/fito
604. Montero N., C. (1987b). *Agroforesteria, 1973-1987*. Bogotá: CONIF; Resúmenes analíticos de la documentación forestal Colombiana: 5, 5-6. 78 pp.
bib/col/agfo/cons/uso
605. Mora Osejo, L.E. y Sturm, H. (1995). *Estudios ecologicos del páramo y del bosque altoandino: Cordillera Oriental de Colombia*. Vol. I. Santafé de Bogotá: Editora Guadalupe Ltda. 715 pp.
col/andi/par/biol/sue/ciclo/desc/bot/fito/agfo/fauna
606. Morales Lozano, A.; Lira Chávez, J. y González Rodríguez, G. (1993). Estudio de la capacidad agroindustrial del estado de Queretaro, México, mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geografica. En: *IV Simposio latinoamericano de Percepción Remota*. Cartagena, Colombia Cartagena: p. 538-546
sig/perc/mex/uso/plan
607. Moran, R.C. (1994). *Los géneros de helechos neotropicales*. Aarhus: Depto. de Botánica Sistemática, Universidad de Aarhus
gui/bot
608. Morato L., J.H. (1981). *El páramo de Cruz Verde como recurso hidrico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 56 pp
par/col/hidr
609. Moreno Hurtado, F.H. (1987). *Comparación de algunas propiedades de suelos volcanicos bajo bosques naturales, potreros y plantaciones forestales*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Seccional de Medellín, Facultad de Agronomía, Tesis de Grado. 186 pp
sue/volc/col/fert/bona/plant/pinus/pas/exo
610. Moreno Otálora, C. y Mora Osejo, L.E. (1994). Estudio de los agroecosistemas de la región de Sabaneque (Municipio de Tausa, Cundinamarca) y algunos de sus efectos sobre la vegetación y el suelo. En: *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p. 563-581.
col/agri/sue/veg/volc
611. Morris, A. (1985). Forestry and land-use conflicts in Cuenca, Ecuador . *Mountain Research and Development* 5(2):183-196
for/ecu/uso/soc/andes
612. Morris, A.R. (1995). Forest floor accumulation, nutrition and productivity of *Pinus patula* in the Usutu Forest, Swaziland. *Plant and Soil* 168-169:271-278
pinus/swazi/hum/ciclo/prod/sue/sil/plant/exo
613. Morrison, G. (?). *Growing pines*. South Eastern Autralia: Forests Commission Victoria. 6 pp.
pinus/sil/mad/sue/aus

614. Motavalli, P.P.; Palm, C.A.; Parton, W.J.; Elliott, E.T. y Frey, S.D. (1994). Comparison of laboratory and modeling simulation methods for estimating soil carbon pools in tropical forest soils. *Soil Biology & Biochemistry* 26(8):935-944
carbon/sue/col/trop/volc
615. Mothes, P. (ed.) (1991). *El paisaje volcánico de la Sierra Ecuatoriana. Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados*. Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 4. 92 pp.
ecu/sue/ero/geol/geom/volc
616. Mothes, P. y Hall, M.L. (1991). El paisaje interandino y su formación por eventos volcánicos de gran magnitud. En: *El paisaje volcánico de la Sierra Ecuatoriana. Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados*. (P. Mothes, ed.) Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 4. p.19-38.
ecu/sue/ero/geol/geom/volc
617. Motta Tello, M.T. (ed) (1996). *3ra Reunión de la Red de Información Forestal para América Latina y el Caribe*. Serie Documentación 24; 18-20 de Marzo de 1996; Cartagena, Colombia. Santafé de Bogotá: CONIF/MADR/IUFRO. 183 pp.
ext/sil
618. Moura Costa, P. (1996). Tropical forestry practices for carbon sequestration: A review and case study from southeast Asia. *Ambio* 25(4):279-283
carbon/for/mal/sil
619. Mulder, R.; León, C. y Speelmans, M. (1995). *Misión de evaluación intermedia del proyecto, Desarrollo forestal campesino en los Andes del Ecuador (GCP, ECU, 063, NET)*. Quito: DFC. 33 pp.
ecu/desa
620. Muñoz D., V.M. (1976). El bosque artificial. En: *El bosque natural y artificial; Reunión del consejo consultivo* (CONIF 13 a 15 octubre 1976; Villa de Leyva. Bogotá: CONIF. p. 52-56
sil/col/bona/plant
621. Murillo Rosero, V.H. (1989). *Estudio de propagación de Yagual (Polylepis incana H.B.K.) y Jugueron (Aegiphila ferruginea Hajek & Spruce) bajo cubierta*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 77pp
nativ/sil/pro/poly
622. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (1987). Expedición científica de reconocimiento ecológico de la Laguna de Puruhanta. *Revista Geográfica* 25
andi/bona/bot/ecu/div/veg/fauna
623. Mwendera, E.J. (1994). Effect on the water yield of the Luchelemu catchment in Malawi of replacing indigenous grasses with timber plantations. *Forest Ecology and Management* 65(2-3):75-80
hidr/pinus/plant/malawi/sil/exo
624. Myers, B.J. y Talsma, T. (1992). Site water balance and tree water status in irrigated and fertilised stands of *Pinus radiata*. *Forest Ecology and Management* 52(1):17-42
prod/pinus/aus/plant/hidr/ciclo/sil/exo

625. Nabuurs, G.J. y Mohren, G.M.J. (1993). *Carbon fixation through forestation activities*. Wageningen: Institute for Forestry and Nature Research; IBN Research Report: 93, 4 sil/plant/carbon/biom/prod
626. Nabuurs, G.J. y Mohren, G.M.J. (1995). Modelling analysis of potential carbon sequestration in selected forest types. *Canadian Journal of Forest Research - Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 25(7):1157-1172
carbon/pinus/prod/biom/sil
627. Nadkarni, N.M. (1984). Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica* 16(4):249-256
andes/andi/veg/biom/bona
628. Naranjo, L.G. y Rivera, C.C. (1992). *Bosque de Niebla. Introducción al ecosistema altoandino*. Cali: Fundación Herencia Verde. 65 pp.
andes/hist/andi/bona
629. Navarro, H. y Zebrowski, C. (1994). La réhabilitation agricole des sols volcaniques indurés et érodés en Equateur et au Mexique. En: *Transactions 15th World Congress of Soil Science* July 1994; Acapulco, Mexico. Chapingo, Mexico: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. vol. 6a p. 592-610
volc/sue/fert/agri/mex/ecu
630. Nilsson, S. (1995). Valuation of global afforestation programs for carbon mitigation. *Climatic Change* 30:249-257
carbon/for/agfo/pol/econ
631. Nilsson, S. y Schopfhauser, W. (1995). The carbon-sequestration potential of a global afforestation program. *Climatic Change* 30:267-293
carbon/for/agfo/pol
632. Nimlos, T.J. y Savage, R.F. (1991). Successful soil conservation in the Ecuadorian Highlands. *Journal of Soil and Water Conservation* 46(5):341-343
ero/ecu/sue/volc/andes
633. N.N. (1963). *Notes on the origins and genesis of the páramo soils and páramo-like soils of Central and South America*. 7 pp.
sue/par/ped/ecu/col/bra/clim
634. N.N.(1989a). Mientras agoniza. *Bosque y Futuro* (1):9-10
sil/col/econ/pol
635. N.N.(1989b). Mitos de la reforestación. *Bosques y futuro* (1):6-7
sil/col/sue/hidr/fauna/for
636. N.N.(1990a). Reforestando el Llano. *Bosques y Futuro* (4):8-11
sil/col/for/pinus/euca
637. N.N.(1990b). Incendios forestales, la nueva plaga. *Bosques y Futuro* (4):12-13
sil/col/fue
638. N.N.(1990c). Eucalipto, El fénix australiano. *Bosques y Futuro* (4):14-15
col/euca/sil/bot/prod

639. O'Loughlin, C. (February 1995). The sustainability paradox - an examination of "the plantation effect" - a review of the environmental effects of plantation forestry. *New Zealand Forestry* :3-12
plant/ciclo/carbon/sue/hidr
640. Ocaña, D. (1990). *El calendario forestal para la sierra Peruana* DGFE, FAO. 22 pp.
sil/andes/peru/nativ/exo
641. Ocaña, D. (1994). *Desarrollo forestal campesino en la región Andina del Peru*. Lima: Ministerio de Agricultura/Pronamachcs/Fao-Holanda. 218 pp.
sil/plant/peru/andes/exo/nativ/semi/pro/ext
642. Ogden, C.L. (1992). *Guía para integrar los aspectos nutricionales en los proyectos de desarrollo forestal*. Manual de campo. Roma: FAO/Programa bosques, árboles y comunidades rurales; Desarrollo Forestal Comunitario: 3. 41 pp.
part/desa/soc/met/ext
643. Ohep C., N.F. y Herrera S., L.d.V. (1985). *Impacto de las plantaciones de coníferas sobre la vegetación originaria del páramo de Mucubaji*. Mérida: Universidad de los Andes, Facultad de ciencias forestales . 60pp
ven/pinus/veg/par
644. Oksanen, T.; Heering, M. y Cabarle, B. (1993). *A study on coordination in sustainable forestry development*. 75 pp.
pol/sil/desa
645. Oldeman, R.A.A. y Sieben-Binnenkamp, A.H.M. (1992). Timber trees: architecture and ecology. En: *Tropical trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources*. (R.R.B. Leakey y A.C. Newton, eds.) Edingburgh: IUFRO; ITE symposium 29, ECTF symposium 1. p. 25-33.
bona/trop/mad/sil/fisio/veg
646. Olson, J.S. (1963). Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44(2):322-331
fisio/desc
647. Orejuela Bolaños, A.M. (1993). *Inventariación de plagas en seis especies forestales nativas de los cantones Buano y Penipe de la Provincia de Chimborazo, Ecuador*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 243 pppp
ecu/fisa/nativ
648. Ortíz Crespo, F. y Carrión, J.M. (1991). *Introducción a las aves del Ecuador*. Quito: Fecodes. 241 pp.
ecu/fauna/gui
649. Ortíz, F.; Greenfield, P. y Matheus, J.C. (1990). *Aves del Ecuador*. Quito: C.E.C.I.A, Feprotur. 144 pp.
ecu/fauna/gui
650. Osorio, L.F. y Wright, J.A. (1995). *Estudio de interacción de especies de pinos y sitios. Resultados a 5 años*. Cali: Cartón de Colombia. 12 pp.
sil/pinus/col/plant
651. Ospina Gomez, J. (1989). Una hermosa nativa. *Bosque y Futuro* (1):8-8
nativ

652. Otárola T. Augusto (1987). *Los sistemas agroforestales en los Andes del Perú. Memoria del seminario nacional sobre agroforestería y conservación de los suelos*. Urubamba, Cusco: FAO, Holanda, DGFF. 76 pp.
peru/agfo/cons/ero/nativ/ext/andes/gana
653. Oyarzun, C.E.; Huber, A.W. y Vásquez, S.G. (1985). Balance hídrico en tres plantaciones de *Pinus radiata*. I. Redistribución de las precipitaciones. *Bosque* 6(1):3-14
chile/plant/pinus/hidr
654. Oyarzun, C.E. y Pena, L. (1995). Soil erosion and overland flow in forested areas with pine plantations at Coastal Mountain Range, central Chile. *Hydrological Processes* 9(1):111-118
chile/pinus/hidr
655. Palacios, W.A.; Tipaz, G. y Neill, D.A. (1993). A remnant high-elevation forest in the Andes of northern Ecuador: floristic composition, structure and diversity. En: *Neotropical Montane Forest Symposium* (H. Balslev, ed.). AAU Reports 31. New York Botanical Garden. Aarhus: Aarhus University Press. p. 75
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg
656. Paredes P, R.J. (1997). *Formulación participativa de un plan preliminar de manejo del bosque nativo de "Pacaya", canton Quito*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 125pp
bona/andi/ecu/part/veg
657. Parent, G. y Cadena G., E. (1989). *Guía de reforestación*. Bucaramanga, Colombia: CDMB - ACIDI - ROCHE. 220 pp.
sil/for/sit/gui/clim/sue/hidr/plant/uso/nativ/pinus/euca/exo
658. Parrotta, J.A. (1992). The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41:115-133
plant/biom/ciclo/reg/puri
659. Parsons, J.J. (1982). The northern Andean environment. *Mountain Research and Development* 2(3):253-263
andes/geol/uso/plan
660. Pastrana, R.; McDowell, L.R.; Conrad, J.H. y Wilkinson, N.S. (1991). Macromineral status of sheep in the páramo region of Colombia. *Small Ruminant Research* 5:9-21
ciclo/par/col/pas/gana/andes
661. Pastrana, R.; McDowell, L.R.; Conrad, J.H. y Wilkinson, N.S. (1991). Mineral status of sheep in the páramo region of Colombia. *Small Ruminant Research* 5:23-34
ciclo/par/col/pas/gana/andes
662. Patzelt, E. (1985). *Flora del Ecuador*. 1 ed. Quito: Banco Central del Ecuador
bot/ecu/div
663. Paz Otero, J.M.; Gómez, J.A.; Ospina Bermudez, L.H.; Castro M, L.H.; Andrade, E. y Ortíz, J. (1985). *El Macizo: ojo de agua de Colombia*. Popayán: CRC
col/hidr/cuen/uso/econ/soc/for

664. Pels, B. y Verweij, P.A. (1992). Burning and grazing in a bunchgrass páramo ecosystem: Vegetation dynamics described by a transition model. En: *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.243-263.
par/veg/andes/fue/col/gana
665. Peñafiel Cevallos, M.C. (1994). *Flora y vegetación de la laguna de Cuicocha y sus alrededores*. Quito: Universidad Central del Ecuador. 82pp
andes/andi/bona/bot/div/ecu/par/veg
666. Pereira, H.C. (1967). Afforestation and streamflow in tropical highlands. *Commonwealth Forestry Review* 46:323-327
hidr/afri/for/trop
667. Pérez Arbeláez, E. (1996). *Cuencas hidrográficas*. Santafé de Bogotá: Fondo FEN Colombia. 227 pp.
col/hidr/cuen/clim
668. Pérez, F.L. (1984). Striated soils in an Andean Paramo of Venezuela: its origin and orientation. *Arctic & Alpine Research* 16(3):277-289
ven/par/ped/sue
669. Pérez, F.L. (1995a). A high-Andean toposequence: The geocology of caulescent paramo rosettes. *Mountain Research and Development* 15(2):133-152
par/ven
670. Pérez, F.L. (1995b). Plant-induced spatial patterns of surface soil properties near caulescent Andean rosettes. *Geoderma* 68(1-2):101-121
sue/ven/par/ped/veg/fert/hum
671. Pérez, L.E. (1985). *Actividad biológica y celulítica como contribución al índice de calidad de sitio del Pinus patula en la región de Neusa (Cundinamarca)*. Santafé de Bogotá: Universidad distrital "Francisco José de Caldas". 82pp
desc/biol/fert/sit/plant/pinus/col/exo
672. Perkins, J. y Cardich B., E. (1986). *La protección forestal en el Perú*. Lima, Perú: Proyecto FAO, Holanda INFOR; Documento de trabajo: N.-6. 20 pp.
sil/peru/fue/veg/bona/ext
673. Petit, J. y Rondón, J.A. (1984). *Consideraciones acerca del impacto ambiental producido por la plantaciones de coníferas en el páramo de Mucubaji. Propuesta para investigación*. Mérida. 18 pp.
plant/ven/fito/sue/desc/hidr
674. Pico Gil, H.M. y García Suárez, G. (1966). *Estudio y plan de reforestación para el cinturón verde de Bogotá D. E. Sector: Santa Ana - Contador*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 123pp
for/col/andes/sil/euca/pinus/veg/geol/sue/clim/uso/plan/exo/viv/plant
675. Pinzón Arias, A. (1991). Páramo de Chingaza. *Colombia, sus gentes y regiones* 24:216-223
col/par/andes/prot/fito/fauna/veg
676. Pinzón Florián, O.P. (1997). *Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales*. Santafé de Bogotá: CONIF/MMA/BIRE. 99 pp.
gui/sil/plant/fisa

- 677 Pócs, T. (1980). The epiphytic biomass and its effect on the water-balance of two rain forest types in the Uluguru mountains. *Acta Botanica Academia Scientia Hungaria* 26:143-167
biom/veg/bona/hidr/af
678. Posner, J.L.; Antonini, G.A.; MontAnez, G.; Cecil, R. y Grisby, M. (1982). A classification of the steeplands in the northern Andes. *Mountain Research and Development* 2(3):273-280
uso/ero/andes
679. Potthast, M. *Lista de las especies recolectadas en la comunidad de Morán, Provincia del Carchi*. Quito: Fundación Golondrinas. 3 pp.
andi/bona/bot/ecu/veg
680. Poulsen, B.O. (May 1996). Structure, dynamics, home range and activity pattern of mixed-species bird flocks in a montane alder-dominated secondary forest in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 12(Part 3):333-343
fauna/ecu/andes/andi
681. Pourrut, P. (1983). Los climas del Ecuador-fundamentos explicativos. *CEDIG Documentos de Investigación* (4):8-40
clim/ecu
682. Pourrut, P. (ed.) (1995). *El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía*. Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 7. 118 pp.
ecu/clim/hidr
683. Preston, T.R. y Murgueitio, E. (1994). *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. Cali: Editorial Claridad Ltda. 89 pp.
desa/gana
684. Pretell Chiclote, J.; Ocaña, D. y Barahona Chura, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la Sierra Peruana*. Lima: FAO , INFOR. 120 pp.
nativ/peru/andes/for/sil
685. Pridecu (1990// 1993). Proyecto integrado de recuperación de cuencas en deterioro. *Red Colombiana para el desarrollo forestal participativo* (1990 (2), 1993 (13 y 15)):15
col/part/agfo/pasto/mad
686. PROBONA y ARCOIRIS (1995). *Bosques nativos andinos en la provincia de Loja. Versión preliminar*. Loja: PROBONA/ARCOIRIS. 26 pp.
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg
687. Profafor y FACE (?). *Condiciones generales del contrato para compensación de CO₂ carbon/for/plan*
688. Programa de investigación de impactos ambientales de plantaciones forestales (PIAF) (1996). *Efectos sobre el suelo y el ciclo del agua de plantaciones comerciales de Pinus patula y Eucalyptus grandis en crecimiento en áreas con influencia de cenizas volcánicas Borrador*. Bogotá: CONIF - Ministerio del Medio Ambiente, Colombia. 89 pp.
plant/andes/pinus/euca/col/sue/hidr/sil/volc

689. Programa de Investigaciones de Impactos Ambientales de Plantaciones Forestales (PIAF) (1998a). *Evaluación del impacto ambiental de las plantaciones forestales industriales. Componente de suelo y agua. (Informe final, Fase II)*. Santafé de Bogotá: CONIF. 76 pp.
col/sil/veg/div/exo/euca/pinus
690. Programa de Investigaciones de Impactos Ambientales de Plantaciones Forestales (PIAF) (1998b). *Evaluación del impacto ambiental de las plantaciones forestales industriales. Componente de flora y fauna (Informe final, Fase II)*. Santafé de Bogotá: CONIF. 58 pp.
col/sil/veg/div/exo/euca/pinus
691. PRONAF (1982) *Informe técnico de los ensayos silviculturales de especies forestales en el Ecuador*. Quito: Centro de capacitación e investigación forestal Luciano Andrade Marín. 199 pp.
ecu/sil/euca/pinus/exo/prod
692. Pulido R., C.; Malagón Castro, D. y Llinas R., R. (1990). *Paleosuelos del piso alto andino. Páramos que circundan a Santafé de Bogotá*. Bogotá: IGAC; investigaciones: 2, 2. 168 pp.
col/sue/geol/par/fert
693. Putuhena, W.M. y Cordery, I. (1996). Estimation of interception capacity of the forest floor. *Journal of Hydrology* 180(1-4):283-299
hidr/hum/plant/pinus
694. Putz, F.E. y Viana, V. (1996). Biological challenges for certification of tropical timber. *Biotropica* 28(3):323-330
pol/sil/trop
695. Quintanilla P., V. (1983). Comparación entre dos ecosistemas tropandinos: la puna chilena y el páramo ecuatoriano. *Informes Geográficos Chile* 30:25-45
pun/par/veg/chile/ecu/fito
696. Quintona R., H. (1981). *Reforestación, la alternativa del futuro*. Colombia: Ministerio de Agricultura de Colombia. 32 pp.
sil/bona/col/for/euca
697. Quishpe Calva, L.A. y Solano Solano, B.E. (1994). *Estudio y manejo del bosque natural "La Carbonería" en Cañar*. Loja: Universidad Nacional de Loja
andes/andi/bona/bot/ecu/div/veg
698. Quispe, J.; Castro, I.; Suárez, C. y Huamani, G. (1993). Monitoreo de la deforestación en la cuenca de Río Huallaga utilizando técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. En: *IV Simposio latinoamericano de Percepción Remota. Cartagena, Colombia*. Cartagena: p. 230-252
sig/perc/def/peru/cuen
699. Rada, F.; Azocar, A.; Briceno, B.; Gonzalez, J. y Garcianunez, C. (1996). Carbon and water balance in *Polylepis sericea*, a tropical treeline species. *Trees - Structure and Function* 10(4):218-222
ven/fisio/veg/andes/alp/carbon/poly

700. Rada, F.; Goldstein, G.; Azocar, A. y Meinzer, F.C. (1985). Daily and seasonal osmotic changes in a tropical treeline species. *Journal of Experimental Botany* 36(167):989-1000
poly/ven/fisio/alp/par/veg
701. Raison, R.J. (1979). Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: A review. *Plant and Soil* 51:73-108
fue/ciclo/plant/sil/pinus/exo/aus
702. Raison, R.J. y Myers, B.J. (1992). The Biology of Forest Growth experiment: linking water and nitrogen availability to the growth of *Pinus radiata*. *Forest Ecology and Management* 52(1):279-308
prod/pinus/aus/plant/hidr/ciclo/sil
703. Ram Reddy, M.A. y Pandey, P.C. (1973). *Cercospora* needle blight of radiata pine in India. *Indian Forester* 99(5):308-309
pinus/fisa
704. Ramírez Correa, L.A. (1997). *Guía de Enfermedades en Plantaciones Forestales*. Santafé de Bogotá: CONIF/MMA/BIRE. 44 pp.
sil/plant/gui/fisa
705. Ramírez de Greiff, M.R. (1992). *Crecimiento del Pinus patula Schlech. et Cham. en Colombia*. Bogotá: CONIF/CIID. 44 pp.
col/pinus/sil
706. Ramírez de Greiff, M.R. y Granados, J. (1990). *Estado de las plantaciones forestales en zonas altas de Colombia*. Bogotá: CONIF; Serie Documentación: 21. 46 pp.
sil/col/plant/prod/soc/econ
707. Ramírez de Greiff, M.R. y Jara N., L.F. (1992). *Procedencias de Pinus patula para el Centro y Occidente Andino Colombiano*. Bogotá: CONIF - Federacafé. 36 pp.
col/andes/pinus/sil/prod/sit
708. Ramírez Martínez, J.L. (1991). *Crecimiento del Pinus patula Schl. en función de los nutrientes edáficos y foliares*. Medellín: Universidad nacional de Colombia
col/pinus/fert/sil
709. Ramírez-Rivera, J. (1971). *Relaciones entre el aumento de la reforestación y la producción de agua en la cuenca hidrográfica de Piedras Blancas*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 54pp
hidr/for/cuen/col
710. Ramón Iníiguez, E.E. (1985). *Efecto de la poda y control químico del hongo Dothistroma pini en Pinus radiata del sitio el Villonaco*. Loja, Ecuador: Univerdad Nacional de Loja. 52 pp.
ecu/pinus/fisa/sil/mic
711. Ramsay, P.M. (1992). *The páramo vegetation of Ecuador: the community ecology, dynamics and productivity of tropical graslands in the Andes*. Bangor: University of Wales, Tesis de PhD. 274pp
par/ecu/prod/fue/veg/fito

712. Ramsay, P.M. y Oxley, E.R.B. (1996). Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass paramo. *Vegetatio* 124(2):129-144
ecu/fue/par/suc/andes/veg/reg
713. Rangel C., J.O. (1991). *Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD
veg/col/andes/bot
714. Rangel C., J.O. (1995). Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de alta montaña en Colombia. En: *Memorias del Seminario Taller sobre Alta Montaña Colombiana* (J.A. Lozano y J.D. Pabón 13-15 de Octubre de 1993; Santafé de Bogotá. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas. p. 33-60
div/col/andes/veg/bot
715. Rangel Ch., J.O. (ed.) (1995). *Colombia. Diversidad biótica*. I ed. Santafé de Bogotá: INDERENA-Universidad Nacional de Colombia. 442 pp.
col/veg/div/clim/fauna
716. Rangel Ch., J.O.; Lowy C., P.D. y Aguilar P., M. (1997). *Colombia. Diversidad biótica II*. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia/IDEAM. 436 pp.
col/veg/div
717. Rasmussen, J.F.; Rahbek, C.; Horstman, E.; Poulsen, M.K. y Bloch, H. (1994). *Aves del Parque Nacional Podocarpus. Una lista anotada*. Ecuador: C.E.C.I.A, Peace corps. 72 pp.
ecu/fauna/prot/gui
718. Rea Morales, C.E. (1986). *Inventario botánica forestal de especies nativas existentes en la comunidad Gabiñay, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 180pp
nativ/ecu/andes/bona/veg
719. Real, B.; Vásquez, E.; Suárez, L. y Escobar, E. (1996). *Proceso de elaboración del proyecto de ley forestal, áreas naturales y biodiversidad silvestre*. Quito: Grupo Nucleo Multisectoral, Quito. 58 pp.
ecu/sil/desa/prot/bona/pol
720. Reboratti, C. (1994). *La naturaleza y el hombre en la puna*. Argentina: Proyecto GTZ: Desarrollo agroforestal en comunidades rurales del noroeste argentino. 103 pp.
arg/pun/hist/soc
721. Reig, O.A. (1986). Diversity patterns and differentiation of the high Andean rodents. En: *High altitude tropical biogeography*. (F. Vuilleumier y M. Monasterio, eds.) New York: Oxford University Press and the American Museum of Natural History. p.404-439.
andes/fauna/div
722. Reina, M. (1995). *Remanentes de bosque del Volcán Imbabura. Resumen en las Memorias de las decimo-novenas jornadas de biología de la PUCE*. Quito: Universidad Central del Ecuador. 1 pp
andi/bona/bot/ecu/div/veg

723. Reinig, L. (1992). *Erosion in Andean hillside farming. Characterization and reduction of soil erosion by water in small scale cassava cropping systems in the South Central Cordillera of Colombia*. Weikersheim, Alemania: Verlag Josef Margraf; Hohenheim Tropical Agricultural Series. 182 pp.
col/ero/agri/sue/fert/uso/hidr
724. Reinoso Espín, R.M. (1993). *Síntesis de botánica aplicada del Ecuador*. Quito: Educación vocacional agrícola. 176 pp.
ecu/bot/gui
725. Restrepo, C. y Duque, A. (1988). *Contribución al estudio de las comunidades vegetales del llano de Paletará: impacto de las obras de acuaducción de tierras*. Cali: CVC; Informe CVC: 88, 11. 36 pp.
col/par/fito/veg/hidr
726. Restrepo Uribe, G. y Bustos García, I. (?). *Situación actual y perspectivas de la forestación y la reforestación en las zonas altas de Colombia*. Colombia: Proyecto Cordilleras - CONIF. 7 pp.
for/sil/col/andes/par/cons/bona
727. Reyes Zambrano, P. (1995a). *El Páramo. Esplendor de los Andes*. Santafé de Bogotá/Duitama: Fundación Ecosistemas Andinos. 35 pp.
col/par/veg
728. Reyez Zambrano, P. (ed.) (1995b). *El Páramo. Un Ecosistema de Alta Montaña*. Santafé de Bogotá: Fundación Ecosistemas Andinos ECOAN. 168 pp.
par/col
729. Reyez Zambrano, P. (ed.) (1996). *El Páramo. Ecosistema a proteger*. Santafé de Bogotá: Fundación Ecosistemas Andinos ECOAN. 233 pp.
par/col
730. Reynel, C. y León, J. (1990a). *Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos, Tomo I, Especies forestales útiles para el productor agropecuario*. Lima: FAO-DGFF. 102 pp.
agfo/peru/nativ/cons
731. Reynel, C. y León, J. (1990b). *Árboles y arbustos andinos para la agroforestería y conservación de suelos, Tomo II, Las especies*. Lima: FAO-DGFF. 363 pp.
agfo/nativ/peru/cons
732. Riezenbos, P.A. (1985). High-concentration levels of heavy minerals in two volcanic soils from Colombia: A possible paleoenvironmental interpretation. En: *Volcanic Soils. Weathering and landscape relationships of soils on tephra and basalt*. (E. Fernandez Caldas y H. Yaalon Dan, eds.) Braunschweig: Catena supplement: 7. p. 63-75.
geol/min/volc/col
733. Riveros Cruz, J.M. y Oviedo Urbano, O.A. (1975). *Estudio de los aspectos socio-culturales que limitan el éxito de la reforestación en Sutatausa - Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Distrital, Bogotá. 96 pp
col/for/soc/sil/ero/cons/ext

734. Roa Amaya, N. (1978). *Los bosques comunales: un mecanismo para la vinculación de comunidades marginales al desarrollo de los recursos naturales*. Bogotá: INDERENA. 11 pp.
sil/part/desa/for/cuen/plant/cons
735. Robberecht, R.R.; Caldwell, M.M. y Billings, W.D. (1980). Leaf ultraviolet optical properties along a latitudinal gradient in the arctic-alpine life zone. *Ecology* 61(3):612-619
bot/veg/fisio/andes
736. Roberts, G. y Harding, R.J. (1996). The use of simple process-based models in the estimate of water balances for mixed land use catchments in East Africa. *Journal of hydrology* 180(1-4):251-266
kenya/hidr/pinus/plant/exo/sil
737. Rodríguez Jiménez, L.V.A. (1988). *Consideraciones sobre la biomasa, composición química y dinámica del bosque pluvial tropical de colinas bajas, Bajo Calima, Buenaventura, Colombia*. Bogotá: Convenio CONIF-Holanda; Serie Documentación: 16. 36 pp.
bona/trop/col/fert/ciclo/biom
738. Rodríguez, F.; Mariscal, A.; Jiménez, E.; Jaramillo, I. y Robichaud, M. (1994). *Caracterización ecológica por sensores remotos de las áreas de cuellaje, cordillera de Toisán, Piñan y Marañón en la zona de influencia de la reserva ecológica Cotacachi Cayapas, Ecuador*. Quito: EcoCiencia; Serie SIG: 1. 54 pp.
andi/bona/bot/div/ecu/fito/pas/prot/sig/veg
739. Rodríguez P., L.E. (?). *Calidad de sitio, su aplicación en el manejo forestal*. 22 pp.
sit/sue/prod/plant
740. Rodríguez Romero, J. (1995). *Relaciones genotipo-medio ambiente de las especies forestales más estudiadas en Colombia. Síntesis*. Bogotá, Colombia: CONIF. 16 pp.
col/euca/pinus/sil/sit/clim/sue/exo
741. Rodríguez, S.; Vargas, A.; Dedina, S. y Stanfield, D. (1991). *An annotated bibliography on community of forest resources in Latin America*. Wisconsin: Land Tenure Center, University of Wisconsin-Madison. 60 pp.
bib
742. Rodríguez Soto, E.G. (1986). *Inventario botánica forestal de las especies nativas existentes en la provincia de Chimborazo, cantón Penipe, parroquia Candelaria, comunidad Releche*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 150 pp
andi/bona/nativ/veg/ecu
743. Rollet, B. (1984). Études sur une forêt d'altitude des Andes Vénézuéliennes. La forêt de la Carbonera. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 205(3):3-23
bona/ven/prot/andes/bot/sil/veg/fito/prod
744. Romero Pastor, M. (1983). *La forestación en el Perú y en algunos países de América Latina*. Lima: Ministerio de Agricultura, Perú. 68 pp.
peru/sil/for/pol/uso/prod

745. Romoleroux, K. (1992). Rosaceae in the páramos of Ecuador. En: *Paramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 85-94.
par/veg/bot/ecu
746. Romoleroux, K. (1995). Rosaceae in the High Andes of Ecuador. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). New York: New York Botanical Garden. p. 407-413
ecu/bot/andes
747. Rondón, A.; Petit, J. y Garay, V. (1983). *Evaluación preliminar del impacto ambiental de las plantaciones de coníferas en el páramo de Mucubají*. Propuesta para investigación. Merida. 33 pp.
plant/ven/sue/clas
748. Rook, D.A. y Whyte, A.G.D. (1976). Partial defoliation and growth of 5 year old radiata pine. *New Zealand Journal of Forestry Science* 6(1):40-56
pinus/fisa/nz
749. Rosero A., J.C. (1995). *Inventario del bosque Cotopaxi*. Quito, Ecuador: Aglomerados Cotopaxi, ACOSA. 15 pp.
ecu/pinus/sil/fito
750. Rossenaar, A.J.G.A. y Hofstede, R.G.M. (1992). Effects of burning and grazing on root biomass in the páramo ecosystem. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.211-213.
par/veg/andes/fue/col/gana/sue/biom
751. Rowe, L.K. y Pearce, A.J. (1994). Hydrology and related changes after harvesting native forest catchments and establishing *Pinus radiata* plantations. Part 2. The native forest water balance and changes in streamflow after harvesting. *Hydrological Processes* 8(4):281-297
hidr/pinus/plant/nz
752. Rowe, L.K.; Pearce, A.J. y O' Loughlin, C.L. (1994). Hydrology and related changes after harvesting native forest catchments and establishing *Pinus radiata* plantations. Part 1. Introduction to study. *Hydrological Processes* 8(3):263-379
hidr/pinus/plant/nz
753. Ruíz Camacho, R. (1987). *Manual de la papa*. Colombia: Adpostal. 104 pp.
agri/andes
754. Ruíz Pena, M.C. y Orozco de A, M. (1986). Efectos de la luz y los reguladores del crecimiento sobre el porcentaje de germinación de *Alnus acuminata* H.B.K. (Betulaceae). *Perez Arbelaezia* 1(2):211-224
col/aln/prod/clim
755. Ruíz S., M.C. y Bustamante, Z. (1988). Descomposición de la materia orgánica bajo condiciones controladas. *Ecología en Bolivia* 11:47-64
desc/hum/bol/sue/pas/fert/gana

756. Rundel, P.W. (1994). Tropical alpine climates. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, ed.) Cambridge: Cambridge University Press. p. 21-45.
clim/andi/par
757. Rundel, P.W.; Smith, A.P. y Meinzer, F.C. (1994). *Tropical alpine environments: plant form and function*. Cambridge: Cambridge University Press
par/bot/andes
758. Ruppenthal, M. (1995). *Soil conservation in Andean cropping systems. Soil erosion and crop productivity in traditional and forage-legume based cassava cropping systems in the South Colombian Andes*. Weikersheim, Alemania: Margraf Verlag; Hohenheim Tropical Agricultural Series. 110 pp.
col/ero/hidr/agri/sue/uso/fert/hum
759. Ruppenthal, M.; Leihner, D.E.; Hilger, T.H. y Castillo, J.A. (1996). Rainfall erosivity and erodibility of inceptisols in the southwest Colombian Andes. *Experimental Agriculture* 32(1):91-101
ero/col/sue/andes
760. Ruthsatz, B. (1993). Flora und ökologische Bedingungen hochandiner Moore Chileszwischen 18°00' (Arica) und 40°30' (Osorno) sudl. Br. *Phytocoenologia* 23:157-199
veg/chile/fito
761. Salamanca P, N. y Chamorro B., C. (1994). La edafofauna del páramo de Monserrate-Sector Hacienda "Santa Barbara"-(Cundinamarca-Colombia). En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p.631-647.
col/par/sue/biol
762. Salamanca, S. (1986). La vegetación del páramo, única en el mundo. *Colombia, sus gentes y regiones* 2:2-15
par/col/fito/andes/veg
763. Salamanca, S. (1988). Los Bosques Alto-Andinos. *Colombia, sus gentes y regiones* 9:19-29
col/andi/veg
764. Salamanca, S. (1991). *The vegetation of the páramo and its dynamics in the volcanic massif Ruiz-Tolima (Cordillera Central, Colombia)*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 122 pp
veg/par/col/bot/fito
765. Salamanca, S. (1992). *La vegetación del páramo y su dinamica en el macizo Ruiz-Tolima (Cordillera Central, Colombia)*. Santafé de Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Análisis Geográficos: 21. 155 pp.
veg/par/col/geom/fito
766. Salgado-Labouriau, M.L. (1979). *El medio ambiente páramo*. Caracas: Centro de Estudios Avanzados
par/bona/andi/veg

767. Samaniego Erazo, M.E. (1985). *Estudio de propagación de Pujín* (Hesperomeles heterophylla Hook.) y *Pumamaqui* (Oreopanax ecuadorense Seem) a nivel de *invernadero*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 70 pp
nativ/sil/pro
768. Sanchez Saenz, O.A. (1993). *La descomposición de la materia orgánica como criterio en el manejo de sitio en bosque alto andino. Cuenca del Río San Cristóbal, Santa Fé de Bogotá*. Santa Fé de Bogotá: Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". 133 pp
col/desc/sit/andi/bona/pinus/plant/hum/sil/exo
769. Sandor, J.A. y Furbee, L. (1996). Indigenous Knowledge and Classification of Soils in the Andes of Southern Peru. *Soil Science Society of America Journal* 60(5):1502-1512
clas/indi/peru/sue
770. Sarmiento, F.O. (ed.) (1987). *Antología ecológica del Ecuador. Desde la selva hasta el mar*. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana
res/ecu/plan/div/uso/veg
771. Sarmiento, F.O. (1992). Research in tropandean protected areas of Ecuadorian landscapes in Ecuador. *Forum* 9(3-4):148-160
res/ecu/plan/div/uso
772. Sarmiento, F.O. (1993). Human impacts in the upper Guayllabamba river basin, Ecuador, and suggested management responses. En: *Tropical montane cloud forests* (L. Hamilton; J. Juvik y F. Scatena, eds.). Honolulu: East West Center. p. 183-190
res/ecu/plan/div/uso
773. Sarmiento, F.O. (1995). Restoration of equatorial Andes: the challenge for conservation of Trop-Andean landscapes in Ecuador. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). New York. New York: New York Botanical Garden. p. 637-651
res/ecu/plan/div/uso
774. Sarmiento, G. (1984). *Los ecosistemas y la ecosfera*. Barcelona: Blume; Blume ecología. 268 pp.
ciclo/desc/prod/biom/veg
775. Sarmiento, G. (1986). Ecological features of climate in high tropical mountains. En: *High altitude tropical biogeography*. (F. Vuilleumier y M. Monasterio, eds.) New York: Oxford University Press and the American Museum of Natural History. p.11-45.
andes/clim
776. Sauer, W. (1971). *Geologie von Ecuador*. Gebr. Bornträger. 316 pp.
geol/ecu/min
777. Scantland, S. y Barton, R. (1995). Satellite imagery evaluates Ecuador hydrocarbon potential. *Earth Observation Magazine* 4(2):31-32
ecu/hidr
778. Schiechtel, H.M. (1986). *Manual de ordenación de cuencas hidrográficas. Estabilización de laderas con tratamientos del suelo y la vegetación*. Roma: FAO. 65 pp.
cuen/ero/uso/cons

779. Schimel, D.S.; Braswell, B.H.; Holland, E.A.; McKeown, R.; Ojima, D.S.; Painter, T.H.; Parton, W.J. y Townsend, A.R. (1994). Climatic, edaphic, and biotic controls over storage and turnover of carbon in soils. *Global Biogeochemical Cycles* 8:279-293
carbon/sue/desc
780. Schjellerup, I. (1992). Pre-Columbian field systems and vegetation in the jalca of northeastern Peru. En: *Páramo: an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.137-150.
andes/peru/hist/uso/veg/par
781. Schmidt, A.M. y Verweij, P.A. (1992). Forage intake and secondary production in extensive livestock systems in páramo. En: *Páramo: an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.197-210.
bot/andes/par/col/hist/div/gana/pas
782. Schreuel, I. (1990). *Dónde y cómo plantar árboles para nuestro beneficio, cartilla del participante*. Lima: FAO-DGFF. 11 pp.
agfo/nativ/exo
783. Schroeder, P.E. (1992). Carbon storage potential of short rotation tropical tree plantations. *Forest Ecology and Management* 50:31-41
carbon/plant/prod/biom/trop/sil
784. Schroeder, P.E. (1994). Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 27:89-97
carbon/agfo/prod/biom/pol/sil
785. Schubert, C. y Clapperton, C.M. (1990). Quaternary glaciations in the northern Andes (Venezuela, Colombia and Ecuador). *Quaternary Science Reviews* 9(2-3):123-135
geom/geol/ecu/andes/col/ven/clim
786. SEFORVEN (1991a). *Autoecología de la especie, Pardillo*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
787. SEFORVEN (1991b). *Autoecología de la especie, Apamate*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
788. SEFORVEN (1991c). *Autoecología de la especie, Caoba*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
789. SEFORVEN (1991d). *Autoecología de la especie, Saqui-saqui*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
790. SEFORVEN (1992a). *Autoecología de la especie, Balso*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
791. SEFORVEN (1992b). *Autoecología de la especie, Bambu*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
792. SEFORVEN (1992c). *Autoecología de la especie, Carapa*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
793. SEFORVEN (1992d). *Autoecología de la especie, Cedro*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil
794. SEFORVEN (1992e). *Autoecología de la especie, Melina*. Caracas: SEFORVEN
ven/bot/sil

795. SEFORVEN (1992f). *Autoecología de la especie, Saman*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
796. SEFORVEN (1993a). *Autoecología de la especie, Sangre de drago*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
797. SEFORVEN (1993b). *Autoecología de la especie, Teca*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
798. SEFORVEN (1994a). *Autoecología de la especie, Jobo*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
799. SEFORVEN (1994b). *Autoecología de la especie, Araguaney*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
800. SEFORVEN (1994c). *Autoecología de la especie, Charo*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
801. SEFORVEN (1994d). *Autoecología de la especie, Jabillo*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
802. SEFORVEN (1994e). *Autoecología de la especie, Pino laso*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
803. SEFORVEN (1994f). *Autoecología de la Especie, Pino caribe*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
804. SEFORVEN (1995). *Autoecología de la especie, El mangle*. Caracas: SEFORVEN ven/bot/sil
805. Selener, D.; Chenier, J. y Zelaya, R. (1997a). *De campesino a campesino. Experiencias de prácticas de extensión rural participativa*. Quito: IIRR/Maela//Abya Yala//USAID. 147 pp.
ecu/part/desa/soc/ext
806. Selener, D.; Endara, N. y Carvajal, J. (1997b). *Guía práctica para el sondeo rural participativo*. Quito: IIRR. 132 pp.
part/desa/soc/met
807. Serrano Montesinos, F. (1996). *Árboles y arbustos del bosque de Mazán*. Vol. Tomo I. Cuenca: E.T.A.P.A. 160 pp.
gui/ecu/veg/andi
808. Sevink, J. (1984). An altitudinal sequence of soils in the Sierra Nevada de Santa Marta. En: *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transecto Buritaca-La Cumbre*. (T. van der Hammen y P.M. Ruiz, eds.) Berlin: J. Cramer; Estudios de Ecosistemas Tropicandinos. 2. p.131-138.
sue/andes/hum/ped/clas/col
809. Sheriff, D.W. (1996). Responses of carbon gain and growth of *Pinus radiata* stands to thinning and fertilizing. *Tree Physiology* 16(6):527-536
sil/pinus/plant/prod/exo
810. Sheriff, D.W.; Mattay, J.P. y McMurtrie, R.E. (1996). Modeling productivity and transpiration of *Pinus radiata*: Climatic effects. *Tree Physiology* 16(1-2):183-186
hidr/fisio/pinus/plant/prod/sil/exo

811. Shoji, M.; Nanzyo, M. y Dahlgren, R.A. (eds.) (1993). *Volcanic Ash Soils. Genesis, Properties and Utilization*. Amsterdam: Elsevier; *Developments in Soil Science*: 21. 313 pp.
sue/clas/ped/fert/min
812. Shoji, S.; Takahashi, T.; Ito, T. y Ping, C.L. (1988). Properties and classification of selected volcanic ash soils from Kenay Peninsula, Alaska. *Soil Science* 145(6):395-413
sue/alaska/clas/volc
813. Shugart, H.H.; Emanuel, W.R. y Shao, G. (1996). Models of forest structure for conditions of climatic change. *Commonwealth Forestry Review* 75(1):51-64
carbon/clim/sil/prod/biom
814. Sicco Smit, G. (1969). *La fotointerpretación para reforestaciones y protección de vegetación en cuencas hidrográficas en zona templada*. Bogotá: CIAF. 24 pp.
foto/cuen/for/hidr/veg/sil/geom/geol/col
815. SIG-PAFC (1994). *Memorias del primer taller sobre cobertura vegetal; clasificación y cartografía*. Noviembre, 1994; Bogotá. Bogotá: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". vol. 1. 148 pp.
sig/veg/dbase/foto/perc
816. Silva Badillo, E.R. (1989). *Evaluación del comportamiento de semillas de Quishuar (Buddleja incana H.B.K.) de diferentes procedencias y producción de plantas en tres substratos*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 114 pp
nativ/sil/pro
817. Simpson, B.B. (1986). Speciation and specialization of *Polylepis* in the Andes. En: *High altitude tropical biogeography*. (F. Vuilleumier y M. Monasterio, eds.) New York: Oxford University Press and the American Museum of Natural History. p.304-316.
andes/poly/bot/hist/veg
818. Sipman, H.J.M. (1992). The origin of the lichen flora of the Colombian páramos. En: *Páramo: an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 95-109.
bot/andes/par/col/hist/div
819. Sipman, H.J.M. (1995). Preliminary review of the lichen biodiversity of the Colombian montane forests . En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.) New York: The New York Botanical Garden. p. 527-539.
col/andi/veg/bot/def/div/alp/andes
820. Skutsch, M.M. (1994). *Social forestry as sustainable development comparative strategies in Sri Lanka*. The Netherlands. 284 pp.
sil/desa/def/ero/agfo/viv
821. Smith, A.P. (1979). The function of dead leaves in an Andean giant rosette plant. *Biotropica* 11:43-47
andes/fisio/bot

822. Smith, A.P. (1981). Growth and population dynamics of *Espeletia* (Compositae) in the Venezuelan Andes. *Smithsonian Contributions to Botany* 48:1-45
ven/andes/par/bot
823. Smith, A.P. (1994). Introduction to tropical alpine vegetation. En: *Tropical alpine environments: plant form and function*. (P.W. Rundel; A.P. Smith y F.C. Meinzer, ed.) Cambridge: Cambridge University Press. p. 1-21.
veg/andes/alp/par
824. Smith, A.P. y Young, T.P. (1987). Tropical alpine plant ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:137-158
par/veg/div/fisio
825. Smith, J.M.B. y Klingler, L.F. (1985). Aboveground:Belowground phytomass ratios in Venezuelan páramo vegetation and their significance. *Arctic and Alpine Research* 17:189-198
biom/par/ven/andes/veg/pas
826. Smith, P.J.T. (1987). Variation of water yield from catchments under introduced pasture grass and exotic forest, East Otago. *Journal of Hydrology (N.Z.)* 26(2):175-184
hidr/pinus/plant/hidr/sil/exo/pas
827. Solano Cardozo, R. (1987). *Memorias reunión nacional de silvicultura*. Abril, 1987; Bogotá. Bogotá: Conif, Fes. 318 pp.
bona/sil/pol/for
828. Solís Alpizar, M. (1993). *Una experiencia de organización campesina*. San José, Costa Rica: JUNAFORCA/FTP/FAO. 31 pp.
crica/part/ext
829. Sombroek, W.G.; Nachtergaele, F.O. y Hebel, A. (1993). Amount, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. *Ambio* 22(7):417-426
carbon/sue/trop
830. Sourdat, M. (1986). Les sols de l'Amazonie équatorienne. *Cahiers ORSTOM, Série: Pédologie* 22:409-428
sue/ama/ped/volc
831. Southgate, D. y Macke, R. (1989). The downstream benefits of soil conservation in third world hydroelectric watersheds. *Land Economics* 65(1):38-48
ecu/hidr/ero/pol
832. Spencer, M. y Annot, V. (1988). *Forestry studies in the Río Mazán montane rainforest reserve: the ecology of its trees and forest habitats*. Cuenca: Proyecto Río Mazan. 27 pp.
andi/bona/bot/ecu/prot/veg
833. Spier, H.-P. y Biederbick, C. (1980). *Arboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador*. Quito: Consejo Provincial de Pichincha. 192 pp.
ecu/andes/sil/for/bot
834. Stadel, C. (1986). Del valle al monte: altitudinal patterns of agricultural activities in the Patate-Pelileo area of Ecuador. *Mountain Research & Development* 6(1):53-64
ecu/andes/soc/uso/agri

835. Stadel, C. (1989). The perception of stress by campesinos: a profile from the Ecuadorian sierra. *Mountain Research & Development* 9(1):35-49
ecu/andes/soc/uso
836. Stahl, W. (?). *Diplodia pinea*, a preliminary report on some aspects of fungus and host relationship. *Australian forest research* 3(4):27-32
pinus/fisa/aus
837. Stahl, W. (1968). A disease of *Pinus radiata* D. Don. caused by *Sclerophoma pityophila* (Corda) v. Horn. *Australian Forest Research* 4(2):13-18
pinus/fisa/aus
838. Steiner, F.R. y van Lier, H.N. (1984). Land conservation and development. En: *Examples of land use planning, projects and programs*. (F.R. Steiner y H.N. van Lier, eds.) . p.1-13.
uso/plan/desa
839. Stellingwerf, D.A.; Banyard, S.G. y Sicco Smit, G. (?). *Applications of aerial photographs and other remote sensing imagery in forestry (tropical regions)*. 57 pp.
foto/perc/sil/trop/bona
840. Stern, M.J. (1995). An inter-Andean forest relict: Vegetation change on Pasochoa Volcano, Ecuador. *Mountain Research and Development* 15(4):339-348
andi/andes/ecu/alp/veg/bot/bona
841. Stevens, G.C. y Fox, J.F. (1991). The causes of treeline. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22:177-191
alp/clim/veg/bona
842. Stewart, N.R.; Belote, J. y Belote, L. (1976). Transhumance in the Central Andes. *Annals of the Association of American Geographers* 05166(3):377-397
andes/soc/agri/gana/ecu/indi/econ/pas
843. Stroosnijder, L. (1997). *Andean Erosion Control: a science perspective*. Lima, Wageningen: Centro Internacional de la Papa, Wageningen Agricultural University. 90 pp.
andes/bol/ecu/ero/peru/sue
844. Sturm, H. (1983). Zur Bodenfauna der andinen Paramoregion. *Amazoniana* 8(1):129-147
par/biol/hum/veg
845. Sturm, H. y Rangel C., J.O. (1985). *Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Biblioteca José Jerónimo Triana 9, Bogotá
par/andes/veg
846. Suarez, L. (1985). *Hábitos alimenticios y distribución estacional del oso de anteojos, Tremarctus ornatus, en el páramo suroriental del volcán Antisana, Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador
ecu/fauna/par
847. Suárez, L. y García, M. (1986). *Extinción de animales en el Ecuador*. Quito: Fundación Natura. 153 pp.
ecu/fauna/gui

848. Subdirección Agrológica IGAC (ed.) (1989). *Química de los suelos colombianos*. Bogotá: IGAC; Investigaciones: 1, 1. 90 pp.
col/sue/fert/met
849. Subdirección Agrológica IGAC (ed.) (1990). *Biología de suelos*. Bogotá: IGAC; Investigaciones: 2, 1. 149 pp.
col/biol/sue/volc/par/andi/desc/plant/pinus/exo
850. Subdirección Agrológica IGAC (ed.) (1992). *Algunos aspectos físicos, químicos, biológicos y mineralógicos en suelos colombianos*. Santafé de Bogotá: IGAC; Investigaciones: 4, 1. 210 pp.
sue/col/volc/min/biol/hidr/fert/hum/uso
851. Swift, M.J.; Heal, O.W. y Anderson, J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell Scientific publications. 372 pp.
desc/ciclo/hum/sue/biol
852. Tate, K.R. y Theng, B.K.G. (1980). Organic matter and its interaction with inorganic soil constituents. En: *Soils with variable charge*. (B.K.G. Theng, ed.) Palmerston North, New Zealand: Offset Publishers. p.225-249.
sue/volc/ped/hum
853. Teskey, R.O. y Sheriff, D.W. (1996). Water use by *Pinus radiata* trees in a plantation. *Tree Physiology* 16(1-2):273-280
hidr/fisio/pinus/plant
854. Thiollay, J.M. (1996). Distributional patterns of raptors along altitudinal gradients in the northern Andes and effects of forest fragmentation. *Journal of Tropical Ecology* 12(4):535-560
fauna/ven/col/ecu/andes/div
855. Thouret, J.C. y Faivre, P. (1989). Suelos de la Cordillera Central. En: *La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque los Nevados (segunda parte)*. (T. van der Hammen; S. Diaz P. y V.J. Alvarez, eds.) Berlin/Stuttgart: J. Cramer; Estudios de Ecosistemas Tropandinos : 3. p.293-442.
col/sue/ped/volc/min
856. Tibaldi, A. y Ferrari, L. (1991). Multisource remotely sensed data, field checks and seismicity for the definition of active tectonics in Ecuadorian Andes. *International Journal of Remote Sensing* 12(11):2343-2358
geol/geom/ecu/perc
857. Tinker, P.B.; Ingram, J.S.I. y Struwe, S. (1996). Effects of slash-and-burn agriculture and deforestation on climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58:13-22
clim/carbon/pol/def/agri
858. Tobar, A. y Pantoja, M. (1993). *Bosques nativos Andinos y sus comunidades. Estudios de caso en Ecuador. Tomo II. Vol. 2*. Quito: Cooperación para el Desarrollo y la Ayuda Humanitaria (DDA-Suiza); INTERCOOPERACION; UICN. 110 pp.
veg/bona/andi/alp/ecu

859. Tobón Gonzalez, D.d.J. (1989). *Evaluación de pérdidas por intercepción de la precipitación en tres coberturas vegetales*, Cupressus lusitanica Mill, Pinus patula y bosque natural secundario. Medellín: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Tesis de Grado. 125 pp
col/hidr/clim/exo/pinus/cupr/bona
860. Tol, G.J. y Cleef, A.M. (1992). Nutrient status of *Chusquea tessellata* bamboo páramo. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 123-135.
par/veg/andes/fert/hidr/ciclo
861. Tol, G.J. y Cleef, A.M. (1994). Above-Ground Biomass Structure of a *Chusquea tessellata* Bamboo Paramo, Chingaza National Park, Cordillera Oriental, Colombia. *Vegetatio* 115(1):29-39
par/biom/col/veg
862. Tollenaar, H. (?). Deficiencia de boro en plantaciones de pino en la zona central de Chile. *Agricultura Técnica* 29(2):80-84
chile/pinus/sue/fisa/fert
863. Torres de Martínez, B.E. (1985). Aspectos ecológicos del género *Sphagnum* en el Parque Nacional de Chingaza. *Boletín Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia* 2(6):57-67
col/andes/fito/clim/hidr/par/veg
864. Torres, H.; Borel, R.; Bustamente, N. y Centeno, M.I. (1993). Traditional uses of native shrubs in the south of Puno. *Rural Development Forestry Network Overseas Development Institute (UK)* 16:8-17
peru/nativ/uso/pun/veg
865. Tovar, A. (1996). *Análisis estructural e inventario del recurso forestal y de productos no maderables del bosque de Bermejo, Parroquia Baeza, Canton Quijos, Provincia de Napo. Informe*. Quito: PORTES (PROBONA)
andi/bona/ecu/veg
866. Trexler, M.C. y Haugen, C. (1995). *Keeping it green: tropical forestry opportunities for mitigating climatic change*. Washington: World Resources Institute. 52 pp.
carbon/pol/for/def/agfo/trop
867. Trines, E. y Dam, P. (1994). *Growing site classification research in the Andes region of Ecuador*. Arnheim: FACE Foundation. 35 pp + apendices pp.
sil/ecu/pinus/euca/sit/nativ/sue/carbon
868. Triviño Díaz, T. (1988). *Resultados preliminares de la propagación heterovegetativa del abarco (Cariniana pyriformis miers) en Montería-Córdoba, Colombia*. Colombia: CONIF; Informe: 11. 22 pp.
col/pro/viv/nativ
869. Triviño Díaz, T.; Acosta S., R.d. y Castillo, A. (1990). *Técnicas de manejo de semillas para algunos especies forestales neotropicales en Colombia*. Bogotá: CONIF; Serie de Documentación: 19. 84 pp.
col/viv/pro/semefito/nativ

870. Troll, C. (1959). Die tropischen Gebirge: Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. *Bonner Geographische Abhandlungen* 25
clim/bot/div/veg
871. Trouve, C.; Mariotti, A.; Schwartz, D. y Guillet, B. (1994). Soil organic carbon dynamics under Eucalyptus and Pinus planted on savannas in the Congo. *Soil Biology & Biochemistry* 26(2):287-295
carbon/sue/euca/pinus/desc/af/exo
872. Tschinkel, H. (1972a). La clasificación de sitios y el crecimiento del *Cupressus lusitanica* en Antioquia, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 32(1):3-30
exo/col/cupr/sit/prod/clas
873. Tschinkel, H. (1972b). Factores limitantes del crecimiento de plantaciones de *Cupressus lusitanica* en Antioquia, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 27(2):3-55
col/cupr/sue/sit/prod/exo/volc/geol/fert
874. Turner, J. y Lambert, M.J. (1987). Forest water usage and interactions with nutrition of *Pinus radiata*. *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum* 8(1):37-43
sil/plant/pinus/hidr
875. Ulloa, C. y Jørgensen, P.M. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador*. Quito: Ediciones Abya-Yala. 329 pp.
ecu/bot/andi/gui
876. Ulloa, G.F. (1984). *Índice de sitio para Eucalyptus globulus labill en la hoya de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja
Facultad de Ciencias Agrícolas, Tesis de grado
ecu/sil/euca/sit
877. UMACPA (?). *Prácticas de conservación de suelos en el cultivo de la papa*. Cuenca: UMACPA. 15 pp.
cons/agri/andes
878. UNAL Medellín (1991a). *Bibliografía sobre compostage de Pinus sp. y otros materiales 1975-1984. 23 Referencias Unal-Medellín*. Medellín: Unal-Medellín. 4 pp.
bib/col/pinus
879. UNAL Medellín (1991b). *Bibliografía sobre de Cipres y Pinus patula 1956-1978*. Medellín: Universidad Nacional. 3 pp.
bib/col/pinus/cupr
880. UNORCAC (1995). *Plan forestal comunal*. 29 pp.
ecu/part/ext
881. Urgilés Sánchez, S. (1990). Una reflexión al impacto del hombre en el proceso de desequilibrio ecológico, en un sitio de recreación: el caso del "Cajas" - Azuay. *Revista Geográfica (Quito)* 29:99-107
prot/andes/ecu/uso
882. Useche C., L.E. (1987). Bosques de Colombia. *Colombia, sus gentes y regiones* 8:3-28
col/veg/bona

883. Valarezo, G.R. (1992). *Manual de planeamiento Andino Comunitario. el PAC en la región Andina*. Quito: Comunidec. 178 pp.
pol/ecu/andes/plan
884. Valencia, H.; Murillo, M. y Moyano, Y. (1994). Micorrizas vesículo arbusculares (MVA) asociadas con tres especies nativas de páramo y bosque altoandino de la región de Monserrate. En: *Estudios ecologicos del paramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. (L.E. Mora Osejo y H. Sturm, eds.) Vol. 2. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. p. 449-455.
col/alp/ciclo/par/veg/mic
885. Valencia, R. (1995). Composition and structure of an Andean forest fragment in Eastern Ecuador. En: *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.). New York. New York: New York Botanical Garden. p. 239-249
ecu/bot/veg/andi/bona
886. Valencia, R. y Jørgensen, P.M. (1992). Composition and structure of a humid montane forest on the Pasochoa Volcano, Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 12(2):239-247
bot/andi/ecu/veg/bona/div
887. Valladolid, J. (1997). *Producción de plantas en vivero*. Quito: CESA. 39 pp.
ecu/viv/partpro/nativ
888. Vallejo Cando, S.T. (1988). *Multiplificación a través de cultivo de tejidos vegetales de las especies: Quishuar (Buddleja incana H.B.K.), Cedro (Cedrela montana Vill.) y Pumamaqui (Oreopanax ecuadorensis Seem.)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de grado. 61 pp
nativ/sil/pro
889. van der Hammen, T. (1974). The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography* 1:3-26
veg/clim/hist/trop/pali
890. van der Hammen, T. (1989). History of the montane forests of the Northern Andes. *Plant Systematics and Evolution* 162:109-114
pali/andes/bona/andi/hist/bot/div
891. van der Hammen, T. (1995). Global change, biodiversity, and conservation of neotropical montane forests. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. (S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn, eds.) New York: The New York Botanical Garden. p. 603-607.
clim/bona/andi/andes/veg/div
892. van der Hammen, T. (1997). *Plan ambiental de la Sabana de Bogotá*. Bogotá: CAR.
for/col/andi/alp/par/hidr/pol/cuen/geol
893. van der Hammen, T. y Cleef, A.M. (1983). Datos para la historia de la flora andina. *Revista Chilena de la Historia Natural* 56:97-107
hist/par/andes/veg/bot/pali

894. van der Hammen, T. y Cleef, A.M. (1986). Development of the high andean páramo flora and vegetation. En: *High altitude tropical biogeography*. (F. Vuilleumier y M. Monasterio, eds.) Oxford: Oxford University Press. p. 153-201.
andes/par/div/bot/veg/pali/hist
895. van der Hammen, T. y Correal Urrego, G. (1978). Prehistoric man on the Sabana de Bogotá (Colombia): data for an ecological prehistory. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 25(1-2):179-190
hist/col/andes
896. van der Hammen, T.; Diaz P., S. y Alvarez, V.J. (1989). *La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Los Nevados (segunda parte)*. Berlin: J. Cramer; Estudios de Ecosistemas Tropicandinos: 3. 600 pp.
col/andes/par/andi/alp/pali/veg/bona/sue/volc/biol
897. van Montfort, J. (1994). *Guía para la realización de diagnósticos participativos*. Santa Fé de Bogotá: FAO. 300 pp.
col/part/ext/agfo/gui
898. van Reenen, G.B.A. y Gradstein, S.R. (1983). Studies on Colombian cryptograms, 20. A transect analysis of the bryophyte vegetation along an altitudinal gradient on the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Botánica Neerlandica* 32(3):163-176
andes/col/veg/bot
899. van Reenen, G.B.A. y Gradstein, S.R. (1984). An investigation of bryophyte distribution and ecology along an altitudinal gradient in the Andes of Colombia. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 56:79-84
bot/andes/col/div/veg
900. van Winkel, I. (1995). *El desafío de las especies nativas. Las posibilidades de algunas especies nativas para plantaciones forestales en la Sierra Andina del Ecuador*. Breda: FACE/Profafor. 29 + anexos pp.
nativ/andes/ecu/plant/for/sil
901. Vargas R., O. y Zuluaga, S. (1986). Clasificación y ordenación de comunidades vegetales de páramo. *Pérez Arbelaezia* 1(2):113-124
col/par/veg/fito
902. Vásquez B., L. (1991). *Los árboles y la conservación de suelos en laderas de la Sierra de Cajamarca*. Lima: FAO-DGFF. 52 pp.
cons/peru/andes/for/plant
903. Vásquez P., S. (no publicada). *Diversidad vegetal en la quebrada El Mirador, Bosque Protector Guanderas, Huaca, Carchi, Ecuador* Universidad Central del Ecuador
andi/bona/bot/div/ecu/veg
904. Veillon, J.P. (1962). *Coníferas Autoctonas, "Los Podocarpus"*. Mérida, Venezuela: ULA, Facultad de Ciencias Forestales
nativ/con/bot
905. Veillon, J.P. (1985). El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Revista Forestal Venezolana* 29:5-122
bona/ven/andi/trop

906. Veillon, J.P. (1989). *Los bosques naturales de Venezuela*. Mérida-Venezuela: Instituto de silvicultura Universidad de los Andes. 118 pp.
bona/ven/prod/clim
907. Veillon, J.P. (1994). *Especies forestales autoctonas de los bosques naturales de Venezuela*. Mérida: IFLA
bot/veg/ven/bona
908. Velázquez, A. (1992). Grazing and burning in grassland communities of high volcanoes in Mexico. En: *Páramo; an andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) . p.231-241.
gana/fue/fito/par/mex/veg
909. Velázquez Arbeláez, L.J. (1986). *Metodología para el estudio de comparación de los efectos de diferentes coberturas vegetales en micro-cuencas*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 119pp
cuen/col/met/hidr
910. Vélez S., G. y Fresneda B., E. (1992). Diversidad florística, en las comunidades robledal rastrojo alto, en la cuenca de la Quebrada Piedras Blancas, Antioquia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 45(2):3-25
fito/bona/suc/col/div
911. Veneklaas, E.J. (1990a). Nutrient fluxes in bulk precipitation and throughfall in two montane tropical rain forests, Colombia. *Journal of Ecology* 78:974-992
hidr/col/veg/bona/andes/alp/andi/ciclo
912. Veneklaas, E.J. (1990b). *Rainfall interception and aboveground nutrient fluxes in Colombian montane tropical rain forest*. Utrecht: Rijks Universiteit Utrecht, Tesis de PhD. 110pp
hidr/clim/ciclo/col/andi/veg
913. Veneklaas, E.J. (1991). Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. *Journal of Tropical Ecology* 7(3):319-336
biom/col/veg/bona/andes/alp/andi/ciclo
914. Veneklaas, E.J. (en prep). Water and nutrient fluxes in two montane rain forest canopies, Central Cordillera, Colombia. En: ? (T. van der Hammen y A.G. Dos Santos, eds.) Berlin: Cramer (Borntraeger); Studies on Tropical Andean Ecosystems: 4. p.463-474.
hidr/col/bona/andi/clim
915. Veneklaas, E.J. y van Ek, R. (1990). Rainfall interception in two tropical montane rain forests, Colombia. *Hydrological Processes* 4:311-326
hidr/col/veg/bona/andes/alp/andi
916. Veneklaas, E.J.; Zagt, R.J.; van Leerdam, A.; van Ek, R.; Broekhoven, A.J. y van Genderen, M. (1990). Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane tropical rain forest, Colombia. *Vegetatio* 89:183-192
hidr/veg/col/andi/bona/andes
917. Venero Gonzáles, J.L. (1987). *La fauna y el hombre andino*. Cuzco, Perú: Proyecto FAO, Holanda, INFOR. 28 pp.
sil/peru/fauna

918. Vera, R. y López, R. (1986). El origen de la cangahua. *Paisajes geográficos* 16:21-28
ecu/geol/geom/eros
919. Veroustraete, F. (1994). On the use of a simple deciduous forest model for the interpretation of climate change effects at the level of carbon dynamics. *Ecological Modelling* 75:221-237
carbon
920. Verweij, P.A. (1995). *Spatial and temporal modelling of vegetation patterns. Burning and grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia*. Enschede: University of Amsterdam y ITC, Tesis de PhD. 233pp
reg/par/col/veg/fue/gana/biom/prod/pas/fito/andes/sig/perc
921. Verweij, P.A. y Beukema, H. (1992). Aspects of human influence on upper-Andean forest line vegetation. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 171-175.
par/veg/andes/perc/uso/col/gana
922. Verweij, P.A. y Budde, P.E. (1992). Burning and grazing gradients in páramo vegetation: Initial ordination analysis. En: *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 177-195.
par/veg/andes/fue/col/gana
923. Verweij, P.A. y Kok, K. (1992). Effects of fire and grazing on *Espeletia hartwegiana* populations. En: *Páramo: An andean ecosystem under human influence*. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p. 215-230 .
par/col/veg/fue/gana/andes
924. Vis, M. (1986). Interception, drop size distributions and rainfall kinetic energy in four Colombian forest ecosystems. *Earth Surface Processes and Landforms* 11(6):591-603
ero/col/hidr/andi
925. Vis, M. (1989). *Processes and patterns of erosion in natural and disturbed andean forest ecosystems*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 114 pp
ero/andi/par/col/sue/volc/bona
926. Vitousek, P.M. (1984). Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology* 65:285-298
ciclo/trop/ama/biom/prod/sue/bona/carbon/plant
927. Vogt, K.A.; Grier, C.C. y Vogt, D.J. (1986). Production, turnover and nutrient dynamics of above- and belowground detritus of world forests. *Advances in Ecological Research* 15:303-377
ciclo/biom/prod/sue/bona/carbon/plant/hum
928. Vuilleumier, F. (1986). Origins of the tropical avifaunas of the high Andes. En: *High altitude tropical biogeography*. (F. Vuilleumier y M. Monasterio, eds.) New York: Oxford University Press and the American Museum of Natural History. p. 586-622.
andes/fauna/div

929. Wada, K. (1980). Mineralogical characteristics of Andisols. En: *Soils with variable charge*. (B.K.G. Theng, ed.) Palmerston North, New Zealand: Offset Publishers. p. 87-107.
sue/volc/ped/min
930. Wada, K. (1985). The distinctive properties of Andosols. *Advances in Soil Science* 2:174-223
sue/volc/min/ped/fert
931. Walter, H. y Medina, E. (1969). La temperatura del suelo como factor determinante para la caracterización de los pisos subalpino y alpino en los Andes de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 28(115/116):201-210
sue/ven/andes/clas
932. Wann, J. (1995). *Botanical findings of the Amaluza '91 expedition to the dry and humid forests of Southern Ecuador*. Dublin: Trinity College. 77 pp.
ecu/bona/andes/div/veg
933. Warkentin, B.P. y Maeda, T. (1980). Physical and mechanical characteristics of Andisols. En: *Soils with variable charge*. (B.K.G. Theng, ed.) Palmerston North, New Zealand: Offset Publishers. p. 281-301.
sue/volc/ped
934. Waterloo, M.J. (1994). *Water and nutrient dynamics of Pinus caribea plantation forests of former grassland soils in Southwest Viti Levu, Fiji*. Amsterdam: Free University, Tesis de Disertación de Ph.D. 478 pp
pinus/hidr/sue/ciclo/desc
935. Watson, A.J. y O' Loughlin, C.L. (1990). Structural root morphology and biomass of three age-classes of *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of Forestry Science* 20(1):97-110
pinus/biom/plant/nz
936. Webster, G.L. y Rhode R.M. (1993). *Checklist of the vascular plants of Maquipucuna, Ecuador*. Quito: Fundación Maquipucuna
veg/bona/andi/ecu/bot
937. Weir, M.J.C. (1996). Acquisition of spatial data by forest management agencies: A review. En: *Second International Symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental sciences 1996*; Colorado State University. Colorado State University. p. 8
sig/cart/sil/dbase
938. Wharton, E.H. y Griffith, D.M. (1993). *Methods to estimate total forest biomass for extensive forest inventories: Applications in the Northeastern U.S.* Radnor, Pennsylvania: United States Department of Agriculture, Forest Service; Northeastern Forest Experiment Station Research Papers: NE-681. 52 pp.
biom/eu/plant
939. White, S. y Maldonado, F. (1991). The use and conservation of natural resources in the Andes of southern Ecuador. *Mountain Research and Development* 11(1):37-55
par/ecu/ero/nativ/uso

940. Whitehead, D. (1987). WATMOD - a means of predicting water use by forests. *What's New in Forest Research* 154:4
sil/nz/pinus/hidr
941. Whitehead, D. y Kelliher, F.M. (1991). A canopy water balance model for a *Pinus radiata* stand before and after thinning. *Agricultural and Forest Meteorology* 55(1-2):109-126
sil/hidr/pinus/nz/plant
942. Whitehead, D. y Kelliher, F.M. (1991). Modeling the water balance of a small *Pinus radiata* catchment. *Tree Physiology* 9(1-2):17-33
hidr/plant/pinus/nz
943. Whitehead, D.; Kelliher, F.M.; Lane, P.M. y Pollock, D.S. (1994). Seasonal partitioning of evaporation between trees and understorey in a widely spaced *Pinus radiata* stand. *The Journal of Applied Ecology* 31(3):528-542
hidr/pinus/plant/nz/sil/fisio/exo
944. Whitehead, I.W. (1991). Survey and management review of a rainforest reserve: Sangay National Park, Ecuador. *Quarterly Journal of Forestry* 85(3):191-199
veg/ecu/par/prot/alp/andi
945. Williamson, G.B.; Schatz, G.F.; Avlarado, A.; Redhead, C.S.; Stam, A.C. y Sterner, R.W. (1986). Effects of repeated fires on tropical páramo vegetation. *Tropical Ecology* 27:62-69
fue/par/crica/veg/reg
946. Winckell, A.; Zebrowski, C. y Delaune, M. (1991a). Évolution du modèle quaternaire et des formations superficielles dans les Andes de l'Équateur. Première partie: le volcanisme pyroclastique récent. *Géodynamique* 6(2):97-117
ecu/geol/geom/sue/volc
947. Winckell, A.; Zebrowski, C. y Delaune, M. (1991b). Évolution du modèle quaternaire et des formations superficielles dans les Andes de l'Équateur. Deuxième partie: quelques aspects de l'histoire paléogéographique quaternaire. *Géodynamique* 6(2):119-139
ecu/geol/geom/sue/volc
948. Winograd, M. y Pérez, A. (1991). *Reforestación en América Latina: potenciales y realidades en la disminución del efecto invernadero*. Technical report prepared for the project "Global warming and Latin America". Stockholm: Stockholm Environment Institute. 18 pp.
sil/for/carbon/pol
949. Witte, H.J.L. (1994). *Present and past vegetation and climate in the Northern Andes (Cordillera Central, Colombia): a quantitative approach*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 269pp
hist/clim/veg/col/andes
950. Witte, H.J.L. (1995). *Precipitación, temperatura y humedad en el transecto Parque Los Nevados. Análisis de distribución y métodos de estudio*. Santafé de Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Análisis geográficos: 25. 78 pp.
col/clim/andi/met

951. Wolf, J.H.D. (1993). *Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rain forests, Colombia*. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 238 pp
col/andi/veg/fito/bona
952. Wolf, J.H.D. (1995). Non-vascular epiphyte diversity patterns in the canopy of an upper montane rain forest (2550-3670 m), Central Cordillera, Colombia. *Selbyana* 16(2):185-195
col/andes/andi/bot/div/veg
953. Wormald, T.J. (1975). *Pinus patula*. Oxford, England: Unit of Silviculture, Department of Forestry, Oxford; Tropical Forestry Papers: 7
pinus/bot/viv/sil/fisa/prod/sem/efauna
954. Wright, J.A. y Osorio, L.F. (1995). *Comparación entre procedencias de Eucalyptus urophylla a los tres años de edad y estrategia para el desarrollo del híbrido de Urograndis*. Cali: Cartón de Colombia. 10 pp.
sil/euca/col/prod/pro
955. Wright, J.A.; Osorio, L.F. y Dvorak, W.S. (1995). Recent developments in a tree improvement program with *Pinus patula* in Colombia. *Forest Ecology and Management* 72(2-3):229-234
sil/prod/col/pinus/plant/exo
956. Wright, J.A.; Osorio, L.F. y Dvorak, W.S. (1996). Realised and predicted genetic gain in the *Pinus patula* breeding program of Smurfit Cartón de Colombia. *South African Forestry Journal* 175:19-22
sil/prod/col/pinus/plant/exo/sem
957. Wunder, S. (1996). *Los caminos de la madera*. Quito: Dda, Intercooperation, UICN. 424 pp.
sil/ecu/mad/def/econ
958. Yallico, E. (1992). *Distribución de Polylepis en el sur de Puno*. Lima: Proyecto Arbolandino. 138 pp.
peru/poly/bot/veg/pun/alp
959. Young, K.R. (1992). Biogeography of the montane forest zone of the eastern slopes of Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural, U.N.M.S.M. (Lima)* 21:119-140
peru/veg/bot/andes/andi
960. Young, K.R. (1993). Tropical timberlines: Changes in forest structure and regeneration between two Peruvian timberline margins. *Arctic and Alpine research* 25(3):167-174
peru/reg/veg/alp/andes
961. Young, K.R. y Valencia, N. (1992). Introducción: los bosques montanos del Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural, U.N.M.S.M. (Lima)* 21:5-9
peru/veg/bot/andi/andes/div
962. Yunusa, I.A.M.; Mead, D.J.; Pollock, K.M. y Lucas, R.J. (1995a). Process studies in a *Pinus radiata*-pasture agroforestry system in a subhumid temperate environment. I. Water use and light interception in the third year. *Agroforestry Systems* 32(2):163-184
agfo/pinus/fisio/sil/plant/exo

963. Yunusa, I.A.M.; Mead, D.J.; Lucas, R.J. y Pollock, K.M. (1995b). Process studies in a *Pinus radiata*-pasture agroforestry system in a subhumid temperate environment. II. Analysis of dry matter yields in the third year. *Agroforestry Systems* 32(2):185-204
agfo/pinus/prod/plant/sil/exo
964. Zavgorodniaya de Costales, S. (ed.) (1997). *Geografía y medio ambiente*. Quito: Corporación Editora Nacional/Colegio de Geógrafos del Ecuador; Estudios de Geografía: 8. 50 pp.
ecu/pol/soc/plan
965. Zebrowski, C.; Quantin, P. y Trujillo, G. (eds.) (1997). *Suelos volcánicos endurecidos. III simposio internacional*. Diciembre de 1996; Quito. Quito: Unión Europea/ORSTOM/PUCE/Universidad Central del Ecuador. 510pp.
sue/ero/geol/geom/volc
966. Zeaser, D.; Jadan, S.V. y Del Posso, G. (1989). *Zonificación de especies forestales en la región interandina del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 100 pp.
ecu/sil/nativ/exo/agfo/bona/pinus/euca
967. Zöttl, H.W. (1980). *Algunos aspectos nutricionales de las plantaciones forestales en Colombia*. Bogotá: INDERENA. 45 pp.
col/sil/fisio/viv/fisa/sue/euca/pinus
968. Zuñiga Bolaños, A. (1992). *Algunos aspectos del fomento, coordinación y supervisión de plantaciones forestales comerciales en la jurisdicción de la CVC*. Cali: CVC; Informe CVC: 92, 22. 30 pp.
sil/col/for/plant/exo/pol

8.2 Relación códigos claves - Bibliografía

AGRICULTURA (*agri*)

Bermejo y Pasetti (1985), Bossio y Cassman (1991), CESA (1987a, 1987b, 1993a), Crissman *et al.* (1998), Chancusig (1997), de Noni *et al.* (1994), Espinosa y Crissman (1997), Espinosa *et al.* (1996), FAO (1976, 1993), Harden (1996), Hess (1990), IEDECA (1998), Ignacio *et al.* (1997), IIRR *et al.* (1996), INEFAN *et al.* (?), Johnson (1982), Kappelle (1995b), Knapp (1991), Moreno y Mora (1994), Navarro y Zebrowski (1994), Reinig (1992), Ruiz Camacho (1987), Ruppenthal (1995), Stadel (1986), Stewart *et al.* (1976), Tinker *et al.* (1996), UMACPA (?)

AGROFORESTERÍA (*agfo*)

Aguirre C (?), Alfaro *et al.* (1993), Anderson (1990), Barrera Barrera (?), Barton (1994), Bermejo y Pasetti (1985), Brown *et al.* (1996), Carlson y Añazco (1990), Carlson y Ronceros (1987), Carlson y Vieira (1992), Caycedo Amador (1988), Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (1995), CESA (1991a), Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994), CONIF (1996), CONIF/Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, de Jong *et al.* (1995), DFC (1995), Evans (1992), Eynde van y Venero (1989), FAO (1993a, c, d, 1994b, 1995b), FAO y DFPA (1995), Follis y Nair (1994), Hervé *et al.* (1994), Hessler (1989), Hoen y Solberg (1995), IIRR *et al.* (1996), INDERENA y ISA (1982), INRENA (1994), Jadan (1989), Kerkhof *et al.* (1990), Ladrach y Minotta Uldarico (?), Levack (1986), Maas (1994), Montero (1987b), Mora Osejo y Sturm (1995), Nilsson (1995), Nilsson y Schopfhauser (1995), Otárola Augusto (1987), Pridecu (1990// 1993), Reynel y León (1990a, b), Schreuel (1990), Schroeder (1994), Skutsch (1994), Trexler y Haugen (1995), van Montfort (1994), Yunusa *et al.* (1995a, b), Zeaser *et al.* (1989)

ALNUS (*aln*)

Alulima Gordillo (1993), Añazco (1996) Carlson y Vieira (1992), Cavelier (1994), CONIF (1996), Del Valle (1988, 1993), DFC *et al.* (?), Galloway y Flores (1986), Loján (1996), Ruíz y Orozco 1986)

BOSQUES ANDINOS (*andi*)

Acosta *et al.* (1996), Acosta Solís (1957, 1968), Alarcon (1989), Arnal (1983), Bartholomaus *et al.* (1990), Bosman *et al.* (1994), Buitrago y Salazar (1986), Cavelier (1991, 1994), Cavelier y Goldstein (1989), Cavelier *et al.* (1996), CESA (1992a), Cruz (1993), Cuamacas y Tipaz (1995), Chacón y Serrano (1995), Christensen (1989), de Vries *et al.* (1987), DFC (1995, 1996a), DFC (1996d), DIVA (1997), Ellenberg (1979), Espejo (1989), Espinoza (1992), Fjeldsâ (1992), Fjeldsâ y Kessler (1996), Fritzke (?), Fundación Maquipucuna (1995, 1997), Grajales (1992), Grupo Ecológico "Tierra Viva" (1991), Hansen y Rodbell (1995), Herbario de Loja (1995, 1998), Hjarsen (1997a, b), Hofstede *et al.* (1993), Hooghiemstra y Cleef (1995), INEFAN (1997a, b), INEFAN-COTESU (1994), Jaimes y Rivera (1991), Jaramillo y Inga (?), Jørgensen *et al.* (1995), Jørgensen y Valencia (1988), Josse (1989), Kappelle (1993, 1995a, b), Kappelle *et al.* (1995a, b, 1996), Kappelle y Leal (1996), Kok *et al.* (1995), Maas (1995a, b), Macklin (1990), Madsen (1991), MAG-DINAF y CLIRSEN (1985), Martin *et al.* (1991), Martínez (1994), Mena (1995), Miehe y Miehe (1994), Mora y Sturm (1995), Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (1987), Nadkarni (1984), Naranjo y Rivera (1992), Palacios *et al.* (1993), Paredes (1997), Peñafiel Cevallos (1994), Potthast (?), Poulsen (1996), PROBONA y ARCOIRIS (1995), Quishpe y Solano (1994), Reina (1995), Rodríguez *et al.* (1994), Rodríguez Soto (1986), Rundel (1994),

Salamanca (1988), Salgado-Labouriau (1979), Sanchez Saenz (1993), Sarmiento (1995), Serrano (1996), Sipman (1995), Spencer y Annoo (1988), Stern (1995), Subdirección Agrológica IGAC (1990), Tobar y Pantoja (1993), Tovar (1996), Ulloa y Jørgensen (1995), Valencia (1995), Valencia y Jørgensen (1992), Van der Hammen (1989, 1995, 1997), Van der Hammen *et al.* (1989), Vásquez (no publicada), Veillon (1985), Veneklaas (1990a, b, 1991, en prep), Veneklaas y van Ek (1990), Veneklaas *et al.* (1990), Vis (1986, 1989), Webster y Rhode (1993), Whitehead (1991), Witte (1995), Wolf (1993, 1995), Young (1992), Young y Valencia (1992)

CARBON (carbon)

Bossel y Krieger (1994), Brown y Adger (1994), Brown y Lugo (1982), Brown *et al.* (1989, 1996), Buiting (1996), Cairns *et al.* (1996), Cannell (1996), Crutzen y Andreade (1990), Curran *et al.* (1996), Dabas y Bhatia (1996), de Jong *et al.* (1995), Dewar (1990), Dewar y Cannell (1992), Dixon *et al.* (1994), Faeth *et al.* (1994), Gómez Franco (1991), Goudriaan (1987), Harmon *et al.* (1996), Hoen y Solberg (1995), Houghton (1996), Kommandeur (1996), Linder y Ingra (1996), Lips *et al.* (1997), Lugo y Brown (1986), Lugo *et al.* (1988), Mansur (?), Martinelli *et al.* (1996), Mohren y Burkhart (1994), Mohren y Klein-Goldewijk (1990), Motavalli *et al.* (1994), Moura Costa (1996), Nabuurs y Mohren (1993, 1995), Nilsson (1995), Nilsson y Schopfhauser (1995), O'Loughlin (1995), Profafor y FACE (?), Rada *et al.* (1996), Schimel *et al.* (1994), Schroeder (1992, 1994), Shugart *et al.* (1996), Sombroek *et al.* (1993), Tinker *et al.* (1996), Trexler y Haugen (1995), Trines y Dam (1994), Trouve *et al.* (1994), Veroustraete (1994), Vitousek (1984), Vogt *et al.* (1986), Winograd y Pérez (1991)

CLIMA (clim)

Ayabaca *et al.* (1996), Beck (1994), Bendix y Lauer (1992), Black (1982), Bruijnzeel y Proctor (1995), Calder (1996), Caldwell y Robberecht (1980), Cannon (1984), CAR (1986), Cavelier (1991), Cavelier y Goldstein (1989), Cavelier *et al.* (1996), Celulosa Argentina (?), Colinvaux *et al.* (1988), Cruz (1993), Diemer (1996), FAO (1993), Florez (1992), Gentry (1982), Giraldo *et al.* (1980), Guhl (1972), Hamilton *et al.* (1995), Hansen y Rodbell (1995), Heine (1993), Hofstede *et al.* (1995b), Hooghiemstra y Cleef (1984, 1995), Jetten (1994), Kappelle (1992), Kommandeur (1996), Lauer (1981), Linares Prieto (1987), Lips *et al.* (1997), MAG-DINAF y CLIRSEN (1985), Martin *et al.* (1991), Martinelli *et al.* (1996), Meinzer *et al.* (1994), Míche y Míche (1994), Molano Barrero (1988), Monasterio y Sarmiento (1991), Parent y Cadena (1989), Pérez Arbeláez (1996), Pico Gil y García Suárez (1966), Pourrut (1983, 1995), Rangel C (1995), Rodríguez Romero (1995), Ruíz y Orozco (1986), Rundel (1994), Sarmiento (1986), Schubert y Clapperton (1990), Shugart *et al.* (1996), Stevens y Fox (1991), Tinker *et al.* (1996), Tobon Gonzalez (1989), Torres de Martínez (1985), Troll (1959), Van der Hammen (1974, 1995, 1997), Veillon (1989), Veneklaas (1990b, en prep), Witte (1994, 1995)

COLOMBIA (col)

Acevedo y Posada (1994), ACIF (1973, 1982), ACOFORE (1979), Acosta *et al.* (1996), Arenas Salazar (1994), Arias Lemos (1989), Aristizábal y Castañeda (1983), Balslev y Luteyn (1991), Ballesteros Morales (1992), Bartholomaeus *et al.* (1990), Bedoya (1985), Beekman y Verweij (1987), Bekker y Cleef (1985), Berrío (1992), Betancur Montoya (1989), Bosman *et al.* (1993, 1994), Buch *et al.* (?), Buitrago y Salazar (1986), Burgos Guio (1992), Buritaca y Sánchez (1993), Caballero y Pérez (1994), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Cadena y Herrera (1982), Calhoun y Carlisle (?), CAR (1983, 1986), CAR/GTZ/KfW (?), CAR de las Cuencas de los Ríos Bogotá Ubaté y Suárez (1985), Cardozo y Schnetter (1975), Cavelier (1991, 1994), Cavelier y Goldstein (1989), Cavelier *et al.* (1992), Caycedo Amador (1988), Clavijo (1997), Cleef (1979, 1980b, 1981), Cleef *et al.* (1983, 1993), Coba de Gutiérrez y Cagua (1994), CONIF (1991, 1995a, 1995b, 1996), CONIF y CIID (1990), Cortés *et al.* (1990), Cortes y Franzmeier (1972), Crissman *et al.* (1998), Cuatrecasas (1958), Cuatrecasas y Torres Barreto (1988), Currie y García Samper (1965), Churchill *et al.* (1995), Del Llano (1990), Del Valle (?), 1975, 1978, 1980, 1988, 1993), Del Valle y Madrigal (no publicado), Delgado Flórez (1977), Díaz y Mendoza (1989, 1994), Diez y Bahamon (1990), Durán (1985), Dvorak *et al.* (1995), Endo (1992, 1994), Escobar y Del Valle (1985, 1986), Escobar (1967), Fandino (1996), Fassbender y Tschinkel (1974), Ferguson *et al.* (1987), Fernández (1995), Figueroa (1979), Florez (1990, 1992), Fölster y von Christen (1977), Fundación Alma (1986), Fundación Ecosistemas Andinos (1996), Gamboa (?), García y Chamorro (1994), García Montoya (1990), Gentry (1993), Gibson (1980), Giraldo *et al.* (1980), Gómez (1991), Grajales L (1992), Guhl (1968, 1972, 1995), Hernández y Murcia (1994), Hernández y Chapetón (1984), Hernando (1991), Hilty y Brown (1986), Hofstede (1995a, b, c), Hofstede *et al.* (1993, 1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), Hofstede y Witte (1993), Hooghiemstra y Cleef (1984, 1995), Hoyos Lopez (1988), IGAC-ISRIC (1994), Imeson y Vis (1982a, 1982b), INDERENA (1982), INDERENA y ISA (1982), Jaimés y Rivera (1991), Jaramillo (1992), Jaramillo y Herrón (1991), Khobzi (1984), Kok *et al.* (1995), Ladrach (1977, 1984, 1985, 1986), Ladrach y Minotta (?), Lambeth y Endo (1991), Lambeth y López (1988), Lara (1985), León *et al.* (1996), Linares Prieto (1987), Lips *et al.* (1997), Lutz y Vader (1987), Madrigal (1989), Madrigal y Del Valle (1982), Malagón *et al.* (1991), Marín (1994a, b), Martín *et al.* (1991), Mazuera (1982, 1991), Minambiente-DNP: UPA (1996), Ministerio de Agricultura y Inderena (1993), Ministerio del medio ambiente de Colombia (1996), Molano Barrero (1988), Montero (1987a, b), Mora y Sturm (1995), Morato (1981), Moreno (1987), Moreno y Mora (1994), Motavalli *et al.* (1994), Muñoz (1976), N.N. (1963, 1989a, b, 1990a, b, c), Osorio y Wright (1995), Pastrana *et al.* (1991a, b), Paz Otero *et al.* (1985), Pels y Verweij (1992), Pérez Arbeláez (1996), Pérez (1985), Pico y García (1966), Pinzón Arias (1991), Pridescu (1990// 1993), PIAF (1996, 1998a, 1998b), Pulido *et al.* (1990), Quintona (1981), Ramírez de Greiff (1992), Ramírez de Greiff y Granados (1990), Ramírez de Greiff y Jara (1992), Ramírez Martínez (1991), Ramírez Rivera (1971), Rangel (1991, 1995a, b), Rangel *et al.* (1997), Reinig (1992), Restrepo y Duque (1988), Restrepo y Bustos (?), Reyes (1995a, b, 1996), Riezenbos (1985,

Riveros y Oviedo (1975), Rodríguez Jiménez (1988), Rodríguez Romero (1995), Rossenaar y Hofstede (1992), Ruiz y Orozco (1986), Ruppenthal (1995), Ruppenthal *et al.* (1996), Salamanca y Chamorro (1994), Salamanca (1986, 1988, 1991, 1992), Sanchez Saenz (1993), Schmidt y Verweij (1992), Schubert y Clapperton (1990), Sevink (1984), Sicco Smit (1969), Sipman (1992,1995), Subdirección Agrológica IGAC (1989, 1990, 1992), Thiollay (1996), Thouret y Faivre (1989), Tobon Gonzalez (1989), Tol y Cleef (1992, 1994), Torres de Martínez (1985), Triviño Díaz (1988), Triviño Díaz *et al.* (1990), Tschinkel (1972a, b), UNAL Medellín (1991), UNAL Medellín (1991a, b), Useche (1987), Valencia *et al.* (1994), Van der Hammen (1997), Van der Hammen y Correal Urrego (1978), van der Hammen *et al.* (1989), van Montfort (1994), van Reenen y Gradstein (1983, 1984), Várgas y Zuluaga (1986), Velázquez Arbeláez (1986), Vélez y Fresneda (1992), Veneklaas (1990a, b, 1991, en prep), Veneklaas y van Ek (1990), Veneklaas *et al.* (1990), Verweij (1995), Verweij y Beukema (1992), Verweij y Budde (1992), Verweij y Kok (1992), Vis (1986, 1989), Witte (1994, 1995), Wolf (1993, 1995), Wright y Osorio (1995), Wright *et al.* (1995, 1996), Zöttl (1980), Zuñiga Bolaños (1992)

CUENCAS HIDROGRÁFICAS (cuen)

ACIF (1982), Bedoya (1985), Bosch y Hewlett (1982), CAR (1983, 1986), CAR/GTZ/KfW (?), CAR de las Cuencas de los Ríos Bogotá Ubate y Suárez (1985), Carrera de la Torre (1983), Catterson (1995), Currie y García (1965), de Oliveira Garrido (1978), Durán Cabrera (1985), Guzman (1992), INDERENA y ISA (1982), Loján (1996b), Maya *et al.* (1993), Mazuera González (1982), Paz Otero *et al.* (1985), Pérez Arbeláez (1996), Quispe *et al.* (1993), Ramírez-Rivera (1971), Roa Amaya (1978), Schiechtel (1986), Sicco Smit (1969), Van der Hammen (1997), Velázquez Arbeláez (1986)

CUPRESSUS (cupr)

Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), CONIF (1995a), Del Valle (1975, 1978, 1980, 1993), FAO (1974), Fassbender y Tschinkel (1974), Herrera (1989), Jadan (1989), Ladrach (1977, 1984, 1985), Lamprecht (1989), Lara (1985), Lundgren (1978), Tobon Gonzalez (1989), Tschinkel (1972a, 1972,), UNAL Medellín (1991)

DESARROLLO SOSTENIBLE (desa)

ACIF (1982), Acosta-Solís (1982), Alfaro *et al.* (1993), Azócar de Buglass y Izko (1995), Barba (1995), Cajas (1995), CAMAREN (1997), CESA (1991, 1992c), Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994a, b), Condesan (1996), Desloges (1995), Desloges y Meza (1995), DFC (1996), Encalada Reyes (1983), FAO (1976, 1991, 1994a, b, c, 1995b, 1996), Fundación Alma (1986), Harrison (?), Hjarsen (1997), Ignacio *et al.* (1997), Izko y Mejía (1998a, b),

Jiménez (1992), Kenny-Jordan (1985), Lemckert (1996), Maas (1994), MacDonald (1996), MAG (1984), Molnar (1993), Mulder *et al.* (1995), Ogden (1992), Oksanen *et al.* (1993), Preston y Murgueitio (1994), Real *et al.* (1996), Roa Amaya (1978), Selener *et al.* (1997a, b), Skutsch (1994), Steiner y van Lier (1984)

ECUADOR (*ecua*)

Acosta-Solís (1937, 1957, 1968, 1982, 1984, 1991), Aguirre (1993, ?), Alarcon (1989), Albó y Ramón (1994), Almeida (1995), Alulima Gordillo (1993), Añazco (1989, 1996), Arguello (1992), Ayabaca *et al.* (1996), Azócar de Buglass y Izko (1995), Baldivia *et al.* (1993), Balslev y de Vries (1982, 1991), Balslev y Luteyn (1991), Barba (1995), Barba (1995), Barrera (?), Barrera *et al.* (?), Barton (1994), Beinroth *et al.* (1985), Bendix y Lauer (1992), Berenschot (1997), Bigazzi *et al.* (1992), Black (1982), Bliemsrieder (1992), Borrego (1989), Bossio y Cassman (1991), Brandbyge (1992), Brandbyge y Holm-Nielsen (1986, 1992), Bravo y Torres (1987), Brito (1991), CAAM (1995), Cajas (1995), Calva y Churo (1989), CAMAREN (1997), Campos (1996), Cannon (1990), Carlson y Añazco (1990), Carlson y Ronceros (1987), Carlson y Vieira (1992), Carrera de la Torre (1983), Castillo Alvaréz (1989), Centro de capacitación La Primavera (1992), Cerón (1993, 1994), Cerón y Toasa (1994), CESA (?), 1987a, b, 1989a, b, 1991a, b, c, d, 1992a, b, c, d, e, 1993a, b, c, d, 1995), Clapperton (1987a, b, 1990), Cleef *et al.* (1993), Colinas Verdes (1997), Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994a, b, 1996), Colinvaux *et al.* (1988), Colmet-Daage (1980), Colmet-Daage *et al.* (1967, 1969), Constante Tapia (1986), Coppus *et al.* (1997), Corporación de Estudios y Publicaciones (1992), Crissman *et al.* (1998), Cruz (1993), Cuamacas y Tipaz (1995), Chacón (1997), Chacón y Serrano (1995), Chancusig (1997), Christensen (1989), Dávalos (1989), de Noni *et al.* (1994, 1986, 1989-1990), de Vries *et al.* (1987), Dehn (1995), Desloges (1995a, b), Desloges y Meza (1995a, b), Desmond (1989), DFC (1995a, b, c, d, 1996a, b, c, d, e), DFC *et al.* (?), Diemer (1996), DIVA (1997), Downer (1992, 1997), Encalada Reyes (1983), Escobar Barragán (1996), Espejo Jaramillo (1989), Espinosa (1991, 1992), Espinosa y Crissman (1997), Espinosa *et al.* (1996), Espinoza (1992), Estévez *et al.* (1995), FAO (1976, 1995a, b, c, d), FAO y DFPA (1995), Fehse *et al.* (1997), Fierro A (1991), Follis y Nair (1994), Fritzke (?), Fundación Maquipucuna (1995, 1997), Fundación Natura (1996), Galloway (1986, 1987), Gara y Onore (1989), Garner (1983), Garrison y Pita (1992), Gentry (1993), Grubb (1970), Grupo Ecológico "Tierra Viva" (1991), Guaicha (1994), Guerrero y López (1993), Guevara (1979), Halfdan-Nielsen (1995), Hall (1977), Hall y Calle (1982), Hall y Wood (1985), Hall y Beate (1991), Hall y Mothes (1994), Harden (1993a, b, 1996), Haro Burbano (1986), Heine (1993, ?), Herbario de Loja (1995, 1998), Herrera (1989), Hervas Ordoñez (1994), Hess (1990), Hessler (1989a, b, c), Hofstede (1997), Hofstede y Jongsma (1997), Hooghiemstra *et al.* (1997), Hörmann y Pichler (1982), IEDECA (1998), IIRR *et al.* (1996), INEFAN (1983, 1995a, b, c, 1996a, b, c, d, 1997a, b), INEFAN-COTESU (1994), INEFAN-ITTO (Abril 1994), INEFAN *et al.* (1995), INEFAN y SWEDFOREST (1995a, b), ISRIC (1994), Izko y Mejía (1998a, b), Jackson y

Miller (1983), Jadán y Valarezo (1983), Janeau *et al.* (1995/1996), Jara (1997), Jaramillo y Inga (?), Jiménez Ruíz (1992), Jongmsa (1998), Jørgensen y Ulloa (1994), Jørgensen *et al.* (1995), Jørgensen y Valencia (1988), Josse (1989, 1996), Josse y Rios (1995), Kappelle (1995b), Keating (1997), Knapp (1991), Laegaard (1992), Lavenu *et al.* (1995), León y Valverde (1990), León Yáñez (1993), Lips *et al.* (1997), Loján (1992, 1996a, b), Maas (1994), Maas (1995a, b), MacDonald (1996), Macklin (1990), Madsen (1991), MAG-DINAF y CLIRSEN (1985), Marocco (1994a, b), Martínez (1994), Mc Cormick *et al.* (1987), Medina *et al.* (1997a, b), Mena (1995), Miller (1986, 1995), Mills (1975), MAG (1984), Molina (1995), Molina Villacis (1993), Morris (1985), Mothes (1991), Mothes y Hall (1991), Mulder *et al.* (1995), Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (1987), N.N. (1963), Navarro y Zebrowski (1994), Nimlos y Savage (1991), Orejuela (1993), Ortiz Crespo y Carrión (1991), Ortíz *et al.* (1990), Palacios *et al.* (1993), Paredes (1997), Patzelt (1985), Peñafiel (1994), Potthast (?), Poulsen (1996), Pourrut (1983, 1995), PROBONA y ARCOIRIS (1995), PRONAF (1982), Quintanilla (1983), Quishpe y Solano (1994), Ramon (1985), Ramsay (1992), Ramsay y Oxley (1996), Rasmussen *et al.* (1994), Rea Morales (1986), Real *et al.* (1996), Reina (1995), Reinoso Espín (1993), Rodríguez *et al.* (1994), Rodríguez Soto (1986), Romoleroux (1992, 1995), Rosero (1995), Sarmiento (1987, 1992, 1993, 1995), Sauer (1971), Scantland y Barton (1995), Schubert y Clapperton (1990), Selener *et al.* (1997a, b), Serrano (1996), Southgate y Macke (1989), Spencer y Annoo (1988), Spier y Biederbick (1980), Stadel (1986, 1989), Stern (1995), Stewart *et al.* (1976), Stroosnijder (1997), Suarez (1985), Suárez y García (1986), Thiollay (1996), Tibaldi y Ferrari (1991), Tobar y Pantoja (1993), Tovar (1996), Trines y Dam (1994), Ulloa (1984), Ulloa y Jørgensen (1995), Unorcac (1995), Urgilés Sánchez (1990), Valarezo (1992), Valencia (1995), Valencia y Jørgensen (1992), Valladolid (1997), van Winkel (1995), Vásquez (no publicada), Vera y López (1986), Wann (1995), Webster y Rhode (1993), White y Maldonado (1991), Whitehead (1991), Winckell *et al.* (1991a, 1991b), Wunder (1996), Zavgorodniaya de Costales (1997), Zeaser *et al.* (1989)

ESPECIES NATIVAS (*nativ*)

ACIF (1973), Acosta-Solis (1942), Aguirre C (?), Alulima Gordillo (1993), Añazco (1996), Balslev y Luteyn (1991), Barrera Barrera (?), Barton (1994), Betancur Montoya (1989), Borel (1990), Brandbyge (1992), Brandbyge y Holm-Nielsen (1986, 1992), Brown *et al.* (1996), Buch *et al.* (?), Buitrago y Salazar (1986), Butterfield (1995, 1996), Butterfield y Fisher (1994), Byard *et al.* (1996), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Carlson y Añazco (1990), Carlson y Ronceros (1987), Cavelier (1994), Caycedo Amador (1988), CESA (1989a, 1991a, b, 1991c, 1992b, d, e, 1993b, c, d), CONIF (1995b, 1996), Constante Tapia (1986), Cruz Uvidia (1985), Del Valle (1988, 1993), Diez y Bahamon (1990), Eynde y Venero (1989), Fehse *et al.* (1997), Figueroa (1979), Galloway y Flores (1986), García (1990), Giraldo *et al.* (1980), Guaicha (1994), Guerrero y López (1993), Haro (1986), Hessler (1989), Hofstede y Jongmsa (1997), IIRR *et al.* (1996), Jadan (1989), Jadán y

Valarezo (1983), Kessler (1995), Knowles y Parrotta (1995), Levack (1986), Linares Prieto (1987), Loján (1992), Madrigal y Del Valle (1982), MAG (1981), Marín (1994a, b), Martínez (1994), Molina (1993), Murillo Rosero (1989), Ocaña (1990, 1994), Orejuela Bolaños (1993), Ospina Gomez (1989), Otárola Augusto (1987), Parent y Cadena (1989), Pretell *et al.* (1985), Rea Morales (1986), Reynel y León (1990a, b), Rodríguez (1986), Samaniego (1985), Schreuel (1990), Silva (1989), Torres *et al.* (1993), Trines y Dam (1994), Triviño (1988), Triviño *et al.* (1990), Valladolid (1997), Vallejo (1988), van Winkel (1995), Veillon (1962), White y Maldonado (1991), Zeaser *et al.* (1989)

ESPECIES EXÓTICAS (exo)

Aguirre-Bravo y Winter (1994), Aguirre C (1993, ?), Arenas Salazar (1994), Borel (1990), Brandbyge (1992), Brown y Kulasiri (1994), Butterfield (1996), Caballero y Pérez (1994), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Cadena y Herrera (1982), Cannon (1990, 1994), Carlson y Añazco (1990), Coppus *et al.* (1997), CONIF y CIID (1990), Cortina *et al.* (1995), Cozzo (1994), Crockford y Richardson (1990a, b, c, d), D'Orazio (1993), Del Valle (1975, 1980, 1993), Dons (1987), Dougherty (1993), Duncan (1995), Dvorak (1995), Endo (1994), Escobar y Del Valle (1983, 1985, 1986), Fahey y Watson (1991), Fife y Nambiar (1995), Garrison y Pita (1992), Gilmour *et al.* (1987), Goulding (1994), Gous (1996), Hernández y Murcia (1994), Hofstede (1997), Hofstede y Jongma (1997), Hessler (1989), Hjarsen (1997), Huber *et al.* (1983, 1985, 1990), Huber y Oyarzun (1984, 1990), Jadan (1989), Jadan y Valarezo (1983), Jaramillo y Herrón (1991), King (1995), Ladrach (1984, 1985, 1986), Ladrach (1986), Lara (1985), León *et al.* (1996), Lips *et al.* (1997), Loján (1996a, b), Lundgren (1978), Madrigal y Del Valle (1982), MAG (1981), Marx (1975), McMurtrie y Landsberg (1992), Moreno Hurtado (1987), Morris (1995), Mwendera (1994), Myers y Talsma (1992), Ocaña (1990, 1994), Parent y Cadena (1989), Pérez (1985), Pico Gil y García Suárez (1966), PIAF (1996, 1998a b), PRONAF (1982), Raison (1979), Roberts y Harding (1996), Rodríguez Romero (1995), Sanchez Saenz (1993), Schreuel (1990), Sheriff (1996), Sheriff *et al.* (1996), Smith (1987), Subdirección Agrológica IGAC (1990), Tobon Gonzalez (1989), Trouve *et al.* (1994), Tschinkel (1972a, b), Whitehead *et al.* (1994), Wright *et al.* (1995, 1996), Yunusa *et al.* (1995a, b), Zeaser *et al.* (1989), Zuñiga Bolaños (1992)

EUCALYPTUS (euca)

Arenas Salazar (1994), Buitrago y Salazar (1986), Cannon (1984, 1990), Celulosa Argentina (?), CONIF (1996), Cortés *et al.* (1990), Chacón (1997), D'Orazio (1993), FAO (1984), Galloway (1987), Jadan (1989), Khanna (1994), Ladrach (1984), Ladrach y Minotta (?), Lambeth y Endo (1991), Lambeth y López (1988), Lamprecht (1989), León *et al.* (1996), Lima (1996), Lojan (1996a, b), Mc Cormick *et al.* (1987), N.N. (1990a, c), Parent y Cadena (1989), Pico Gil y García Suárez (1966), PIAF (1996, 1998a, b), Quintona (1981),

Rodríguez Romero (1995), Trines y Dam (1994), Trouve *et al.* (1994), Ulloa (1984), Wright y Osorio (1995), Zeaser *et al.* (1989), Zöttl (1980)

EXTENSIÓN FORESTAL (ext)

CAMAREN (1997), Campos (1996), Carlson y Ronceros (1987), CESA (1995, ?), Colinas verdes y Montañas verdes (1996), CONIF (1995a), CONIF/Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (?), Desmond (1989), DFC (1995a, 1996e, ?), DFC *et al.* (?), Estévez *et al.* (1995), FAO (1984a, 1988, 1990, 1993b, c, 1993d, 1994a, b, 1995c, d), FAO y DFPA (1995), Galloway (1986, 1987), Harrison (?), INEFAN (1983), Jackson y Miller (1983), Kenny-Jordan (1985), Kerkhof *et al.* (1990), Molnar (1993), Motta (1996), Ocaña (1994), Ogden (1992), Otárola Augusto (1987), Perkins y Cardich (1986), Riveros y Oviedo (1975), Selener *et al.* (1997a), Solís (1993), Unorcac (1995), van Montfort (1994)

FAUNA (fauna)

Acosta *et al.* (1996), Arias Lemos (1989), Black (1982), Buch *et al.* (?), DIVA (1997), Downer (1992, 1996, 1997), Fierro (1991), Fjeldså (1992), Fjeldså y Kessler (1996), Hilty y Brown (1986), Hjarsen (1997a, b), Jackson y Miller (1983), Josse (1996), Lima (1996), Lips *et al.* (1997), Long (1995), Mora y Sturm (1995), Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (1987), N.N. (1989), Ortíz y Carrión (1991), Ortíz *et al.* (1990), Pinzón (1991), Poulsen (1996), Rangel (1995a), Rasmussen *et al.* (1994), Reig (1986), Suárez (1985), Suárez y García (1986), Thiollay (1996), Venero González (1987), Vuilleumier (1986), Wormald (1975)

FORESTACIÓN (for)

ACIF (1973, 1982), ACOFORE (1979), Alegría *et al.* (1975), Alulima (1993), Anderson (1990), Añazco (1996), Balslev y Luteyn (1991), Brandbyge (1992), Brandbyge y Holm-Nielsen (1986, 1992), Brown *et al.* (1996), Buch *et al.* (?), Burgos (1992), Butterfield (1995, 1996), Butterfield y Fisher (1994), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Campos (1996), Cannell (1996), CAR (1986), CAR/GTZ/KfW (?), Cavelier (1994), Celulosa Argentina (?), 1989b, 1991b, 1992b, 1993b, ?), Clavijo (1997), D'Orazio (1993), De las Salas (1983), de Oliveira (1978), Del Valle (1976), Dixon *et al.* (1994), Durán (1985), Endo (1992), Endo (1994), FAO (1984b, 1991, 1994d, 1996), Fundación Alma (1986), Gámez Montes (1975), García de Dueñas (1987), Gómez (1991), Guzman (1992), Hernando (1991), Hoen y Solberg (1995), Houghton (1996), INDERENA (1982), INDERENA y ISA (1982), INEFAN *et al.* (1995), Jaillier (?), Jaramillo (1992), Kappelle (1995b), Lamprecht (1989), Madrigal y Del Valle (1982), Mansur (?), Mazuera González (1982, 1991), Morris (1985), Moura Costa (1996), N.N. (1989), N.N. (1990), Nilsson (1995), Nilsson y Schopfhauser (1995), Parent y

Cadena (1989), Paz Otero *et al.* (1985), Pereira (1967), Pico y García (1966), Pretell *et al.* (1985), Profafor y FACE (?), Quintona (1981), Ramírez-Rivera (1971), Restrepo y Bustos (?), Riveros y Oviedo (1975), Roa (1978), Romero (1983), Sicco Smit (1969), Solano Cardozo (1987), Spier y Biederbick (1980), Trexler y Haugen (1995), Van der Hammen (1997), van Winkel (1995), Vásquez (1991), Winograd y Pérez (1991), Zuñiga Bolaños (1992)

FUEGO (*fue*)

Acevedo y Posada (1994), Balslev y Luteyn (1991), Castillo Alvaréz (1989), Crutzen y Andreade (1990), Ellenberg (1979), Espejo Jaramillo (1989), FAO (1973), Hofstede (1995a, b, c), Hofstede *et al.* (1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), Hofstede y Witte (1993), Horn (1989, 1991, 1993), INEFAN *et al.* (?), Janzen (1973), Laegaard (1992), Levack (1986), Montero (1987a), N.N. (1990), Pels y Verweij (1992), Perkins y Cardich (1986), Raison (1979), Ramsay (1992), Ramsay y Oxley (1996), Rossenaar y Hofstede (1992), Velázquez (1992), Verweij (1995), Verweij y Budde (1992), Verweij y Kok (1992), Williamson *et al.* (1986)

GANADERÍA (*gana*)

Balslev y Luteyn (1991), CAMAREN (1997), Carlson y Añazco (1990), Chancusig (1997), FAO (1993a), Hervas Ordoñez (1994), Hervé *et al.* (1994), Hess (1990), Hofstede (1995a, b, c), Hofstede *et al.* (1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), IIRR *et al.* (1996), Kok *et al.* (1995), Otárola (1987), Pastrana *et al.* (1991, b), Pels y Verweij (1992), Preston y Murgueitio (1994), Rossenaar y Hofstede (1992), Ruíz y Bustamante (1988), Schmidt y Verweij (1992), Stewart *et al.* (1976), Velázquez (1992), Verweij (1995), Verweij y Beukema (1992), Verweij y Budde (1992), Verweij y Kok (1992)

GEOLOGÍA (*geol*)

Cadena y Herrera (1982), Carantón *et al.* (1979), Clapperton (1987a, b, 1990), Colinvaux *et al.* (1988), Del Llano (1990), Florez (1990, 1992), Fölster y von Christen (1977), Garner (1983), Hall (1977), Hall y Calle (1982), Hall y Wood (1985), Hall y Beate (1991), Hall y Mothes (1994), Hansen y Rodbell (1995), Heine (1993, ?), Hooghiemstra y Cleef (1995), Hörmann y Pichler (1982), Lavenu *et al.* (1995), MAG-DINAF y CLIRSEN (1985), Marocco (1994a, b), Mothes (1991), Mothes y Hall (1991), Parsons (1982), Pico y García (1966), Pulido *et al.* (1990), Riezenbos (1985), Sauer (1971), Schubert y Clapperton (1990), Sicco Smit (1969), Tibaldi y Ferrari (1991), Tschinkel (1972) Vera y López (1986), Winckell *et al.* (1991a), Winckell *et al.* (1991b), Zebrowski *et al.* (1997)

HIDROLOGÍA (hidr)

Ayabaca *et al.* (1996), Bedoya (1985 (CVC, Beets y Whitehead (1996), Bosch y Hewlett (1982), Bosman (1992), Bruijnzeel (1989, 1990, 1996), Bruijnzeel y Proctor (1995), Buiting (1996), Calder (1996), CAR (1983, 1986), Catterson (1995), Cavelier (1991), Cavelier y Goldstein (1989), Cavelier *et al.* (1996), Cornish (1989), Crockford y Richardson (1990a, b, c, d), de Oliveira (1978), Díaz y Mendoza (1989, 1994), Dons (1987), Doumenge *et al.* (1995), Duncan (1995), Durán Cabrera (1985), Edwards (1982), Fahey y Watson (1991), FAO (1992), Gilmour *et al.* (1987), Guhl (1968), Guhl (1972), Hamilton (1995), Harden (1993a, b), Hofstede (1995a), Huber *et al.* (1983, 1985, 1990), Huber y Oyarzun (1984, 1990), Imeson y Vis (1982a, b), Janeau *et al.* (1995/1996), Jaramillo y Herrón (1991), Jetten (1994), León *et al.* (1996), Levack (1986), Lima (1996), MacDonald (1996), Malmer (1993), Martin *et al.* (1991), McMurtree y Landsberg (1992), Meinzer *et al.* (1994), Ministerio del medio ambiente de Colombia (1996), Morato (1981), Mwendera (1994), Myers y Talsma (1992), N.N. (1989), O'Loughlin (1995), Oyarzun *et al.* (1985), Oyarzun y Pena (1995), Parent y Cadena (1989), Paz *et al.* (1985), Pereira (1967), Pérez Arbeláez (1996), Petit y Rondón (1984), Pócs (1980), Pourrut (1995), PIAF (1996), Putuhena y Cordery (1996), Raison y Myers (1992), Ramírez-Rivera (1971), Reinig (1992), Restrepo y Duque (1988), Roberts y Harding (1996), Rowe y Pearce (1994), Rowe *et al.* (1994), Ruppenthal (1995), Scantland y Barton (1995), Sheriff *et al.* (1996), Siccó Smit (1969), Smith (1987), Southgate y Macke (1989), Subdirección Agrológica IGAC (1992), Teskey y Sheriff (1996), Tobon Gonzalez (1989), Tol y Cleef (1992), Torres de Martínez (1985), Turner y Lambert (1987), Van der Hammen (1997), Velázquez Arbeláez (1986), Veneklaas (1990a, b, en prep), Veneklaas y van Ek (1990), Veneklaas *et al.* (1990), Vis (1986), Waterloo (1994), Whitehead (1987), Whitehead y Kelliher (1991a, b), Whitehead *et al.* (1994)

MADERA (mad)

ACIF (1982), Anderson (1990), Berenschot (1997), Brandbyge y Holm-Nielsen (1986), Butterfield (1996), Celulosa Argentina (?), CONIF (1996), Delgado (1977), FAO (1976, 1995a, c), Galloway (1987), Grajales (1992), Hartwig y Visser (1981), INEFAN y SWEDFOREST (1995a), Lamprecht (1989), Levack (1986), Maddern Harris y McConchie (1978), Morrison (?), Oldeman y Sieben-Binnenkamp (1992), Pridescu (1990-1993), Wunder (1996)

PÁRAMO (par)

Acosta *et al.* (1996), Acosta-Solís (1937, 1942, 1957, 1968, 1982, 1984), Ahti (1992), Alegria *et al.* (1975), Arguello (1992), Arias (1989), Aristizábal y Castañeda (1983), Balslev y de Vries (1982, 1991), Balslev y Luteyn (1991), Baruch (1982), Beekman y Verweij (1987), Bekker y Cleef (1985), Black (1982), Bliemsrieder (1992), Bosman (1992), Bosman *et al.*

(1993, 1994), Brandbyge (1992), Buritaca y Sánchez (1993), CAMAREN (1997), Cardozo y Schnetter (1975), Carlquist (1994), Carrera de la Torre (1983), Cavelier *et al.* (1992), Cerón y Toasa (1994), Cleef (1979, 1980a, b, c, 1981), Cleef y Chaverri (1992), Cleef *et al.* (1993), Coba de Gutiérrez y Cogua (1994), Coppus *et al.* (1997), Cortés *et al.* (1990), Cruz (1993), Cuatrecasas (1949), Cuatrecasas y Torres Barreto (1988), Dávalos (1989), Del Llano (1990), DFC (1995c), Diemer (1996), DIVA (1997), Ellenberg (1979), Fehse *et al.* (1997), Ferguson *et al.* (1987), Frantzen y Bouman (1989), Fundación Ecosistemas Andinos (1996), Gámez Montes (1975), Grubb (1970), Guhl (1968, 1972, 1995), Hansen y Rodbell (1995), Hedberg (1992), Hernández y Murcia (1994), Hervas Ordoñez (1994), Hess (1990), Hofstede (1995a, b, c, 1997), Hofstede *et al.* (1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), Hofstede y Witte (1993), Hooghiemstra y Cleef (1995), Hooghiemstra *et al.* (1997), Horn (1989, 1991, 1993), IEDECA (1998), IFLA (1993), Janzen (1973), Jara (1997), Jørgensen *et al.* (1995), Josse (1996), Kappelle (1992), Keating (1997), Laegaard (1992), Lauer (1981), León Yáñez (1993), Lips *et al.* (1997), Luteyn (1992), Luteyn *et al.* (1992), Lutz y Vader (1987), Medina *et al.* (1997a, b), Míehe y Míehe (1994), Miller (1986, 1994), Mills (1975), Molano Barrero (1988), Molina (1995), Monasterio (1980), Monasterio y Sarmiento (1991), Mora Osejo y Sturm (1995), Morato (1981), N.N. (1963), Ohep y Herrera (1985), Pastrana *et al.* (1991a, b), Pels y Verweij (1992), Peñafiel Cevallos (1994), Pérez (1984, 1995a, b), Pinzón Arias (1991), Pulido *et al.* (1990), Quintanilla (1983), Rada *et al.* (1985), Ramsay (1992), Ramsay y Oxley (1996), Restrepo y Duque (1988), Restrepo Uribe y Bustos García (?), Reyes (1995a, b, 1996), Romoleroux (1992), Rossenaar y Hofstede (1992), Rundel (1994), Rundel *et al.* (1994), Salamanca y Chamorro (1994), Salamanca (1986, 1991, 1992), Salgado-Labouriau (1979), Schjellerup (1992), Schmidt y Verweij (1992), Sipman (1992), Smith (1981, 1994), Smith y Young (1987), Smith y Klinger (1985), Sturm (1983), Sturm y Rangel (1985), Suárez (1985), Subdirección Agrológica IGAC (1990), Tol y Cleef (1992, 1994), Torres de Martínez (1985), Valencia *et al.* (1994), Van der Hammen (1997), Van der Hammen y Cleef (1983, 1986), van der Hammen *et al.* (1989), Várgas y Zuluaga (1986), Velázquez (1992), Verweij (1995), Verweij y Beukema (1992), Verweij y Budde (1992), Verweij y Kok (1992), Vis (1989), White y Maldonado (1991), Whitehead (1991), Williamson *et al.* (1986)

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA (part)

Beaumont Roveda (1994), CESA (1987a, b, 1989b, 1991a, 1992c), de Jong *et al.* (1995), Del Valle (?), Desloges (1995), DFC (1995a, b, c, d, 1996b, c, d, e, ?a, b), FAO (1984a, 1988, 1990, 1993b, 1994a, b, d, 1995a, b, c), FAO y DFPA (1995), Fundación Natura (1996), Harrison (?), Hernando Tapia (1991), Hessler (1989), Ignacio y Barnard (1997), IIRR *et al.* (1996), Jiménez Ruíz (1992), Kenny-Jordan (1985), Kerkhof *et al.* (1990), Maas (1994), Molnar (1993), Ogden (1992), Paredes (1997), Pridecu (1990// 1993), Roa Amaya (1978), Selener *et al.* (1997a, b), Solís Alpizar (1993), Unorcac (1995), Valladolid (1997), van Montfort (1994)

PASTOS (pas)

Almeida *et al.* (1994), Balslev y Luteyn (1991), CAMAREN (1997), Carlson y Añazco (1990), Carlson y Ronceros (1987), Chancusig (1997), Dons (1987), Hofstede (1995a, b, c), Hofstede *et al.* (1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), Hofstede y Witte (1993), IEDECA (1998), IIRR *et al.* (1996), Moreno Hurtado (1987), Pastrana *et al.* (1991a, b), Rodríguez *et al.* (1994), Ruíz y Bustamante (1988), Schmidt y Verweij (1992), Smith y Klingler (1985), Smith (1987), Stewart *et al.* (1976), Verweij (1995)

PERU (peru)

Barton (1994), Bermejo y Pasetti (1985), Borel (1990), Cannon (1984), Carlson y Ronceros (1987), Crissman *et al.* (1998), DFC (?), Eash y Sandor (1995), Eynde y Venero (Abril 1989), FAO (1984b, 1994a, d), Fjeldså y Kessler (1996), Gentry (1993), Hansen y Rodbell (1995), INRENA (1994), Instituto de Montaña (1996), Marx (1975), Maya *et al.* (1993), Miller y Birkeland (1993), Ministerio de Agricultura Perú (1976), Ocaña (1990, 1994), Otárola Augusto (1987), Perkins y Cardich (1986), Pretell Chiclote *et al.* (1985), Quispe *et al.* (1993), Reynel y León (1990a, b), Romero Pastor (1983), Sandor y Furbee (1996), Schjellerup (1992), Stroosnijder (1997), Torres *et al.* (1993), Vásquez (1991), Venero González (1987), Yallico (1992), Young (1992, 1993), Young y Valencia (1992)

PINUS (pinus)

Aguirre-Bravo y Smith (1986), Aguirre-Bravo y Winter (1994), Aguirre (1993), Añazco (1989), Ballard (1971), Beets y Brownlie (1987), Beets y Whitehead (1996), Berenschot (1997), Berrío (1992), Brito Condo (1991), Brown y Kulasiri (1994), Buitrago y Salazar (1986), Butterfield (1996), Caballero y Pérez (1994), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Cadena y Herrera C (1982), Calva y Churo (1989), Carlson y Vieira (1992), Carlyle (1995), Castillo Alvaréz (1989), Celulosa Argentina (?), Coile (1940), CONIF (1995a), Coppus *et al.* (1997), Cornish (1989), Cortés *et al.* (1990), Cortina *et al.* (1995), Cozzo (1994), Craig *et al.* (?), Crockford y Richardson (1990a, b, c, d), Chacón (1997), D'Orazio (1993), Del Valle (1993), Del Valle y Madrigal (no publicado), Dons (1987), Dougherty (1993), Duncan (1995), Dvorak *et al.* (1995), Endo (1992, 1994), Escobar y Del Valle (1983, 1985, 1986), Escobar (1967), Estévez *et al.* (1995), Fahey y Watson (1991), FAO (1973, 1984b, 1995a), Fife y Nambiar (1995), Florence y Chuong (?), Galloway (1987), Garrison y Pita (1992), Gibson (1980), Gibson *et al.* (1967), Gilmour *et al.* (1987), González *et al.* (1978), Goulding (1994), Gous (1996), Hartwig y Visser (1981), Hernández y Murcia (1994), Herrera (1989), Hofstede (1997), Hofstede y Jongsma (1997), Huber *et al.* (1990), Huber y Oyarzun (1990), Huber *et al.* (1983, 1985), Huber y Oyarzun (1984), IFLA (1993), INEFAN y SWEDFOREST (1995a, b), Jadan (1989), Jara (1997), Jaramillo y Herrón (1991), King (1995), Ladrach (1984, 1985, 1986), Ladrach y Minotta Uldarico (?),

Lamprecht (1989), Lara (1985), León y Valverde (1990), León *et al.* (1996), Lips *et al.* (1997), Loján (1996a, b), Lundgren (1978), Maddern Harris y McConchie (1978), Marx (1975), Mc Cormick *et al.* (1987), McMurtrie y Landsberg (1992), Moreno Hurtado (1987), Morris (1995), Morrison (?), Mwendera (1994), Myers y Talsma (1992), N.N. (1990), Nabuurs y Mohren (1995), Ohep y Herrera (1985), Osorio y Wright (1995), Oyarzun *et al.* (1985), Oyarzun y Pena (1995), Parent y Cadena (1989), Pérez (1985), Pico Gil y García Suárez (1966), PIAF (1996, 1998a, b), PRONAF (1982), Putuhena y Cordery (1996), Raison (1979), Raison y Myers (1992), Ram Reddy y Pandey (1973), Ramírez de Greiff (1992), Ramírez de Greiff y Jara (1992), Ramírez Martínez (1991), Ramón Iníiguez (1985), Roberts y Harding (1996), Rodríguez Romero (1995), Rook y Whyte (1976), Rosero (1995), Rowe y Pearce (1994), Rowe *et al.* (1994), Sanchez Saenz (1993), Sheriff (1996), Sheriff *et al.* (1996), Smith (1987), Stahl (? , 1968), Subdirección Agrológica IGAC (1990), Teskey y Sheriff (1996), Tobon Gonzalez (1989), Tollenaar (?), Trines y Dam (1994), Trouve *et al.* (1994), Turner y Lambert (1987), UNAL Medellín (1991a, 1991b), Waterloo (1994), Watson y O' Loughlin (1990), Whitehead (1987), Whitehead y Kelliher (1991), Whitehead y Kelliher (1991), Whitehead *et al.* (1994), Wormald (1975), Wright *et al.* (1995), Wright *et al.* (1996), Yunusa *et al.* (1995a, b), Zeaser *et al.* (1989), Zöttl (1980)

POLYLEPIS (poly)

Alulima Gordillo (1993), Arnal (1983), Balslev y Luteyn (1991), DIVA (1997), Fjeldså (1992), Fjeldså y Kessler (1996), Goldstein *et al.* (1994), Hjarsen (1997a, b), Hueck (1960), Kessler (1995), Martínez (1994), Murillo Rosero (1989), Rada *et al.* (1985, 1996), Simpson (1986), Yallico (1992)

SILVICULTURA (sil)

Acevedo Cifuentes y Posada Hernández (1994), ACIF (1973, 1982), ACOFORE (1979), Aguirre-Bravo y Smith (1986), Aguirre-Bravo y Winter (1994), Aguirre (1993, ?), Alegría *et al.* (1975), Alfaro *et al.* (1993), Anderson (1990), Añazco (1989), Arenas Salazar (1994), Ballard (1971), Barba (1995a, b), Beaumont Roveda (1994), Beets y Brownlie (1987), Beets y Whitehead (1996), Berenschot (1997), Bermejo y Pasetti (1985), Bernier (1996), Borel (1990), Bossel y Krieger (1994), Brandbyge (1992), Brandbyge y Holm-Nielsen (1986), Bravo y Torres (1987), Brown y Adger (1994), Brown *et al.* (1989, 1996), Buijnzeel (1990, 1996), Buiting (1996), Buritaca y Sánchez (1993), Butterfield (1995, 1996), Butterfield y Fisher (1994), Byard *et al.* (1996), Caballero y Pérez (1994), Caballero y Sánchez Saenz (en prensa), Cadena y Herrera C (1982), Cajas (1995), Calder (1996), CAR (1986), CAR de las Cuencas de los Ríos Bogotá Ubaté y Suárez (1985), Carlyle (1995), Castillo (?), Cavalier (1994), Caycedo Amador (1988), Celulosa Argentina (?), Centro de capacitación La Primavera (1992), CESA (1987a, b, 1989a, b, 1991b, 1992b, d), Clavijo (1997), CONIF (1995a, 1996), CONIF/Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (?), Coppus *et*

al.(1997), Cornish (1989), , Corporación de Estudios y Publicaciones (1992), Cortina *et al.* (1995), Cozzo (1994), Craig *et al.* (?), Crockford y Richardson (1990), Crockford y Richardson (1990), Crockford y Richardson (1990), Cruz Uvidia (1985), Currie y García Samper (1965), Chacón Vintimilla (1997), D’Orazio (1993), Dabas y Bhatia (1996), de Jong *et al.* (1995), Del Valle (1976, 1980, 1988, ?), Delgado Flórez (1977), Desloges (1995a, b), Desloges y Meza (1995), Desloges y Meza (1995), Desmond (1989), Dewar (1990), Dewar y Cannell (1992), DFC (1996b, c), Djajono y Weir (1994), Dons (1987), Dougherty (1993), Duncan (1995), Dvorak *et al.* (1995), Endo (1992, 1994), Estévez *et al.* (1995), Evans (1992), Fahey y Watson (1991), FAO (1973, 1976, 1984a, b, 1988, 1991, 1993a, 1994a, c, 1995a, b, c, 1996), FAO y DFPA (1995), Fehse *et al.*(1997), Fife y Nambiar (1995), Follis y Nair (1994), Fundación Alma (1986), Galloway (1986, 1987), Gámez Montes (1975), Gara y Onore (1989), García de Dueñas (1987), García Montoya (1990), Garrison y Pita (1992), Gilmour *et al.*(1987), Gómez Franco (1991), González *et al.* (1978), Goulding (1994), Gous (1996), Guaicha (1994), Hartwig y Visser (1981), Hernández y Murcia (1994), Hernando Tapia (1991), Hessler (1989a, b, c), Hofstede (1997), Hofstede y Jongsma (1997), Huber *et al.* (1983, 1985, 1990), Huber y Oyarzun (1984, 1990), INDERENA (1982), INEFAN (1983, 1995a, b, c, 1996a, b, c, d), INEFAN *et al.* (1995), INEFAN y SWEDFOREST (1995a, 1995b), Jackson y Miller (1983), Jadán (1989), Jadán y Valarezo (1983), Jaillier (?), Jara (1997), Jaramillo (1992), Jetten (1994), Jiménez Ruiz (1992), Jongsma (1998), Kenny-Jordan (1985), King (1995), Knowles y Parrotta (1995), Ladrach (1977, 1984, 1985, 1986), Ladrach y Minotta Uldarico (?), Lambeth y Endo (1991), Lamprecht (1989), Lemckert (1996), León y Valverde (1990), Levack (1986), Lima (1996), Linares Prieto (1987), Lips *et al.*(1997), Loján (1992, 1996a, b), Madrigal (1989), MAG (1981), MAG-DINAF y CLIRSEN (1985), Marín (1994a, b), Mazuera González (1982), Mazuera González (1991), McMurtrie y Landsberg (1992), Ministerio de Agricultura Perú (1976), Ministerio de Agricultura y Ganadería (1984), Ministerio de Agricultura y Inderena (1993), Mohren y Burkhart (1994), Mohren y Klein-Goldewijk (1990), Montero (1987a), Morris (1995), Morrison (?), Motta Tello (1996), Moura Costa (1996), Muñoz (1976), Murillo Rosero (1989), Mwendera (1994), Myers y Talsma (1992), N.N. (? , 1989a, b, 1990a, b, c), Nabuurs y Mohren (1993, 1995), Ocaña (1990, 1994), Oksanen *et al.*(1993), Oldeman y Sieben-Binnenkamp (1992), Osorio y Wright (1995), Parent y Cadena (1989), Perkins y Cardich (1986), Pico Gil y García Suárez (1966), Pinzón Florián (1997), Pretell Chiclote *et al.* (1985), PIAF (1996, 1998a, b), PRONAF (1982), Putz y Viana (1996), Quintona (1981), Raison (1979), Raison y Myers (1992), Ramírez Correa (1997), Ramírez de Greiff (1992), Ramírez de Greiff y Granados (1990), Ramírez de Greiff y Jara (1992), Ramírez Martínez (1991), Ramón Iñíguez (1985), Real *et al.* (1996), Restrepo Uribe y Bustos García (?), Riveros Cruz y Oviedo Urbano (1975), Roa Amaya (1978), Roberts y Harding (1996), Rodríguez Romero (1995), Rollet (1984), Romero Pastor (1983), Rosero (1995), Samaniego Erazo (1985), Sanchez Saenz (1993), Schroeder (1992, 1994), SEFORVEN (1991a, b, c, d, 1992a, b, c, d, e, f, 1993a, b, 1994a, b, c, d, e, f, 1995), Sheriff (1996), Sheriff *et al.* (1996), Shugart *et al.* (1996), Sicco Smit (1969), Silva Badillo (1989), Skutsch (1994), Smith (1987), Solano Cardozo (1987), Spier y Biederbick (1980),

Stellingwerf *et al.* (?), Trines y Dam (1994), Turner y Lambert (1987), Ulloa (1984), Vallejo Cando (1988), van Winkel (1995), Venero Gonzáles (1987), Weir (1996), Whitehead (1987), Whitehead y Kelliher (1991), Whitehead *et al.* (1994), Winograd y Pérez (1991), Wormald (1975), Wright y Osorio (1995), Wright *et al.* (1995, 1996), Wunder (1996), Yunusa *et al.* (1995a, b), Zeaser *et al.* (1989), Zöttl (1980), Zuñiga Bolaños (1992)

SOCIEDAD (*soc*)

Albó y Ramón (1994), Baldivia *et al.* (1993), Barrera *et al.* (?), Catterson (1995), CESA (1991), Colinas Verdes y Montañas Verdes (1994a), de Jong *et al.* (1995), DIVA (1997), FAO (1994c), Harrison (?), Hervé *et al.* (1994), Hessler (1989a, 1989b), Ignacio *et al.* (1997), INRENA (1994), Jiménez (1992), Kappelle (1995b), Lamas *et al.* (1998), Madrigal y Del Valle (1982), Molnar (1993), Morris (1985), Ogden (1992), Paz Otero *et al.* (1985), Ramírez de Greiff y Granados (1990), Reboratti (1994), Riveros y Oviedo (1975), Selener *et al.* (1997a), Selener *et al.* (1997b), Stadel (1986, 1989), Stewart *et al.* (1976), Zavgorodniaya de Costales (1997),

SUELOS (*sue*)

Alegria *et al.* (1975), Anderson y Swift (1983), Arias (?), Ballard (1971), Beinroth *et al.* (1985), Bernier (1996), Bossio y Cassman (1991), Bruijnzeel (1996), Buiting (1996), Buitrago y Salazar (1986), Cadena y Herrera (1982), Calhoun y Carlisle (19??), CAR (1986), Caycedo Amador (1988), Celulosa Argentina (?), Coile (1940), Colmet-Daage (1980), Colmet-Daage *et al.* (1967, 1969), Coppus *et al.* (1997), Cortés *et al.* (1990), Cortes y Franzmeier (1972), Craig *et al.* (?), Cruz (1993), Chacón (1997), D'Orazio (1993), de Noni *et al.* (1986, 1994, 1989-1990), Del Valle (1993), Eash y Sandor (1995), Edwards (1982), Enríquez *et al.* (1993), Espinosa (1991, 1992), FAO (1973, 1992, 1993a), Fehse *et al.* (1997), Ferguson *et al.* (1987), Florence y Chuong (?), Fölster y von Christen (1977), Galloway (1986), Gamboa (?), Gámez Montes (1975), García y Chamorro (1994), García de Dueñas (1987), García *et al.* (1994), González *et al.* (1978), Green *et al.* (1993), Hall y Beate (1991), Harden (1996), Hervé *et al.* (1994), Hofstede (1995a, b, c, 1997), Hofstede y Jongmsa (1997), Hoyos Lopez (1988), IGAC-ISRIC (1994), IIRR *et al.* (1996), Imeson y Vis (1982a, b), INEFAN *et al.* (?), INEFAN y SWEDFOREST (1995b), ISRIC (1994), Jackson y Miller (1983), Janeau *et al.* (1995/1996), Jara (1997), Jaramillo y Herrón (1991), Kappelle (1995b), Khanna *et al.* (1994), Khobzi (1984), Leamy *et al.* (1980), León *et al.* (1996), Lima (1996), Lips *et al.* (1997), MacDonald (1996), Malagón *et al.* (1991), Martinelli *et al.* (1996), Miller y Birkeland (1993), Mizota y van Reeuwijk (1989), Molano Barrero (1988), Montero (1987a), Mora y Sturm (1995), Moreno Hurtado (1987), Moreno y Mora (1994), Morris (1995), Morrison (?), Motavalli *et al.* (1994), Mothes (1991), Mothes y Hall (1991), N.N. (1963, 1989), Navarro y Zebrowski (1994), Nimlos y Savage (1991), O'Loughlin (1995), Parent y Cadena (1989), Pérez (1984, 1995), Petit y Rondón (1984), Pico y García (1966),

PIAF (1996), Pulido *et al.* (1990), Reinig (1992), Rodríguez (?), Rodríguez Romero (1995), Rondón *et al.* (1983), Rossenaar y Hofstede (1992), Ruíz y Bustamante (1988), Ruppenthal (1995), Ruppenthal *et al.* (1996), Salamanca y Chamorro (1994), Sandor y Furbee (1996), Schimel *et al.* (1994), Sevink (1984), Shoji *et al.* (1988, 1993), Sombroek *et al.* (1993), Sourdat (1986), Stroosnijder (1997), Subdirección Agrológica IGAC (1989), Subdirección Agrológica IGAC (1990), Subdirección Agrológica IGAC (1992), Swift *et al.* (1979), Tate y Theng (1980), Thouret y Faivre (1989), Tollenaar (?), Trines y Dam (1994), Trouve *et al.* (1994), Tschinkel (1972), van der Hammen *et al.* (1989), Vis (1989), Vitousek (1984), Vogt *et al.* (1986), Wada (1980, 1985), Walter y Medina (1969), Warkentin y Maeda (1980), Waterloo (1994), Winckell *et al.* (1991a, 1991b), Zebrowski *et al.* (1997), Zöttl (1980)

VEGETACIÓN NATURAL (veg)

Acevedo y Posada (1994), Acosta *et al.* (1996), Acosta Solís (1957, 1968, 1984), Aguirre-Bravo y Smith (1986), Aguirre-Bravo y Winter (1994), Ahti (1992), Alarcon (1989), Almeida *et al.* (1994), Anderson (1990), Arenas Salazar (1994), Arguello (1992), Aristizábal y Castañeda (1983), Balslev (1993), Balslev y de Vries (1982, 1991), Balslev y Luteyn (1991), Baruch (1982), Beck (1994), Beekman y Verweij (1987), Bekker y Cleef (1985), Black (1982), Bliemsrieder (1992), Borrego Vega (1989), Bosman (1992), Bosman *et al.* (1993, 1994), Bossel y Krieger (1994), Bruijnzeel (1989, 1990, 1996), Bruijnzeel y Proctor (1995), Buch *et al.* (?), Buitrago y Salazar (1986), Buritaca y Sánchez (1993), Cadena y Herrera (1982), CAR (1986), Cardozo y Schnetter (1975), Cerón (1993a, b, 1994), Cerón y Toasa (1994), Cleef (1979, 1980a, b, c, 1981), Cleef y Chaverri (1992), Cleef *et al.* (1983, 1993), Coba de Gutiérrez y Cogua (1994), Colinas Verdes (1997), Constante Tapia (1986), Coppus *et al.* (1997), Cruz (1993), Cuatrecasas (1958), Cuatrecasas y Torres Barreto (1988), Chacón y Serrano (1995), Christensen (1989), D'Orazio (1993), Dávalos (1989), de Vries *et al.* (1987), Del Llano (1990), Díaz y Mendoza (1989, 1994), DIVA (1997), Doumenge *et al.* (1995), Edwards (1982), Ellenberg (1979), Espinoza (1992), Fandino Lozaña (1996), Fehse *et al.* (1997), Ferguson *et al.* (1987), Fjeldså y Kessler (1996), Frantzen y Bouman (1989), Fritzke (?), Fundación Ecosistemas Andinos (1996), Fundación Maquipucuna (1995, 1997), García y Chamorro (1994), García de Dueñas (1987), Gentry (1993), Goldstein *et al.* (1994), Grubb (1970, 1977), Grupo Ecológico "Tierra Viva" (1991), Guhl (1968, 1995), Hamilton *et al.* (1995), Hansen y Rodbell (1995), Haro Burbano (1986), Hedberg (1964, 1992), Herbario de Loja (1995, 1998), Hjarsen (1997a, b), Hofstede (1995a, b, c, 1997), Hofstede *et al.* (1993, 1995a, b, in press), Hofstede y Rossenaar (1995), Hofstede y Jongmsma (1997), Hooghiemstra y Cleef (1984), Hooghiemstra *et al.* (1997), Horn (1989, 1991, 1993), IFLA (1993), INEFAN (1995b, c, 1997a, b), INEFAN-COTESU (1994), INEFAN *et al.* (?), Jaimes y Rivera (1991), Janzen (1973), Jara (1997), Jaramillo y Inga (?), Jørgensen y Ulloa (1994), Jørgensen *et al.* (1995), Jørgensen y Valencia (1988), Josse y Rios (1995), Kappelle (1992, 1993, 1995a, 5b), Kappelle *et al.* (1995a, b, 1996), Kappelle y Leal (1996), Keating (1995, 1997), Kok *et al.* (1995), Laegaard (1992), León Yáñez (1993), Lips *et*

al.(1997), Long (1995), Luteyn (1992), Luteyn *et al.* (1992), Lutz y Vader (1987), Maas (1995a, b), Macklin (1990), Madsen (1991), Martin *et al.* (1991), Martinelli *et al.* (1996), Martínez (1994), Medina *et al.* (1997a, b), Meinzer *et al.* (1994), Miede y Miede (1994), Miller (1986, 1995), Mills (1975), Molano Barrero (1988), Molina Villacis (1993), Monasterio y Sarmiento (1991), Moreno y Mora (1994), Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (1987), Nadkarni (1984), Ohep y Herrera (1985), Oldeman y Sieben-Binnenkamp (1992), Palacios *et al.* (1993), Paredes (1997), Pels y Verweij (1992), Peñafiel Cevallos (1994), Pérez (1995), Perkins y Cardich (1986), Pico Gil y García Suárez (1966), Pinzón Arias (1991), Pócs (1980), Potthast (?), PROBONA y ARCOIRIS (1995), PIAF (1998a, 1998b), Quintanilla (1983), Quishpe y Solano (1994), Rada *et al.* (1985, 1996), Ramsay (1992), Ramsay y Oxley (1996), Rangel (1991, 1995a, b), Rangel *et al.* (1997), Rea Morales (1986), Reina (1995), Restrepo y Duque (1988), Reyes (1995, 1997), Robberecht *et al.* (1980), Rodríguez *et al.* (1994), Rodríguez (1986), Rollet (1984), Romoleroux (1992), Rossenaar y Hofstede (1992), Ruthsatz (1993), Salamanca (1986, 1988, 1991, 1992), Salgado-Labouriau (1979), Sarmiento (1984, 1987,1995), Schjellerup (1992), Serrano (1996), Sicco Smit (1969), SIG-PAFC (1994), Simpson (1986), Sipman (1995), Smith (1994), Smith y Young (1987), Smith y Klinger (1985), Spencer y Annoo (1988), Stern (1995), Stevens y Fox (1991), Sturm (1983), Sturm y Rangel (1985), Tobar y Pantoja (1993), Tol y Cleef (1992, 1994), Torres de Martínez (1985), Torres *et al.* (1993), Tovar (1996), Troll (1959), Useche (1987), Valencia *et al.* (1994, 1995), Valencia y Jørgensen (1992), Van der Hammen (1974, 1995), Van der Hammen y Cleef (1983, 1986), van der Hammen *et al.* (1989), van Reenen y Gradstein (1983, 1984), Várgas y Zuluaga (1986), Vásquez (no publicada), Veillon (1994), Velázquez (1992), Veneklaas (1990a, b, 1991), Veneklaas y van Ek (1990), Veneklaas *et al.* (1990), Verweij (1995), Verweij y Beukema (1992), Verweij y Budde (1992), Verweij y Kok (1992), Wann (1995), Webster y Rhode (1993), Whitehead (1991), Williamson *et al.* (1986), Witte (1994), Wolf (1993, 1995), Yallico (1992), Young (1992, 1993), Young y Valencia (1992)

8.3 Palabras claves para la bibliografía

Cada referencia está resumida por una serie de palabras claves. Hay 7 palabras claves principales, de que cada referencia tiene por lo menos una. Estas palabras claves son: fijación de carbono (carbon), geología (geol), clima (clim), suelos (sue), hidrología (hidr), vegetación natural (veg) y silvicultura (sil). Otras 86 palabras claves caracterizan las referencias por temas dentro de grandes categorías. Fuera de las palabras claves temáticas hay 31 palabras claves geográficas. Aquí se presenta la lista completa de las palabras claves usadas.

Africa	af	af	Africa
Africa del Sur	afri	afri	Africa del Sur
agricultura	agri	agfo	agroforestería
agroforestería	agfo	agri	agricultura
Alaska	alaska	alaska	Alaska
alnus	aln	aln	alnus
Amazonía	ama	alp	bosques alpinos
Andes	andes	ama	Amazonía
antropología	ant	andes	Andes
áreas protegidos	prot	andi	bosques andinos
Argentina	arg	ant	antropología
Australia	aus	arg	Argentina
base de datos	dbase	aus	Australia
bibliografía	bib	bib	bibliografía
biología de suelos	biol	biol	biología de suelos
biomasa	biom	biom	biomasa
Bolivia	bol	bol	Bolivia
bosque natural	bona	bona	bosque natural
bosques alpinos	alp	bot	botánica
bosques andinos	andi	bra	Brazil
botánica	bot	carbon	fijación de carbono
Brazil	bra	cart	cartografía
calidad de sitio	sit	chile	Chile
cartografía	cart	ciclo	ciclo de nutrientes
Chile	chile	clas	clasificación de suelos
ciclo de nutrientes	ciclo	clim	climatología
clasificación de suelos	clas	col	Colombia
climatología	clim	con	coníferas
Colombia	col	cons	conservación de suelos
coníferas	con	crica	Costa Rica
conservación de suelos	cons	cuen	cuencas
Costa Rica	crica	cupr	cupressus
cuencas	cuen	dbase	base de datos
cupressus	cupr	def	deforestación
deforestación	def	desa	desarrollo sostenible
desarrollo sostenible	desa	desc	descomposición
descomposición	desc	div	diversidad
diversidad	div	econ	economía

economía	econ	ecu	Ecuador
Ecuador	ecu	ero	erosión
erosión	ero	espa	España
España	espa	eu	Estados Unidos
especies exóticos	exo	euca	eucalipto
especies nativas	nativ	exo	especies exóticos
Estados Unidos	eu	ext	extensión forestal
eucalipto	euca	fauna	fauna
extensión forestal	ext	fert	fertilidad del suelo
extracción y uso de madera	mad	fisa	fitosanitaria
fauna	fauna	fisio	fisiología
fertilidad del suelo	fert	fito	fitosociología
fijación de carbono	carbon	for	forestación
fisiología	fisio	foto	fotointerpretación
fitosanitaria	fisa	francia	Francia
fitosociología	fito	frut	fruticultura
forestación	for	fue	fuegos
fotointerpretación	foto	gana	ganadería
Francia	francia	geol	geología
fruticultura	frut	geom	geomorfología
fuegos	fue	gps	gps
ganadería	gana	gui	guía
geología	geol	hidr	hidrología
geomorfología	geom	hist	historia
gps	gps	hum	perfil de humus
guía	gui	indi	indígenas
hidrología	hidr	ingl	Inglaterra
historia	hist	kenya	Kenya
indígenas	indi	mad	extracción y uso de madera
Inglaterra	ingl	mal	Malaysia
Kenya	kenya	malawi	Malawi
Malawi	malawi	med	plantas medicinales
Malaysia	mal	met	metodología
metodología	met	mex	Mexico
Mexico	mex	mic	micorrizas / hongos
micorrizas / hongos	mic	min	mineralogía
mineralogía	min	nativ	especies nativas
Nepal	nepal	nepal	Nepal
Nigaragua	nig	nig	Nigaragua

Nueva Zelandia	nz	nz	Nueva Zelandia
palinología	pali	pali	palinología
palmas	palm	palm	palmas
Panamá	pana	pana	Panamá
páramo	par	par	páramo
participación comunitaria	part	part	participación comunitaria
pastos	pas	pas	pastos
pedogénesis	ped	pasto	silvopastoría
percepción remota	perc	ped	pedogénesis
perfil de humus	hum	perc	percepción remota
Perú	peru	peru	Perú
pinus	pinus	pinus	pinus
planificación	plan	plan	planificación
plantación	plant	plant	plantación
plantas medicinales	med	pol	política
política	pol	poly	Polylepis
Polylepis	poly	pro	propagación
procedencia	proc	proc	procedencia
productividad	prod	prod	productividad
propagación	pro	prot	áreas protegidos
Puerto Rico	puri	pun	puna
puna	pun	puri	Puerto Rico
regeneración natural	reg	reg	regeneración natural
restoración	res	res	restoración
semillas	seme	seme	semillas
SIG	sig	sig	SIG
silvicultura	sil	sil	silvicultura
silvopastoría	pasto	sit	calidad de sitio
sociedad	soc	soc	sociedad
sucesión	suc	suc	sucesión
suelos	sue	sue	suelos
suelos volcánicos	volc	swazi	Swazilandia
Swazilandia	swazi	top	topografía
topografía	top	trop	tropico humedo
tropico humedo	trop	uso	uso de la tierra
uso de la tierra	uso	veg	vegetación natural
vegetación natural	veg	ven	Venezuela
Venezuela	ven	viv	viveros
viveros	viv	volc	suelos volcánicos

8.4 Catálogos y Bibliotecas consultadas

Catálogos de bibliotecas:

Ecuador:

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito
Universidad Central, Quito
Universidad San Francisco de Quito, Cumbaya
Instituto Ecuatoriano de Forestación, de Areas Naturales y de Vida Silvestre (INEFAN), Conocoto
Desarrollo Forestal Campesino (DFC-FAO-Holanda), Conocoto
Universidad Tecnológica del Norte, Ibarra
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Riobamba
Universidad Nacional de Loja, Loja
Fundación Abya Yala, Quito

Colombia:

Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá
Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, Santafé de Bogotá
Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, Santafé de Bogotá
Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), Santafé de Bogotá
Corporación del Valle de Cauca (CVC), Cali.
Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical (CIAT), Cali.

Venezuela:

Universidad de los Andes, Mérida

Holanda:

Universidad de Amsterdam
Universidad Agrícola de Wageningen.
Larenstein Instituto Internacional de Agricultura, Velp.
Instituto Real de los Trópicos (KIT), Amsterdam

Bases de datos de literatura:

TROPAG (Agriculture and Environment for Developing Regions)
Current Contents (Agricultural, Biological and Environmental sciences)
Biological Abstracts
Online Contents
CAB abstracts
Soil CD CAB Int
Geobase (geología y geografía)
Cumulative Bookindex
Sociofile
Pais International