



# 7

## Ecosistemas

### Autores:

David Ojeda (ecosistemas del país)

César Barbosa

(ecosistemas no boscosos y sus componentes florísticos)

Jorge Pinto y María Cecilia Cardona

(ecosistemas boscosos y sus componentes florísticos)

Mónica Cuéllar  
(fauna )

Sandra Cruz  
(flora)

Luz Stella de la Torre  
(fauna edáfica)

Javier Castañeda

(ecosistemas acuáticos)

Carlos Ramón Barrera

(ecosistemas marinos)

Yolanda González

(incendios en la cobertura vegetal)

Juan Carlos Alarcón

(bases de datos cartográficos - estado y dinámica de las coberturas vegetales)

### Colaboradores:

Nivea Cristina Garzón (Programa de Botánica Económica- ICN - Universidad Nacional de Colombia)

Gustavo Lozano (Programa de Botánica Económica - ICN - Universidad Nacional de Colombia)

Orlando Rangel (Grupo de Biodiversidad – ICN - Universidad Nacional de Colombia)

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

David Yanine (coordinador de la primera versión)

Jorge Hernández

Javier Rodríguez

Guillermo Mantilla

Daniel Pabón

Max Toro

Ivonne Jaramillo

María Helena Hoyos

Henry Polanco

Jorge Gaitán

# Ecosistemas del país

El trópico colombiano denota exuberancia, variedad y complejidad, que se traducen en una gama de entornos y de organismos vivos (mosaico de ecosistemas) influenciados en mayor o menor grado por el hombre. El Ideam está comprometido en hacer una aproximación a la realidad natural, bajo un enfoque sistémico en el que a partir del componente biológico se correlacionen los componentes físicos, para el análisis y la interpretación del estado de los ecosistemas colombianos. El libro *El medio ambiente en Colombia*, editado por el Ideam (1998), puso a disposición del país la información de la cobertura vegetal, el uso y la ocupación del territorio, a través del mapa realizado en 1996.

Para la integración de las áreas del saber ambiental se cuenta con tecnologías informáticas de punta que integran la información multitemporal y espacial, permitiendo generar un conocimiento de la realidad ecológica y ambiental para hacer los análisis prospectivos

en escenarios de carácter global o de planeación nacional, regional y municipal.

La información espacial está soportada por un sistema alfanumérico, basado en una plataforma informática que permite la sistematización del conocimiento ambiental, que, en el caso del sistema biológico parte de la especie, hasta definir las unidades ecosistémicas en su interrelación con el entorno (subsistemas meteorológicos, hidrológico y suelo-geomorfológicos).

El desarrollo del modelo conceptual se plantea desde el análisis del estado, la función y los cambios multitemporales de las diferentes coberturas vegetales, y se aplica en estudios específicos, tales como: el análisis de los cambios de la cobertura vegetal entre las décadas de los setentas a 2000; la evaluación del cambio de la densidad de biomasa de los bosques y su aplicación en captura de CO<sub>2</sub>; la evaluación de riesgos de las coberturas boscosas ante condiciones naturales extremas; el estudio bioclimático y de análisis de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales ante el cambio climático, a partir del ajuste al mapa de zonas de vida

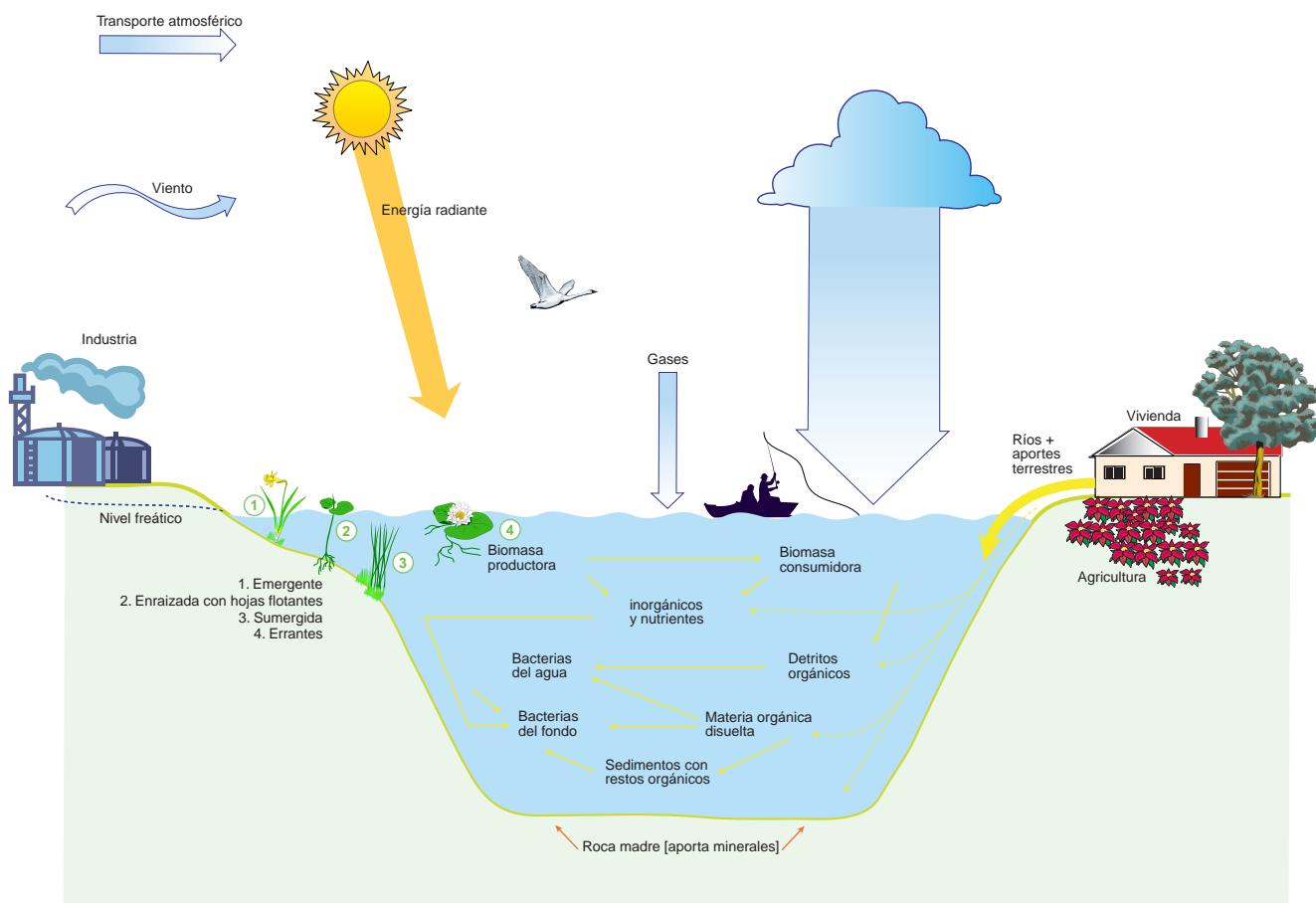


Figura 7.1. Esquema general de un ecosistema acuático, con subsidios y aportes de energía, tanto negativos como positivos.

Holdridge (IGAC, 1962) con información hidrometeorológica del Ideam (1961-1990); la tipificación del estado de los ecosistemas acuáticos léticos; la espacialización de la flora y sus relaciones sistémicas; la evaluación de la flora y fauna edáfica; la espacialización de las clases faunísticas: mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

## Visión general

El trópico colombiano es un caso muy especial por los múltiples factores que influencian y determinan la naturaleza de sus paisajes. En las fases terrestre y acuática contiene un conjunto amplio de sistemas naturales, los cuales son diferenciados en la medida en que cambian las condiciones físicas y biológicas que los caracterizan.

Los parámetros climáticos son insuficientes para la clasificación, dados los múltiples factores que intervienen para modelar y condicionar la presencia de regiones, subregiones y localidades muy diferenciadas, estados que evidencian sus formas vivas.

El estudio de las unidades naturales y de las interrelaciones verticales y horizontales exige una visión integral de su estructura y funciones, así como de los mecanismos de autorregulación y de flujos energéticos; infiriendo su naturaleza y comportamiento a través del estudio de las formas como se manifiesta.

Si se considera que el estudio de todos los elementos y expresiones del sistema natural resultaría una tarea bastante difícil y que los ecosistemas se pueden analizar a través de matrices de relación con: suelos, geomorfología, geología, hidrología, meteorología, antropología y el componente biótico (*figura 7.1*); la caracterización de las diferentes comunidades vegetales y animales asociadas (biocenosis) contribuye con la identificación.

Desde este punto de vista, una carta dinámica de vegetación ofrece los indicadores indispensables para el manejo de los ecosistemas del país y una vía para evaluar y caracterizar las formas terrestres, así como en los sistemas acuáticos, el cambio de las comunidades y en un sistema intermedio, la evaluación de los planos de inundación como la interrelación de los sistemas terrestres y acuáticos.

El análisis de cada uno de estos aspectos, su distribución y sus niveles de degradación permiten el establecimiento de la riqueza biológica (bancos genéticos) del país y, en el corto plazo y de manera amplia, el costo ecológico real y social del desmejoramiento y de la destrucción de los sistemas naturales, como papel determinante en el cambio de la economía y en el bienestar de la población.

En el supuesto de que en un futuro inmediato no se cuente con la tecnología necesaria para incursionar en

los mercados biotecnológicos y de manipulación del gen, puede ser suficiente proteger estas formas vivas para que puedan ser utilizadas bajo patrones convencionales, incluidos los artesanales. Lo anterior, sin despreciar las funciones biológicas y físicas que desempeñan como masas verdes.

## Metodología

En el estudio de los recursos bióticos (reinos Plantae, Animalia, Fungi, Protista y Monera), se precisa el modelo conceptual para el análisis de los ecosistemas desde la base alfanumérica y para ello se estructura un modelo fundamentado en conceptos del sistema natural, que junto con la información biológica básica permite elaborar indicadores dinámicos del estado de los ecosistemas, para interpretar la realidad del país y elaborar modelos descriptivos y predictivos.

Se puede establecer entonces que para comprender como funciona un ecosistema es posible iniciar el estudio de la comunidad biológica, partiendo de la especie –mínima expresión de información para la biota–, sus relaciones interespecíficas, el medio físico (suelo, agua, aire) y social (el entorno humano). Cada especie se relaciona con su entorno natural convirtiéndose, no sólo en modeladora del paisaje, sino en insumo primordial para el funcionamiento y la productividad del ecosistema en que habita en equilibrio dinámico.

La especie posee diferentes niveles de integración que implican una serie diferente de atributos: los individuos o especímenes –muestra física de la existencia de la especie–, las poblaciones –densidad, dinámica y distribución– y las comunidades, que establecen la biodiversidad y conforman los ecosistemas con diferentes grados de productividad y la biosfera. El conocimiento de los procesos que se dan al interior de cada nivel de integración, entre ellos y con su medio ambiente, se constituye en una herramienta fundamental para entender cómo funciona todo el sistema y poder determinar con mayor certeza los lineamientos para su adecuado manejo y su conservación.

Se identifican los componentes y su dinámica, lo cual permite generar un modelo que refleja la realidad del medio natural. La descripción se fundamenta en que los ecosistemas son sistemas abiertos que intercambian masa y energía con su entorno, y su estructura, función y los cambios multitemporales se pueden entender desde la interacción de los tres componentes principales: orgánico (ciclos biogeoquímicos), biótico (productores, microconsumidores y macroconsumidores; evaluados en la interacción de la biomasa total, la actividad metabólica, las tasas de cambio y la diversidad de las poblaciones) y

factores ambientales físicos (régimen climático y adicionalmente, en los sistemas acuáticos, las corrientes de agua, el pH y la calidad de luz, entre otros).

Para el análisis de la estructura de los ecosistemas terrestres se han considerado coberturas vegetales (tipos de vegetación), estratificación vertical (árboles, arbustos, subarbustos, hierbas, bejucos, lianas, epífitas), estratificación horizontal y arquitectura (patrones de distribución espacial, diámetro del tronco, altura y densidad del dosel, porcentaje de coberturas, productividad primaria), entre otras. Para la composición se consideran los elementos florísticos y faunísticos en el nivel de especie y sus relaciones interespecíficas. Por último, la dinámica considera el papel de los ecosistemas en el ámbito de la comunidad biótica y hace referencia a su fisonomía, distribución geográfica, evaluación y al monitoreo de comunidades vegetales y poblaciones faunísticas, al igual que de los índices de vegetación.

En los ecosistemas acuáticos las variables externas pueden ser controladas, como es el caso de los flujos de agua de entrada y de salida, los nutrientes que llegan y las sustancias tóxicas; o no serlo, como ocurre con la precipitación, el viento, la radiación solar y la temperatura. Las otras variables son las de estado, o variables internas, como el fitoplancton (conjunto de organismos vegetales que se encuentran suspendidos en la columna de agua), los nutrientes y las poblaciones de peces (Jorgensen y Vollenweider, 1989).

Para la caracterización de la muestra limnológica se contemplan atributos bióticos (especies de las diferentes poblaciones y estratos de desarrollo) y abióticos, tales como las condiciones ecológicas, hidrológicas, edáficas y fisicoquímicas.

Por otro lado, el procedimiento metodológico e instrumental utilizado por el Ideam (1996<sup>1</sup>) para la identificación y clasificación del uso y ocupación de las coberturas vegetales naturales e intervenidas en Colombia, a escala 1:500.000, parte de la visión sistémica del instituto<sup>2</sup> e involucra criterios tales como región, cobertura vegetal y altitud, basándose en un orden jerárquico de lo global a lo particular; el cual se amplia y desarrolla con base en nuevos criterios como el clima y la fisiografía, para llegar a definir en una última aproximación las comunidades vegetales (a escala 1:100.00) y su estado o nivel de intervención.

## Procesamiento digital de imágenes

Es un ejercicio de identificación y clasificación de unidades de coberturas vegetales a partir de sensores remotos (imágenes de satélite *Landsat TM*), con base en un software especializado para el procesamiento digital de imágenes, que opera como un sistema de información geográfico raster (*Erdas Imagine*) y otro software utilizado para almacenamiento, la manipulación, el análisis y el despliegue de la información digital (*Arc/Info*), que cuenta con una base relacional que permite la integración de datos gráficos y alfanuméricos, con formatos de transferencia a otros lenguajes.

El proceso de clasificación de imágenes no sólo requiere los resultados obtenidos mediante el análisis de las firmas espectrales de la imagen (muestra), sino que se enriquece de los datos obtenidos de fotografías aéreas y de la consulta bibliográfica (trabajos de campo con datos georreferenciados).

## Coberturas vegetales uso y ocupación del espacio

El Ideam, con base en la interpretación de imágenes de satélite, realizó un mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio nacional (1996), con el fin de diferenciar el tipo de coberturas existentes y de crear una herramienta básica para llegar al estudio de los ecosistemas (*mapa 7.1*).

En este ejercicio se discriminaron diferentes tipos de coberturas: vegetales, hídricas y de asentamientos humanos, y el mosaico de ecosistemas que presenta el territorio nacional va desde el fondo del mar hasta cerca de los 5800 msnm (nieves perpetuas).

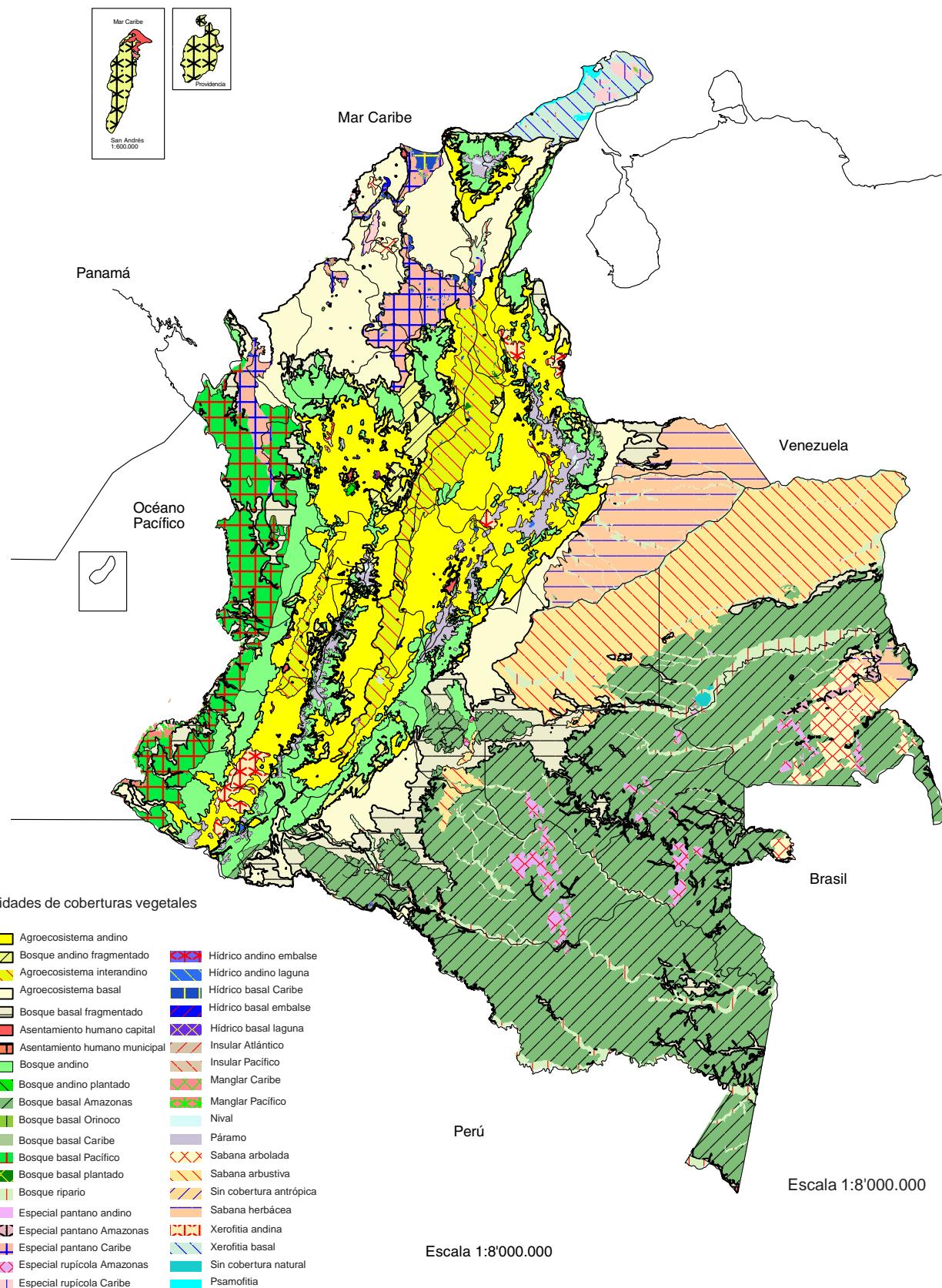
Las coberturas vegetales se agruparon en boscosas y no boscosas, como elementos constitutivos de los ecosistemas.

## Ecosistemas boscosos

Se entiende por ecosistemas boscosos a los espacios naturales que presentan elementos arbóreos en un área entre 30% y 100% de la cobertura vegetal. Se caracterizan por tener varios estratos: desde un tapete de plántulas de especies restringidas a la parte inferior del bosque, plantas reptantes o de bajo porte y herbáceas o poco lignificadas (sotobosque), hasta una bóveda o dosel formado por árboles de altura considerable, en cuyas copas frondosas se albergan otras especies animales y vegetales (Ideam, 1998).

<sup>1</sup> Ideam, 1996. "Mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio". Memoria técnica.

<sup>2</sup> Leyva, P, 1995. *Estructura matricial del Ideam*.



Mapa 7.1. Coberturas vegetales, ocupación y uso del territorio. Fuente: IDEAM, 2000.



**Foto 7.1.** Ecosistema boscoso. Magdalena Medio-Puerto Boyacá.  
Fuente: Ideam, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Los bosques cumplen funciones de gran importancia, como son: la provisión de frutos que sirven de alimento al hombre y a las especies consumidoras asociadas; la fuente de combustible (leña y carbón vegetal); la producción de materia prima para la farmacopea, resinas, gomas, fibras y otras bases industriales, domésticas y artesanales; la protección de los suelos por el control de la erosión y su función insustituible en el mantenimiento de las fuentes de agua. Recientemente se ha resaltado su importancia como bloqueadores del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), a través del trabajo fotosintético, el cual se ha incrementado excesivamente como resultado del aumento en las emisiones a la atmósfera por la intervención humana con automotores, procesos industriales, generación de energía a partir de combustibles fósiles, quemas y tala del bosque, entre otras. Así, los bosques ayudan a preservar la diversidad biológica puesto que mantienen los procesos ecológicos esenciales y contribuyen al equilibrio de los procesos bioclimáticos.

En términos generales, existen bosques húmedos y secos en diferentes grados: los primeros se caracterizan por disponer de agua suficiente durante todo el año, mientras los segundos soportan períodos más o menos prolongados de sequía durante el año, en los que la mayoría de las plantas presentes pierden el follaje o las partes aéreas, para recuperarse en la temporada lluviosa (Carrizosa y Hernández, 1990).

Los bosques tropicales colombianos presentan entre tres y cinco estratos diferenciados por la estructura y la composición. La variación de estas características depende de la localización geográfica y de las condiciones ambientales locales: se observan desde bosques constituidos por una sola especie (monoestípicos) con uno o dos estratos, hasta comunidades muy complejas con tres estratos, de abundantes epífitas, lianas y parásitas y con algunos árboles emergentes que pueden sobrepasar los 50 m de altura, sobresaliendo del dosel como individuos aislados.

El estrato inferior, que va desde 0 m a 0.50 m de altura aproximadamente, está constituido por especies pioneras que empiezan un proceso de regeneración (sucesión vegetal), especies adaptadas a las condiciones ambientales de luz, humedad, temperatura típica de este nivel, además de individuos juveniles pertenecientes a especies del arbolado de estratos superiores y aquéllas traídas por animales u otros agentes de dispersión.

A partir de los 0.50 m, y hasta aproximadamente los 1.50 m de altura, se hallan especies de porte arbustivo en menor número que en el estrato inferior, como consecuencia de procesos de selección natural que eliminan muchas de las plántulas de este estrato.

Desde los 1.50 m se encuentra el estrato arbóreo, donde empiezan a predominar elementos leñosos, caracterizados por especies heliófitas (atraídas por la luz) que, de acuerdo con particularidades locales, pueden presentar varios estratos (entre uno y tres). La diversidad de especies y de número de individuos en este nivel es menor que en los anteriores, y es característica la presencia de copas anchas con follaje denso, que sirven de techo protector a los estratos inferiores y amortiguan el efecto de lluvias y vientos sobre los suelos.

En este estrato predominan las asociaciones con otras especies. Es el caso de la vegetación parásita, proveniente a veces del estrato inferior, que aprovecha los nutrientes de los árboles; las trepadoras (lianás), que utilizan el soporte proporcionado por el tronco, y las epífitas, que se sitúan estratégicamente en las ramas de los árboles para proveerse con facilidad de luz, agua y aire.

Algunas especies animales también encuentran allí la fuente de alimento y refugio, siendo, en algunos casos, su único hábitat (lugar o sitio donde se encuentra o vive un organismo, ya sea en forma individual o en comunidad).

## Distribución de los ecosistemas boscosos colombianos

Se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo y ancho de todo el territorio nacional. De acuerdo a nuevos análisis estos ecosistemas comprenden un área de 63'777.519 hectáreas, equivalentes a 59,9% de la superficie del país, en coberturas tales como: bosque basal (37'965.359 ha), bosque andino (9'108.474 ha), bosque ripario (3'907.090 ha), bosque fragmentado (9'908.927 ha), insular Pacífico (1451 ha), manglar Caribe (66.201 ha), manglar Pacífico (282.448 ha), especial pantano (2'501.966 ha) y bosque plantado (35.606 ha) (*mapa 7.2* y *tabla 7.1*). En cuanto a los bosques plantados, se consideran para efecto de otros estudios.

Cobertura	Código	Área (has)	% respecto al total del área boscosa
Bosque andino	BA	9.108.474	14,3
Bosque andino fragmentado*	Baf	3.040.711	4,8
Bosque basal fragmentado*	BBf	6.868.216	10,8
Bosque basal del Pacífico	BBp	4.429.955	6,9
Bosque basal Amazónico	BBam	33.506.755	52,5
Bosque basal del Caribe	BBc	7.669	0
Bosque basal del Orinoco	BBo	20980	0
Bosque ripario	Br	3.907.090	6,1
Especial pantano Caribe	Epc	2.335.804	3,7
Especial pantano amazónico	Epa	161.186	0,3
Especial pantano andino	Epa	4.976	0
Manglar caribe	Mc	66.201	0,1
Manglar pacífico	Mp	282.448	0,4
Insular del pacífico	Ip	1.451	0
Bosque andino plantano	Bapl	15.625	0
Bosque basal plantado	Bbpl	19.978	0
Total		63.777.519	100

**Tabla 7.1.** Distribución de los ecosistemas boscosos de Colombia. Nota: Esta unidad anteriormente denominada agroecosistema andino y basal fragmentado en Ideam, 1996. Estructuralmente corresponde a un bosque que presenta hasta un 50% de alteración por actividades agropecuarias.

Los bosques fragmentados, correspondientes a bosque basal fragmentado y a bosque andino fragmentado, poseen un área en proceso de intervención equivalente a 50%, y en la clasificación Ideam (1996) se denominan agroecosistemas fragmentados.

## Bosques en estado natural

### Bosque basal

Localizados entre 0 m y 1000 m de altura, se denominan basales y se encuentran en la región Amazónica, principalmente en las cuencas del bajo Caquetá, Putumayo, Apaporis, Inírida y Vaupés, entre otras; en la región del

Pacífico, en las cuencas del Atrato, Baudó, Sanquianga-Patía y San Juan, entre otras; en la Orinoquia, en las cuencas del Arauca, Guaviare y Meta, y en la región Caribe, en las de la alta Guajira, bajo Magdalena, occidente y norte de la Sierra Nevada de Santa Marta y Sinú-Caribe (Ideam, 1998a). Los bosques basales comprenden un área de 37'965.359 ha, equivalentes a 33.2% del territorio del país (Ideam, 1996).

El bosque basal amazónico constituye 29.3% de la superficie del país y es conocido como también como selva húmeda tropical. Tiene una composición florística muy heterogénea y se caracteriza por la presencia de numerosas especies de palmas y de plantas con hojas gigantes (megáfilas) y grandes (macrófilas). Además de su función como regulador climático, su complejidad y su diversidad lo convierten en una rica fuente de biodiversidad, germoplasma y recursos genéticos (Ideam, 1996).

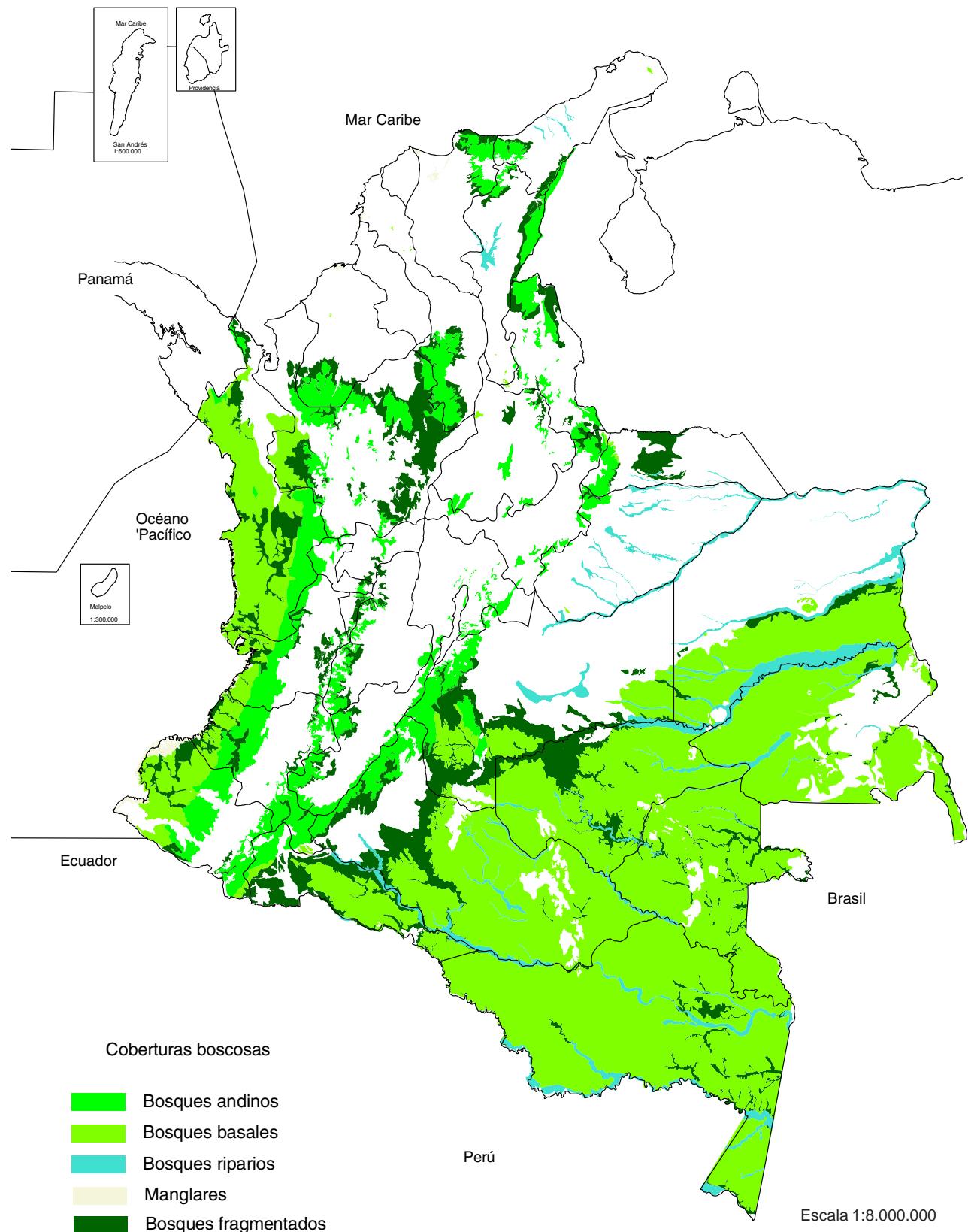
En la región del Pacífico este tipo de bosque representa cerca de 3,9% del territorio nacional. Se caracteriza allí por presentar un alto grado de especialización y especiación; es decir, el origen de esta región, sumado a las condiciones de alta precipitación, temperatura y humedad, hacen que las especies presenten una serie de adaptaciones específicas respecto a dichas condiciones para generar una gran diversidad.

En la región de la Orinoquia, los bosques basales comprenden 20.980 ha, equivalentes a 0.02% de la cobertura total del país (Ideam, 1996).

En cuanto a los bosques de la región del Caribe, han sido los más intervenidos y por consiguiente se encuentran en peligro de desaparecer. Son representantes de este tipo los bosques de la serranía de Macuira y del santuario de fauna y flora Los Colorados, entre otros. Esta cobertura comprende 7.669 ha, equivalentes a 0.01% del territorio (Ideam, 1996).



**Foto 7.2.** Bosque basal amazónico-Araracuara-Amazones



**Mapa 7.2.** Coberturas boscosas. Fuente: IDEAM, 2000.

## Bosque andino

Los bosques ubicados por encima de 1000 msnm, hasta un límite que puede estar hacia los 4000 msnm aproximadamente, son denominados andinos, ocupan un área de 9'108.474 ha, correspondientes a 8,0 % del país (Ideam, 1996). Este porcentaje tan bajo se explica por la fuerte presión antrópica. La gran mayoría de estos bosques quedan como áreas relictuales localizadas principalmente en las cuencas del Sinú-Caribe, Caquetá, Meta, Patía, Catatumbo, alto y medio Magdalena, medio Cauca, Atrato y en la Sabana de Bogotá. Incluyen al bosque subandino de clima templado y se encuentran distribuidos a lo largo de las tres cordilleras, de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la sierra de la Macarena y de la serranía del Darién.

Cleef *et al.* (1983b), a partir de Cuatrecasas (1934), los define como aquéllos que presentan un estrato superior de árboles de 20 a 35 m de altura, pertenecientes a distintas familias del orden Rosales (Cunoniaceae, Brunelliaceae y Rosaceae).

Los bosques andinos, comprendidos en una franja entre 2900 y 3800 msnm, se denominan altoandinos y, según Cleef (1983a), se caracterizan como un estrato de árboles y arbustos entre 3 m y 8 m de alto, con predominio de compuestas. Representativos de estos bosques son los robledales y los bosques de niebla, éstos últimos ubicados en zonas donde el aire ascendente y saturado de vapor de agua, proveniente de regiones bajas, húmedas y cálidas, se condensa para producir regularmente nubosidad o niebla envolvente. El factor característico de estos bosques es la alta humedad atmosférica (Carrizosa y Hernández, 1990).

## Bosque ripario

Estos bosques, también llamados de galería o de cañada, están ubicados en zonas aledañas a los cursos de agua, desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico y estabilización de los cauces, como co-



Foto 7.3. Bosque ripario. Río Caquetá, Amazonas.

rredores de dispersión de la biota y como albergues para la fauna en épocas secas (Hernández y Sánchez, 1990). El área calculada con este tipo de cobertura es de 3'907.090 ha, equivalentes a 3,4% del área del país (Ideam, 1996). Su ubicación los convierte en puntos vulnerables por su gran accesibilidad. Entre los bosques representativos figuran los ubicados en el río Caquetá, la cuenca baja del río Meta, los ríos Amazonas, Guaviare, Putumayo, Inírida, la cuenca del río Tomo-Tuparro, Apaporis, Vaupés, Bita, baja Guajira y río Pure (Ideam, 1998a y 1998b).

## Manglar

El manglar es una cobertura que involucra aquellas comunidades vegetales con características simofiales más o menos estándares y homogéneas (consocietas), que ocupan las transiciones tierra-mar o se encuentran muy cercanas a las franjas litorales en las inmensas planicies aluviales costeras, denominadas comúnmente manglares, naidizales, cuangariales y natales, principalmente. La cifra total estimada para los manglares de Colombia asciende a 348.649 ha equivalentes a cerca de 0,3% del territorio. A este sistema, por presentar factores ambientales únicos, se le considera azonal; desde el punto de vista florístico se caracteriza por presentar fisionomías en mosaico con intercalaciones de franjas boscosas y matorrales, además de una diversidad florística especialmente adaptada a la vida salobre, a la resistencia al oleaje y a condiciones extremas.

La calidad ambiental del manglar Caribe se encuentra bastante deteriorada por alteración del régimen hídrico en áreas como la isla de Salamanca y las ciénagas Grande de Santa Marta, Tesca y del Francés, donde los suelos se han hipersalinizado y el manglar ha muerto (CCO, 1994). Entre los trabajos más recientes sobre el Caribe está el de Sánchez *et al.* (1997) que calcula en 86.310 ha el área cubierta por mangle, mientras que el Ideam (1996) presenta como resultado un área de 66.201 ha, sin confirmación de campo.

Los manglares del Pacífico han sido inventariados por Von Prahl *et al.* (1990), quienes estimaron entre 310.000 y 350.000 las hectáreas de mangle del Pacífico colombiano; igualmente, la subgerencia de Bosques, Aguas y Suelos del Inderena (1991) indicó un total de 365.900 ha en el territorio nacional y, más recientemente, el Ministerio del Medio Ambiente (1996) realizó una cuantificación a través de interpretación de fotografías aéreas a escala 1:25.000, en donde se calcularon 292.724 ha, en tanto que el Ideam estima que la cobertura de manglar del Pacífico tiene un área de 282.448 ha, sin comprobación de campo, y Sánchez *et. al.* (1997) hablan de 292.724 ha.



**Foto 7.4.** Bosque basal fragmentado. Araracuara, Amazonas.

El traspaso de la mayor parte del caudal del río Patía hacia el río Sanquianga, por medio del canal Naranjo, originó fuertes procesos erosivos en las riberas del Sanquianga (hoy conocido como Patianga) de tal forma que los sedimentos arrastrados han ocasionado la muerte de considerables áreas de manglar ubicados en su desembocadura.

Se considera que 86% del manglar del país está intervenido y por ello, Colombia está muy lejos de ser el cuarto país del mundo en extensión de manglar con respecto a su propia superficie, como se calculó en 1956 (CCO, 1994).

## Bosques fragmentados

El área total de bosque fragmentado se calcula en 9'908.927 ha, que corresponde a 8.6% del territorio nacional (*tabla 7.1*).

### Bosque basal fragmentado

Corresponde a aquellos bosques con una intervención en hasta 50% por el establecimiento de actividades agropecuarias; además, su composición ha sido alterada por el desarrollo de diferentes actividades de producción económica, como extracción de madera y otros productos, y por el establecimiento de cultivos ilícitos. Se encuentra entre los 0 y 1000 msnm.

### Bosque andino fragmentado

Esta unidad corresponde, de manera similar al anterior, a una cobertura de transición en la que los bosques andinos se encuentran intervenidos por sistemas

Tipo	Área (ha)	% Respecto al total de áreas no boscosas
Páramo	1.620.463	7,8
Nieve	40.217	0,2
Sabana arbolada	1.399.283	6,8
Sabana arbustiva	9.772.297	47,3
Sabana herbácea	4.839.085	23,4
Xerofítia andina	620.426	3
Xerofítia basal	1.096.733	5,3
Sammoftíta	105.737	0,5
Especial rupícola Caribe	267.728	1,3
Especial rupícola amazónico	909.991	4,4
Total	20.671.960	100

**Tabla 7.2.** Coberturas no boscosas. Fuente: IDEAM, 1996.

agropecuarios en hasta 50%. Presenta la acción de actividades relacionadas con la deforestación, la ampliación en la frontera agrícola y pecuaria, minería, cultivos ilícitos; se observan diferentes fases sucesionales de vegetación (pastizales y rastrojos). Se encuentra por encima de los 1000 msnm.

## Agroecosistemas

Esta unidad de cobertura vegetal está compuesta por los agroecosistemas andinos (15'030.415 ha), interandinos (3'592.293 ha), basales (10'583.278 ha) e insular Caribe (4556 ha), para un total de 29'210.542 ha, correspondientes a 25.6% de la superficie del país.

Las actividades que se realizan en estas áreas pueden llegar a ser insostenibles cuando generan procesos erosivos en los suelos, sedimentan los cursos de agua, reducen el área mínima viable para la supervivencia de especies de fauna y flora y se aceleran los procesos de colonización (*tabla 7.2*).

## Ecosistemas no boscosos

Los ecosistemas no boscosos de Colombia corresponden a aquellas coberturas vegetales de tipo abierto como sabanas, páramos y xerofítias, así como a todo tipo de sucesión temprana en cualquier unidad de cobertura. Por ello, su campo de acción es amplio y su estudio complejo y de gran significado para el país, ya que buena parte del germoplasma tanto vegetal como animal se encuentra en aquellas coberturas naturales a manera de relictos. Dentro de las coberturas no boscosas se contemplan algunas arbóreas en peligro de extinción, como lo son los bosques secos tropicales, que no muestran manchas homogéneas ni de escala boscosa apreciable.

Los ecosistemas no boscosos de Colombia corresponden también a las unidades ecosistémicas especiales, las cuales, por algún factor, que bien puede ser el clima, el suelo, el gradiente altitudinal o cualquier otro, están comportándose como ecosistemas estresados o azonales.

Estos ecosistemas se caracterizan además por ocupar espacios abiertos con coberturas vegetales ralas, achaparradas con estratos que no superan los 3 m de altura y con elementos florísticos bastante especiales. Abarcan un amplio espectro climático, desde lo muy seco a lo muy húmedo. Se incluyen la xerofitía, las sabanas arboladas, arbustivas y herbáceas, las áreas de páramo y la cobertura especial rupícola. Los ecosistemas no boscosos ocupan aproximadamente 17,8% del país, en una extensión de 20'374.790 ha.

### Zona nival

Comprende las áreas más elevadas de los Andes colombianos, con presencia de nieves perpetuas. Se destacan el nevado del Huila, el volcán nevado del Puracé, los nevados de Santa Isabel, Ruiz, la Sierra Nevada del Cocuy y la gran Sierra Nevada de Santa Marta.

En estos lugares solitarios habitan con frecuencia pequeños líquenes, capaces de soportar temperaturas extremas por debajo de 0 °C y carentes del sustrato edáfico propiamente dicho.

### Páramo

Los páramos se encuentran, según Del Llano (1990), entre 3.200 y 4.500 msnm, y según Rangel (1995), entre 3.600 y 4.300 msnm. En el área circundante a la laguna de la Cocha (Nariño) existe una cobertura de tipo paramuno en cotas altitudinales inferiores a las mencionadas, lo que constituye una excepción. La importancia de estos ecosistemas radica en su función como productores, reguladores y almacenadores de agua, por lo que se los ha descrito en la literatura como “esponjas de agua”.

Bioclimáticamente, los páramos se caracterizan por tener condiciones ambientales extremas y con gran influencia biológica, baja presión atmosférica, escasa densidad del aire, bajas temperaturas medias, alta temperatura del aire y del suelo con radiación directa y bajas temperaturas cuando no hay radiación (adaptado de Guhl, 1982).

Se inicia con el subpáramo, caracterizado por vegetación de porte enano, sujetada a fuertes vientos.

### Zona de superpáramo

El superpáramo es la zona inmediatamente inferior a la zona nival y está generalmente compuesta por arbustos enanos sometidos a condiciones extremas de vientos y

precipitaciones, con temperaturas por debajo de 0°C. Constituye el límite superior de la vegetación propiamente dicha; las rosetas son las formas preponderantes con crecimiento de plantas aisladas, del tipo *Draba spp.*, acompañadas de *Senecio sp.* y gramíneas del tipo *Aristida spp.*, plantas que dan al paisaje la sensación de aridez tanto por su porte como por la textura áspera del follaje. Las criptógamas ocupan un lugar importante en las zonas altas de Colombia, crecen generalmente sobre rocas expuestas, como se puede constatar en el trabajo de Churchill y Linares (1995).

### Páramo propiamente dicho

Los páramos tienen su morada en las altas cumbres andinas suramericanas y comienzan donde finalizan las lengüetas del bosque altoandino, alcanzando a entremezclarse con él. En estas montañas es evidente la majestuosidad del paisaje, hasta el punto de rendir a visitantes ante su imponencia y belleza.

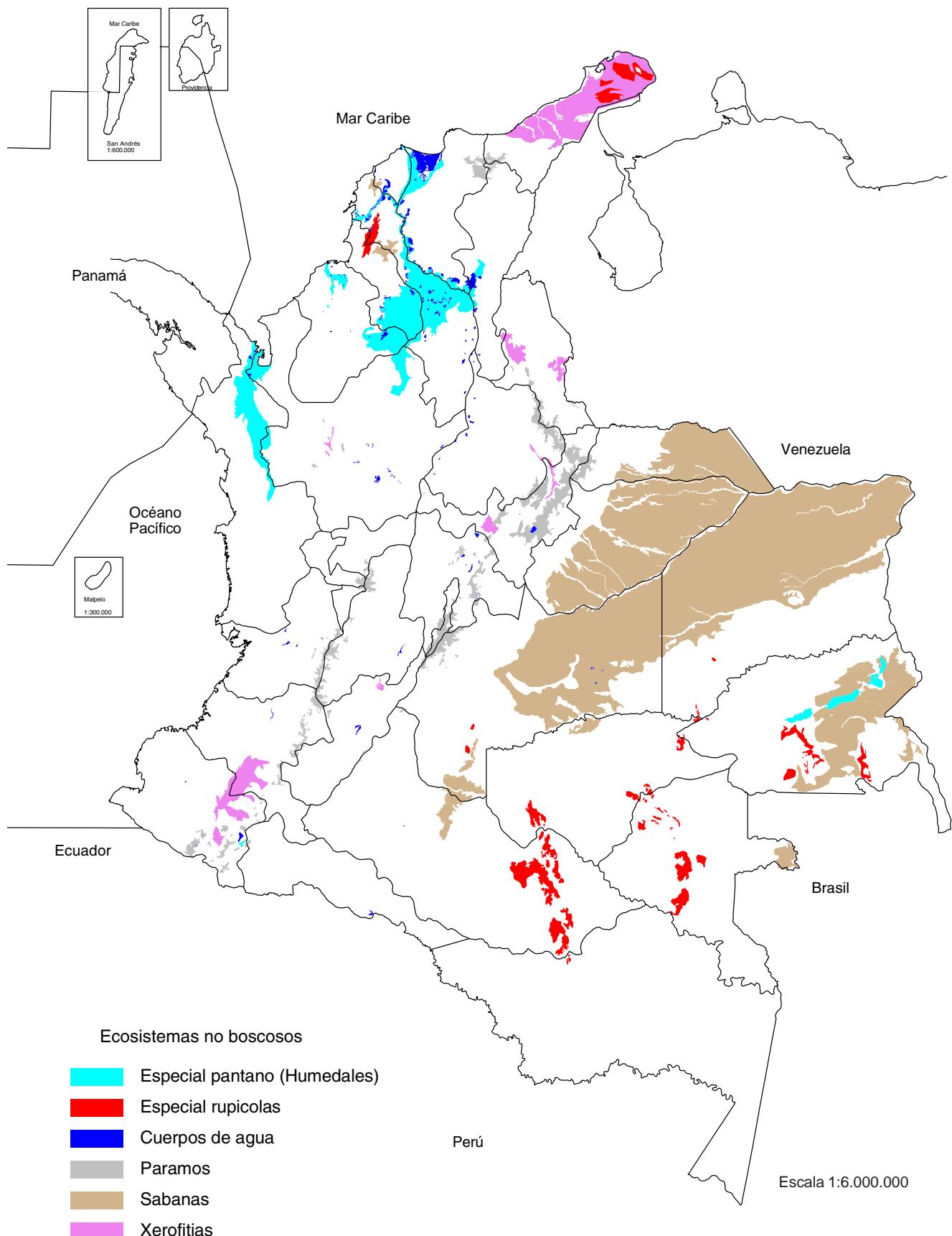
En Colombia la franja paramuna ocupa una extensión superficial significativa que va desde 2000 msnm hasta 5400 msnm, aproximadamente, siendo los enclaves paramunos más bajos el resultado de inversiones térmicas que permiten mantener coberturas paramunas a alturas excepcionales sobre el nivel del mar, como sucede con algunos páramos del departamento de Nariño. La temperatura media anual varía entre 15 °C y -5 °C, descendiendo progresivamente en la medida en que se asciende sobre el nivel del mar.

Los páramos de Colombia presentan una distribución geográfica con marcada tendencia hacia la cordillera Oriental y la Sierra Nevada de Santa Marta; en segundo lugar ocupan la cordillera Central y aparecen en forma relictual o en pequeñas islas en la cordillera Occidental, siendo uno de los más conocidos el de Tatamá, entre los departamentos de Risaralda y Valle del Cauca.

Los páramos se caracterizan principalmente por la presencia del frailejón (*Espeletia spp.*), planta arrocetada grisácea, que forma comunidades extensas con vistosas flores amarillas, en contraste con el rosado de mortiños y uvos de páramo. Estos lugares han sido a través del tiempo sagrados para muchas poblaciones nativas del país y durante muchos años, respetados por las penurias, e incluso, por la pérdida de vidas humanas que significó el solo hecho de trasmontar las cordilleras.

El fenómeno de la paramización se da por la presión que existe sobre el bosque alto andino, lo que provoca el cambio del sistema y da lugar al denominado páramo antrópico.

El alto grado de endemismo de especies vegetales, de aves y de anfibios hace de los páramos uno de los



**Mapa 7.3.** Ecosistemas no boscosos de Colombia. Fuente: IDEAM, 2000.

ecosistemas más frágiles e importantes en cuanto a ecología, evolución y conservación.

### Ecosistemas xerofíticos

Este tipo se desarrolla en áreas que presentan déficit significativo de agua durante todo el año, con una vegetación particular adaptada a las condiciones de sequía y de alta temperatura –presencia de espinas en cambio de hojas–, como es el caso de los cactus (cactáceas). También se observan matorrales espinosos arbustivos con copas aporasoladas, como sombrillas, con follaje escaso y caducifolio.

Esta cobertura vegetal ocupa un área de 1'717.159 ha, que equivalen a 1.5% del país. La vegetación de la Guajira es un ejemplo típico de este tipo de cobertura.

La cobertura xerofítica se encuentra tanto en el piso andino como en el basal; específicamente en la parte media de la Guajira, en inmediaciones de Cúcuta, en el cañón del Chicamocha, sectores del río Cauca, el desierto de la Tatacoa, la parte alta de los ríos Dagua y Patía, Juanambú y Guáitara y en la zona de Villa de Leyva (Boyacá).

Según el Ideam (1996), la xerofitía andina es aquella porción de territorio sometida a condiciones extremas de aridez y que se encuentra sobre los 1000 msnm; mientras que la xerofitía basal es aquélla que se halla en los valles interandinos o en el resto del territorio, siempre por debajo de los 1000 msnm.

Estas unidades son naturales y han tenido años de evolución, al igual que las sabanas, sólo que el hombre en el proceso de degradación constante hace que dichas superficies se amplíen a causa de la acelerada destrucción del ambiente. Por otra parte, factores naturales, como lo son los efectos de sombra, han permitido el desarrollo y evolución de las especies que viven bajo condiciones extremas de sequía y humedad, como estas unidades de cobertura.

El viento ha sido uno de los factores climáticos que más está relacionado con las xerofítias, ayudando a dispersar cierto tipo de plantas colonizadoras o pioneras de estos ambientes y evitando el establecimiento de otras. La intensidad de la radiación solar es otro factor abiótico para tener en cuenta ya que, justamente donde se sitúan estos ecosistemas, la tierra recibe mayor radiación solar por unidad de superficie; tal es el caso de la zona árida de Villa de Leyva y del desierto de la Tatacoa (Huila). La pobreza de la cobertura vegetal y la carencia de agua sobre la superficie terrestre hacen que se den condiciones extremas de radiación por carencia de nubosidad; en consecuencia, una causa de la desertización es la deforestación de las coberturas vegetales.

Otro factor importante para la existencia de estas superficies lo constituye su geología: las superficies rocosas de meteorización lenta o la presencia de sales en los suelos facilitan la carencia de cobertura vegetal; de otra parte, la mayoría de los desiertos del planeta se ubican en la zona tropical, con excepción de los australianos, seguramente por la radiación directa a que están sometidas estas unidades de superficie.

En Colombia las zonas secas se encuentran, como ya se mencionó, en los valles interandinos con efectos marcados de sombra, en los valles del Patía, Juanambú, Dagua, Cauca y Suárez y en el extremo nororiental de la Guajira, principalmente.

La vegetación que reside en estas superficies se encuentra plenamente adaptada junto con la fauna para soportar estas condiciones extremas, desarrollando diversas estrategias para maximizar el uso efectivo del agua y los nutrientes; de aquí que la fisiología de los organismos del desierto sea altamente eficiente, la presencia de plantas armadas para evitar la folivoría e incluso la presencia de plantas áfilas, o sin hojas, haciendo fotosíntesis en sus tallos verdosos. Las raíces de estas plantas se especializan en reservar agua o se hacen demasiado resistentes a la sequía, gracias a las superficies de terreno que logran cubrir o a la cantidad de agua que puedan reservar.

El sacrificio de la exuberancia también es apreciable en las zonas secas, por ello se habla de plantas aporasoladas, de matorrales y cardonales, cuando se habla de su vegetación; es el caso de los cardonales, que han especializado sus tallos para almacenar el agua haciéndose verdosos y suculentos. La estrategia de plantas como la pringamosa, de zonas áridas (*Jatropha* spp.), es la de occasionar fuertes pinchazos a sus posibles predadores.

Para Espinal y Montenegro (1977), la xerofitía andina corresponde al monte espinoso premontano y al bosque seco premontano, con una biotemperatura que entre 18 °C y 24 °C, y un promedio de precipitación anual de 250 mm y 1000 mm.

### Cobertura especial rupícola

Se define esta cobertura como los afloramientos rocosos calcícolas –sobre un estrato de origen coralino– o casmoquerosíticos –sobre un estrato de cuarzo– en condiciones climáticas secas a húmedas, sobre los cuales crece una vegetación especializada, de porte achaparrado y generalmente compuesta por numerosas plantas laticíferas –productoras de látex.

Se encuentra en la región Amazónica y Caribe y ocupa un área de 1'177.719 ha, equivalente a 1,3% del territorio nacional. En la región Amazónica se caracteriza por sustratos de cuarzo (casmoquerosíticos) y en la región Ca-

ribe el sustrato es calcáreo, localizado entre 200 y 800 msnm; también es denominada como basal caribeño.

### Sabanas naturales

En Colombia, la mayor extensión de estos ecosistemas se encuentra en la región de la Orinoquia; además, aparecen en la región del Caribe, en los valles interandinos y en la Amazonia. En general, los suelos tienen bajo contenido de materia orgánica y son ricos en óxido de hierro y aluminio, como factor tóxico para algunas especies vegetales, en especial, para las exóticas (Hernández *et al.*, 1990).

Caracterizadas por gramíneas mezcladas con arbustos, árboles e incluso palmeras, las sabanas pueden tener origen antrópico. El fuego, el clima y el suelo constituyen factores condicionantes de gran importancia en la evolución de estos ecosistemas. En su totalidad cubren cerca de 12,8% de la superficie nacional, alrededor de 15'311.023 ha (Ideam, 1996).

Las sabanas naturales son formaciones climáticas tropicales, del piso térmico cálido, con predominio de pastos, entre las cuales pueden aparecer entremezclados subarbustos espaciados e inclusive árboles y palmeras (Sánchez *et al.*, 1990).

Las características de los suelos, la topografía, el fuego y principalmente la acción del hombre ha desplazado las selvas y permitido la evolución de estos ecosistemas durante los últimos milenios. La mayor parte de las sabanas colombianas son estacionales y pueden ser clasificadas por sus fisiografía, topografía, por el régimen hídrico y climático y por su geología, entre otros; tradicionalmente se las ha considerado como altas e inundables, y su composición florística puede repetirse indistintamente en una u otra. Se hace necesario un estudio más integrado y puntual.

Blidenstein (1966) y Vincelli (1981), y posteriormente, Sánchez (1990), Barbosa (1992), Zuluaga *et al.* (1994) y Cavelier e Ideam (1996) han analizado y aportado al conocimiento de este bioma. Vincelli asigna para el alto llano las siguientes comunidades fitosociológicas: sabana de *Paspalum*, sabana de *Stipa* y sabana de *Stipa* (*Mesosetum* para la región del parque nacional natural el Tuparro, en Vichada). Dentro de las sabanas sujetas a inundación incluye los denominados surales o bajos y la llanura aluvial de desborde.

El proceso de sabanización se presenta en la mayor parte del país y consiste en la eliminación del bosque original o de arbustos densos, para convertirlos en praderas o potreros (Hernández *et al.*, 1990). La actividad pecuaria (ganadería extensiva), el cultivo de pastos y las quemas son las principales causas de degradación de estos ecosistemas.

Se calcula aproximadamente 16'010.665 ha de sabanas, equivalentes a 14.0% del territorio nacional.

### Sabanas herbáceas

Conocidas también como sabanas de gramíneas con bosques de galería (PRORADAM, 1979; IGAC, 1984), este tipo de sabanas es el más frecuente en la Orinoquia colombiana. Generalmente son susceptibles a quemas naturales o inducidas y en ellas se observa un alto grado de adaptación de las plantas: los arbustos desarrollan gruesas capas de suber en sus cortezas, otras desarrollan basalmente en el tallo unas estructuras que pueden denominarse pseudorizomas, que sirven como reservorios para la época de sequía y como protección al fuego. El total de sabanas herbáceas es 4'839.085 ha.

### Sabanas arbustivas

Para el IGAC (1984) son aquellas vegetaciones sobre una superficie de topografía ondulada con un dosel superior de hasta 10 m de altura. Se sitúan principalmente en los departamentos de Guainía y Vichada; son múltiples las comunidades vegetales que pueden componer este tipo, de acuerdo con su situación geográfica. El total de sabanas arbustivas es 9'772.297 ha.

### Sabanas arbóreas

También llamadas sabanas arboladas (Salamanca, 1984), son aquellas mezclas de sabanas y bosque que se encuentran principalmente en las transiciones de la Orinoquia-Amazonia y también en el Guainía, en donde los árboles puede alcanzar los 25 m. El total de sabanas arboladas es 1'399.283 ha.

### Mosaico de bosques y sabanas secundarias

Descritos originalmente por la FAO (1965) como bosques de vega y galería y bosques altos de vega fide (Zuluaga *et al.*, 1994), en algunos sectores del país se encuentran en la actualidad severamente intervenidos y substituidos por comunidades arbóreas subseriales y dispersas, que aparecen alternando con pastizales secundarios de *Andropogon bicornis*, *Hyparrhenia rufa* y *Paspalum spp.*, entre otras. En Colombia, la mayor extensión de estos ecosistemas se encuentra en la región de la Orinoquia. Además, aparece en la región del Caribe, en los valles interandinos y en la Amazonia.

### Surales

Son extensiones de sabana en general mal drenada, cuya superficie irregular es conspicua en el período seco; poseen una dinámica edáfica bastante alta, principalmente durante los períodos de inundación.

### Esteros y sabanas inundables

Intimamente relacionadas con los ecosistemas freatófitos, en los que el drenaje es escaso o casi nulo, presentan encharcamientos permanentes; recientemente se ha concluido que el drenaje puede ser óptimo, pero la permanente saturación por aportes hídricos permite que en las zonas de piedemonte se den las condiciones para que plantas propias de estos hábitats ocurran de manera excepcional en otros ambientes. Zuluaga *et al.* (1994) las define como un conjunto de comunidades fitosociológicas que ocupan una buena extensión de los llanos Orientales, estudiadas inicialmente por FAO (1967) y cuya fisonomía se caracteriza por el dominio de plantas herbáceas del tipo gramínea; se alternan con áreas permanentemente inundables que permiten el desarrollo de vegetación flotante.

La compleja dinámica hídrica y geológica han permitido la formación de grandes depresiones inundables que sustentan vegetación palustre permanente, denominada 'paisaje de esteros' (Sarmiento *et al.*, 1971).

### Saladillales

En las cercanías a los cuerpos de agua, en donde los niveles freáticos se hacen superficiales y las condiciones de encharcamiento se mantienen temporalmente, se ubican estas plantas en apariencia homogéneas pero con dinámicas edáficas y bióticas complejas, constituidas principalmente por *Caraipa llanorum*.

### Caatingas

Son comunidades sammofticas con características xeromórficas por la poca disponibilidad del recurso hídrico; se asientan sobre las arenas provenientes de antiguos afloramientos rocosos, hoy meteorizados a cuarzo. Estas zonas son de vital importancia como riqueza aurífera nacional, y están cubiertas por plantas de porte enano cuyo dosel no sobrepasa los 6 m de altura y diámetros de menos de 20 cm. En estos lugares son abundantes las leguminosas de los géneros *Senna sp.* y *Clitoria sp.*, que crecen con Chrysobalanaceas y otras especies arbustivas.

## Ecosistemas acuáticos continentales

### Visión general

El agua dulce representa en el planeta sólo 2,4% de la cantidad total del agua, y de ésta, el 97,6% restante corresponde a los océanos y a los lagos, solamente el 0,01%.

Limnología es el estudio de los ecosistemas acuáticos (*figura 7.2*) interiores o continentales, tanto de aguas lénticas o estancadas, cuyas aguas toman una forma radial (lagos, lagunas, ciénagas, pantanos y embalses), como de aguas lóticas o corrientes, cuyas aguas fluyen en forma permanente con un eje unidireccional (ríos, corrientes y arroyos).

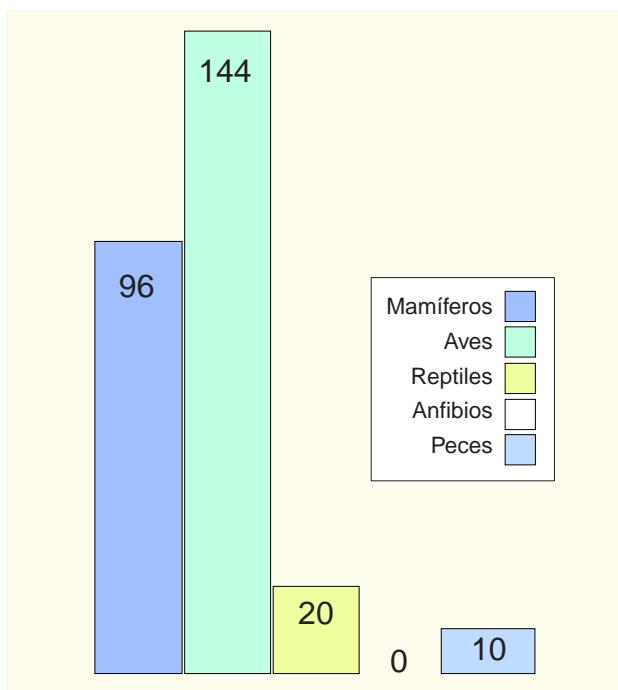


Figura 7.2. Especies amenazadas en Colombia.

Los ecosistemas acuáticos continentales figuran entre los más productivos de la Tierra: son fuente de diversidad biológica y aportan el agua y la productividad primaria a las innumerables especies animales que de ellos dependen para su supervivencia. De unas 20.000 especies conocidas de peces, más de 40 % vive en aguas dulces.

Entre las funciones de los ecosistemas acuáticos podemos citar el abastecimiento y almacenamiento de agua, la mitigación de inundaciones, la recarga y descarga de acuíferos, la retención de nutrientes y sedimentos, la oferta de recursos hidrobiológicos, el refugio de especies, incluidas las aves migratorias, y las posibilidades como medio de comunicación, de recreación y de turismo. Algunas funciones además están asociadas con creencias religiosas o cosmológicas, y son la fuente de tradiciones locales.

Por otro lado, los ecosistemas acuáticos son receptores de los procesos de contaminación de las diferentes actividades de los sectores productivos, por lo que además se constituyen en un medio para la transmisión de enfermedades y de contenidos tóxicos.

Los ecosistemas acuáticos y terrestres tienen básicamente la misma estructura y función, aunque con una diferencia fundamental: los productores de la hidrosfera pertenecen en su mayor parte al fitoplancton, cuyo ciclo vital se mide en horas o días, y en cuanto a las relaciones entre biomasa y producción anual (*tabla 7.3*), la productividad específica es mucho más elevada en los ecosistemas acuáticos que en los terrestres.

	Biomasa 10 <sup>9</sup> t	Producción anual 10 <sup>9</sup> t
Litosfera	2	150
Hidrosfera	2,8	60
Relación	714:01:00	2,5:1

**Tabla 7.3.** Relación biomasa/producción anual.

## Factores generales relacionados con la cuenca de drenaje

### Factores naturales

El clima puede influir en la productividad de un lago al afectar: la entrada anual de energía y agua, la hidrología del área de captación, la velocidad de desagüe y el transporte de nutrientes y sedimentos a la masa de agua.

La hidrología junto con la cantidad de precipitación durante el ciclo anual y la duración de la precipitación son factores importantes relacionados con las entradas de nutrientes por la erosión del suelo. En las regiones tropicales y subtropicales, los niveles más altos de productividad biológica se observan normalmente en los lagos y embalses dos o tres meses después de la estación lluviosa y de la máxima entrada de materiales de erosión.

La geología y la fisiografía del área de captación son unidades básicas del ecosistema, ya que las porciones terrestres y acuáticas de la cuenca están íntimamente vinculadas por los movimientos de materiales de la tierra al agua. Por consiguiente, en la composición química y de las comunidades biológicas de las aguas también influyen en gran medida la composición geológica, el tamaño y la topografía de la cuenca de drenaje.

### Factores antropogénicos

Las fuentes localizadas o concretas en una cuenca de drenaje proporcionan la mayor cargas de nutrientes, en tanto que las fuentes difusas, o las diferencias en los patrones de utilización de la tierra y el uso de fertilizantes en una cuenca de drenaje, pueden provocar diferencias importantes en la composición química de las aguas de escorrentía de esas áreas.

## Factores relacionados con las masas de agua

El efecto de una entrada reducida de nutrientes desde el área de captación sobre su disponibilidad y la productividad de las áreas de una masa de agua depende en gran parte de la estructura física y biótica de la masa de agua. La profundidad media, el papel de los sedimentos del fondo, el grado de acumulación de los nutrientes en la masa de agua, están influidos también en gran medida, tanto de las precipitaciones, como de la velocidad de desagüe.

Si un volumen de flujo de entrada (Q) de un lago o embalse es muy alto en comparación con el volumen de su cuenca (V), el fitoplancton, la carga orgánica o las plantas acuáticas pueden ser expulsadas de la masa de agua antes de que puedan crecer hasta niveles perjudiciales.

Los ecosistemas acuáticos son sistemas abiertos, es decir, que intercambian masa y energía con su entorno y dependen mucho de estos procesos de intercambio. Las variables externas son los flujos de agua de entrada y de salida, el aporte de nutrientes y de substancias tóxicas, la precipitación, el viento, la radiación solar y la temperatura; otras variables son las de estado, o variables internas, como la presencia de fitoplancton, los nutrientes almacenados y las poblaciones de peces (Jorgensen y Vollenweider, 1989).

Un sistema en donde el tiempo de retención del agua es mayor, debido a la construcción de obras de ingeniería, será más susceptible a la eutrofificación y a la acumulación de substancias tóxicas que si mantiene sus dinámicas propias o naturales. La dinámica son los cambios sucesivos en las relaciones estructurales y funcionales en el tiempo.

## Estructura y función de los ecosistemas acuáticos

### Estructura

Por estructura de un ecosistema acuático se puede entender, por ejemplo, la distribución de nutrientes (componente abiótico) y la distribución del fito y zooplancton (componente biótico) en la columna de agua.

Las principales substancias inorgánicas son: aniones y cationes. Entre los componentes abióticos se destacan las substancias inorgánicas, los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y las trazas de elementos (hierro, manganeso, molibdeno y zinc), de importancia biológica esencial; las sustancias orgánicas, tales como carbohidratos disueltos, proteínas, substancias húmicas, pigmentos y vitaminas. Del régimen hidroclimático: radiación solar, lluvia, viento, temperatura y caudales, entre otros.

Acerca del componente biótico de los ecosistemas acuáticos se puede decir que 40 % de la producción primaria es canalizada inmediatamente a través del metabolismo bacteriano. Las bacterias convierten la materia orgánica disuelta por las algas autotróficas en materia orgánica particulada, la cual queda nuevamente disponible para la cadena alimentaria. Las bacterias heterotróficas predominan en la transformación de compuestos orgánicos disueltos; éste es el denominado “brazo bacteriano”, según Fenchel (1987), citado por Overbeck (1989).

El fitoplancton es el conjunto de organismos vegetales que se encuentran suspendidos en la columna de agua y se mueven a merced de la corriente. En Colombia se han registrado 1.314 *taxa* de algas (Duque, 1996); no obstante, según la riqueza y la variedad de ecosistemas y de hábitats existentes en el país, se estima que el número se puede multiplicar fácilmente cuando se realicen inventarios con mayor intensidad y detalle. Los grupos de algas predominantes en aguas dulces tropicales presentan las siguientes divisiones: las *Chrysophyta*, que tienen como característica común conchas silíceas; las *Chrysophyceae*, flageladas unicelulares o coloniales; las *Xanthophyceae*, celulares, coloniales o filamentosas; las *Chlorophyta*, algas verdes por el intenso brillo de sus cloroplastos; las *Pyrrhophyta*, cubiertas por placas de celulosa y con dos flagelos, y las *Euglenophyta*, desnudas y grandes, con uno a tres flagelos, por lo general, dos.

El zooplancton es el conjunto de animales que flotan libremente en la columna de agua, principalmente protozoarios, rotíferos y microcrustáceos (cladóceros y copépodos). Los géneros más frecuentemente hallados entre los protozoarios son *Centropyxis sp.* y *Difflugia sp.*. Entre los rotíferos: *Brachionus*, *Keratella*, *Platyas* y *Polyarthra*; entre los cladóceros: *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Chydorus* y *Moina*; entre los copépodos: *Elaphoidella*, *Maraenobiotus*, *Mesocyclops* y *Thermocyclops* (Roldán, 1992). Las claves taxonómicas sobre el zooplancton realizadas por Gaviria (1998) registran en Colombia 33 especies de copépodos, 8 familias de cladóceros y 36 géneros de rotíferos.

El bentos, o conjunto de organismos del fondo, comprende representantes de diferentes grupos taxonómicos tales como: anélidos, arácnidos, crustáceos, moluscos y larvas de insectos.

El neuston se refiere a organismos, como los gérridos y los mesovélidos, que viven en la interfase aire-agua.

El necton consta de los organismos que nadan activamente en el agua, aun en contra de la corriente; entre éstos figuran organismos de los órdenes *Coleoptera*, *Ephemeroptera* y *Hemiptera*.

Los *taxa* de macroinvertebrados acuáticos más estudiados en el país, con diferente rigor científico y niveles de detalle taxonómico, son las familias: Culicidae, Chironomidae y Simuliidae, del orden Diptera, y los órdenes: Ephemeroptera, Hemiptera, Plecoptera y Trichoptera y la clase Oligochaeta.

Las macrofitas, o plantas superiores que viven en ambientes acuáticos, tienen una función central en el ciclo de los nutrientes de la zona costera o litoral de los ecosistemas acuáticos. Las macrofitas se pueden dividir en: arraigadas sumergidas, arraigadas flotantes y flotantes sin fijar en el fondo. En ecosistemas acuáticos con una producción rica en macrofitas, la liberación de fósforo desde las plantas después de su muerte puede ser muy importante como fuente interna para la masa acuática. Las partes sumergidas de las macrofitas son colonizadas generalmente por varios grupos de organismos denominados perifiton. Muchas substancias captadas del agua por las macrofitas y luego liberadas deben pasar a través de la comunidad de perifiton, constituida por todas las comunidades animales y vegetales que viven adheridas a sustratos vegetales o a cualquier tipo de material natural o artificial dentro del agua.



Foto 7.5. Ciénaga con vegetación de macrófitas.

Entre las plantas acuáticas más ampliamente distribuidas están: el buchón de agua o taruya (*Eichornia spp.*), la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), la lenteja de agua (*Lemna minor*), el helecho de agua (*Salvinia sp.*), el lirio o loto de agua fragante (*Nymphaea sp.*), el candelabro (*Ceratophyllum spp.*), la hoja de buitre (*Limnocharis sp.*), el helecho de agua (*Azolla spp.*), la enea (*Typha spp.*), el junco (*Scirpus spp.*), el ‘sapo’ (*Echinodorus trialatus*), el

carretón (*Marsilia sp.*) y la victoria regia (*Victoria amazonica*), restringida a la Amazonía.

En la parte alta de la cadena trófica se hallan los peces, de los cuales, dado el proceso evolutivo y los mecanismos adaptativos, se pueden encontrar algunas especies comunes entre cuencas, así como especies endémicas. El número de especies presumible o estimado para la Amazonía es 1400; para el Orinoco, se han registrado 494 y se estiman entre 800 y 1000; para el sistema del Magdalena hay 146 especies registradas y para Catatumbo, 84 (Ramírez y Viña, 1998). La riqueza de especies ícticas decrece correlativamente con la elevación sobre el nivel del mar, debido principalmente a lo torrentoso de las corrientes de cordillera.

Para la Orinoquia el conocimiento taxonómico de los peces es aún incompleto, y existe muy poca información sobre los aspectos limnológicos de los cauces de los grandes ríos. En cuanto a la Amazonía colombiana, el conocimiento taxonómico sigue siendo aún muy incompleto, mientras que las regiones en donde se han tomado menos muestras son el piedemonte de Caquetá, Putumayo y la región con afloramientos del Escudo de Guayana, en los departamentos de Guaviare, Guanía y Vaupés.

De la región Pacífica se puede decir que, especialmente en el sector norte, los peces de agua dulce son bien conocidos desde el punto de vista taxonómico pero no del biológico, del que se sabe muy poco. Sobre su extrema pobreza en especies se espera aún una explicación (Galvis, 1996).

Los ecosistemas acuáticos son refugio de aves acuáticas tanto permanentes como migratorias. A Colombia migran aproximadamente 60 especies de aves acuáticas desde el norte del continente (Zerda, 1993). Entre las más comunes están: los patos (*Anas spp.*), los patos agujos (*Anhinga anhinga*), los patos cuervos (*Phalacrocorax olivaceus*), las iguasas (*Dendrocygna spp.*), los chorlos (*Pluvialis spp.* y *Charadrius spp.*), los playeros (*Calidris spp.*), las garzas (*Ardeidae*), las gaviotas (*Larus spp.* y *Sterna spp.*).

Otras especies dependen también de los ecosistemas acuáticos como fuente de alimento; entre ellas se puede citar a: la nutria (*Lutra longicaudis*), cuya distribución va de 0 a 2800 msnm; el perro de agua (*Pteronura brasiliensis*), que se encuentra en la Amazonía y en la Orinoquia, desde ca. 100 a 500 msnm; la chucha de agua (*Chironectes minimus*), de 0 a 1800 msnm; la baba, babilla, tulisio o yacaretinga (*Caiman crocodilus*), entre 0 y 800 msnm; el caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) de la Orinoquia, de ca. 100 a 500 msnm; el caimán aguja o caimán cara de tabla (*Crocodylus acutus*), de 0 a 500 msnm, y el caimán negro (*Melanosuchus niger*) de la Amazonía y los murciélagos pescadores (*Noctilio albiventris*

y *Noctilio leporinus*), que se encuentran entre 0 y 1600 msnm y entre 0 y 1100 msnm, respectivamente.

El componente biótico se puede dividir en:

Productores: fitoplancton y macrofitas, que producen biomasa a partir de substancias inorgánicas simples (autotrofos).

Microconsumidores o consumidores primarios: principalmente bacterias y hongos, (heterotrofos) que degradan el sustrato orgánico producido por los autotrofos.

Macroconsumidores o consumidores secundarios: zooplancton, insectos, moluscos, larvas de anfibios, aves acuáticas, peces, etc.

### Función de los ecosistemas acuáticos

Su función está vinculada con las velocidades o tasas de cambio de los nutrientes o de los ciclos biogeoquímicos más relevantes; estos últimos están controlados por la morfometría, geología y mineralogía del vaso la hidrografía, la carga de subsidios provenientes de la cuenca de drenaje, los vertimientos, la biomasa total, la actividad metabólica, la diversidad de las poblaciones, y por las especies que controlan o limitan la presencia o ausencia de otras.

El nitrógeno y el fósforo son los nutrientes limitantes de la productividad de los ecosistemas acuáticos. La importancia del nitrógeno radica en que es el componente fundamental de las proteínas; las algas y las plantas toman el nitrógeno en forma de nitritos. El fósforo juega un papel importante en el metabolismo biológico; el fitoplancton y las plantas acuáticas lo absorben como ortofosfato.



Foto 7.6. Ecosistema acuático.

## Clasificación por pisos altitudinales

Los cuerpos de agua léticos se pueden clasificar o zonificar de muchas formas, según el propósito que se busque y el número de variables que se seleccione. Según la posición altitudinal, los cuerpos de agua se pueden dividir en ecosistemas acuáticos de montaña y basales.

### De montaña o andinos

Los ecosistemas acuáticos andinos o de montaña son los pantanos, lagos y lagunas ubicados desde 1.000 msnm hasta donde aparecen las nieves perpetuas.

Los pantanos de páramo situados en elevaciones considerables son grandes almacenadores de agua, poseen fondos lodosos y turbosos compuestos por grandes acumulaciones de restos vegetales y animales, los cuales se descomponen lentamente debido a las bajas temperaturas y a la acidez del suelo.

En muchas lagunas de páramo nacen importantes ríos. Se pueden citar: la laguna de Siscunsí, donde nace el río Cusiana; la laguna la Magdalena, donde nace el río Magdalena, y la laguna de Chirigua, donde nace el río Ranchería.

Los lagos de Tota (Boyacá), con 67 m de profundidad, y la Cocha (Nariño), con 70 m, son lagos de tierra fría situados sobre cuencas tectónicas profundas.

### Basales

Son cuerpos léticos que se encuentran localizados entre 1000 msnm y el nivel del mar. La mayoría están ubicados en los planos de inundación de los ríos, por lo que las superficies del espejo de agua pueden cambiar hasta en un 100% entre el periodo de aguas bajas y el de aguas altas. Por esta misma razón las condiciones limnológicas varían entre extremos.

En las planicies aluviales y altillanuras, sobre terrenos plano-cóncavos de la Orinoquia, se acumulan las aguas lluvias, en torno a las cuales se forman apretados cinturones de vegetación, lque en conjunto recibe el nombre de esteros y morichales.

En la planicie Amazónica, las aguas procedentes de ríos de las cordilleras andinas con grandes cargas de sedimentos y nutrientes (ríos de aguas blancas) forman las varzeas que inundan la selva periódicamente. También se encuentran los igapós, formados por aguas de ríos que nacen en afloramientos del viejo Escudo Guayanés y drenan por suelos que han sufrido un prolongado lavado. Son aguas pobres en nutrientes, en contraste con las várzeas, y contienen ácidos tánicos disueltos que les dan apariencia oscura al agua y contribuyen a hacerlas áci-

das; cuando no hay esta acumulación, en áreas localizadas las aguas son cristalinas y pobres en nutrientes.

En las tierras bajas también se hallan: los zapales de la Depresión Momposina, los bosques inundables e inundados del Pacífico y los pantanos de cativales, de panganales y de otras comunidades de bosque anegado del Atrato.

Las ciénagas se ubican básicamente en los planos aluviales de desborde de la cuenca interandina y Caribe, y dependen del ciclo de crecientes y estiajes del río que, a su vez, propician la migración de peces de las ciénagas al río (subienda) y su regreso del río a la ciénaga (bajanza). Tanto en la Amazonia como en la Orinoquia, ocurren la subienda y la bajanza de un crecido número de especies gracias a la relación estacional río-ciénaga.

## Clasificación por su origen geológico

Por su origen geológico, según Roldán (1992) los ecosistemas acuáticos pueden ser:

Tectónicos: cuando están formados por fallas, depresiones, hundimientos, doblamientos, fracturas y movimientos de la corteza.

Glaciares: formados cuando las capas de hielo comenzaron a derretirse lentamente, arrastrando consigo rocas y residuos vegetales y generando depresiones que luego se llenaron de agua. Son todos aquéllos localizados en los páramos y sus suelos característicos son las denominadas turberas. Los lagos y lagunas de origen glaciar poseen formas muy irregulares.

Por disolución del substrato: cuando el terreno tiene una composición calcárea, principalmente de carbonatos de calcio y por ello sus aguas contienen altas concentraciones de ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ) formado por la hidratación del  $CO_2$ . Según Cole, citado por Roldán (1992), la laguna de Guatavita tiene este origen.

Por acción de los ríos: la acción de las corrientes de los ríos puede formar cuencas o depresiones por el depósito de sedimentos y la continua acción erosiva; se forman entonces cuerpos de agua conectados mediante cañales meandriformes y suelen tener formas muy ramificadas o dendríticas.

Eólicos y por actividad de la línea costera: son aquellas zonas, según Raasveldt y Tomic (1958), citados por Roldán (1992), en donde los fuertes vientos azotan la costa nordeste de Colombia y han formado una serie de dunas longitudinales cuyos ejes son paralelos a la dirección de los vientos, causando al mismo tiempo depresiones que luego se llenan durante el periodo de lluvias. Estas lagunas reciben aportes del mar a través de bocas y de afluentes de agua dulce, formándose un ecosistema salobre o estuarino.

## Tipos de coberturas

### Cobertura especial pantano

Los pantanos ocupan 2'501.966 ha, equivalentes a 2,19 % del área territorial del país (Ideam, 1996). Se encuentran distribuidos en todo el territorio nacional. Representativos de este ecosistema son: en la región Caribe, los denominados cativales del Urabá antioqueño y los zapales del río San Jorge y de la Depresión Momposina; allí han sufrido un deterioro progresivo por la ampliación de las fronteras agrícolas para el cultivo del banano y por la casi total destrucción a causa de las quemas para la caza de la fauna asociada. En la región Amazónica se encuentran sobre suelos anegados, turbosos, en valles aluviales y en terrazas bajas. Se conocen como cananguchales.

En la región del Orinoco están presentes en las riberas inundables, donde son llamados morichales. Son aparentemente homogéneos y se caracterizan por tener una altura de 25 m y abundantes arbustos en el sotobosque. Estos pantanos no presentan déficit hídrico en las épocas de verano (Sarmiento, 1984).

Los pantanos del Pacífico (Tapón del Darién) se encuentran entre 50 y 100 msnm, zonas donde los efectos del río Atrato y los niveles freáticos superficiales hacen que la vegetación dependa permanentemente de los regímenes hídricos. Son conocidos los sajales, naidizales y cuangariales en cercanías de los ríos Patía y San Juan.

Existen pantanos en las cuencas del río Nechí, Sinú-Caribe, bajo Cauca, Putumayo, Inírida, Atrato, bajo y medio Magdalena y Cesar.

En la zona Andina, los pantanos son conocidos como turberas. La cobertura especial pantano Caribe (Epc) en la cuenca del Magdalena se encuentra localizada en los departamentos de Bolívar y Magdalena.

Estos ecosistemas, poco estudiados, han merecido recientemente atención especial dada su importancia como fuente de recursos para el hombre por su alta productividad biológica, comparable con la de los manglares y áreas del ecotono tierra-mar.

**Cobertura especial pantanos de la Amazonia (EPam)**  
Estas coberturas, cuando se encuentran sobre suelos mal drenados, turbosos, en los valles aluviales inundables de los ríos y en terrazas bajas, son llamados cananguchales. Aunque son coberturas típicas de la Amazonia, también están presentes en las riberas inundables de la Orinoquia, donde reciben el nombre de morichales.

**Cobertura especial pantanos del Orinoco (EPo)**  
En este ecosistema el suelo permanece inundado durante la época húmeda y en la época seca los niveles de inun-

dación disminuyen, pero, a diferencia de otros ecosistemas, no se produce déficit hídrico (Sarmiento, 1984). Se localiza en la llanura aluvial de desborde, o en la llanura eólica a lo largo de caños estacionales y en general, en tierras bajas y pobremente drenadas (Medina y Sarmiento, 1979).

### Cobertura especial pantanos del Pacífico-Tapón del Darién (EPP)

Se denomina así a la franja sometida a condiciones edáficas e hídricas extremas, ubicada entre 50 y 100 msnm, en donde los efectos del río Atrato y los niveles freáticos superficiales hacen que la vegetación dependa permanentemente de los regímenes hídricos.

Esta unidad se puede identificar por estar ubicada a lado y lado del río Atrato; presenta una textura suave y homogénea. Se encuentra en parches de diferentes colores, correspondientes a franjas diferentes de vegetación a causa de disponibilidades hídricas y freáticas diversas. Los colores están en la gama del verde al marrón, intercalados con parches oscuros que representan los cuerpos de agua.

### Humedales

Con el fin de conservar y manejar estos ecosistemas, se suscribió la convención relativa a los humedales de importancia internacional, en especial de los que son hábitat de aves acuáticas, que se plasmó en el tratado intergubernamental aprobado en Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971. La convención entró en vigor en 1975 y cuenta actualmente con más de 100 países miembros. Hasta febrero de 1998 se habían designado 903 humedales protegidos en la convención de Ramsar, con una superficie de 68 millones de hectáreas.

Son “extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no excede de seis metros” (Convención de Ramsar).

Cuando no se esté hablando de la Convención de Ramsar, se utilizará el término humedales como la zona amplia de transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, o suelos saturados en los que persiste el encarramiento.

En Colombia, la Corte Constitucional declaró exequibles la Ley 357 de 1997 y la convención relativa a los humedales por medio de la sentencia del 13 de noviembre de 1997. A su vez, el Ministerio del Medio Ambiente designó al sistema deltaico estuarino del río Magdalena y de la Ciénaga Grande de Santa Marta para

ser incluido en la lista de humedales de importancia internacional, mediante decreto 224 del 2 de febrero de 1998. Se espera que en el futuro se presenten ante la comisión otros humedales que revisten importancia nacional e internacional, como los del río Sinú y San Jorge, el bajo Atrato, medio y bajo Magdalena, alto Cauca y los del altiplano de Boyacá y Cundinamarca.

#### Servicios de los humedales

Los humedales tienen una función ecológica importante dentro del sistema hidrográfico porque sirven de amortiguamiento en épocas de lluvias, además de servir de sitios de nidificación, dormitorio y fuente de alimento para aves, de lugares de paso para aves migratorias, así como para algunos mamíferos, anfibios, reptiles e insectos.

Los humedales actúan como esponjas que regulan los caudales de los ríos. Son depósitos y reservorios naturales para la recolección de aguas lluvias durante el invierno, regulan el nivel freático de los suelos durante el tiempo seco y adicionalmente mejoran la calidad del agua porque funcionan como sistemas naturales de filtración y depuración.

A continuación se incluye un listado de los servicios más sobresalientes:

**Recarga de acuíferos:** se presenta cuando el agua del humedal desciende a los acuíferos subterráneos. En este proceso el humedal limpia el agua, actuando como un filtro. El agua del acuífero se utiliza para consumo humano o se desplaza lateralmente bajo la tierra hasta la superficie de otro humedal, dando lugar a la descarga del acuífero.

**Descarga de acuíferos:** Este proceso se presenta cuando el agua almacenada bajo tierra asciende hacia un humedal y aparece como agua superficial. Los humedales que usualmente reciben agua de los acuíferos tienen temperatura y niveles de agua más estables que los que dependen de aguas superficiales; por ello sostienen comunidades biológicas más estables.

**Control de inundaciones:** El humedal sirve como un lugar de almacenamiento temporal de agua proveniente de precipitaciones y la libera gradualmente mediante escorrentía uniforme, con lo cual se disminuye la fuerza de la corriente de los ríos. El almacenamiento de agua puede darse en el lecho del humedal o bajo tierra, cuando se presenta recarga de acuíferos.

**Estabilización de línea costera/control de erosión:** Esta acción se realiza a través de la vegetación del humedal, la cual reduce la energía de las olas, corrientes u otras fuerzas de erosión, estabilizando la línea de las costas.

**Retención de sedimentos/sustancias tóxicas:** La vegetación que rodea los humedales disminuye la veloci-

dad de las corrientes y permite que los sedimentos y las sustancias tóxicas se depositen en ellos.

**Retención de nutrientes:** Se realiza cuando los nutrientes se adhieren al subsuelo o se almacenan en la vegetación del humedal.

Cuando los humedales extraen sedimentos se les denomina sumideros, y cuando se exportan materiales los humedales actúan como fuentes.

**Exportación de biomasa:** Muchos humedales sostienen la vida de poblaciones de peces o de vida silvestre, ya sea por el agua, el sustrato o los pastizales que en ellos se desarrollan; además, río abajo y en las aguas costeras se benefician de nutrientes llevados por las corrientes superficiales, los arroyos o por la recarga de acuíferos.

**Protección contra tormentas:** En especial los manglares y otros humedales costeros ayudan a disipar la fuerza y a disminuir el daño que causan las tormentas costeras.

**Transporte:** Los hábitats de aguas abiertas de los ecosistemas de humedales pueden servir como medio de comunicación y de transporte.

**Recreación y turismo:** Para realizar deportes acuáticos.

**Recursos:** Utilización de leña, madera, carne, pieles, huevos y materias primas en general.

**Pesquerías:** Del recurso pesquero, especialmente de los complejos cenagosos viven cientos de familias.

**Recursos agrícolas:** Condiciones favorables para determinados cultivos; por ejemplo, en áreas inundables el arroz.

**Abastecimiento de agua:** Consumo humano, agricultura, cría de ganado o abastecimiento industrial.

**Fuentes de energía:** Potencial de energía para la producción hidroeléctrica.

**Diversidad biológica:** Hábitat de especies de diferentes niveles tróficos.

#### Clasificación y zonificación de humedales y aguas profundas

Los humedales pueden ser clasificados biológica, física, química e hidrogeomorfológicamente. Existen dos diseños fundamentales para los sistemas de clasificación: uno horizontal y otro jerárquico.

La clasificación horizontal divide los hábitats en una serie continua de muchas clases o tipos. En contraste, el sistema jerárquico provee una matriz para separar humedales en una multitud de tipos con diferentes niveles de definición: los niveles más bajos tienen las características más generales, tales como la posición en el paisaje y fuente de agua, mientras que los niveles más altos están basados en mayores detalles y en caracteres específicos, tales como fluctuaciones del nivel del agua, forma de vida de la vegetación (incluyendo especies dominantes) y características del substrato (Tiner, 1999).

Ámbito	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase	Tipo
Continental	Riverino	Permanente/ Estacional	Ríos	Gramíneas	Comunidades de: plancton, perifiton, bentos, macrófitas y peces.
			Quebradas		Idem
	Lacustrino	Permanente/ Estacional	Arroyos		Idem
			Caños		Idem
			Deltas interiores		Idem
			Lagos		Idem
			Lagunas		Idem
			Pantanos de suelos inorgánicos		Idem
			Madre viejas		Idem
			Ciénagas		Idem
			Planicie Inundable		Especies
				Arbustiva	Especies
				Herbácea	Especies
				Arbórea	Especies
				*Igapos	
				*Varzeas	Mauritia
				*Zapales	<i>Ficus spp.</i>
				*Cativales	<i>Prioria copaifera</i>
				*Guandales	
	Geotérmico			Sajales	<i>Campnosperma panamensis</i>
					<i>Otoba gracilipes</i>
					<i>Euterpe oleracea</i>
				Cuangariales	<i>Ceiba pentandra</i>
				Naidizales	<i>Terminalia amazonica</i>
				Mixtos	<i>Alchorneopsis floribunda</i>
					<i>Alchornea aff. Leptogyna</i>
				Otras	(del Valle Ignacio,1996)
			Turberas	Boscosas	
			Turberas	Arbustivas	
			Turberas	Abiertas	<i>Sphagnum</i>
			Termales		
Hechos por el hombre	Acuicultura	Estanques		Peces	<i>Tilapia nilotica</i>
					<i>Salmus gardnieri</i>
				Camarones	<i>Panneus spp.</i>
	Agropecuario	Estanques			
		Charcas			
		Riego			
	Industrial	Sitios de explotación de sal Estanques para tratamiento de aguas			
		Hidroeléctricas			

Tabla 7.4. Clasificación de humedales y aguas profundas. Propuesta Ramsar, 1998.

Un esquema conceptual de clasificación puede concebirse como una herramienta con funciones específicas, cuya justificación se halla dada por su utilidad en la resolución de problemas específicos; de hecho, todo proceso de conceptualización de un esquema de clasificación debe buscar relaciones entre la teoría y el empirismo, debe encontrar un equilibrio entre la estabilidad de esquemas muy generales y la resolución de situaciones puntuales (Tiner, 1999).

Al inicio, algunos sistemas de clasificación dividieron los tipos de humedales en permanentes y periódicamente inundados. Luego se propusieron clasificaciones basadas en la vegetación y se recomendó el uso de términos tales como: pantanos, turberas, herbazales, arbustales y bosques, para luego presentarse un inventario de humedales basado en los suelos y en mapas topográficos, divididos en: ciénaga de marea, ciénagas del interior, pantano, tierras boscosas inundadas y turbas muy profundas.

En 1974 el Servicio de Pesca y Vida Salvaje de Estados Unidos propuso una clasificación con los siguientes criterios: agrupar hábitats ecológicamente similares, contar con unidades de hábitats que se puedan mapear y proveer uniformidad en conceptos y terminología.

La clasificación de humedales y hábitats de aguas profundas de Estados Unidos fue desarrollada, tras una larga comprobación de campo, por un equipo conformado por el Servicio de Pesca y Vida Salvaje, el Servicio Geológico, la Universidad de Rhode Island y la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), con la asistencia de numerosas agencias federales, universidades y científicos.

La vegetación ha sido el punto focal en la mayoría de los sistemas de clasificación, pero algunos científicos sostienen que la vegetación es producto de los factores hidrológicos y geomorfológicos y, por lo tanto, muchas funciones que desempeñan los humedales son independientes de la vegetación; razón por la cual no debe ser un criterio primario para la clasificación. Para otros, los descriptores de la vegetación, tales como: la estructura, la forma de vida, las especies dominantes, el porcentaje de cobertura, la zonación para la identificación de los humedales similares, pueden ayudar a entender las relaciones ecológicas.

Uno de los problemas que enfrentan las clasificaciones es que muchos de los humedales son gradaciones continuas: por ejemplo, los lagos pueden convertirse gradualmente en lagunas y luego, en tierras periódicamente inundadas; también existen áreas sujetas a inundación que no permanecen el tiempo suficiente para soportar especies vegetales típicas de humedales, pero pueden ser hábitats importantes para las aves acuáticas.

El comité de la Convención Ramsar (1998) propuso un sistema de clasificación de humedales y de hábitats de aguas profundas, que define tres sistemas de agua dulce o continentales: riverino, lacustrino y palustrino (*tabla 7.4*). Los humedales y hábitats de aguas profundas de agua dulce son los sistemas riverinos (ríos y quebradas), lacustrinos (lagos, embalses y grandes pozos) y palustrinos (ciénagas y pantanos).

Cada uno de los sistemas, con la excepción del palustrino, se divide en subsistemas. El sistema lacustrino en ocasiones puede separarse en dos subsistemas basados en la profundidad del agua: litoral (la extensión donde se encuentran plantas acuáticas emergentes) y la limnética (de aguas profundas). De otro lado, el sistema riverino está dividido en subsistemas: permanentes (con una zona de desborde bien definida) e intermitente (canales con flujos de agua).

El nivel de clase describe la apariencia general del humedal o el hábitat de aguas profundas en términos de la forma de vida vegetal dominante o de la naturaleza y composición del substrato. Cada clase se puede dividir en subclases con el objeto de definir mejor el tipo de vegetación, faunación o el tipo de substrato dominante.

Por último las subclases se pueden dividir en tipos de dominancia para especificar la planta o el animal predominante en la comunidad.

#### *Modificadores*

Para una mayor precisión de la descripción de los humedales y hábitats de aguas profundas se pueden considerar los denominados modificadores, tales como: el régimen de las aguas, la calidad química del agua, las características del suelo, su origen geológico y la acción antrópica. Los modificadores pueden aplicarse en el nivel de clase o en niveles más bajos de la jerarquía.

Los modificadores del régimen de aguas describen los desbordes y las condiciones de saturación del suelo. En el ámbito continental están dados por las descargas de aguas freáticas y/o los efectos del viento que causa el oleaje. Como modificador de la calidad del agua se puede tener el estatus nutricional –oligotrofia, mesotrofia y eutrofia– y las condiciones de pH, la conductividad y la transparencia.

#### *Mapeo*

El mapeo de los humedales depende del periodo climático en que se haya tomado la imagen o fotografía aérea. Se ha encontrado que la delineación de los humedales en los mapas es precisa por lo general en áreas donde hay un cambio abrupto en la hidrología, el suelo o la vegetación del humedal, en tanto que los humedales boscosos, los pequeños, los angostos y los de cultivo tienden a ser los de mayor dificultad en el mapeo.

La delineación entre los estuarios y los sistemas riverinos en el segmento oligohialino de los estuarios debe considerarse de forma aproximada basada en información secundaria y comprobaciones de campo.

Los ríos son separados de las quebradas basándose tan sólo en el ancho de la corriente: las quebradas son líneas en el mapa y los ríos, polígonos. Esto se define con información secundaria o de campo.

La denominación del complejo de humedales al que pertenece el cuerpo de agua se referencia en la *tabla 7.5.*

Río Atrato	Ciénagas y bañados a lo largo de la depresión entre las serranías del darién y de Los saltos al W y la de Abibe al E. Incluye el delta del Atrato, sus planicies inundables y las del río León, con humedales boscosos (Catívalles principalmente).
Sinú	Conjunto de ciénagas y planicies aluviales, abierto al mar a través de la desembocadura del río Sinú en el delta de Tinajones. Limitado al S. Por la Ciénaga de Betanci, al W por los caños Viejo y Tigre, hasta Lorica. Al E. Está limitado por el caño Aguas Prietas hasta el N. De la Ciénaga Grande.
Depresión Momposina	Conjunto de humedales formado en la confluencia de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena. Limitado al S. Por Tierra Santa, al N. Por San Benito Abad, al E. Por el río Cauca y al W. Por las sabanas del departamento de Sucre. Ocupa una extensión aproximada de 6000.000 ha.
Bajo Magdalena	Al N. De la desembocadura del río Cauca, incluye planicies inundables del río Magdalena y grandes humedales permanentes.
Canal del Dique	Se extiende al N. De la Serranía de María y desemboca al mar en las Bahías de Cartagena y Barbacoas. Corre a lo largo de la depresión que se encuentra en el límite sur de los departamentos de Bolívar y Atlántico.
Delta del Río Magdalena	Su principal cuerpo de agua es la Ciénaga Grande de Santa Marta.
Alto Río Cauca	Al S. De los rápidos del río Cauca al encañonarse luego de la desembocadura del río Risaralda. Incluye las planicies aluviales del Cauca y sus principales afluentes y se extiende hacia el sur hasta Santander de Quilichao (Cauca).
Magdalena Medio	Limita al N. Con la Depresión Momposina, entre La Gloria (Cesar) y Gamarra (Santander). En la llanura aluvial comprendida desde este sector hasta los alrededores de La Dorada (Caldas) se encuentran humedales estacionales y ciénagas permanentes de tamaño variable.
Alto Magdalena	En el alto valle del Magdalena se destacan los arrozales inundados de los departamentos de Tolima y Huila. La represa de Prado, de Betania y la laguna El Juncal cerca de Neiva.
Sur (Pacífica) Interior	Incluye las lagunas de Tola y El Trueno en el departamento de Nariño
Central (montañosa)	Páramos y lagunas glaciares de la cordillera Central. La más importante es la laguna del Otún.

Oriental (montañosa)	El lago de Tota, las lagunas de Fúquene y La Herrera, además de pequeños pantanos. Los humedales de páramo.
Macizo Colombiano	Fuente de los sistemas hidrográficos del Cauca, el Magdalena, Patía y Putumayo. Incluye el lago de La Cocha, con sus humedales paramunos asociados.
Arauca	
Meta	Llanuras aluviales inundables y madreviejas.
Vichada	Planos inundables y una laguna permanente.
Tomo	Planos inundables y laguna permanente.
Guaviare	Llanuras aluviales inundables y madreviejas.
Apaporis	Las llanuras aluviales de estos ríos, las madreviejas, ciénagas de mediano y pequeño tamaño y los bosques inundables de sus cuencas.
Caguán	Las llanuras aluviales de estos ríos, las madreviejas, ciénagas de mediano y pequeño tamaño y los bosques inundables de sus cuencas.
Caquetá	Las llanuras aluviales de estos ríos, las madreviejas, ciénagas de mediano y pequeño tamaño y los bosques inundables de sus cuencas.
Putumayo	Las llanuras aluviales de estos ríos, las madreviejas, ciénagas de mediano y pequeño tamaño y los bosques inundables de sus cuencas.
Amazonas	Las llanuras aluviales de estos ríos, las madreviejas, ciénagas de mediano y pequeño tamaño y los bosques inundables de sus cuencas.
Catatumbo	Ciénagas permanentes, madreviejas y planos inundables.

**Tabla 7.5.** Complejo de humedales. (Fuente: *Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible*, Instituto Von Humboldt, 1999)

#### Humedales boscosos

En forma general, Del Valle los caracteriza en su artículo «Los bosques de Guandal del delta del río Patía (Colombia)» como:

**Sajales:** tienden a ocupar de preferencia suelos más anegados que los cuangariales y guandales mixtos. Cuando este factor es extremo y se encuentran sobre suelos virtualmente lagunosos, en bateas permanentemente encharcadas, el bosque tiene un dosel muy abierto y sus áreas basales son muy reducidas; en tales casos, el sajó es achaparrado, con alturas entre 10 y 12 m y diámetros del orden de 15 cm; se asocia allí con la palma quitasol, la cual, en condiciones tan extremas, no supera los 5 m de altura. Debido a la alta iluminación, el piso abunda en gramíneas y ciperáceas: esta asociación recibe el nombre local de cambray.

**Cuangariales:** Los caracteriza la abundancia del cuangare u otobo (*Otoba gracilipes*), gran árbol de la fa-

milia Myristicaceae que puede alcanzar 40 m de altura y 1.30 m de diámetro, por encima de las raíces tabulares de la base. Tiene la habilidad de colonizar los bosques de los diques y aun, de las vegas, terrazas altas y colinas con mejor drenaje y sobre sustratos edáficos minerales.

Existe pues toda una gradación, desde los cuangariales bastante homogéneos, en donde el cuangare puede superar al 60% de todos los árboles, hasta los bosques mixtos en colinas bajas, en donde esta especie representa menos de 15% de la abundancia relativa.

Naidizales: La especie más abundante en estas asociaciones es la palma llamada localmente palmicha o naidí (*Euterpe oleracea*) El naidí está especialmente adaptado mediante neumatóforos a los suelos inundables, tanto por aguas dulces como por salobres.

Guandales mixtos En los diques y vegas de los ríos mejora el drenaje de los suelos y éstos además son minerales y más fértiles, a diferencia de los guandalosos que son turbosos. Entre los ríos Satinga y Sanquianga –en donde aún se conservan relictos de estos bosques, ya que la mayoría han sido talados para establecer agricultura y los asentamientos humanos– se presentan con árboles emergentes de gran talla y diámetro. Otras especies típicas de estas asociaciones y de gran porte son: pichicande (*Vochia sp.*), cuangare y chalviande, pacora y machare y el caucho negro (*Castilla elastica*).

Otras asociaciones. Con el proceso de transformación antrópica de los bosques de guandal durante los últimos cincuenta años, ciertas especies helófitas han llegado a conformar asociaciones o consociaciones con amplio dominio de especies de rápido crecimiento y de dimensiones apreciables hasta 30 m de altura y diámetros normales hasta 80 cm; asociaciones en las que dominan bien sea el bálsamo (*Alchornea aff. leptogyma*) o el camarón (*Alchorneopsis floribunda*), ambas especies pertenecientes a la familia Euphorbiaceae.

## Ecosistemas marinos

En el Caribe colombiano, las temperaturas del agua superficial fluctúan entre 28 °C y 30 °C y alrededor de 17.8 °C, a 100 m de profundidad, lo cual es reflejo de la estratificación característica de los mares tropicales cálidos, y sus valores de salinidad varían entre 30 y 34.5 partes por mil.

Los movimientos de las masas de agua se caracterizan por la corriente del Caribe, de dirección noroeste, y la contracorriente de Panamá, de dirección nordeste. Cuando la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) está en posición meridional (época seca), la corriente del Caribe se acerca más a la costa y la contracorriente de Panamá

sólo se observa en la zona sur, hacia el Golfo de Urabá. Durante la época húmeda la corriente del Caribe se mueve hacia el norte y se aleja de la costa, de tal forma que la contracorriente de Panamá extiende la influencia hacia la desembocadura del río Magdalena y un poco más al nordeste.

Las olas inducidas por los vientos alisios generan una corriente de deriva litoral de sentido general nordeste-suroeste que, junto con los aportes de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato, constituyen los factores hidrodinámicos-sedimentarios más importantes, sin que sean significativas las mareas de régimen semidiurno de amplitud menor a un metro (DNP *et al.*, 1990).

Como consecuencia del sistema de vientos y corrientes marinas predominantes y la orientación de la línea de costa en el extremo norte de la península de la Guajira, se observa un efecto estacional de surgencia de aguas profundas a la superficie, con aumento de la salinidad, disminución de la temperatura y aumento de nutrientes, que favorecen una producción biológica alta. En el archipiélago de San Andrés y Providencia, la corriente del Caribe, al chocar con las variaciones geomorfológicas representadas por cayos y bajos, provoca la formación de remolinos ciclónicos que favorecen el afloramiento o surgencia de aguas profundas y aumentan la productividad en ciertas áreas (Arias, 1994; Giraldo, 1994).

Por su parte, la región del Pacífico se caracteriza por una salinidad superficial entre 20 partes por mil, cerca de la costa, y 33.5 partes por mil, mar afuera; a temperatura superficial es cálida, entre 25 °C y 26 °C, con excepción de la zona norte (7.5° a 9.0° latitud norte), bajo la influencia de la surgencia del golfo de Panamá (DNP *et al.*, 1990).

El sistema de corrientes ecuatoriales, con estructura muy clara en el área oceánica, pierde definición al acercarse al continente (90-85° longitud oeste). La circulación costera está bajo la influencia de la corriente de Panamá y ésta, a su vez, de los vientos planetarios que varían de acuerdo con el desplazamiento latitudinal de la ZCIT. Entre febrero y abril los vientos impulsan la corriente de Panamá y la integran a la ecuatorial del sur e intensifican el movimiento anticiclónico de la corriente de Colombia que lleva agua de baja salinidad en dirección norte-nordeste; esta corriente de Colombia, junto con las mareas de amplitud hasta de 7 m, son los factores más preponderantes en la dinámica costera (DNP *et al.*, 1990).

Las mayores concentraciones de nutrientes por fenómenos de surgencia ocurren cerca de la isla Gorgona y en la zona costera del golfo de Panamá, inducidos por el comportamiento del viento; frente a cabo Marzo se ha

detectado una zona con altos contenidos de nutrientes asociada con un domo termal (Arias, 1994; Giraldo, 1994).

## Tipos de ecosistemas marinos

De acuerdo con lo propuesto en el plan de desarrollo de las Ciencias y Tecnologías del Mar (DNP *et al.*, 1981 y 1990) se presenta esta sección ordenada por ecosistemas de mayor relevancia geográfica y se incluyen algunas unidades (plataforma continental, playas y acantilados) que, si bien no se constituyen necesariamente como ecosistemas en sí mismos, su estudio es indispensable para el entendimiento de la dinámica global del medio marino y costero.

### Estuarios y deltas

Como estuarios se entienden los ecosistemas en los cuales el agua de mar es diluida por el agua proveniente del drenaje terrestre; en general, constituyen cuerpos de aguas costeras semicerrados que tienen una libre conexión con el mar y, por tanto, están sometido a la influencia de las mareas. Delta es la zona de interacción entre los procesos marinos (oleaje, corrientes, mareas) y los procesos fluviales (aportes de agua y sedimentos) ubicada en la desembocadura de los ríos (DNP *et al.*, 1990).

Existen serias dificultades para establecer el conocimiento de la biodiversidad en los estuarios de Colombia, de acuerdo con los resultados del taller de expertos en biodiversidad marina y costera (Comisión Colombiana de Oceanografía *et al.*, 1994). Se destacan por su importancia las desembocaduras de los ríos Atrato (4155 m<sup>3</sup>/seg), Sinú (407 m<sup>3</sup>/seg) y Magdalena (7018 m<sup>3</sup>/seg), en el Atlántico, y del San Juan (1416 m<sup>3</sup>/seg), en el Pacífico. Los problemas ambientales se acentúan más en el río Magdalena, por el deterioro ecosistémico y por el arrastre de residuos sólidos no biodegradables.

### Manglares

Este ecosistema corresponde por sus características, tanto a ecosistemas continentales boscosos, como a ecosistemas marinos. En esta sección se mencionan aspectos generales y se trata el tema de forma más amplia en la parte referente a ecosistemas terrestres.

La productividad neta del manglar se ha encontrado entre 4,0 y 68,7 ton·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>, en rodales puros, y 13,7 y 31,8 ton·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>, en rodales mixtos. El registro de un alto número de especies de fauna y de otras especies de flora asociada confirma al manglar como refugio y sustento de organismos aéreos, terrestres, anfibios y acuáticos que representan una alta diversidad del bioma.

Del Caribe colombiano se conocen 11 géneros con 17 especies de poríferos, 11 géneros con 14 especies de celenterados, cuatro géneros con cuatro especies de antozoarios, 30 géneros con 44 especies de poliquetos, 57 géneros con 71 especies de moluscos, dos géneros con dos especies de equinodermos, 66 géneros con 114 especies de crustáceos, 54 géneros con 76 especies de peces, 23 géneros con 24 especies de aves, 4 géneros con 5 especies de reptiles y 18 géneros con 22 especies de mamíferos. En cuanto a la flora asociada, se encuentran 6 géneros con 11 especies de clorofíticas, 2 géneros con 3 especies de feofíticas, 11 géneros con 17 de rodofíticas, 7 géneros con 16 especies de plantas emergentes y 34 géneros con 35 especies de plantas terrestres (CCO, 1994).

### Lagunas costeras

Son masas de agua tranquila poco profundas, que se separan del mar por una barrera que impide la acción del oleaje y se unen con él a través de canales angostos. Reciben agua y sedimento de los ríos y agua marina (DNP *et al.*, 1990).

Las lagunas costeras, atributo exclusivo del litoral Caribe, ascienden a un número cercano a 58: dentro de ellas las de mayor importancia ecológica y económica son las ciénagas Grande de Santa Marta y Tesca, las lagunas al noroeste de Barranquilla y Galerazamba. Las lagunas costeras entre Riohacha y Manaure son frecuentes y poco estudiadas. Vale la pena mencionar al noroeste de Barranquilla las ciénagas de Mallorquín, la Playa, los Muertos o San Nicolás, y Sabanilla y la laguna del Águila, en el golfo de Urabá (CCO, 1994).

En cuanto al estado ambiental de las lagunas costeras, los ejemplos más sobresalientes son:

Las lagunas Grande y Navío Quebrado (Guajira), que forman parte del santuario de flora y fauna Los Flamencos (Camarones, Guajira), llenas por material fluvial, vieron acelerarse el proceso de colmatación a causa de la construcción de carreteras de la red vial nacional.

La ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena) sufrió los efectos de la reducción del intercambio de aguas dulces y saladas por la construcción de la carretera del Litoral, sumados a los producidos por la construcción de compuertas y diques que han cambiado el curso de ríos y caños.

Los cambios en el balance halohídrico, la erosión, los agroquímicos, con la resuspensión de los lodos por la acción de lluvias y vientos, y la consecuente liberación de gran cantidad de nutrientes que promueven la proliferación de pequeñas algas, han ocasionado en los últimos años mortandad masiva de peces.

La ciénaga de Mallorquín (Atlántico) presenta problemas por pérdida de área a causa de la ejecución de rellenos, el deterioro de la calidad del agua por vertimientos vecinos de la zona industrial de Barranquilla y la acumulación de residuos sólidos transportados por el río Magdalena.

La ciénaga de la Vírgen (Bolívar) presenta una marcada afectación de la pesca artesanal, debido a la construcción del anillo vial y a la contaminación por las aguas negras del alcantarillado de Cartagena.

La ciénaga de la Caimanera (Sucre), con la construcción de la carretera, la interrupción del intercambio agua dulce-agua salada, la tala de mangle y la pesca por debajo de las tallas mínimas, está viendo afectarse a su recurso íctico y disminuir casi hasta la extinción a sus poblaciones de manatí.

No se puede decir con certeza que se conocen las especies asociadas a estos ecosistemas, pero la mayoría de ellas son compartidas también por los ecosistemas de manglar y los deltas de los ríos. La *tabla 7.6* presenta la distribución de las lagunas costeras en los departamentos de la región Caribe.

Departamento	Bahías	Estuarios	Lagunas
La Guajira	4	-	13
Magdalena	11	1	12
Atlántico	-	1	8
Bolívar	2	-	8
Sucre	1	-	7
Córdoba	1	1	4
Antioquia	7	1	4
Chocó	5	-	2
San Andrés y Providencia	8	-	1

**Tabla 7.6.** Distribución de accidentes costeros en el Caribe colombiano. (Fuente: Álvarez y Polanía, 1954)

### Arrecifes coralinos

Son ecosistemas complejos y frágiles caracterizados por la dominancia de corales hermatípicos que se establecen en mares tropicales poco profundos y transparentes (DNP *et al.*, 1990).

Los corales hermatípicos son animales que viven en colonias, en las que cada individuo, denominado pólipo, produce una secreción de carbonato de calcio en la base, de tal forma que en conjunto originan una estructura en forma de roca sobre la cual crece la colonia. El término hermatípico hace referencia a que los individuos que conforman la colonia contienen dentro de su

cuerpo algas unicelulares que le dan una coloración característica.

De acuerdo con lo presentado por Alvarado *et al.* (1994) en el taller de expertos sobre biodiversidad marina, Colombia posee algunas de las formaciones arrecifales más importantes del Caribe y el único arrecife de barrera del Atlántico, que es quizás el tercero del planeta en longitud. Las zonas arrecifales están en Urabá, Morrosquillo, Cartagena, Santa Marta, La Guajira, San Andrés y Providencia y los cayos Alburquerque, Courtown, Bolívar, Serrana, Quitasueño y Roncador.

Se estima que en el Caribe colombiano los arrecifes coralinos representan cerca de 8% de los ambientes marinos, y más de 50% de los productos pesqueros artesanales provienen de estas áreas que contienen aproximadamente 70% de la biodiversidad marina conocida. Existen cerca de 70 especies en 27 géneros y el 90% está representado por los géneros *Acropora sp.*, *Montastrea sp.*, *Diploria sp.*, *Porites sp.*, *Agaricia sp.*, *Siderastrea sp.* y *Millepora sp.* (Alvarado *et al.*, 1994).

En el caso del Pacífico, los corales están alrededor de la isla de Gorgona, la ensenada de Utría, la isla de Malpelo y, de menor cobertura y muy poco conocidos, en el golfo de Cupica, bahía de Utría, bahía Limones y punta Ardita; el género que domina es *Pocillopora sp.* y tiene en común con el Caribe los géneros *Acropora sp.* y *Porites sp.* (Alvarado *et al.*, 1994).

La lista preliminar de la fauna y flora asociadas con el coral, basada en artículos publicados, con la limitante de no incluir grupos importantes como esponjas y peces, está compuesta por 34 especies de hidroides en 23 géneros, 13 especies de octocorales en 9 géneros, 16 especies de zooantídios en 12 géneros, 50 especies de moluscos en 37 géneros (sin incluir cefalópodos), 23 especies de poliquetos en 22 géneros, 98 especies de crustáceos decápodos en 50 géneros, 12 especies de asteroides en 9 géneros, 15 especies de equinoides en 12 géneros, 7 especies de holotúridos en 3 géneros, 5 especies de crinoideos en 4 géneros, 46 especies de clorofíceas en 21 géneros, 11 especies de feofíceas en 4 géneros y 59 especies de rodofíceas en 36 géneros (Alvarado *et al.*, 1994).

El estado de deterioro de las principales zonas de coral en Colombia se resume cualitativamente en la *tabla 7.7*, que identifica los tensores ambientales que actúan sobre estos ecosistemas.

Se observa que los arrecifes de San Andrés y Providencia, Santa Marta, Cartagena y Urabá son las áreas más críticas porque reciben el mayor número de efectos deletéreos.

Sobre los corales del Pacífico las actividades humanas son bajas pero, para el caso de Gorgona, se presenta un

Región	Tipo de tensor													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
San Andrés y Providencia	E	E	E	E	E	E	E	-	E	E	E	E	E	E
Cayos del Caribe	-	E	E	E	-	-	E	-	E	-	-	-	E	E
Guajira	-	E	E	E	-	P	E	-	-	-	P	E	E	E
Santa Marta	E	E	E	E	-	P	E	E	P	E	-	E	E	E
Cartagena	E	E	E	E	E	P	E	E	E	E	E	E	E	E
Urabá	E	E	E	E	-	P	E	E	E	E	E	E	E	Nc
Gorgona	-	P	P	E	-	-	E	-	-	-	E	-	E	Nc
Malpelo	-	-	-	P	-	-	P	-	-	-	-	-	E	Nc
Tumaco	-	E	-	-	-	-	E	-	-	-	-	-	E	Nc

**Tabla 7.7.** Principales tensores de los arrecifes coralinos. (Fuente: Alvarado, *et al.*, 1994. Actualizado por IDEAM, 1998)

#### Convenciones

- 1= Contaminación
- 2= Anclaje
- 3= Botes, lanchas y actividades de navegación
- 4= Contacto directo por nadadores y buzos
- 5= Remoción y extracción de guijarros
- 6= Introducción de especies
- 7= Pesca con arpón y artes tradicionales
- 8= Dinamita
- 9= Pesca de peces ornamentales
- 10= Desechos domésticos
- 11= Descargas continentales
- 12= Actividades extractivas comerciales
- 13= Cambio climático
- 14= Epidemias
- E= Existe
- P= Probable
- Nc= No conocido

deterioro considerable debido a la influencia de aguas de baja salinidad provenientes del río Sanquianga (conocido ahora como Patianga, ya que aumentó su caudal al recibir la mayor parte de las aguas del río Patía).

El conocido fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) es un perturbador natural muy importante que causa el blanqueamiento y muerte del coral como respuesta al aumento de la temperatura superficial del mar asociada con este fenómeno. En la actualidad se ha observado que El Niño de 1997-1998 aumentó el blanqueamiento en los corales de Gorgona y originó uno leve en los corales de Malpelo.

#### Praderas marinas

Son comunidades costeras tropicales dominadas por plantas fanerógamas acuáticas sumergidas (clase Alismatidae), comúnmente llamadas pastos marinos, propias de ambientes tranquilos, sustrato arenoso, aguas claras y libres de aportes significativos de agua dulce.

Según Laverde (1994), el conocimiento sobre la distribución geográfica de las praderas submarinas es sectorizado y existe muy poca información sobre el área ocupada por ellas; se encuentran sólo en la región Caribe y se conoce su presencia en la bahía de Portete, la ensenada del cabo de la Vela, las ensenadas del parque nacional natural Tayrona, las bahías de Taganga y Santa Marta, la bahía de Cartagena, las islas del Rosario y de San Bernardo, el golfo de Morrosquillo, las islas Fuerte, San Andrés y Providencia y los cayos al sur de San Andrés.

Se conocen cinco especies de pastos marinos en el Caribe colombiano: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halodule decipiens* y *Halophyla babilonica*.

Los lechos de fanerógamas marinas se encuentran hasta 10 m de profundidad, para el caso de *Thalassia sp.*, y 20 m, para *Halophyla sp.*; la temperatura fluctúa entre 25 °C y 31 °C, y la dispersión se ve limitada por los aportes de agua dulce de grandes ríos, la presencia de aguas turbias, la falta de sustratos adecuados y la gran dinámica del agua.

*Thalassia* es el pasto marino dominante en estos ecosistemas, con macroalgas asociadas, de las que sobresalen: *Halimeda opuntia*, *Penicillus capitatus*, *Udotea flavelum* y *Caulerpa racemosa*; también, varias microalgas epífitas aún sin identificar.

En cuanto a los *taxa* dominantes de fauna figuran: los equinodermos *Tripneustes ventricosus*, *Lytechinus variegatus* y *Oreaster reticulatus*; los peces de las familias *Scaridae*, *Acanthuridae* y *Hemirhamphidae*; como pequeños consumidores, algunas especies de poliquetos, y también se asocian con esta comunidad tortugas marinas y moluscos del género *Strombus* (Laverde, 1994), aunque sus poblaciones se encuentran muy reducidas.

En general, este tipo de ecosistema no ha sufrido efectos negativos de gran magnitud como consecuencia de las actividades humanas, salvo casos muy puntuales y de baja magnitud a causa de la construcción de obras de infraestructura, como marinas turísticas para embarcaciones menores.

#### Playas y acantilados

Esta denominación comprende las zonas de interacción entre el continente y el mar. La playa se caracteriza por la acumulación de sedimentos no consolidados, y los acantilados, por el resalte o cantil de fuerte pendiente (15° a 40°) con altura variable (DNP *et al.*, 1990).

Existen muy pocos trabajos sobre la flora de los acantilados del Pacífico colombiano, pero se conocen algunas algas clorofíceas y rodocíceas, líquenes y pocas plantas vasculares de origen terrestre.

La macrofauna registrada en los acantilados presenta tres especies de poríferos sin identificar, una de antozoario, una de platelminto sin identificar, tres especies de poliquetos, 20 de gasterópodos, 20 de bivalvos, una de poliplacoforo, una de sipuncúlico, cinco de braquiuros, una de macruro, una de isopodo y dos de cirripedios (Cantera, 1994).

Las actividades antrópicas tienen poca influencia sobre los acantilados rocosos, pero se observa que sufren un rápido proceso natural de erosión y modifican su distribución en la geomorfología costera.

## Plataforma continental

La plataforma continental del Caribe colombiano es, en términos generales, más amplia que la del Pacífico, con 70 km frente al departamento de Córdoba y partes angostas en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, alta Guajira y costa chocoana (DNP *et al.*, 1990). Se reduce gradualmente desde Urabá hasta Bocas de Ceniza y se amplía luego en el golfo de Salamanca gracias a antiguos deltas del Magdalena. Hacia el norte del departamento del Magdalena desaparece y se amplía nuevamente en el departamento de la Guajira (DNP, 1990).

La plataforma continental de la región del Pacífico en el norte de cabo Corrientes es estrecha y varía entre cero y 25 km de ancho; hacia el sur de este cabo y hasta el delta del río San Juan, varía entre 14 y 18 km y, a partir de allí hacia el sur, se amplía llegando a tener 54 km en algunos puntos (DNP *et al.*, 1990).

El conocimiento sobre la biota de la plataforma es muy limitado y únicamente se tiene información sobre peces y algunas comunidades planctónicas.

Los recursos pesqueros marinos han sido estimados en 477 especies. De éstas tienen especial importancia económica 281 (74% peces, 17% crustáceos y 9% moluscos), 126 en el Pacífico y 155 en el Atlántico. Para proteger algunas poblaciones de la sobre pesca se establecieron vedas en ciertas épocas, como es el caso de la carduma (*Cetengraulis mysticetus*), la plumuda (*Opisthonema spp.*) y varias especies de camarón en el Pacífico y del caracol de pala (*Strombus sp.*), en San Andrés y Providencia. Especies, como la cherina café (*Mycteroperca xenarca*), el pargo (*Lutjanus spp.*, en el Pacífico), la langosta (*Panulirus argus*) y el caracol pata de burro (*Melongena melongena*), también han sufrido los efectos de la sobre explotación del recurso (CCO, 1994).

## Sistema oceánico

Conjunto de unidades funcionales de organización física y biológica que se caracteriza por cierto nivel de ho-

mogeneidad interna y cuya dinámica se desarrolla en aguas de mar abierto (oceánicas), más allá del borde de la plataforma o del talud continental (DNP, 1990).

El país cuenta con las islas oceánicas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y los cayos Alburquerque, Courtown, Bolívar, Serrana, Quitasueño y Roncador, en el Caribe, y las islas de Malpelo, Gorgona y Gorgonilla, en el Pacífico.

La superficie total de los sistemas oceánicos colombianos está calculada en 922.000 km<sup>2</sup> aproximadamente, que corresponden a 93% del total de las áreas marinas del país. El estado del conocimiento de la flora y la fauna oceánicas en Colombia es muy limitado y únicamente se cuenta con información colectada por la Armada Nacional mediante cruceros oceanográficos orientados más hacia la caracterización fisicoquímica de las aguas y de la comunidad planctónica (Arias, 1994).

El estado de conservación es relativamente bueno dada la gran amplitud de las áreas oceánicas, debido a la capacidad de recuperación frente a diversos tipos de impacto. Sin embargo, tanto el Pacífico como el Atlántico están bajo cierto grado de riesgo por la proximidad del canal de Panamá, que implica el tránsito de buques que podrían derramar substancias peligrosas (Arias, 1994).

## Síntesis sobre el estado actual de los ecosistemas marinos

Se señalan para cada tipo de ecosistema marino sólo los casos de mayor alteración ambiental; esto quiere decir que las zonas no mencionadas se encuentran en un grado bajo o medio de intervención que permite la recuperación natural en el mediano plazo.

Entre los estuarios y deltas sobresalen por sus problemas ambientales los correspondientes al río Magdalena, debido al deterioro de la calidad del agua y al arrastre de sedimentos y residuos sólidos no biodegradables, y al río Sanquianga (Patianga) que aumentó en gran medida el arrastre de sedimentos al recibir aguas del río Patía a través del canal Naranjo. Una discusión más a fondo del problema se presenta en el aparte sobre dinámica deltaica y de la línea de costa en el capítulo 6, sobre la geomorfología y los suelos.

El manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta muestra inicios de recuperación gracias a los trabajos recientes de dragado en caños y canales para restablecer la entrada de aguas del río Magdalena; sin embargo, esta zona presenta todavía la mayor área de manglar muerto del país. En las ciénagas de Tesca y del Francés, la presencia de situaciones difíciles por alteración del intercambio hídrico amenaza a los manglares.

En el Pacífico, en la desembocadura del río Sanquianga, hoy conocido como Patianga, se observa manglar muerto como consecuencia del gran incremento en el aporte de sedimentos.

Las lagunas costeras están amenazadas en general por el deterioro de la calidad de las aguas, los aportes de sedimentos, los residuos sólidos no biodegradables y el relleno con escombros para ganar áreas para el asentamiento de industrias y viviendas.

La mayor causa de daño de los arrecifes coralinos es la descarga continental, como lo muestra el parque nacional natural Corales del Rosario, por las aguas del canal del Dique, y en menor medida, pero gravemente amenazado, el parque nacional natural Gorgona por los aportes del río Sanquianga (Patianga).

Es poca la información sobre las praderas de fanerógamas marinas; los aportes de agua dulce, como los que llegan por el canal del Dique, afectan en forma moderada estos ecosistemas en las islas del Rosario y en la bahía de Cartagena, en tanto que la construcción de pequeños muelles, principalmente como infraestructura para el desarrollo turístico, los deterioran puntualmente y en muy baja proporción.

En lo que respecta a los acantilados, están poco afectados por las actividades humanas, mientras que algunas playas sufren los efectos de la contaminación, deterioro de la calidad del agua y acumulación de residuos sólidos no biodegradables, como ocurre en cercanías de Barranquilla y Tumaco. La actividad pesquera artesanal con 'boliche' (o red de arrastre) hace ya algunos años que captura en las playas del país individuos juveniles o muy por debajo de la talla mínima, lo cual va en contra del aprovechamiento racional del recurso.

La plataforma continental y el sistema oceánico se encuentran en relativo buen estado; no obstante, existe el riesgo inherente al tránsito de buques que podrían derramar sustancias peligrosas. Algunas especies han sufrido sobrepesca, por lo cual en la actualidad se establecen vedas periódicas.

## Estado de las coberturas vegetales

### Estado ambiental de los bosques por cuencas hidrográficas

Con el objeto de iniciar un análisis sobre el estado ambiental de los ecosistemas terrestres, se describe el nivel de intervención en cada una de las cuencas hidrográficas basado en el mapa de coberturas, ocupación y uso del

territorio (Ideam, 1996) y en el mapa de cuencas hidrográficas del país (Ideam, 1998b).

Los resultados obtenidos muestran que las cuencas hidrográficas de los ríos Tomo-Tuparro, Vita, bajo Guaviare, Guainía, Apaporis, Inírida, Vichada, medio Guaviare, Baudó, Pure, Vaupés, Atabapo, Putumayo, bajo Caquetá, Micay, Sanquianga-Patía, bajo Cauca, San Juan, Coyanero-Dagua, bajo Meta y en la alta Guajira (equivalentes a 47,7 %, respecto al área total de cuencas del país) presentan tendencias bajas de intervención. Es decir, alrededor de 80% a 90% de las coberturas vegetales existentes conservan por lo menos un 50% de la vegetación original (Ideam, 1998a).

Las cuencas hidrográficas que presentan un nivel de conservación mayor o igual a 50% y menor de 80 % del área original natural son: río Atrato, norte y occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta, río Arauca, alto Guaviare, bajo Patía, río Mira-Guiza, baja Guajira, alto Meta y alto Caquetá (equivalentes a 22,7% del área total de cuencas hidrográficas del país). Estas cuencas presentan un nivel medio de intervención y reclaman por lo tanto el establecimiento de áreas limítrofes o zonas de amortiguación que permitan controlar los procesos antrópicos, de tal manera que se evite el incremento del deterioro y se manejen las áreas ya intervenidas con el apoyo de tecnologías limpias, para su recuperación y restauración.

Las cuencas hidrográficas que presentan un nivel de conservación mayor o igual a 30% y menor de 50% son: Nechí, alto Patía, bajo Magdalena, Catatumbo y Tolo (equivalentes a 11,4% del área total de cuencas hidrográficas del país). Estas áreas se consideran con un alto nivel de intervención y con un fuerte grado de transformación por los procesos de colonización, establecimiento de agricultura y ganadería extensiva, entre otros.

Para evitar un deterioro mayor es importante establecer áreas de amortiguación y promover prácticas de sistemas agroforestales y manejo silvicultural con especies nativas de rápido crecimiento y uso múltiple; además, hacer un acompañamiento con programas que sensibilicen a las comunidades respecto a la interacción con el medio ambiente. La recuperación y restauración de las áreas degradadas requiere del establecimiento de actividades sostenibles con el apoyo de alternativas tecnológicas adecuadas al contexto biofísico, socioeconómico y cultural de dichas áreas.

Aquellas cuencas que conservan menos de 30% de vegetación original se consideran con muy alto nivel de transformación. Las coberturas de tipo fragmentado y discontinuo son consideradas áreas relictuales naturales con alto riesgo de desaparecer. Se encuentran localizadas

en zonas en donde la frontera agrícola ha logrado ocupar grandes áreas y se encuentra la mayor parte de las poblaciones y de los asentamientos humanos del país, cultivos limpios e infraestructuras. A esta categoría corresponden las cuencas del alto y medio Magdalena, Sinú-Caribe, del río Sogamoso, Cesar, alto y medio Cauca, del río Bogotá; equivalentes a 18,2% del área total de cuencas hidrográficas del país. Es urgente la necesidad de implementar políticas, acciones y programas enfocadas a fomentar su recuperación; además, se requiere de inmediato la rehabilitación, la revegetalización, la restauración, la reforestación y el establecimiento de corredores biológicos, entre otros, y la comunidad debe involucrarse de manera activa en el desarrollo de estos programas.

Las áreas relictuales deben ser de manera estricta objeto de preservación, puesto que en muchos casos corresponden a los últimos bosques andinos y altoandinos existentes. De igual forma se debe implementar planes y programas que utilicen tecnologías no contaminantes en los procesos o actividades agroindustriales para evitar el avance del deterioro.

## Estado por regiones geográficas

Una síntesis general del estado ambiental de los bosques por regiones geográficas se hace a continuación:

### Región Amazónica

La Amazonia es una región natural catalogada de importancia global por pertenecer a la zona considerada como el ‘pulmón del mundo’, por su capacidad de regular el CO<sub>2</sub> y de mantener los balances de emisiones en forma favorable. Los bosques amazónicos son alacenas de múltiples productos naturales, entre los que se destacan gran variedad de alimentos, insumos medicinales y elementos para la producción artesanal y otros servicios; son además refugio de numerosas especies de flora y fauna y constituyen un gran banco genético.

Por toda la oferta ambiental, esta región ha sido objeto desde tiempos precolombinos de un aprovechamiento que paulatinamente ha sido incrementando por la presión de colonos que se han asentado allí en busca de oportunidades económicas.

Los efectos producidos por la tala para suplir la demanda de maderas con alto valor comercial constituyen parte de la problemática ambiental de esta región. Estos procesos de extracción no sólo causan la pérdida irreversible de hábitats naturales y de recursos genéticos, sino también efectos secundarios, como la fragmentación, el

desplazamiento de la fauna y la alteración de las cadenas tróficas. Igualmente, la tala, roza y quema de bosques con el objeto de establecer sistemas agrícolas y de ganadería se convierten en otra amenaza a estas selvas ya que erosionan los suelos, contaminan las aguas con agroquímicos, reducen la biodiversidad e interrumpen los corredores biológicos naturales que permiten la dispersión de plantas y animales.

La caza indiscriminada de especies animales como la boa (*Boa constrictor*), tortugas (*Podocnemis expansa* y *Podocnemis vogli*) y la captura de gran variedad de especies de peces ornamentales (*Chalceus macrolepidotus*), de numerosas aves, para mascotas y por su plumaje y de mamíferos, por sus pieles, ocasionan un gran desequilibrio en este sistema.

Esta región cuenta con seis parques nacionales naturales (Amacayacu, Cahuinari, la Paya, Macarena, Tinigua y Chiribiquete) y dos reservas naturales (Nukak y Puinawai), con una superficie de 48.552,9 km<sup>2</sup> (Rangel, 1995), creadas con el objeto de proteger estas áreas naturales. Sin embargo, la presión antrópica sobre ellas sigue creciendo y los numerosos problemas sociales que existen contribuyen a su deterioro.

### Región Pacífica

Esta región presenta ecosistemas variados de alto grado de diversidad biológica. De hecho, algunos de ellos se encuentran bajo el estatus legal de reservas forestales y comprenden los parques nacionales naturales de los Katíos, Utría, Sanquianga y parte de los Farallones de Cali, Munchique, Tatama y Paramillo; sin embargo, no han escapado a la presión antrópica.

La extracción selectiva y la tala rasa, sin considerar la sostenibilidad del recurso, destruyen la diversidad biológica, ocasionan la desaparición de los bosques naturales, alteran el ciclo hidrológico, erosionan los suelos, sedimentan los cursos de agua y producen el desequilibrio atmosférico.

La región Pacífica es la zona del país sometida al mayor aprovechamiento forestal, por la relativa facilidad de transporte de la madera por vía fluvial; dicho aprovechamiento sirve de insumo para la ebanistería, carpintería, construcción, perfumería y producción de taninos, de pulpa para papel, leña y carbón. En algunos casos se tala el bosque en búsqueda de nuevas tierras para la colonización. Esta región provee la mayor parte de madera del país.

La casi totalidad de la extensión del Urabá antioqueño ha sido alterada para el establecimiento de cultivos de banano a expensas de la eliminación de los cativales.

En esta región se han establecido otros cultivos comerciales como el caucho, la palma africana, el coco, el

cacao y la palma naidí (*Euterpe cuatrecassana*), de la cual se obtienen los palmitos para exportación, que han alterado los ecosistemas boscosos.

Se suma a lo anterior la alteración de humedales (manglar y natal, entre otros) por el desarrollo de la industria camaronera.

### Región Caribe

El Caribe colombiano es el ecosistema que ha soportado el mayor grado de transformación de los recursos naturales por los sistemas productivos y extractivos y ha sido receptor de la mayor parte de los efectos de procesos antrópicos ocurridos en la región Andina.

En esta región, la actividad económica de los sectores menos favorecidos está asociada con el aprovechamiento de los recursos pesqueros y madereros y con las actividades de minería artesanal.

Las islas caribeñas han sido objeto en las últimas décadas de un acelerado crecimiento en la infraestructura de grandes complejos turísticos. Los limitantes de espacio de estos componentes insulares hacen que se manifiesten problemas de superpoblación y de disminución de la calidad y cantidad de servicios. Además, las islas son ecosistemas bastante frágiles, en donde las poblaciones de animales y plantas están sujetas a procesos evolutivos y de selección natural más intensos.

El bosque de mangle caribenno se ha disminuido en forma drástica por la acción del hombre debido a la extracción de material para construcción, leña y taninos. Además, la ejecución de diversas obras de infraestructura ha aumentado la tasa de sedimentación, ha generado turbidez en las aguas donde se hallan los arrecifes de coral y ha interrumpido los flujos de aguas dulces y saladas.

### Región Andina

Esta región colombiana concentra el mayor desarrollo industrial y urbano, que ha propiciado el crecimiento sectorial de la economía nacional y, debido al manejo inadecuado, ha generado los mayores procesos de contaminación y de degradación de la oferta ambiental.

La potencialidad de esta región obedece a su localización geográfica, clima, productividad de los suelos y abundancia relativa del recurso hídrico, que permiten la expansión y consolidación industrial.

El desarrollo industrial y cafetero de esta región ha permitido la dinamización de los procesos de urbanización, especialmente en la zona occidental Andina, conformada por las áreas de influencia de Cali y Medellín, y en el Distrito Capital. La consolidación de grandes centros urbanos es fuente continua de emisiones, vertimientos y residuos que no cuentan con procesos de disposición

final adecuados. La calidad del aire en ciudades como Bogotá evidencia niveles de SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> y material particulado que sobrepasan los límites permisibles. Las enfermedades respiratorias y la conjuntivitis se han convertido en causas frecuentes de consulta médica.

Los cafetales se han remplazado paulatinamente por nuevas modalidades de trabajo agrario, localizadas en los valles aluviales interandinos de suelos fértiles y en los pisos subandinos y andinos de las cordilleras, y han permitido un desarrollo de cultivos comerciales altamente tecnificados. Además, la práctica agropecuaria ha ascendido a los pisos alto andino y de páramo, ha originado nuevos frentes de colonización y alterado así los ecosistemas de las laderas cordilleranas. Por su parte, los páramos están siendo invadidos en especial por cultivos de papa, con la afectación, no sólo de la calidad de las aguas, sino de su capacidad para producir y retener este recurso.

El incremento de actividades agrícolas con cultivos monoespecíficos y bajo sistemas de labranza inadecuados trae consecuentemente procesos de erosión de los suelos, contaminación del recurso hídrico causado por el uso indiscriminado de plaguicidas (especialmente en Tolima, Valle y Huila) y deforestación. En el Espinal (Tolima), se han presentado efectos nocivos sobre la salud debido al uso indiscriminado de agroquímicos en los cultivos.

### Región de la Orinoquia

En los últimos años, los descubrimientos de los yacimientos petroleros de Caño Limón (Arauca), Apiay (Meta) y Cusiana y Cupiagua (Casanare) han ocasionado severas alteraciones de los ecosistemas de la región.

Con las prospecciones petroleras se abren grandes corredores que causan pérdida de hábitat y alejamiento de la fauna y ocasionan el descapote de los suelos, llevando a la erosión. La explotación de hidrocarburos genera intensificación de los procesos masivos de colonización que traen consigo una demanda mayor de recursos naturales, además de procesos de contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos y la contaminación atmosférica.

En esta región es también significativa la alteración de los ecosistemas boscosos a causa de la agricultura comercial de arroz, sorgo, soya y palma africana, así como la ganadería tecnificada.

Los llanos Orientales colombianos son un complejo mosaico de hábitats, en donde los componentes principales son las sabanas y los corredores de vegetación riparia.

En general, el medio natural se encuentra en esta zona en bajo y medio nivel de intervención. Presenta proble-

mas de deforestación, erosión y contaminación del recurso hídrico. En la llanura existen ecosistemas especiales, como los bosques riparios, refugio de numerosas especies de fauna y reguladores del ciclo estacional de lluvia, que han sido deteriorados por representar una fuente de recursos naturales de fácil acceso.

La vegetación de sabana ha sido objeto de transformación de la fisionomía del paisaje natural llanero por la frecuencia de quemadas periódicas, prácticas de manejo de la inundación anual, presión de pastoreo, caza indiscriminada, sobre pesca, contaminación de los ríos por el uso de agroquímicos, introducción de especies exóticas para mejorar la calidad de los pastizales y ampliación de la frontera agrícola.

## Especies con alta presión por uso comercial

Buena parte de las especies que se mencionan a continuación pueden considerarse en peligro de extinción, por lo menos en Colombia, debido a la tala selectiva para el comercio por considerárseles maderas preciosas o por haber sido explotadas desde tiempos inmemoriales: *Aspidosperma polyneuron* Muell.-Arg. (carreto); *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand (ceiba tolúa); *Callophyllum mariae* Tr. y Pl. (aceite maría); *Cedrela odorata* L. (cedro cebollo); *Copaifera canime* Harms (canime); *Dacryodes colombiana* Cuatr. (caraño, caoba); *Tabebuia crisantha* Hemsl. (guayacán polvillo); *Virola flexuosa* A. C. Smith. (sangre de toro); *Aniba perutilis* (comino, comino crespo, canelo); *Ocotea cymbarum* (sasafrás); *Nectandra reticulata* (RyP) Hez. (laurel); *Podocarpus oleifolius* Don ex Lamb. (pino chaquiro, romerón, pino colombiano); *Juglans neotropica* (nogal, cedro nogal); *Quercus humboldtii* Kunth (roble, roble amarillo); *Mora megistosperma* (canime, nato); *Iryanthera juruensis* (cuángare); *Prioria copaifera* (cativo) y *Maytenus laevis* Reiss (chuchuguaza), entre otras.

## Incendios en la cobertura vegetal

Incendio en la cobertura vegetal es el fuego que se extiende sin control sobre el material vegetal en cualquier estado de desarrollo o de sucesión, por ejemplo, rastrojos, matorrales, sabanas, pastizales, páramos, cultivos y plantaciones forestales. Se presenta cuando ocurren en el mismo sitio y al mismo tiempo los componentes siguientes: calor, oxígeno (aire) y combustible (material vegetal); si alguno de los tres componentes falta, el fuego no se produce, o si se elimina alguno de ellos, el fuego cesa (ICONA, 1981).

La materia vegetal es siempre combustible; sin embargo, su inflamabilidad varía con el contenido de humedad. Se define inflamabilidad como el tiempo transcurrido hasta que se emiten gases inflamables bajo la acción de un foco de calor constante. Existen unas especies vegetales con mayor grado de inflamabilidad que otras, y la capacidad de propagación del fuego está dada por la estructura de cada cobertura vegetal, sean estas sabanas, matorrales, bosques, plantaciones, etc. Los estratos, tanto verticales como horizontales, su biomasa, la presencia de hojarasca, de material muerto, etc., otorgan una característica particular al tipo de combustible.

Los combustibles vegetales se pueden diferenciar por su cantidad de biomasa, por su estructura espacial y por su afinidad con el fuego. Como consecuencia de estas características se pueden presentar diferentes tipos de incendios en la cobertura vegetal y, por lo tanto, diferentes formas de apagarlos.

Los incendios en la cobertura vegetal son causados por el hombre o por la naturaleza misma. En Colombia se estima que un alto porcentaje de los incendios son generados por las actividades humanas. En cuanto a los causados por la naturaleza, las variables climáticas y meteorológicas inciden notoriamente y existen fenómenos tales como el calentamiento del Pacífico que pueden hacer más intensas las temporadas de incendios.

Las quemas son una práctica muy arraigada en la cultura colombiana, y es necesario conocer mucho sobre el comportamiento del fuego para que éstas no se salgan de control y pasen a convertirse en una de las principales causas de los incendios en la cobertura vegetal. Las culturas indígenas colombianas tienen una larga tradición del manejo del fuego en la agricultura, tradición que han adoptado desafortunadamente las culturas campesinas con pérdida de información en su traducción.

La principal medida para controlar un incendio es la prevención, además de estar informado de las condiciones y pronósticos del tiempo atmosférico y de las alertas y alarmas que se dictan por las instituciones especializadas. Frente al hecho, en cada momento se debe contar con un plan y una técnica adecuados para combatir las llamas.

Los reportes sistemáticos más antiguos sobre incendios en la cobertura vegetal son los realizados por la regional Occidental del Inderena, con 60 registros durante el periodo 1968-1972 (Triviño, 1972). También se conoce la temporada crítica de incendios entre diciembre de 1972 y marzo de 1973, ocurrida en la Sabana de Bogotá y zonas aledañas, con 1000 ha afectadas (Bustos, 1973). En la tabla 7.8 se consignan los incendios mayores reportados en la literatura especializada y ocurridos desde 1975 hasta 1991 (Mondragón, 1992).

Departamento	Área (has)
Meta	40.618,5
Vichada	17.010
Antioquia	10.825,8
Cundinamarca	7.585,8
Tolima	6.850,07
Boyacá	6.684
Cesar	5.600
Caquetá	3.143
N. Santander	3.048,5
Valle	2.083,45
Arauca	1.296,1
Huila	1.250
Santander	898,05
Nariño	727,75
Quindío	523,49
Caldas	310
Córdoba	253
Guaviare	202,5
Magdalena	104,5
Total	109.014,51

**Tabla 7.8.** Incendios mayores reportados en la literatura especializada y ocurridos desde 1975 hasta 1991. (Fuente: Minambiente)

Los datos consolidados de 1986 hasta 1996 evidencian que los incendios en la cobertura vegetal ocurridos en 1991 fueron los que afectaron una mayor área del país y que los departamentos más golpeados por esta problemática durante el periodo 1997-1998 fueron Vichada, Cesar y Tolima.

Por último, los incendios de mayor extensión en la cobertura vegetal ocurridos durante el Fenómeno de Cálido del Pacífico (El Niño) sucedieron en el parque nacional natural El Tuparro (Vichada) y en los municipios de Puerto Triunfo, El Copey, Falan y Necoclí.

### Efectos de los incendios en los ecosistemas

El primer efecto de los incendios en la cobertura vegetal es la alteración, modificación, o pérdida parcial o total de la cobertura, rompiéndose el equilibrio de los ecosistemas, modificándose o eliminándose su estructura y composición. Al perderse cobertura vegetal la agresividad de las lluvias golpea directamente el suelo, se produce erosión, se aumenta el transporte de sedimentos y se colabora así con la inestabilidad geopedológica. Las consecuencias ambientales más graves de un incendio en la cobertura vegetal son la erosión y la pérdida de suelo fértil, alterándose el ciclo hidrológico; además, la

infiltración disminuye y, con ello, menguan las reservas hídricas subterráneas. La suma de efectos puede provocar la desertización.

Antes del incendio los ecosistemas cuentan con varios estratos: mantillo, arbustos, árboles y superficie del suelo, y después, queda uno solo. Para algunos animales esto representa la pérdida de su hábitat y la simplificación de su ambiente, resultando probablemente en una competencia más fuerte por el alimento, una intensificación de los predadores y una especial vulnerabilidad de algunos animales.

Después de un incendio en la cobertura vegetal, los efectos e impactos sobre los ecosistemas son variados y es necesario una evaluación *ex-post* para comenzar su restauración ecológica.

Durante la restauración ecológica, se recomienda no entorpecer nunca la regeneración natural, la cual genera un microclima menos favorable a los incendios, y dirigir la repoblación donde, cuando y como sea necesario con una diversidad de especies, arbustivas y arbóreas, incluso con plantas herbáceas en casos adecuados, con la finalidad de reconstruir en la medida de lo posible la formación más próxima al óptimo ecológico. En general, se recomienda reposar a mano, con herramientas ligeras, sin desproteger ni dañar ni remover el suelo más allá de lo necesario (Arnal, 1995).

Los gases que se emiten durante la combustión como producto de los incendios en la cobertura vegetal, tales como el CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, son gases productores del efecto invernadero y destructores de la capa de ozono, fenómenos que colaboran con los cambios climáticos. Adicionalmente, los incendios pueden afectar la salud de las personas y aun ocasionar la muerte de quienes se encuentren cerca o en el lugar del incendio. También se pueden ver afectados los bienes y los servicios de la comunidad.

### Acciones institucionales frente a los incendios en la cobertura vegetal

Dentro de los programas nacionales para la prevención y atención de desastres, existe el de los incendios forestales. En desarrollo de este programa se han constituido redes de alertas tempranas y una de centros de respuesta inmediata para el control y extinción de incendios.

En la actualidad el Ideam, como parte del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, viene adelantando el seguimiento diario y dando las alertas y pronósticos tempranos para las diferentes regiones del país, mediante el análisis de las imágenes de los satélites meteorológicos *NOAA12*, *NOAA14* y *GOES-8*, e información de la red hidrometeorológica.

## Estado actual de los ecosistemas acuáticos continentales

Los ecosistemas acuáticos continentales se han visto impactados por el hombre, dando como resultado cambios en la morfometría del sistema acuático, enriquecimiento por nutrientes (eutrofificación), introducción de especies exóticas y contaminación por substancias tóxicas y otros materiales, y mereciendo especial atención el producido por el uso de químicos; en particular, algunos metales pesados y substancias orgánicas sintéticas.

Estos ecosistemas son afectados por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, la desecación, producida en su mayor parte por quemadas reiteradas, drenaje intencional, y la eutrofificación, debida a los procesos de colonización.

Los ecosistemas acuáticos de montaña constituyen reservorios de agua para el consumo humano, pero están siendo amenazados con celeridad creciente; la calidad del agua de los situados en la parte más alta presentan un deterioro leve, mientras que los ubicados hacia la franja entre 1000 y 2600 msnm han sufrido el mayor impacto por las actividades humanas y los localizados por encima de los 3000 msnm se encuentran menos afectados, en especial, aquéllos situados en las vertientes húmedas de las cordilleras.

Entre las aves extinguidas están el pato zambullidor (*Podiceps andinus*) y el pato pico de oro (*Anas georgica niceforoi*), otrora endémicos del piso frío de la cordillera Oriental. Entre las especies de peces están la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y la carpa (*Cyprinus carpio*) que son introducidas y, como endémicas, la guapucha (*Grundulus bogotensis*) y el capitán (*Eremophilus mutisii*).

El importante ciclo de subiendo y bajanzas de peces es interferido por la acción del hombre mediante la deforestación, las quemadas, el taponamiento intencional de caños y la construcción de embalses que impiden la comunicación libre con el río principal. El sistema de ciénagas de la región Caribe, que aporta la mayoría de la producción pesquera del país, sufre este proceso de afectación; de esta región se puede destacar por su mal estado ambiental a los valles aluviales de los ríos Magdalena, bajo Cesar y Sinú.

En una visión de síntesis, el estado ambiental de los ecosistemas líticos del país indica que los situados en la Amazonía, la Orinoquia y el Pacífico se encuentran en relativo buen estado, mientras que los localizados en las regiones Andina y Caribe se hallan en general en proceso de deterioro ambiental.

## Componente biológico de los ecosistemas

Los inventarios sistemáticos de los elementos de la flora y la fauna (incluyendo la edáfica) permiten conocer la diversidad biológica y la estabilidad de los ecosistemas, así como sus patrones de distribución en el territorio nacional.

El conocimiento de la biogeografía y de las preferencias de hábitat de algunas especies son herramientas importantes para la gestión de protección y manejo ambiental.

### Flora

Las plantas son el componente sobre el cual se asienta cualquier ecosistema, tienden a ocupar los más variados hábitats de la tierra, y cada ambiente presenta un conjunto de especies (flora) que le son características.

A partir del cámbrico, y en un periodo que abarca 500 millones de años, se produce la aparición secuencial de los seres vivos sobre la tierra, hasta culminar con la del género *Homo*, momento desde el cual se inicia la relación del hombre con la flora (2,5 millones de años). Las plantas vasculares aparecieron en la tierra en los períodos silúrico y devónico, por lo que se les calcula una antigüedad de 400 millones de años, ocupando una amplia extensión de territorio y la mayor diversidad de nichos ecológicos. La historia de las plantas ha pasado por oleadas de extinción, reemplazo y surgimiento episódico de nuevas formas.

La flora, además de proporcionar biotopos importantes para el desarrollo y supervivencia de la vida terrestre, se utiliza como fuente de materiales. En este orden de ideas, las vasculares inferiores o pteridofitos ( helechos verdaderos) no tienen gran importancia desde el punto de vista económico, aunque algunas son usadas en la medicina casera y como sustrato en los cultivos de orquídeas; por su parte, las vasculares superiores (angiospermas y gimnospermas) son más importantes, por ser fuente de materia prima para la construcción y el abrigo, la fabricación de papel, tejidos y plásticos, la obtención de fibras, aceites, ceras, especias, drogas, medicinas, taninos, tóxicos, bebidas, la mayoría de los alimentos consumidos por la humanidad, así como de gran parte de las maderas. Durante un periodo muy largo de la historia, el conocimiento de las plantas estuvo asociado a su utilización y se requirió del descubrimiento de la agricultura, asociado a un cambio tecnológico, social e intelectual en las sociedades humanas, para encontrar un conocimiento sistemático de ellas.

Es difícil estimar el número total de especies de valor económico, pero se podrían relacionar aproximadamente 600 de utilidad agrícola, forestal, hortícola o farmacológica. Algunas de éstas se utilizan en el mercado mundial y otras son de valor estrictamente local, como las de interés etnológico, utilizadas como alimento, medicinas y otras actividades típicas en la vida cotidiana de comunidades nativas. Por otra parte se conocen más del doble de especies que se utilizan exclusivamente como plantas ornamentales.

Si se consideran estrictamente sólo las plantas que pueden incluirse en las actividades económicas del hombre, el número se reduce a unas 1000 ó 2000; de éstas, sólo unas pocas (100-200) pueden considerarse de importancia vital para el comercio mundial y únicamente 15 constituyen el núcleo de los cultivos alimenticios del mundo. Cuando se piensa en los miles de especies de plantas que podrían explotarse para beneficio de la humanidad, sorprende comprobar lo restringido que es el espectro de cultivos de uso corriente. Actualmente, se está intentando extender este espectro, pero se tropieza con problemas técnicos, agrícolas y sociológicos. El número de plantas de segundo orden cultivadas a menudo localmente y que aún permanecen en la oscuridad es grande, aunque existe una fuerte tendencia a que cada vez se conozca mejor (Heywood, 1985).

De las vasculares, el grupo más importante es el de las plantas con semillas (espermatofitos) con un gran número de especies y gran diversidad de formas de vida. Están constituidas por las gimnospermas y angiospermas; las primeras comprenden aproximadamente 64 géneros y 721 especies que agrupan formas conocidas como pinos, cíadas, cipreses, araucarias, etc. Las angiospermas (plantas con flores) son en la actualidad el grupo dominante y de más éxito: aparecieron al comienzo del cretácico, hace aproximadamente 120 millones de años, y son características de la mayoría de las regiones de la tierra; se reconocen actualmente unas 320 familias que agrupan 250.000 especies, 180.000 correspondientes a dicotiledóneas y 70.000 a monocotiledóneas; 75% están confinadas a los trópicos o regiones adyacentes. Estas plantas presentan formas muy variadas (desde muy pequeñas hasta árboles gigantescos); estructuralmente están adaptadas al hábito terrestre, pero algunas viven en ambientes acuáticos y epifitas, mientras que otras son de tipo parásito y saprófito, aunque ambos son escasos.

Para las plantas sin semillas, las estimaciones de la diversidad de especies giran alrededor de 11.000 para *pteridofitos* ( helechos y grupos afines), 17.000 para *briofitos* (musgos, hepáticas y antoceros) y 27.000 para *ficofita* (algas).

La flora neotropical, de acuerdo a las estimaciones de Raven (1976), se acerca a 90.000 especies, lo cual la convierte en la de mayor diversidad del mundo: tres veces superior a la de África y Madagascar y dos veces y medio más que la austral asiática (Prance, 1973).

Algunas familias de dicotiledóneas están bien representadas, tanto en las regiones tropicales como en las templadas; por ejemplo: *compositae*, *euphorbiaceae*, *leguminosae*, *rubiaceae*; otras como las *cruciferae*, *crassulaceae*, *ericaceae*, *rosaceae*, *umbelliferae*, etc., están mejor representadas en los climas templados, mientras que un grupo numeroso tiene una distribución principalmente tropical, entre ellas: *acanthaceae*, *annonaceae*, *anacardiaceae*, *apocynaceae*, *asclepiadaceae*, *bignoniaceae*, *convolvulaceae*, *leythidaceae*, *loranthaceae*, *malvaceae*, *melastomataceae*, *moraceae*, *sapotaceae*, *solanaceae*, *verbenaceae*, etc. Algunas de las familias con representación principalmente templada pueden aparecer en los trópicos, en las altitudes elevadas, por lo que la generalización que se presenta no es categórica. En general puede decirse que la flora tropical de dicotiledóneas es rica en especies arbóreas, en tanto que en la flora templada dominan las especies herbáceas. Así mismo, familias que están representadas por hierbas en la zonas templadas, lo están por árboles en los trópicos.

Las familias de monocotiledóneas con distribución principalmente tropical son: *amaryllidaceae*, *araceae*, *bromeliaceae*, *eriocaulaceae*, *iridaceae*, *pandaceae*, *zingiberaceae*. Las *liliaceae* y *cyperaceae* se encuentran representadas en ambas floras (templada y tropical), y aparentemente no existe ninguna familia de monocotiledóneas que tenga una distribución templada predominante (Lindorf, 1985).

## Espacialización y dispersión de la flora

Muchas evidencias geológicas han demostrado que durante el cretáceo (hace 120 millones de años) Suramérica estuvo conectada directamente con África e indirectamente con India, Australia y Madagascar, a través del continente Antártico. A fines del mismo periodo (hace 25 millones de años), África y Suramérica estuvieron separadas en algunos lugares por apenas 600 km; además, entre ambos continentes existían numerosas islas que permitían una conexión. Al final del eoceno (hace 54 millones de años) comenzó el acercamiento de Norte y Suramérica. La cercanía entre los distintos continentes permitió la migración y el intercambio de la biota, evidente en nuestros días.

La diversidad biológica está distribuida desigualmente entre los países del mundo, dado que la geografía de las plantas es el resultado de sucesos globales en la historia

geológica, en particular del movimiento de los continentes y los cambios climáticos drásticos. Los fitogeógrafos han dividido al mundo en seis reinos florísticos: holártico (América del Norte, Europa y norte de Asia), neotrópico (América Latina sin la porción sur lejana), paleotrópico (Sureste de Asia y África sin la región del cabo de Hornos), capense (la región sur del cabo de Hornos), australiano (Australia) y antártico; abarcan grandes áreas del planeta con historias geológicas compartidas y, en consecuencia, con floras similares.

La geografía de las plantas o fitogeografía puede ayudar a predecir las regiones en donde es probable la existencia de una cierta especie o de sus parientes cercanos. Si un taxónomo investiga una población de árboles y decide que el grupo es lo suficientemente diferente para ubicarlo como especie distinta y darle un nombre, en consecuencia el nombre taxonómico puede determinar la atención dedicada a una población animal o vegetal y hasta su destino.

Los bosques tropicales fueron anteriormente considerados como una comunidad más o menos homogénea de árboles, similares a muchos bosques templados, ya que algunas regiones tropicales mostraban grandes extensiones de bosques con una fisonomía relativamente consistente. Sin embargo, la investigación de una gran cantidad de bosques ha revelado una alta riqueza local de especies, cambiante dependiendo de la distancia. El examen de los patrones geográficos de las distribuciones de las especies demostró que aun dentro de una región tropical caracterizada por un cierto tipo de vegetación, las especies tienden a tener distribuciones restringidas o interrumpidas.

Colombia, por hallarse situada en la esquina noroccidental de América del Sur, fue umbral de acceso de la flora norte y mesoamericana que invadió América del Sur, a partir del establecimiento del istmo de Panamá durante el plioceno, hace unos 2,5 a 4,5 millones de años; ello permitió el acceso al país de numerosos elementos neárticos y holárticos que no tuvieron ninguna expansión en Suramérica, tales como *quercus*, *trigonobalanus*, *alfaroa*, entre otros (Hernández-Camacho, 1997).

Los tipos de vegetación representan solamente una medida cruda de la diversidad, porque un tipo de vegetación abarca una gran cantidad de hábitats. Para el Neotrópico existen mapas de vegetación en diversas escalas; para Suramérica han sido elaborados por Hueck y Seibert (1981) y por la Unesco (1981). Hay mapas de vegetación para la mayoría de los países neotropicales; desafortunadamente, los esquemas de clasificación frecuentemente no son comparables, puesto que están ba-

sados en conceptos y categorías nacionales, más que internacionales.

Considerando que cada especie vegetal posee una amplitud ecológica limitada con relación a ciertos factores –como temperatura, precipitación, humedad del aire, el suelo, los nutrientes, pH y radiación solar–; el estudio implementado para la flora ha sido usado por los sistemáticos tradicionales, además de trabajar con la ayuda de bases de datos relacionales que permiten el análisis integral de la información generada en campo y la interpretación de imágenes de satélite, radar y fotografías aéreas, para derivar productos con criterio holístico y multitemporal, tanto alfanumérico como gráfico.

La fitogeografía se puede utilizar para ayudar a ubicar las poblaciones naturales. Una vez que se haya determinado su extensión geográfica original, será posible buscar las poblaciones restantes para su protección y manejo para una producción sustentable.

## Metodología para el estudio de la flora

Para el establecimiento de los muestreos se debe definir qué tipo de estudio se realiza, y para ello los dos conceptos que se manejan son vegetación y flora; el primero hace referencia al conjunto de plantas (diferentes comunidades vegetales), sus relaciones con el medio e interespecíficas; distribuidas en una parte del territorio geográfico (Long, 1974). La flora, por su parte, es el conjunto de especies y taxones infraespecíficos (*Lista de especies*) de un territorio dado, haciendo mención de su uso e interés cultural; lo que permite hablar de la riqueza florística de un lugar y compararlo (Minambiente, 1997).

El conocimiento cualitativo y cuantitativo de las comunidades vegetales, las interrelaciones de sus componentes, la agrupación por tamaños en la población, el espacio y el arreglo que ocupan en los planos vertical y horizontal (con base en las variables de abundancia, frecuencia, dominancia, estratificación, vitalidad y sociabilidad, entre otras), la flora y la dinámica espacial y cronológica de los individuos y las sucesiones, son estudiados por las investigaciones florísticas, fitosociológicas y los inventarios forestales. El conocimiento adecuado de estos aspectos establece el funcionamiento del ecosistema boscoso u otra organización vegetal y de esta forma planifica su aprovechamiento y manejo sostenible.

El inventario de las formas vegetales halladas en cada comunidad se establece para determinar su variedad, riqueza y diversidad; esto se requiere para la planificación y el establecimiento de normas específicas sobre utilización de los ecosistemas. (La determinación, caracteriza-

ción, localización, cuantificación y representación cartográfica de las comunidades vegetales existentes en las diferentes regiones y localidades del país, se constituyen en la primera etapa para conocer las disponibilidades de ecosistemas forestales y planificar su utilización sostenible.)

Con base en el levantamiento de vegetación se establecen: las especies raras (debido a su condición filogenética o a su abundancia y frecuencia muy bajas), las especies amenazadas (en riesgo de agotarse por la destrucción de los hábitats o la presión del mercado, sin que necesariamente estén en peligro de extinción), las especies endémicas (nativas de una zona o localidad muy específica, con área geográfica de distribución muy restringida), las especies en peligro de extinción (por sobreexplotación o destrucción de los ecosistemas poseen poblaciones virtualmente agotadas en cuanto al número de individuos y/o a la calidad de la base genética y que, de continuar afectadas por dichos procesos, desaparecerán).

Para planificar el uso de los recursos forestales es necesario determinar cuáles son las características y la dinámica de las sucesiones vegetales (primaria o clímax y secundaria, como rastrojos o bosques de sucesión secundaria, temprana o avanzada) existentes en cada comunidad. Así mismo, se requiere establecer, delimitar y cuantificar dichos estados sucesionales.

Dependiendo del grado de detalle o del problema para resolver, se diseña y lleva a la práctica un procedimiento de muestreo que puede ser:

**Sistemático.** Consiste en tomar muestras según un modelo repetitivo, que puede fijarse por una red de mallas regulares, de bandas o transectos, etc. El transecto es muy utilizado cuando el objetivo del estudio es establecer las relaciones vegetación-medio.

**Estratificado.** De las unidades constituyentes del transecto se podrán estudiar todas o solamente algunas (muestreo al azar o estratificado). Se realiza una división de la superficie para muestrear en unidades homogéneas; una vez hecho esto, se localiza en cada una de estas unidades o estratos a las muestras al azar. Se reduce de esta forma la variabilidad de las muestras (Minambiente, 1997).

## Composición florística

En el Ideam, el estudio de la flora se enfoca hacia el conocimiento de las especies desde los campos de la morfología, anatomía, fisiología, ecología, distribución y dispersión, entre otras, para generarle al país información veraz sobre las diferentes coberturas vegetales.

La flora silvestre colombiana es una de las más complejas del neotrópico y para su estudio se cuenta con importante información secundaria y de colecciones de herbario, consignada o en proceso de inclusión en las bases de datos del Ideam, lo que permite conocer, tanto el estado de las unidades taxonómicas (especies), como de su conjunto; esto es las comunidades vegetales propiamente dichas. Las primeras observaciones florísticas y de otros aspectos de la vegetación datan de 1807, con las observaciones de Humboldt y enriquecidas con las contribuciones de Caldas (1816), Cuatrecasas (1934, 1958), Pérez Arbeláez y Dugand (1970), FAO (1964) y Van der Hammen y González (1963), entre otras. Los estudios mencionados y los efectuados en los últimos 30 años permiten hacer una aproximación a la riqueza florística del país.

Únicamente en lo que respecta a las plantas superiores, en Colombia se han publicado estimativos que fluctúan entre 30.000 y 50.000 registros; total que sólo sería excedido por las 65.000 especies calculadas para el Brasil (Hernández-Camacho, 1997). Los análisis florísticos de la vegetación del mundo han permitido establecer que la región tropical húmeda de América del Sur se considera la más rica del mundo en especies; ejemplo contundente está dado para Colombia en la región Pacífica, donde se han reportado unas 700 especies de plantas vasculares por km<sup>2</sup>.

Los registros provenientes de estudios de los últimos 20 años, tales como las listas del programa Ecoandes (Rangel *et al.* 1983; 1985); los trabajos de Sturm y Rangel (1985), Murillo y Lozano (1989), Forero y Gentry (1989), PRORADAM (1979), Cleef (1981), Duque y Rangel (1990), Rangel (1991), Duivenvoorden (1993); los datos de catálogos preliminares de botánicos colombianos y extranjeros; la literatura taxonómica (flora neotropical, flora de Colombia, flora de países vecinos, monografías); generan la lista preliminar de las familias florísticas representativas en Colombia, discriminadas por regiones geográficas (*figura 7.3*). Para el Macizo Colombiano central se hace referencia únicamente al transecto desde el valle del río Magdalena hasta el volcán del Puracé (Rangel, 1995).

Con la megadiversidad florística que caracteriza al país es indudable que estudios futuros muestren tendencias insospechadas en cuanto a biodiversidad se refiere. Para sólo los bosques de robles de Colombia, Lozano *et al.* (1996) encontraron las familias de plantas con mayor número de especies. Entre ellas se citan las siguientes: *asteraceae (compositae)*, *orchidaceae*, *solanaceae*, *polypodiaceae*, *piperaceae*, *melastomataceae*, *rubiaceae*, *araceae*, *poaceae (gramineae)* y *gesneriaceae*; mientras que para un

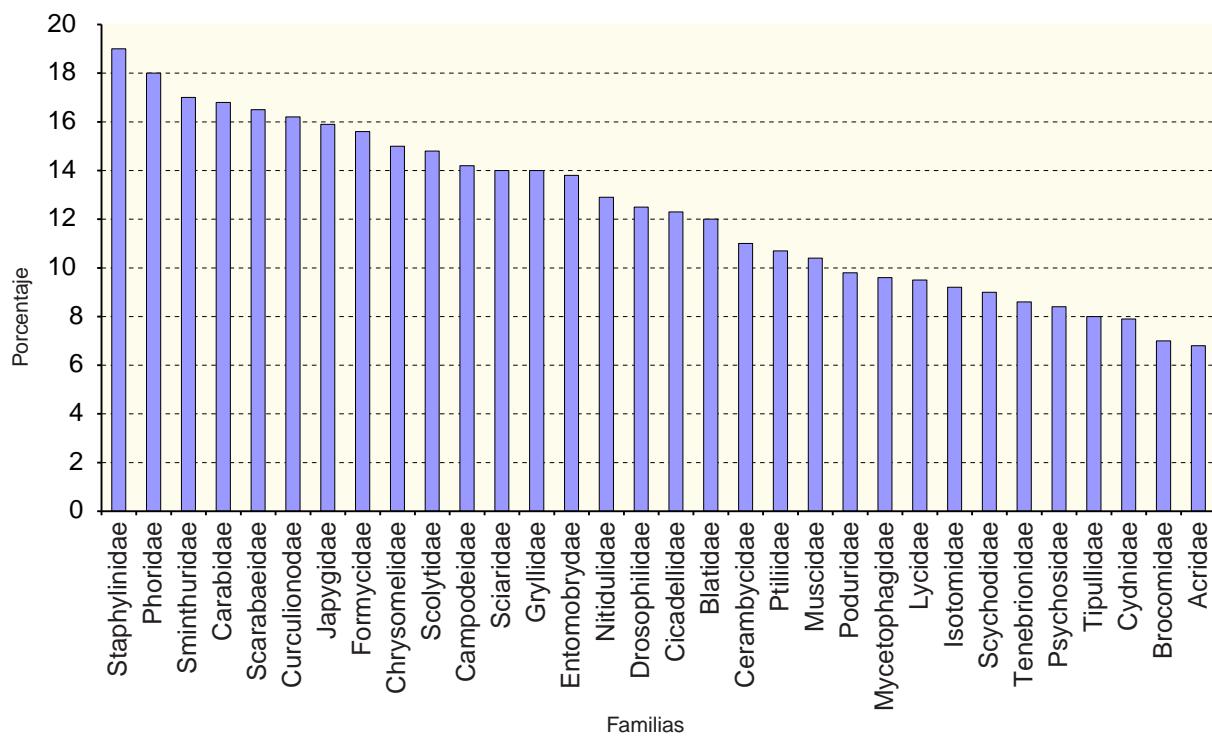


Figura 7.3. Frecuencia absoluta de las familias edáficas en las regiones naturales.

para un bosque mixto de la zona Andina de la cordillera Occidental en el parque nacional natural Munchique, las familias que mostraron el mayor número de especies representadas fueron: *Melastomataceae* (70), *Orchidaceae* (50), *Rubiaceae* (42), *Ericaceae* (40), *Asteraceae* (36), *Solanaceae* (28), *Gesneriaceae* (26), *Araceae* (26), *Piperaceae* (25), *Euphorbiaceae*.(16). En este último bosque se encontraron en total 745 especies de plantas, que incluyen 57 especies de pteridófitas, 68 géneros de árboles, 128 de arbustos y 35 géneros de plantas herbáceas

Por otro lado, para los bosques húmedos tropicales de Ecuador (Jaunecche y río Palenque), Dodson y Gentry (1985) encontraron que en Jaunecche las familias (exceptuando los helechos) que presentaron mayor número de especies en su orden fueron: *Fabaceae (Leguminosae)* (13), *Rubiaceae* (11), *Bignoniaceae* (11), *Moraceae* (10), *Euphorbiaceae* (8), *Pteridofitos* (7), *Araceae* (7), *Sapindaceae* (6) y *Apocynaceae* (6); mientras que para río Palenque, el orden varía así: Helechos (34), *Araceae* (31), *Orchidaceae* (28), *Piperaceae* (28). *Moraceae* (15), *Rubiaceae* (14), *Solanaceae* (13), *Fabaceae (Leguminosae)* (12), *Gesneriaceae* (12) y *Bromeliaceae* (10).

Barbosa (1992b), para un bosque de piedemonte (río Duda) en un área no mayor de 6 km<sup>2</sup>, encontró 100 familias de plantas, pertenecientes a 275 géneros, y cerca de 500 especies diferentes de plantas; de ellas las familias que presentaron mayor número de especies fueron en su orden: *Poaceae (Gramineae)* (38), *Moraceae* (32),

*Fabaceae (Leguminosae)* (30), *Pteridofitos* (30), *Rubiaceae* (21), *Sapindaceae* (16), *Acanthaceae* (12), *Bignoniaceae* (11), *Melastomataceae* (11), *Asteraceae* (9), *Euphorbiaceae* (9) y *Arecaeae* (9).

Como complemento de la tabla 7.9, se analizó la información equivalente encontrada por Rangel *et al.* (1986) en el listado florístico del transecto parque nacional natural Los Nevados, con los siguientes resultados: *Asteraceae (Compositae)* (106), *Polypodiaceae* (33), *Poaceae* (24), *Rosaceae* (22), *Scrophulariceae* (18), *Apiaceae (Umbelliferae)* (11), *Solanaceae* (11), *Rubiaceae* (10), *Ericaceae* (7) y *Gentianaceae* (7). En este último análisis para la flora altoandina –la encontrada entre 2.700 msnm y 4.500 msnm–, se ve claramente la gran influencia de elementos provenientes del norte y los mecanismos posibles de dispersión usados, como son el viento y pequeños roedores.

## Flora de los ecosistemas boscosos

### Bosque basal amazónico

Según Ideam (1996), la selva basal amazónica (Bbam), también conocida como selva húmeda tropical, situada aproximadamente entre los 400 msnm y los 1100 msnm, constituye también en parte la selva de piedemonte presente en las tres cordilleras; posee una composición florística muy heterogénea y con diversidad de hábitats y se caracteriza por la presencia de numerosas especies de palmas y de plantas con hojas megáfilas y macrófilas.

Familias vegetales con mayor número de especies en Colombia y Ecuador				
Familias	Localidades			
	Munchique	Macarena	Jauneche	Río Palenque
	Colombia	Colombia	Ecuador	Ecuador
<i>Rubiaceae</i>	42	21	11	14
<i>Melastomataceae</i>	70	11		
<i>Orchidaceae</i>	50			28
<i>Pteridofitos</i>		30	7	34
<i>Araceae</i>	26		7	31
<i>Moraceae</i>		32	10	15
<i>Fabaceae (Leguminosae)</i>	30	13	12	
<i>Piperaceae</i>	25			28
<i>Asteraceae</i>	36	9		
<i>Solanaceae</i>	28			13
<i>Ericaceae</i>	40			
<i>Poaceae (Gramineae)</i>		38		
<i>Gesneriaceae</i>	26			12
<i>Acanthaceae</i>	16	12		
<i>Euphorbiaceae</i>	16		8	
<i>Sapindaceae</i>		16	6	
<i>Bignoniaceae</i>		11	11	
<i>Melastomataceae</i>		11		
<i>Bromiliaceae</i>				10
<i>Apocynaceae</i>			6	

**Tabla 7.9.** Lista preliminar de familias vegetales con mayor número de especies en Colombia y Ecuador. Fuente: Ideam

Entre las comunidades vegetales más importantes se destacan: consociaciones de *Bambusa sp.*, *Heliconia spp.* y *Calathea sp* y las asociaciones de *Erythrina poeppigiana*, la de *Ceiba pentandra* con *Spondias mombin*, la de *Ficus glabrata*, la de *Bactris sp.* (corozo) y la asociación de *Luehea seemanii* con *Copaifera officinalis* y *Scheelea sp.*, aparte de las comunidades características de los bosques de galería, con *Erythrina fusca* e *Inga sp.*

### Bosque (selva) basal del Pacífico

El bosque (selva) basal del Pacífico (BBp) involucra un área bastante considerable de extensión territorial y se caracteriza principalmente por poseer un alto grado de especialización y alto índice de diversidad florística, donde las familias Annonaceae, Melastomataceae y Moraceae son representantes importantes de esta unidad (Ideam, 1996). Entre las especies predominantes se citan: *Carapa guianensis* (cedro guino), *Brosmum utile* (sande), *Ficus standleyanum*, *Ficus americana* (higuerones), la palma *Jessenia bataua* (mil pesos), *Astrocaryum standleyanum* (werregue), *Cecropia peltata* y *Cecropia burriada* y *Cecropia spp.* (yarumos) y los *Euterpe cuatrecasana* (palmitos), entre los más conspicuos.

### Bosque basal Orinoquia (BBo)

Esta cobertura fue inicialmente estudiada por FAO (1966) y comprende aquellas manchas boscosas relictuales o transicionales de la Orinoquia colombiana.

En el noroccidente de Arauca permanece un bosque higrotropofítico de características particulares, que representa muy bien a esta unidad. Allí se encuentran principalmente especies de cámbulos (*Erythrina spp.*), *Luehea sp.*, caracolí (*Anacardium excelsum*) e higuerón (*Ficus americana*), entre otras.

### Bosque (selva) basal del Caribe (BBC)

Esta es quizás la cobertura más intervenida en Colombia y por consiguiente, en peligro de desaparecer. Corresponde a algunas reservas y santuarios, como el de Los Colorados, y a otras manchas relictuales del llamado bosque seco tropical (Espinal y Montenegro, 1963; Dugand, 1934).

Son múltiples las comunidades vegetales que encierra esta unidad; como ejemplo se cita las encontradas por Barbosa y Fajardo (1986): *Curatella americana* (mantequero), *Hymenea courbaril* (algarrobo), *Xylopia*

*aromatica* (fruto de burro), *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima* sp., *Cochlospermum vitifolium* (papayote); mezcladas con elementos propios del bosque seco y riparios, tales como: *Byxa sphaerocarpa* (achiote), *Machaerium capote* (capote), *Guazuma ulmifolia* (guásimo), *Vismia* sp. (puntelanza), *Genipa caruto*, *Jacaranda caucana*, *Cecropia* sp., *Senna fruticosa*, *Mabea* sp. y *Bactris major* (corozo de lata).

### Bosques andinos

Según Rangel *et al.* (1997), entre los tipos de vegetación se encuentran: los robledales con *Quercus humboldtii*; las selvas y bosques con *Ocotea calophylla* (aguacatillo), especies de *Weinmannia* sp. (encenillos) y *Hesperomeles lanuginosa* (mortiños); los bosques con especies de *Prunus* sp. (cerezo) y de *Myrsine* sp. (cucharos) y los bosques dominados por *Podocarpus oleifolius* (pino chaquiro, pino romerón). También figuran los bosques con *Drimys granatensis* (canelo de páramo) y *Clusia cf. Multiflora* (raque, manchón), que en ocasiones constituyen la vegetación leñosa que se distribuye más alto en algunas montañas, y el bosque alto con especies de *Oreopanax* sp. (mano de oso, cinco dedos), de *Schefflera* sp. y de *Tovomita* sp. Igualmente aparecen los bosques achaparrados con especies de *Hedyosmum* e *Ilex*, a los cuales se les asocian especies de *Symplocos* sp. y de *Ternstroemia* sp.; en el límite con la vegetación abierta del páramo, se establecen los bosques y matorrales altoandinos, como los dominados por especies de *Polylepis* sp. (colorado), *Escallonia myrtilloides* (tibar) y especies de *Miconia* sp. (niquitos).

En el estudio de ecosistemas (Ideam-Universidad Distrital, 1996), el bosque andino está conformado por: bosque seco andino (bs-A), bosque húmedo andino (bh-A) y bosque muy húmedo andino (bmh-A), de acuerdo con Espinel (1977) y referenciado por la Universidad Distrital (1979). En altas altiplanicies andinas o cañones un poco abrigados y resguardados dentro de las cordilleras, aparece el bosque seco andino (bs-A), en la Sabana de Bogotá, Tunja, valle de Duitama y Sogamoso, laderas del Chicamocha, valle de Pasto, Ipiales y vertiente del Guáitara. El bosque húmedo andino (bh-A) se encuentra rodeando el bosque seco andino de la Sabana de Bogotá, al sentirse en los piedemontes la influencia de las montañas por el aumento de las lluvias; se halla también en las partes de los cañones que muestran sequedad ambiental, como Chicamocha, Guáitara, Juanambú, Garagoa (Boyacá), y en enclaves dentro de zonas húmedas en el valle de Rionegro, La Ceja (Antioquia) y Silvia (Cauca).

Como una formación montañosa, el bosque muy húmedo andino (bmh-A) se extiende ampliamente por el sistema cordillerano de los Andes en fajas dilatadas de

las vertientes del Cauca y Magdalena, enmarcadas por los páramos hacia las cimas de las sierras y, en su nivel inferior, por el piso subandino o zona cafetera (Universidad Distrital, 1979; Espinel, 1977).

El dosel arbóreo de las selvas andinas es variado, puesto que localmente puede alcanzar los 25 m de altura; pero en general se sitúa entre 10 m y 20 m y tiende a decrecer con la elevación sobre el nivel del mar. La composición florística es muy variada.

Las especies de mayor importancia por su dominancia o frecuencia son: encenillo (*Weinmannia* spp.); *Clethra* spp.; cedrillo (*Brunellia* spp.); cedro cebollo, cedro mondé, cedro rosado, mondé (*Cedrela subandina*); cedro negro, cedro nogal, nogal (*Juglans* spp.); cucharo, cape, chagualo, incienso o mandure (*Chusia* spp.); canelo de páramo o palo de ají (*Drymis granatensis*); motilón o chuguacá (*Hieronyma* spp.); granizo (*Hedyosmum* spp.); mortiño, cerote o noro (*Hesperomeles* spp.); cerezo (*Prunus* spp.); trompeta, cura-arador o sarnos (*Bocconia integrifolia*); raque, chaque, roso o sanjuanito (*Vallea stipularis*); tibar o tobo (*Escallonia* spp.); mano de oso y/o mano de león (*Dendropanax* spp.); yuco (*Schefflera* spp.); chaquiro, pino colombiano, pino de pacho o pino romerón (*Podocarpus* spp. *sensu lato*), amarillos y/o aguacatillos (*Nectandra* spp., *Ocotea* spp., *Persea* spp.); pegamosco (*Befaria* spp.); uvos (*Cavendishia* spp., *Macleania* spp.); arrayán (*Eugenia* spp. *sensu lato*); salvio (*Cordia* spp.); alisos o cerezos (*Alnus acuminata*); *Budleia* spp.; cordoncillo (*Piper* spp.); espino, corono o cacho de venado (*Xylosma spiculeferum*); duraznillo o velita (*Abatia oppositifolia*); espino o guapanto (*Duranta* spp.); quina (*Cinchona* spp.); falsa quina (*Ladenbergia* spp.); cucharo (*Rapanea* spp.); tuno (*Miconia* spp.); amarraboyo o mayo (*Meriania* spp.); sietecueros (*Tibouchina* spp.). Las trepadoras y semiapoyantes son frecuentes; las epífitas, abundantes, tanto criptogamas (musgos, líquenes, algas, helechos, hepáticas, *Selaginella* spp.), como angiospermas (Ericaceae arbustivas, Gesneriaceae, Peromia spp., Begonia spp., Anthurium, Centropogon spp., Orchidaceae, Pilea spp. y Bromeliaceae), que pueden recubrir completamente el tronco y las ramas de los árboles; hemiparásitas (*Aetanthus*-corales-, *Gaiadendron*); holoparásitas (*Langsdorffia hypogaea*); gramíneas de géneros *Chusquea* y *Swallenochloa*; Cortaderia, *Nephrolepis* spp.

Las palmeras están representadas hasta los 2500 m por *Aiphanes* (corocillos), *Euterpe* (*sensu lato*); y hasta los 3200 m, por la palma de cera (*Ceroxylon* spp.), palmicha (*Geonoma weberbaueri*), palma boba, boba o sarro (*Cyathea* spp. y *Dicksoniaceae* spp.). Entre las especies caulirosulares se encuentran *Blechnum* (*B. loxense*), frailejones (*Espeletia* spp., *Espeletiopsis* spp., *Tamania chardoni*) (Carrizosa y Hernández, 1992).

## Manglar

Se reconocen sólo dos coberturas: la atlántica –manglares del Caribe (Mc)– y la pacífica –manglares del Pacífico (Mp).

### Manglares del Caribe (Mc)

Al sur del golfo de Morrosquillo, en la bahía Cispatá, existe el mayor y más complejo manglar de la costa norte colombiana y probablemente el que se encuentra en mejor estado de conservación. Presenta cinco especies arbóreas: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicenia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco o amarillo), *Conocarpus erectus* (mangle botón) y *Pelliciera rhizophorae*.

Estas coberturas se encuentran distribuidas discontinuamente en franjas angostas, con excepción de las desembocaduras de los ríos donde llegan, en algunos casos, hasta 20 km tierra adentro. En cuanto a la flora asociada, se encuentran 6 géneros con 11 especies de clorofíceas, 2 géneros con 3 especies de feofíceas, 11 géneros con 17 de rodofíceas, 7 géneros con 16 especies de plantas emergentes y 34 géneros con 35 especies de plantas terrestres (CCO, 1994).

Las áreas de manglar del litoral Caribe se encuentran seriamente intervenidas, hasta el punto de que sólo se ubican pequeñas manchas relictuales en el golfo de Urabá, en las islas de San Bernardo, en los alrededores de Cartagena y en la Ciénaga Grande de Santa Marta, principalmente.

### Manglares del Pacífico (Mp)

En el Pacífico colombiano se encuentran nueve especies de mangle: *Rhizophora sp.*, *R. mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta*, *Avicenia germinans*, *A. tonduzii* y *Pelliciera rhizophorae*.

La fauna asociada con los manglares del Pacífico colombiano se resume en: 16 géneros con 16 especies de poliquetos, 28 géneros con 41 especies de moluscos, 51 géneros con 107 especies de crustáceos, 77 géneros con 103 especies de peces, 56 géneros con 73 especies de aves, 19 géneros con 19 especies de mamíferos.

La flora asociada incluye 7 géneros con 8 especies de clorofíceas, 2 géneros con 2 especies de feofíceas, 7 géneros con 15 especies de rodofíceas y 16 géneros con 17 especies de plantas terrestres (CCO, 1994).

## Flora de los ecosistemas no boscosos

### Páramo

El subpáramo se halla caracterizado por vegetación de porte enano, sujeta a fuertes vientos, entre cuyas especies figuran: la uvita del diablo (*Pernettya prostrata*); la

cola de caballo (*Equisetum bogotense*); la uva caimarona (*Macleania rupestris*); el ruchigo (*Otholobium mexicanum*); la oreja de mula (*Freziera spp.*) y el espino o mortiño (*Hesperomeles spp.*), entre otras. Al ascender hacia el páramo propiamente dicho y superada su altura, se encuentra finalmente el superpáramo que limita con las nieves.

Estos ecosistemas poseen extensas formaciones de gramíneas perennes (*Calamagrostis recta*, *C. effusa* y *Festuca sp.*), que crecen en macollas erguidas y distantes poco menos de medio metro unas de otras; también, pequeños grupos formados por el chusquea (*Chusquea spp.*), en los que los arbustos más importantes son los chites (*Hypericum spp.*) (Cuatrecasas, 1958).

Un aspecto interesante del paisaje vegetal de esta cobertura lo ofrecen los pajonales paramunos y los frailejones (*Espeletia spp.*).

### Zona de superpáramo

El superpáramo es la zona inmediatamente inferior a la zona nival, compuesta generalmente por pequeños arbustos enanos sometidos a condiciones extremas de vientos y a precipitaciones con temperaturas extremas por debajo de 0 °C; constituye el límite superior de la vegetación propiamente dicha y las rosetas son las formas preponderantes con crecimiento de plantas aisladas, del tipo *Draba spp.*, acompañadas de *Senecio pp.* y gramíneas del tipo *Aristida spp.*, plantas que dan al paisaje la sensación de aridez tanto por su porte como por la textura áspera del follaje. Las criptógamas ocupan un lugar importante en las zonas altas de Colombia; crecen generalmente sobre rocas expuestas, como lo describen Churchill y Linares (1995),

### PÁRAMO PROPIAMENTE DICHO

Los páramos están compuestos por subunidades de vegetación comúnmente reconocidas como frailejonales, pajonales, chuscales, chitales, puyales, matorrales paramunos, etc.:

### Frailejonales

Técnicamente hablando esta unidad corresponde a una gran alianza denominada Espeleition, conformada por numerosas comunidades vegetales caracterizadas por la presencia del frailejón, una planta lanuda de color gris a blanquecino o cremoso, adaptada a vivir en condiciones altitudinales sobre el nivel del mar que sobrepasan los 3000 msnm; excepcionalmente puede estar presente por debajo o cerca de 2600 msnm.

Dentro de las comunidades más importantes de esta alianza se encuentran: la de *Espeletia uribei*, con el porte más alto dentro del género, que puede observarse en el

páramo de Chingaza; la de *Espeletia argentea*, que suele crecer en áreas recién intervenidas y se reconoce fácilmente por los tonos plateados de sus vistosas hojas; la comunidad de *Espeletia grandiflora*, una de las especies más comunes de frailejón del centro de Colombia, caracterizada por sus vistosas flores amarillas; la comunidad de *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* que caracteriza los páramos del sur y centro de Colombia, reconocible por el porte robusto de sus frailejones. En general, existen numerosas especies de *Espeletia*, algunas con características de endemismos y otras incluso pertenecientes a géneros diversos, como el caso de *Libanothamnus*, de la Sierra Nevada de Santa Marta, el único frailejón que se bifurca.

#### *Pastizales*

Existe gran dificultad de orden práctico para separar estas dos unidades, puesto que ambas están conformadas por pastos y gramíneas. Si se atiende a respuestas espectrales o a composición florística, principalmente en zonas de páramo donde la cobertura vegetal 'pastos mejorados' no se encuentra de forma simétrica, como si ocurre en regiones amplias y planas basales del país, seguramente estos enormes pastizales correspondan a extensiones aleatorias de pasto quicuyo que alcanzan a trepar hasta alturas considerables o, en su defecto, a otros pastos naturales, pero sin formar macollas altas.

#### *Chuscales*

Estas unidades naturales corresponden a los agregados de gramíneas con culmo significado y hueco, conocidas comúnmente como chusques, de donde se deriva el nombre genérico *Chusquea* sp., al que pertenece un sinnúmero de especies, algunas de las cuales pueden bajar hasta los 500 msnm (*Chusquea latifolia*), formando las mismas agregaciones; por lo tanto, no es una unidad independiente y propia de los páramos.

Se caracterizan estructuralmente por formar agregados casi puros o consocios, muchas veces alrededor de cursos de agua y otras veces entremezclados con los bosques alto andinos y andinos, confundiéndose espectralmente con ellos.

#### *Chitales*

Con este nombre, o con el de charrascales, churreascales, matorrales, se suele designar frecuentemente a un conjunto de arbustos entre los 2 m y 3 m de altura que forma parte de los bosques altoandinos, principalmente en su periferia, y los cuales pertenecen principalmente a especies del género *Hypericum* sp. y a especies de Compuestas, principalmente. Sólo es posible ubicar estas unidades con información de campo debidamente georreferenciada.

#### *Puyales*

Estas comunidades, conformadas por bromeliáceas arrocetadas, algunas hasta de 3 m de alto, con agujones en los bordes de las láminas foliares, constituyen grupos naturales reconocidos vulgarmente con este nombre y que se pueden encontrar indistintamente en laderas expuestas a vientos fuertes o cerca de humedales.

#### *Sietecueras*

Con este nombre se designan varias comunidades vegetales dependiendo del lugar geográfico: así, puede tratarse de un bosque de *Polylepis* sp. (siete cueros) dentro de los páramos o puede tratarse de un bosque de *Tibouchina lepidota* (siete cueros) en el bosque andino.

#### *Uverales*

También nombrados como uvales o mortiñales, corresponden al llamado cinturón de ericaceas que bordean usualmente los páramos y las zonas abiertas o desprovistas de cobertura vegetal, en donde predomina principalmente la *Macleania rupestris* y las especies del género *Cavendishia* sp.

#### *Encenillales*

Son comunidades de porte y densidad variable que pueden pertenecer indistintamente al bosque andino o al bosque altoandino y ser remanentes o estar en buen estado sus árboles; por lo general tienen crecimiento y forma irregular y la tendencia a ser achaparrados. El género al cual pertenecen estas poblaciones es *Weinmannia* sp., de la familia Cunoniaceae.

#### *Turberas*

Las turberas, más que una cobertura vegetal, son áreas que se caracterizan por formarse sobre cuerpos de agua y zonas en proceso de colmatación. Existen desde el nivel del mar (turberas de manglar) hasta los páramos, en donde generalmente poseen el aspecto de zonas pantanosas cubiertas de musgos (*Sphagnum* sp. y otras especies), algunas veces de vistosos colores. En otras oportunidades están cubiertas por diminutas plantas arrocetadas del género *Plantago* sp. o de otras plantas herbáceas de tamaño muy pequeño y con tendencia a formar rosetas.

#### *Matorrales*

Con este nombre común se designa a cualquier estadio sucesional temprano, a los bosques enanos altoandinos y también a aquéllos que crecen sobre los afloramientos rocosos. Para precisarlos mejor se debe acompañar del nombre de la especie predominante: por ejemplo, matorral de *Cavendishia* sp., etc. y de ser posible la edad, cuan-

do se trata de una sucesión temprana: por ejemplo, matorral de cinco años de *Cecropia* sp. Esta cobertura se puede encontrar en cualquier piso altitudinal.

### Xerofitía

La composición florística de estas unidades varía dependiendo de la subunidad a tratar. Así, es típica de la xerofitía altoandina por encima de los 2000 msnm la presencia de *Caesalpinia spinosa* y *Dodonea viscosa*, muy comunes incluso en jardines de Bogotá; la *Opuntia* spp. y el *Schinus molle*, el falso pimiento, tan común en las zonas áridas de Villa de Leyva. En zonas más cercanas al nivel del mar, cerca de los 1000 msnm, se observan leguminosas convencionales de climas áridos, como sucede en el Boquerón de Cundinamarca con especies como *Chloroleucon bogotense*, que se encuentra reemplazando a *Chloroleucon manguense* de las zonas áridas del litoral Atlántico, acompañadas de especies propias de zonas secas, como la *Bursera simarouba* y un séquito de cactáceas.

Como ejemplo de caso se presenta la caracterización florística de la cuenca del río Carraipia-Paraguachón: esta contribución se basa principalmente en observaciones de campo obtenidas durante el reconocimiento de la cuenca (enero, 1996), que requieren una caracterización fitosociológica para validar las tres unidades planteadas. La primera comprende la gran planicie aluvial del Cuaternario, en donde se asienta el espinar o matorral denso, cuya especie más común es el trupillo, en Colombia, o cuji, en Venezuela (*Prosopis juliflora*).

En proximidades de cursos de agua la cobertura vegetal logra un porte mayor asemejando lo que en Colombia se ha venido llamando el bosque seco tropical. La mayoría de especies de esta subunidad son caducifolias y presentan floración explosiva; entre ellas están además las siguientes especies: la pionia (*Erythrina berteroana*); el banco (*Gyrocarpus americanus*); el pui o curarire (*Tabebuia bilbergii*) de vistosas flores amarillas, el roble (*Tabebuia rosea*), el cotoprix (*Talisia olivaeformis*), el olivo nombre con que se conoce; varias especies del género *Capparis*, entre ellas, *C. flexuosa*, *C. indica*, *C. linearis*, *C. octandra* y *C. odoratissima*, todas excepcionalmente perennifolias, con hojas de un verde intenso todo el tiempo.

El estrato arbóreo es codominado con el guamacho (*Pereskia guamacho colombiana*), el cual es bien frecuente. Al contrario, *Crateva tapia* y *C. gynandra* son menos notorios en esta unidad.

En el estrato herbáceo son frecuentes: el tua tua (*Jatropha cf. gossypifolia* y *Croton* spp.) y varias especies de tunas, cactáceas pertenecientes al género *Opuntia* (*O. elatior* y *O. wentiana*); el cardón galluzo y el iguaraya (*Phyllocereus ruscellianus* y *Acanthocereus pitahaya*) son

frecuentes en el espinar, plantas que, junto con cuji o trupillo (*Prosopis juliflora*), caracterizan esta unidad. Un elemento conspícuo por su presencia bejucosa es *Ipomoea pescaprae*.

La segunda gran unidad está constituida por la vegetación higrotropofítica, descrita originalmente por Cuervo et al. (1986) para la región de Colosó (Surre) y que se caracteriza entre otras por alcanzar un dosel considerablemente alto. Entre sus especies más sobresalientes están: el caracolí (*Anacardium excelsum*), el olla de mono (*Lecythis magdalenica*), el palo de agua (*Bravaisia integerrima*), el orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), el guacamayo (*Albizia colombiana*), el higuerón (*Ficus americana*), el morito o dinde (*Chlorophora tinctoria*), el samán o campano (*Pithecellobium saman*) y el jobo (*Spondias mombin*). Al igual que en la unidad anterior (bosque seco), los árboles tienen tendencia a ser caducifolios, lo cual ocurre generalmente durante la época más seca.

Una tercera unidad mucho más heterogénea, compuesta por varias asociaciones vegetales, es la que se establece sobre el sustrato calcáreo entre 200 msnm y 800 msnm, (premontano); la unidad geológica corresponde a calizas y areniscas con arcillolitas del Cretáceo y del Terciario Medio. en esta unidad se aprecian sucesiones en diferentes estados de intervención para usos agrícola y ganadero.

Entre las especies más características de esta unidad están: la ceiba de leche (*Hura crepitans*), el mamón de leche (*Mastichodendron colombianum*), el indio desnudo o indio en cuero (*Bursera simarouba*) y el camajoru o camajón (*Sterculia apetala*); ocasionalmente el (*Centrolobium paraense*) y el quebracho (*Astronium graveolens*), y menos frecuente, el bálsamo (*Myrospermum frutescens*).

Consocies de arecaceas son frecuentes cerca de los 600 msnm, en donde *Copernicia sanctae-martae* (palma amarga) y *Scheelea butiracea* (palma corúa) conforman un tipo particular de paisaje, principalmente en las cimas de las laderas.

En áreas con procesos de regeneración antropogénica y natural, principalmente en las laderas medias, se puede encontrar las siguientes especies: el yarumo (*Cecropia peltata*), el mielero (*Combretum fruticosum*) y el cojón de perro (*Tabernaemontana* spp.).

La caducifolia y la presencia de látex son características inherentes a estas comunidades, seguramente a causa del estrés climáticos y edáfico a que están sometidas.

### Sabanas herbáceas

Se caracteriza por la presencia de abundantes elementos florísticos, entre ellos las gramíneas, tales como *Andropogon bicornis*, el pasto 'rabo de zorro', junto con

una serie de gramíneas de los géneros Aristida, Axonopus, Leptocoryphium, Paspalum y Trachypogon; ocasionalmente se hallan numerosas especies arbustivas y subarbustivas de las familias Legumionosae, Malpighiaceae y Rubiaceae, en especial.

En estas unidades de vegetación son frecuentes las especies: *Bowdichia virgiliooides*, *Peltaea speciosa*, *Buchnera rosea*; *Chamaecrista parvistipula*, *Rhynchospora crassipes* y *Clitoria guianensis*, entre otras.

### Sabanas arbustivas

Las especies herbáceas más comunes son Gramíneas (Cyperaceas y Rapateaceas), entre ellas, *Schoenocephalium martianum*, conocida como 'flor de inírida'. Entre los arbustos se encuentran pequeños arbolitos de *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Bowdichia virgiliooides*, principalmente. Otros ecosistemas de sabana son:

#### Surales

Son elementos propios de estos lugares: *Axonopus aureus*, *Elionurus adustus*, *Palicourea rigida*, *Byrsonima verbacifolia*, *Bulbostylis juncoides*, *Rhynchospora barbata* y *Scleria muhlenbergii*, entre otras (Barbosa, 1992).

#### Esteros y sabanas inundables

Como especies acompañantes se puede citar: *Lisanthus spp.*, *Anacharis sp.*, *Chamaecrista sp.*, *Heliconia psittacorum*, *Desmodium barbatum* y *Byrsonima coccobaeafolia*, entre otras (Barbosa, 1992).

La compleja dinámica hídrica y geológica han permitido la formación de grandes depresiones inundables que sustentan vegetación palustre permanente, denominada 'paisaje de esteros' (Sarmiento *et al.*, 1971). En estos ambientes hay también vegetación flotante, como el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*, *E. azurea*); un sinúmero de plantas pequeñas, tales como *Pontederia*, *Lemna* y *Salvinia spp.*, la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) e incluso plantas de mayor porte, tales como *Echinodorus paniculatus*, *Limnocharis flava* y *Wulffia sp.*, que colmatan por lo general las superficies de las cubetas.

Hacia las márgenes de estos cuerpos de agua se encuentran comunidades, en especial de platanillos (*Heliconia spp.*) que, junto con bijaos (*Calathea spp.* y *Thalia geniculata*) y Gramíneas y Cyperaceas, constituyen parte de las etapas seriales riparias aledañas al bosque pantanoso.

## Flora de los ecosistemas acuáticos

### Especial pantano

Se encuentran las siguientes consociaciones y comunidades: consociación de *Thalia geniculata*, con *Paspalum*

*fasciculatum*; comunidad de *Cyperus spp.*, *Ludwigia*, *Alismataceas* y *Poaceas*; como plantas ruderales: *Centrosema sp.*, *Desmodium sp.*, *Sida cf. rhombifolia*, *Cassia occidentalis*, *Mimosa sp.*, *Sapium sp.*, *Hyptis sp.*, *Amaranthus spinosus*, *Indigofera suffruticosa*, *Merremia sp.*, *Juncaceae* al borde de los zapales; pequeñas consociaciones de *Acrostichum aureum* son frecuentes con *Crescentia cujete* y *Eichornia crassipe*; en zonas inundables, marginales a los zapales, *Pithecellobium lanceolatum*, *Cassia reticulata* formando consociaciones marginales a los zapales. Al fondo, *Erythrina fusca* con *Thalia geniculata*, *Inga sp.* y *Ficus sp.*, todas parte importante del zapal, creciendo sobre terreno inundable.

Cobertura especial pantanos de la Amazonia (EPam) Son bosques aparentemente muy homogéneos que se caracterizan por alcanzar 25 m de altura y poseer abundantes arbustos en el sotobosque, además de la presencia de plantas con hojas megáfilas, como *Phenakospermum guianense*, *Heliconia psittacorum*, *Calathea sp.*, *Ischnosiphon sp.*, *Jessenia bataua* y *Mauritia flexuosa* (Barbosa, 1992).

### Cobertura especial pantanos del orinoco (EPo)

Comprende grandes extensiones de ciénagas y esteros, compuestos principalmente por consociaciones de *Eichornia azurea* y *E. crassipes*, *Echinodorus paniculatus* y *Pistia stratiotes*. Sobre el espejo de agua o en la zona marginal aledaña a la tierra firme, iniciando el enraizamiento, continúa con la consociación de *Paspalum fasciculatum* (paja chiguirera) y a continuación se ubican, según el sitio, las consociaciones de *Thalia geniculata*, *Tessaria integrifolia* y la de *Montrichardia arborea*. Al igual que otras coberturas preliminares no halladas en esta escala de trabajo, se mencionan y caracterizan porque se reconoce su existencia y se pretende ubicarlas en escalas mayores e inmediatas de trabajo.

### Humedales boscosos

#### Sajales

Asociaciones dominadas por el sajo (*Campnosperma panamensis* Standl.: Anacardiaceae). Los sajales jóvenes con poca o ninguna intervención tienden a formar sólo un estrato arbóreo; con el tiempo otras especies más esciófitas, tales como la palma (*Socratea exorrhiza*), cuángare (*Otoba gracilipes*) y chimbusa (*Ocotea oblongifolia*), entre otras, se van regenerando y creciendo a la sombra de este cerrado dosel, estableciendo otros estratos arbóreos.

La escasa o nula regeneración del sajo bajo los ambientes sombríos del sotobosque, cuando el dosel es muy

cerrado, y su gran capacidad de regeneración cuando el bosque se interviene drásticamente, evidencian que ésta es una especie heliófita.

Entre las especies que con mayor frecuencia acompañan al sajo se encuentran: camarón (*Alchorneopsis floribunda*), tostao (*Hasseltia floribunda*), mazamorro (*Psychotria santaritensis*) y las especies de palmas: quitasol (*Mauritiella macroclada*), crespa y naidí (*Euterpe oleracea*).

#### Cuangariales

Además del cuángare, las siguientes especies de dicotiledóneas suelen tener valores de importancia, apreciables en los cuangariales estudiados en los municipios Olaya Herrera y Pizarro, en Nariño: sajo, cuña (*Swartzia amplifolia*), jullero o suela (*Pterocarpus officinalis*), mascarey (*Hieronima sp.*), pacora (*Cespedesia macrophylla*), garza, maría (*Calophyllum longifolium*), machare (*Sympomia globulifera*), chalviande (*Virola reidii*) y sebo (*Virola sebifera*), entre otras, y las siguientes especies de palmas: naidí o palmicha, piganá (*Bactris setulosa*), cecilia (*Euterpe precatoria*), chapil (*Oenocarpus mapora*), zancona, mulata o crespa y chalar (*Pholidostachys dactiloidea*). También se encuentra la llamada palma chigua (*Zamia chigua*), gimnosperma del Carbonífero en el Pacífico colombiano.

A medida que los cuangariales se encuentran más cerca de los diques y vegas altas, empiezan a aparecer otras especies, entre las más características están: roble (*Terminalia amazonica*), mapán (*Isertia pittieri*), castaño (*Matisia idroboi* y *M. longipes*), guamo (*Inga sp.*), piedrita (*Banara guianensis*), jigua (*Aniba puchury-minor*) y jigua baboso (*Ocotea cernua*).

## Fauna

El término fauna involucra el conjunto de animales que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético, cría y levante o que han regresado a su estado salvaje. Este diverso grupo de seres vivos incluye organismos, tanto terrestres como acuáticos, de morfología simple o de gran complejidad, cuyas funciones dentro de un ecosistema son variadas y numerosas.

A manera ilustrativa se puede citar a los descomponedores (fauna edáfica) encargados de liberar al medio nutrientes que a su vez son reincorporados por las plantas al sistema biológico. El grupo de los herbívoros, que se alimentan exclusivamente de vegetales, capaces de asimilar la energía producida por las plantas y de transferirla a los demás seres que se alimentan de ellos: en otras palabras, originan la cadena alimenticia. Por otra parte,

la fauna representada en su mayoría por insectos colabora con los procesos de polinización, es decir, permite la reproducción de algunas especies vegetales que dependen de estos mecanismos para su supervivencia. Aves y primates realizan principalmente procesos de dispersión de semillas al comerse los frutos de especies vegetales y con ello, determinan patrones de distribución de la cobertura vegetal. Las especies carroñeras ejercen funciones de limpieza.

Cada especie animal se relaciona íntimamente con su entorno natural convirtiéndose, no sólo en modeladora del paisaje, sino en insumo primordial para el funcionamiento y productividad del ecosistema en que habita. Igualmente, el medio afecta a la especie de tal forma que incluso puede determinar su supervivencia.

Esta compleja red de interrelaciones se da no sólo entre entre elementos físicos, biológicos y antrópicos, sino también a nivel intraespecífico; es decir, que los cambios que le ocurren a una especie, afectan a otras especies que dependan de ella. Cada especie tiene su tiempo, lugar y función y cualquier cambio que ésta sufra, afectará el equilibrio del ecosistema. Este papel único de la especie dentro de un ecosistema, la convierte en un indicador (bioindicador).

Adicionalmente, la fauna presta un sinnúmero de servicios al hombre, entre los que se puede citar: ser fuente proteica de su dieta; proveer materia prima para la fabricación de utensilios, adornos y vestuario; permitir adelantos científicos en la búsqueda de medicinas eficaces; ser usados como mascotas; contribuir con la belleza escénica, entre otros.

La fauna está representada en su mayoría por miembros del reino Animalia (Metazoa), caracterizados por ser organismos multicelulares y heterótrofos. La mayoría ingiere su alimento y lo digiere dentro de una cavidad interna; además, son capaces de movilizarse, se reproducen sexualmente y en general son diploides.

Existen alrededor de nueve o diez millones de especies de animales sobre la Tierra. Varían de tamaño desde aquéllos con un número reducido de células hasta otros que pesan toneladas, como la ballena azul. La mayoría de animales habita los mares, seguidos por los que viven en agua dulce y finalmente, por los terrestres.

Con el fin de facilitar su estudio, la taxonomía se constituye en una herramienta valiosa que permite clasificar y diferenciar los organismos de acuerdo con sus características morfológicas predominantes. La mínima categoría es la especie, en la que se agrupan individuos con características morfológicas, fisiológicas y etológicas similares con la capacidad de entrecruzarse para producir una descendencia fértil.

## Visión general de la fauna en Colombia

A partir de inventarios faunísticos es posible obtener información relacionada, no sólo con los patrones de distribución geográfica de las especies (zoogeografía), sino con algunos atributos de la riqueza biológica (biodiversidad).

Aunque los inventarios distan de haber concluido, los datos que presentan se constituyen en un valioso indicador de los sistemas naturales, y su monitoreo puede reflejar qué tan sostenible ha sido el desarrollo económico y social del país.

Colombia se ha posicionado dentro de las estadísticas mundiales como uno de los países más biodiversos, junto con Brasil, México, Indonesia, Zaire, Madagascar y Perú.

El total de especies en Colombia no se conoce con exactitud, pero se ha establecido que en cuanto a aves posee el mayor número de especies del planeta y alberga alrededor de 20% del total conocido. El total de especies de aves registradas a 1997 fue 1752 (Hilty y Brown, 1986; Proyecto de Biodiversidad del ICN, 1997); esta cifra podría ascender a 1815 (Hernández, comunicación personal, 1998).

En relación con los reptiles, Colombia ocupa el sexto lugar con 506 especies (Sánchez *et al.*, en Rangel, 1995; Proyecto de Biodiversidad, 1997), que representan 6% del total mundial. En cuanto a los anfibios, hay 583 especies (Ruiz *et al.*, 1996) y ocupa el segundo lugar en el mundo, y en relación con los mamíferos, se han reportado 454 especies (Rodríguez *et al.*, 1995), ubicándose en el cuarto lugar en América Latina y en el sexto del mundo.

La distribución geográfica de la fauna obedece no sólo a los procesos de evolución de las especies, determinados por las oscilaciones paleogeográficas y paleoclimáticas, sino a las características de los hábitats *per se*. Factores de carácter exógeno a los procesos naturales y que se relacionan con diversas actividades antrópicas como caza, introducción de especies, contaminación, destrucción de bosques, entre otros, juegan también un papel importante en la distribución de la fauna.

## Espacialización de la fauna por regiones biogeográficas

### Región Andina

Se divide en Andina y Subandina; la primera incluye los bosques húmedos de clima frío y del subpáramo de las tres cordilleras y el piso térmico frío de la Sierra Nevada de Santa Marta. La segunda, el piso térmico templado de las tres cordilleras -representado por bosques húme-

dos y frecuentemente nublados-, la parte norte de la sierra de la Macarena y los pisos templados de la Sierra Nevada de Santa Marta y de las serranías del Darién y del Baudó.

Esta región ha tenido una gran presión antrópica debido a que la mayoría de los asentamientos humanos han sido establecidos en ella.

Entre las especies características se hallan las ranas arlequín (*Atelopus spp*), los sapos (*Osornophryne spp*), el cusumbo (*Nasuella olivacea* y *Nasua nasua*), los runchos o faras (*Didelphis albiventris andina*), el venado cachivainado o cachiliso (*Odocoileus virginianus goudotii*), el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) -prácticamente al borde de la extinción-, el águila real (*Geranoetus melanoleucus*) y el pato turria o piquiazul (*Oxyura jamaicensis andina*), entre otros (Rueda, 1996).

En la cobertura de páramo la variedad faunística es reducida: como especies características están los ratoncitos de monte (*Oryzomys minutus* y *Reithrodontomys mexicanus*), el venado de páramo (*Odocoileus virginianus goudotii*) y los lagartos del género *Stenosercus spp* (Cuervo *et al.*, 1986, en Caldasia, 1986).

### Región de la Amazonía

En términos generales, esta región abarca los departamentos de Guainía, Guaviare, Vaupés, Putumayo y Amazonas, además de incluir la sierra de la Macarena. Esta vasta región exhibe alturas que varían desde 800 m, en la serranía de Chiribiquete, hasta aproximadamente los 2800 m, en la sierra de la Macarena (González, *et al.*, 1990 en Rangel, 1995).

De acuerdo con Rangel (1995), la Amazonía colombiana tiene un área de 300.092 km<sup>2</sup> y se localiza entre 4° 05' latitud norte, 4°10' latitud sur y entre 76°16' y 66°50' longitud oeste; representa alrededor de 30% del territorio nacional. Incluye suelos desde los mal drenados, como aquellos que se encuentran en los planos aluviales, hasta los drenados en exceso, como los de las estructuras rocosas. Debido a la elevada precipitación de los suelos y al continuo lavado, los suelos poseen un nivel de fertilidad bajo y gran acidez, y por consiguiente, la vegetación normalmente obtiene los nutrientes de la capa orgánica en descomposición que se encuentra en la superficie del suelo; de allí que abunden los árboles con raíces superficiales de gran extensión y poca profundidad.

Los anfibios de la Amazonía están entre los más numerosos y variados del país: exhiben aproximadamente 152 especies pertenecientes a los órdenes Anura, con 140 especies; Gymnophiona, con 9 especies, y Urodelos, con 3 especies. Además, el endemismo de esta zona es bastante pronunciado, con más de 80% de especies que habitan

exclusivamente en ella (Rueda, 1996). Dentro de los anfibios más representativos se encuentran el sapo lechoso (*Osteocephalus taurinus*) y el sapo cururú (*Pipa pipa*), (Proradam, 1979 en Rangel, 1995). El primero es utilizado por los pobladores indígenas como fuente de alimento.

Los reptiles de la Amazonia colombiana están constituidos por 187 especies, distribuidas en 110 especies de serpientes, 58 de lagartos, 14 de tortugas y 5 de caimanes y babilas (Rueda, 1996). Al igual que los anfibios, los reptiles de esta región muestran elevado endemismo (cerca de un 70%). Los hábitos de los reptiles selváticos son primariamente terrestres (43%), seguidos por los arborícolas (26%), los semi-minadores (21%) y los acuáticos (10%). Existen elementos importantes, como la boa o guio (*Boa constrictor*) y la morrocoy (*Geochelone denticulata*), única tortuga de tierra que se encuentra en la Amazonia y que es considerada bastante vulnerable a la caza, ya que no se oculta o defiende al ser descubierta.

De la avifauna amazónica se conocen 868 especies, distribuidas en 460 géneros y 65 familias, de las cuales las dominantes son las Tyrannidae, con 63 géneros y 110 especies, y Formicariidae, con 30 géneros y 64 especies (Roda y Styles, 1993, en Rangel, 1995).

La perdiz de monte (*Tinamus major rupiceps*) se constituye en una especie representativa de esta región, que desafortunadamente se ha visto diezmada por los efectos derivados de la deforestación y la caza incontrolada. Existen también gran variedad de guacamayas (*Ara macao*, *A. militaris*, *A. ararauna*, *A. chloroptera*) y paujiles (*Crax globulosa*, *Mitu tuberosa*, *Pipile pipile* y *Crax mitu*). Es de resaltar que las aves en la Amazonia han desempeñado un papel fundamental, no sólo por ser oferta alimenticia para indígenas y colonos, sino por su utilización en rituales, costumbres, ornamentación y como mascotas.

Los mamíferos de la Amazonia se han calculado en cerca de 210 especies, distribuidas en 38 familias y 103 géneros. Los murciélagos son bastante diversos, con 60% de especies registradas para el país. Los primates, de igual manera, representan no menos de 50% de los reseñados para Colombia (Rueda, 1996).

Algunos representantes de esta unidad son el mico sogi-sogi (*Callicebus torquatus*), el mico piel roja o tití (*Cebuella pygmaea*), sujeto a una alta persecución para ser utilizado como mascota y para ensayos en medicina (Cuervo *et al.*, en Caldasia 1986), y el mono aullador (*Alouatta seniculus*), también sometido a una alta presión de caza por su carne.

## Región del Pacífico

Esta región comprende la franja localizada entre el océano Pacífico y la cordillera Occidental y desde Panamá

hasta Ecuador; incluye el departamento del Chocó y parcialmente los departamentos de Valle, Cauca y Nariño, en lo que corresponde a la vertiente occidental de la cordillera Occidental.

De acuerdo con Rangel (1995), se estima que esta región comprende un área de 131.246 km<sup>2</sup> y se caracteriza por un paisaje típico de serranías y colinas. De acuerdo con los datos de precipitación, se puede decir que la parte central tiene una descarga mayor de agua (estación Colpuertos, 7337.2 mm).

En esta región se observan géneros de plantas y animales comunes con la Amazonia, lo que induce a pensar que la dispersión puede remontarse a un periodo anterior al levantamiento final de los Andes. La región biogeográfica del Chocó es excepcionalmente rica en diversidad y endemismos y, tal como lo señaló Myers (1988) (citado en Rueda, 1996), catalogada como un *hot spot* o área caliente.

En general, los sitios con mayor endemismo y biodiversidad tienen mayores procesos evolutivos y por consiguiente, ritmos más dramáticos de extinción. Es de resaltar que la zona del Chocó Biogeográfico presenta la mayor pluviosidad del territorio colombiano, con un promedio anual de precipitación igual a 6000 mm, aún cuando en algunos sectores, como Tutunendó (Chocó), se han registrado promedios superiores a 10.000 mm.

Los anfibios en esta provincia están representados por 185 especies, pertenecientes a 29 géneros y 8 familias, de las cuales la Leptodactylidae es la más diversa, con 45 especies (Roa y Ruiz, 1993, en Rangel, 1995), endémicas en el 88%. Algunos elementos característicos de esta región son: el sapo gigante (*Bufo blombergi*) y las ranas arlequines (*Atelopus spurrelli*).

Los reptiles están representados en 20 familias, 84 géneros y 192 especies, discriminadas de la siguiente manera: 2 especies del orden Crocodylia, 8 especies de tortugas, 72 especies de saurios y 98 especies de serpientes, y 47% de ellas son exclusivas de esta zona (endémicas). El grupo más diverso es el de las serpientes, posiblemente a consecuencia de ser generalistas en su hábitat y especialistas en sus dietas, lo que les brinda mayor tolerancia ecológica (Rueda, 1996). Se resaltan como elementos de esta unidad al tulisio (*Caiman crocodilus chiapensis*) y la falsa mapaná (*Trachyboa boulengeri*).

La avifauna es una de las más ricas y variadas del país. Esta región posee la cantidad más alta de endemismos en el mundo, alrededor de 100 *taxa*. Se registra un total de 577 especies de aves (20% de las presentes en toda Suramérica), representadas en su mayoría por las familias Tyrannidae, Thraupidae y Formicariidae. El género más diverso es Tangara, con 16 especies (Roda y Styles,

1993, en Rangel, 1995), frugívoras mayoritariamente. Se cita a la chorola del Baudó (*Crypturellus kerrie*) y al pichilingo chocoano (*Pteroglossus sanguineus*) como pertenecientes a esta unidad.

Aunque los inventarios de los mamíferos distan de haber concluido, indican que la zona biogeográfica del Chocó posee no menos de 14 familias, 65 géneros y 100 especies. Algunas especies sobresalientes son la danta (*Tapirus bairdii*) y el murciélagos (*Choeroniscus periosus*). Es importante mencionar la presencia de dos especies de roedores cavadores (*Orthogeomys dariensis* y *Orthogeomys thaeleri*) consideradas como endémicas para la provincia del Darién y la zona comprendida entre Bahía Solano y Juradó (Chocó), flanqueando la cordillera del Baudó (Hernández *et al.*, en Halffter, 1992).

### Valle del río Magdalena

La zona zoogeográfica ocupa el valle medio del río Magdalena, la cuenca del río Catatumbo, las estribaciones de la sierra de Perijá, los bosques húmedos de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la planicie costera del Caribe y los montes de María.

Los grupos faunísticos que aquí se encuentran mantienen estrechas afinidades con la fauna chocoana, aun cuando es menos rica, en términos generales.

Los anfibios anuros suman alrededor de 40 especies, en representación de 7 familias y 20 géneros. Los grupos dominantes corresponden a miembros de las familias *Hylidae*, *Leptodactylidae* y *Bufoidae*. Como especies de anfibios representativas de esta unidad se pueden mencionar a: *Bufo granulosus*, *Pleurodemma brachyops*, *Pseudopaludicola pusilla*, *Pseudis paradoxus nicefori*, *Typhlonectes compressicauda natans*, *Ceratophrys calcarata*, *Chiasmocleis panamensis*, *Dendrobates truncatus* e *Hyla subocularis* (Rueda, 1996).

Los reptiles registrados incluyen alrededor de 105 especies, de las que 36 son saurios, 60 serpientes, 7 tortugas y 2 del orden Crocodylia (Rueda, 1996). Merece resaltarse la presencia de especies como la tortuga dulceacuícola llamada carranchina (*Phrynos dahli*), la babilla (*Caiman crocodilus fuscus*), el caimán agudo (*Crocodylus acutus*) y la icotea (*Pseudemys scripta callirostris*), que se encuentran amenazadas de extinción.

Además, caracterizan esta unidad las siguientes especies: la mapaná de agua (*Helicops danieli*), la falsa coral (*Phimophis guianensis*), la matacaballos (*Drymarchon corais corais*), la jueteadora (*Masticophis mentovarius*), las chinitas (*Gymnophtalmus speciosus* y *Tretioscincus bifasciatus*), los camaleones (*Polychrus marmoratus* y *Anolis frenatus*), el cucuruchó (*Basiliscus galeritus*) y los tintines (*Bachia bicolor*) (Rueda, 1996).

Como ave representante de esta zona se menciona al tucán grande (*Ramphastos sulfuratus*), con un pico de colores muy vistosos (Hernández *et al.*, 1992).

### Región Caribe

Esta región incluye el desierto de la Guajira, los bosques y fructicetos xerofíticos y subxerofíticos, las sabanas naturales y los bosques caducifolios del norte de Colombia. Algunos enclaves, como los de las regiones áridas y semiáridas del Tolima, Huila y Cundinamarca, del cañón del Chicamocha y del valle del Magdalena, se relacionan estrechamente respecto a la fauna.

Existen alrededor de 32 especies de anfibios, correspondientes a 17 géneros y 7 familias, de las cuales la *Leptodactylidae* es la más diversa, con 13 especies (Roa y Ruiz, 1993 en Rangel, 1995).

Se encuentran además alrededor de 101 especies de reptiles, que corresponden: 12 al suborden de los saurios y 48 al de las serpientes. La familia *Colubridae* es la más diversa, con 31 especies (Sánchez *et al.*, 1995, en Rangel, 1995). Existen especies, como la iguana (*Iguana iguana*) y la tortuga (*Geochelone carbonaria*), que han sufrido gran presión por la captura de sus huevos.

Se pueden citar además, mamíferos con un área de distribución endémica para esta región, como el venado (*Odocoileus virginianus curassavicus*) y el conejo (*Sylvilagus floridanus nigronuchalis*) (Rangel, 1995).

### Región de la Orinoquia

Incluye las sabanas y bosques abiertos de los llanos Orientales y comprende los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. Su gradiente altitudinal varía de 80 msnm hasta 500 msnm.

Fisiográficamente se puede distinguir tres unidades: el piedemonte de la cordillera Oriental, con elevaciones hasta 500 m de altura; los abanicos aluviales, con alturas inferiores a 400 m y sujetos a inundaciones estacionales, y finalmente, las altillanuras, que no están sujetas a inundaciones estacionales. La fauna de esta región posee gran afinidad con la del Caribe y no es muy diversa.

En cuanto a los anfibios se ha registrado 5 familias, 15 géneros y 28 especies; el género más rico en especies es *Leptodactylus sp.* (Roa y Ruiz, 1993, en Rangel, 1995).

Existen registros de 119 especies de reptiles, de los cuales 45 pertenecen a las serpientes y 58 a los saurios (Sánchez *et al.*, en Rangel, 1995). Se reseña la presencia del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) como una especie de esta unidad que desafortunadamente, ha sido afectada por la caza intensiva que la tiene al borde de la extinción.

Las 644 especies de aves están representadas en 376 géneros y 61 familias; los géneros más diversos son

Myrmotherula, con 9 especies, y Tangara, con 8 (Roda y Styles, 1993, en Rangel, 1995). Son características en esta región el garzón soldado (*Jabiru mycteria*) y la corocora (*Eudocimus ruber*).

Dentro de las especies características de mamíferos se puede nombrar al armadillo de sabana (*Dasypus sabanicola*) y probablemente, a la ardillita (*Sciurus flammifer*).

### Región de la Guyana

Incluye sabanas y bosques cismofíticos, quersófitos y litofíticos, pertenecientes a montañas, mesas y enclaves edáficos esparcidos por la Amazonia.

Su fauna ha sido poco estudiada, pero se nombran como especies características: la ranita de cristal (*Cochranella flavopunctata*), la rana gigante (*Hyla wavrini*) y el copetón (*Zonotrichia capensis bonnetiana*).

### Islas de San Andrés y Providencia

Posee un número limitado de especies, pero, como es característico de las masas insulares, presenta un alto grado de endemismos.

Entre las especies características se cuentan: la *dove* ó torcaza (*Zenaida zenaida*), los *perry lizards* o salamanquejas (*Anolis pinchoti* para Providencia y *Anolis concolor* de San Andrés) y la tortuga swanka (*Kinosternon scorpioides albogulare*) (Hernández, comunicación personal, 1998).

También se encuentra la boa (*Boa constrictor*), al parecer, introducida en Providencia, más o menos en 1928 procedente de Panamá (Hernández *et al.*, 1992), para el control de las ratas y la serpiente (*Coniophanes andrenensis*), endémica de San Andrés.

## Especies de vertebrados terrestres en peligro de extinción

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUNC) publica el *Libro rojo* (*Red List*), en el cual se presentan las categorías de amenaza y las listas de las especies que se encuentran en peligro de extinción. Desde su introducción, estas listas han sido utilizadas ampliamente en numerosas publicaciones y su propósito evidente radica no sólo en proveer un método sencillo con que identificar las especies que deben ser sometidas a programas específicos de conservación, sino en brindar información que sensibilice al público en general en relación con el estado de una especie determinada. Su realización es fruto del trabajo de numerosos expertos internacionales y de los aportes que cada país en particular ha realizado. Además es de anotar que el *Libro rojo* se constituye en una guía que cada nación debe ajustar y actualizar.

La lista roja de la IUNC de 1996 incluye 5205 especies amenazadas de extinción. Los mamíferos y las aves han sido los grupos más estudiados, y se han reportado para ellos 25% y 11% de especies amenazadas de extinción, respectivamente. Los reptiles, anfibios y peces no han sido evaluados en su totalidad, pero se ha estimado que respectivamente 20%, 25% y 34% están amenazadas de extinción. En cuanto a los invertebrados (principalmente insectos, arañas, crustáceos y moluscos) ha sido muy difícil estimar el porcentaje de amenaza. Sin embargo, no sobra mencionar que hasta el momento 500 especies de insectos, 400 crustáceos de tierras continentales y 900 de moluscos podrían formar parte de estas especies en peligro.

Debido a que numerosos naturalistas y conservacionistas han centrado su atención en ambientes terrestres más que en marinos, el conocimiento sobre ecología básica, distribución y *status* de la mayor parte de especies marinas es extremadamente limitado. Se dice que de los vertebrados terrestres, alrededor de 48% ha sido evaluado, mientras que solamente 1.7 % de los vertebrados marinos (principalmente, tres clases de peces) lo ha sido.

### Grupos de vertebrados más amenazados

El análisis Jonathan Baillie arroja los siguientes resultados: 168 (2%) de las especies de aves están críticamente en peligro (CR), 235 (2%) están en peligro (EN) y 704 (7%) son vulnerables (V). En total, 11% de la avifauna mundial se encuentra amenazada y otro 9% está cercano a la amenaza. Estos datos han causado gran preocupación (Collar *et al.*, 1994), pues se piensa que otra forma de vida terrestre, aun no evaluada extensamente, pudiera estar experimentando similares grados de amenaza. Para los mamíferos, 169 especies (4%) están críticamente en peligro (CR), 315 (7%) en peligro (EN) y 612 (14%) vulnerables (V); esto significa que 25% del número total de especies de mamíferos está amenazada de extinción. En total hay 1.099 especies de mamíferos en peligro y 1.111 de aves.

En cuanto a los reptiles, anfibios y peces, no se cuenta con una evaluación extensa; sin embargo, aproximadamente 20% de los reptiles, 25% de los anfibios y 34% de los peces que han sido evaluados se encuentran en peligro.

#### Mamíferos amenazados

De los 26 órdenes, 24 contienen especies amenazadas. Los seis más amenazados: Rodentia (roedores) con 330 especies bajo amenaza, Chiroptera (murciélagos) con 231, Insectivora (nutrias) con 152, Carnivora (gatos, osos, etc) con 65, Primates (monos, chimpancés, entre otros) con 96 y Artiodactyla (ciervos, venados) con 70.

Otros órdenes menores amenazados son: *Perissodactyla* (caballos, tapíes y rinocerontes), *Proboscidea* (elefantes) y *Monotremata* (mamíferos ovíparos); las 18 especies de *Perissodactyla* presentan el más alto porcentaje de especies críticamente en peligro (cuatro especies, 22%). En el orden de *Macroscelidea*, tres especies están en peligro y cuatro son vulnerables. En el orden *Monotremata* hay tres especies de ovíparos y una está en peligro.

#### Aves amenazadas

De los 27 órdenes de aves, 23 contienen especies amenazadas. Los *Passeriformes* (aves cantoras) incluyen 542 especies amenazadas; *Psittaciformes* (loros), 89; *Galliformes* (faisanes, perdices, etc.), 71; *Columbiformes* (copetones y palomas), 55, y *Gruiformes* (grullas), 54.

Reptiles, anfibios, peces, e invertebrados amenazados  
En total, 253 especies de reptiles han sido evaluadas como amenazadas de extinción. Los *Crocodylia* (crocodilos y lagartos), *Rhynchocephalia* (tuatara) y *Testudines* (tortugas, tortugas y terrapins). De las 23 especies de Crocodyla, diez (43%) están amenazadas, aunque este orden ha experimentado un mejoramiento general en su *status* en los pasados 20 años, gracias a medidas de conservación (Messel *et al.*, 1992).

De las especies más conocidas de *Testudines*, sin incluir las especies con datos insuficientes, 96 (38%) están amenazadas, 47 (19%) están cerca de ser amenazadas y una es dependiente de acciones de conservación. Por lo tanto, hay preocupación por 57% de estas especies. La mayoría de estos órdenes comprende tortugas de agua dulce, y una alta proporción de especies amenazadas dentro de estos grupos corresponde a especies dulceacuícolas dependientes, como son crustáceos insulares, peces y moluscos. Sin embargo, siete especies de tortugas que tienen una existencia completamente marina se encuentran totalmente amenazadas.

De los anfibios que han sido evaluados, 88 especies de *Anura* (sapos) y 36 especies del orden *Caudata* (salamandras) han sido puestos en la lista como amenazados; especies del orden *Apoda* (cecilias) no han sido evaluadas. Hay debate sobre si los anfibios están experimentando una tasa global mayor de declinamiento (Wyman 1990; Wake 1991; Pounds y Crump 1994): se estima que el porcentaje de anfibios (25%) amenazados puede ser mayor, ya que no han sido evaluados en su totalidad.

#### Distribución geográfica de las especies amenazadas

Después de Indonesia, China e India, los países con mayor número de especies amenazadas en orden decre-

ciente son: Brasil, México, Australia, Papua, Nueva Guinea, Filipinas, Madagascar y Perú.

Indonesia y China, además de tener el mayor número de especies de mamíferos, ostentan junto con India el mayor número de mamíferos amenazados. Por otra parte, México, Zaire y Estados Unidos están situados dentro de los diez países con mayor número de especies de mamíferos, pero con una proporción más baja de especies amenazadas. En conclusión, de los 20 países con más especies de mamíferos amenazadas, 35% son de Asia, 30% de África y 15% de Suramérica.

En relación con las aves, Indonesia, Brasil y China presentan el mayor número de especies amenazadas, y Bolivia, Venezuela y Zaire tienen el mayor número de especies con alto riesgo de extinción (cerca a las 1000 especies, cada uno). Otros países con un gran número de especies de aves amenazadas son en orden decreciente: Filipinas, India, Colombia, Perú, Ecuador, Estados Unidos y Vietnam. De los 20 países con mayor número de especies amenazadas, 50% son de Asia, 25% de Suramérica y 15% de Oceanía.

#### Factores de amenaza

La lista de la IUCN identifica especies que están amenazadas con la extinción, ya sea porque están experimentando significantes descensos poblacionales, por poseer una distribución restrictiva o por la combinación de éstos. También, algunas especies han sido puestas en las listas con base en la pequeña distribución (siendo susceptibles a eventos estocásticos). La mayoría de las especies se han calificado como: críticamente en peligro, en peligro y vulnerables, como resultado de las amenazas antrópicas, aunque existen también muchas razones diferentes. La reducción de hábitats, la fragmentación y la degradación son incuestionablemente las amenazas más significantes para la mayoría de las especies en riesgo de extinción (Hanski *et al.*, 1995).

Los siguientes grupos taxonómicos presentan especies amenazadas por pérdida y degradación de hábitat: mamíferos 75%, aves 44%, reptiles 68%, anfibios 58%. El crecimiento poblacional y el desarrollo económico han transformado en gran escala los sistemas naturales en paisajes dominados por el hombre. La creciente población humana aumenta la presión por hábitats remanentes intactos, incluyendo los hábitats de mayor riqueza biológica, como los que poseen selva húmeda tropical. La reducción, fragmentación y degradación causa el declive de las especies en su número y que se segreguen en muchas subpoblaciones, cada uno con un elevado riesgo de extinción (WCMC, 1992; Hanski *et al.*, 1995).

La introducción de especies no nativas por lo general conlleva a la hibridación, predación, enfermedad y alteración de las relaciones ecológicas. Aunque la introducción de especies exóticas es una creciente amenaza para los ecosistemas, es muy severa en los sistemas acuáticos y en las islas oceánicas, en donde muchas especies han evolucionado en ambientes relativamente pequeños y aislados. Esto se refleja en el alto número de aves insulares y peces y moluscos de agua dulce que han llegado a extinguirse durante los últimos 400 años, en parte, como resultado de la introducción de especies exóticas (WCMC, 1992).

La explotación es responsable por el declinamiento severo de muchas especies. Otros factores importantes son la contaminación y el cambio climático, significativo en aparecencia para especies de anfibios de alto rango altitudinal.

Con relación a la lista de 1994 con 3314 especies amenazadas, la de 1996 aumentó en 1200 especies. Con relación a mamíferos, en 1996 se tenía 631 especies más que en 1994; en cuanto a aves, aumentó 680, una diferencia dada por el uso de nueva categoría y por cambios en la nomenclatura. Las variaciones en los reptiles, anfibios y peces fueron más pequeñas: se registraron aumentos de 39, 5 y 104, respectivamente.

## Extinción

La extinción es un proceso natural. Se estima que alrededor de 95% de todas las especies que han existido están ahora extintas (Sepkoski, 1995). Sin embargo, este proceso ocurre a una escala de tiempo verdaderamente larga (3.5 billones de años) y, a pesar de las extinciones, hay una tendencia general de aumento de la riqueza específica (WCMC, 1992; May *et al.*, 1995).

Mientras que el número de especies que desaparecen diaria o anualmente es incierto, es sabido que la tasa de extinción es mucho más elevada de lo esperado. Es más, los documentos de extinciones sobre los últimos 400 años (611) exceden el número previsto. Esto es alarmante, pues el número de extinciones documentadas es un valor subestimado, ya que muchas especies no han sido descritas, y de las que han sido catalogadas solamente las extinciones de las especies más conocidas han sido documentadas en un periodo largo de tiempo (mamíferos, aves, moluscos).

De 86 especies documentadas de mamíferos (1.8% del total de mamíferos) que se han extinguido en los últimos 400 años, 23% ha ocurrido en Australia. El mayor número de extinciones lo han sufrido los roedores y mamíferos, 46 y 13 especies, respectivamente. Es-

tos órdenes, que son de los más grandes, tienen también el mayor número de especies amenazadas. Es interesante señalar que todos los órdenes de mamíferos primates ocupan el cuarto puesto de especies amenazadas, pero no se ha documentado extinciones aún. En el mismo período ha habido 104 extinciones documentadas de aves (1% del total de aves), 20% ellas en Mauricio, 18% en las islas Hawái y 14% en Nueva Zelanda. Otras unidades geopolíticas que registran gran extinción de aves son Australia y Polinesia. Los estudios demuestran que la mayoría de extinciones se han presentado en islas. El mayor número de extinciones (32) ocurrió dentro del orden más grande, Passeriformes. Otros órdenes con grandes extinciones son: Psittaciformes (13), Gruiformes (13) y Columbiformes (10), todos ellos ubicados entre los cinco primeros por número de especies amenazadas.

El amplio número de especies en lista como amenazadas, al menos en las dos clases que han sido más estudiadas, indica la alta proporción de la fauna mundial en peligro: 11% de todas las aves y 25% de mamíferos. Aunque las 5205 especies en lista es alarmantemente alto, es importante reconocer que menos de 10% del 1.7 millón de especies documentadas ha sido evaluado y que ese 1.7 millón representa una pequeña porción de las especies que seguramente habitan en el planeta. Por lo tanto, es razonable pensar que las 5205 de especies amenazadas es un pequeño indicador del fenómeno de pérdida de biodiversidad global.

## Estado actual de la fauna en Colombia

Se han reportado hasta el momento 454 especies de mamíferos, 1752 de aves, 475 de reptiles, 583 de anfibios y alrededor de 4500 de peces. Adicionalmente, el Libro rojo de 1996 presenta 270 especies colombianas en algún peligro de extinción: de ellas, 96 corresponden a mamíferos (35%), 144 a aves (53.3%), 20 a reptiles (7.4%) y 10 (3.7%) a peces (*figura 7.4* y *tabla 7.10*).

Con relación a los mamíferos, las especies que se encuentran amenazadas representan 21.1% del total reportado. De ellas: 28 especies están en las categorías de vulnerables (VU); 6, en peligro (EN); 3, críticamente en peligro (CR); 1 ya se ha extinguido (EX) (*Monachus tropicalis*, foca fraile del Caribe); 46 figuran con bajo riesgo/cercano de ser vulnerable (LR/NT) y 12, con datos deficientes (DD).

De acuerdo con los datos del Informe Nacional sobre el Estado de la Diversidad en Colombia, del Instituto Alexander von Humboldt (1997), la provincia biogeográfica del Amazonas posee las siguientes especies con algún grado de amenaza: el armadillo gigante

Categorías	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Vulnerables (VU)	28	30	7	0	3	68
En peligro (EN)	6	22	5	0	2	35
Críticamente en peligro (CR)	3	11	3	0	1	18
Extintas (EXT)	1	1	0	0	1	3
Subtotal	38	64	15	0	7	124
LR/nt	46	78	4	0	0	128
DD	12	2	0	0	3	17
LR/cd	0	0	1	0	0	1
Total	58	80	5	0	3	270
Subespecies	19	1	0	0	0	20
Gran total	115	145	20	0	10	290

Categorías	% 1	% 2
Mamíferos	35,5	8,37
Aves	53,3	3,65
Reptiles	7,4	3,15
Anfibios	0	0
Peces	3,7	0,155

Tabla 7.10. Especies colombianas en peligro de extinción.

Porcentaje 1: Es aquel porcentaje del total de número de especies amenazadas en cada grupo. En cada grupo con relación al total de especies amenazadas Porcentaje 2: Es aquel porcentaje definido por el número total de especies amenazadas de cada grupo. Grupo en relación al total de especies existentes en cada grupo.

(*Priodontes maximus*), murciélagos (*Lonchorhina marinkelli*, *Micronycteris pusilla* y *Tonatia carrikeri*), primates (*Callimico goeldi* y *Ateles belzebuth*), el perro venadero (*Speothos venaticus*), el perro de agua (*Pteronura brasiliensis*) y el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*). En la provincia Chocó-Magdalena se encuentran dentro de las especies amenazadas: murciélagos (*Choeroniscus periosus*, *Myonycteris sylvestris*, *Sturnira aratathomasi*, *Lonchorhina handleyi* y *Platyrrhinus chocoensis*), primates (*Saguinus oedipus*, *S. Geoffroyi*, *S. leucopus* y *Ateles fusciceps*), el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) y el ratón arrocero del Atrato (*Oryzomys gorgasi*). En las provincias biogeográficas del Orinoco y el Escudo Guyanés las especies en peligro están representadas por: el oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), el armadillo gigante, el perro venadero, el delfín rosado (*Inia geoffrensis*), el tunato amazónico (*Marmosa lepida*), el tunato de tate (*Marmosops parvidens*), el armadillo sabanero (*Dasypus sabanicola*), el tití (*Saimiri sciureus*), el zorro sabanero (*Atelocynus microtis*) y el murciélagos orejiredon-dobuchiblanco (*Tonatia carrikeri*). En la provincia Andina se identifican principalmente murciélagos, pertenecien-

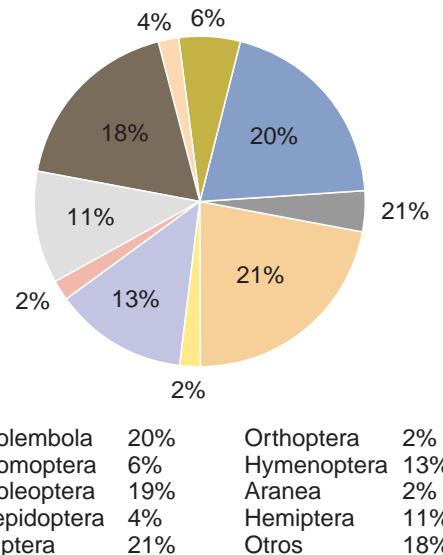


Figura 7.4. Abundancia de los principales órdenes de la fauna edáfica.

tes a la familia *Phillostomidae*, zarigüeyas (familia *Didelphidae*), ratas y ratones silvestres (familia *Muridae*).

Las aves amenazadas corresponden a 8,2% del total de especies reportadas para Colombia, y de ellas, 30 especies son VU, 22 EN, 11 CR, 1 endémica ya extinta (*Podiceps andinus*, pato colombiano), 78 LR/NT y 2 DD.

La zona Norandina (Instituto Humboldt, 1997) presenta 64 especies amenazadas y posiblemente amenazadas; la provincia Chocó-Magdalena, 56 y las demás zonas contabilizan alrededor de 13. Los reptiles amenazados corresponden a 4.2% del total reportado y su clasificación en el Libro rojo es: 7 VU, 5 EN, 3 CR, 4 LR/NT y 1 LR/CD (bajo riesgo, que puede en un lapso de 5 años ingresar en cualquier categoría si no se implementan medidas de conservación).

La región del Caribe tiene el mayor número de especies amenazadas (7) (Instituto Humboldt, 1997), seguida por la zona Chocó-Magdalena. Los peces amenazados re-

presentan 0,2% del total; se exhiben 3 especies VU, 2 EN, 1 CR, 1 extinta endémica (*Rhizosomichthys totae*) y 3 DD.

No es difícil reconocer que, aparte de los factores naturales que regulan la supervivencia de las especies, los factores antrópicos están ejerciendo una gran fuerza dentro del complejo proceso de sobrevivir o morir. Al analizar los modelos de desarrollo económico y patrones culturales del país se identifica una variedad de actividades que inciden en el deterioro de la fauna.

Es el caso de los procesos de tala y quema para ampliar las fronteras de las actividades agropecuarias, que traen consigo la pérdida y disminución de hábitats naturales; o bien, la producción de substancias químicas que son descargadas al ambiente y contaminan los recursos aire, agua y suelo y ocasionan el envenenamiento de las especies y el deterioro de la salud humana.

A causa de la extracción de oro en los ríos, se han arrojado grandes cantidades de mercurio en sus aguas, que al ser asimiladas por los peces se han convertido en una amenaza inminente de intoxicación para el hombre.

La caza indiscriminada de individuos para ser utilizados como mascotas o como proveedores de materia prima para la producción de artículos de consumo, se constituye en otra amenaza para la fauna. Es de recordar, por ejemplo, la persecución de ejemplares de cocodrilos (*Crocodylus acutus*, *Crocodylus intermedius*, *Melanochelys niger*) y tigres (*Panthera onca*) con el fin de comercializar la piel; o bien, la sobre pesca altamente tecnificada y no selectiva, que origina serios impactos sobre las poblaciones de peces.

Igualmente la introducción de especies exóticas pone en peligro a las poblaciones nativas de fauna. Es el caso de la rana toto (*Rana catesbeiana*), que al ser introducida al trópico despliega un comportamiento reproductivo y de crecimiento anormal y constituye una plaga para el medio natural en que se libere.

La introducción de especies como la *Tilapia rendalli*, *T. mossambica* y *T. nilotica* ha ocasionado el descenso de poblaciones nativas por competencia de alimento o espacio. Se conoce que estas especies transplantadas presentan un comportamiento complejo que las favorece frente a las poblaciones locales, como es la capacidad para soportar situaciones ambientales extremas, el cuidado parental que ejercen y el amplio rango de opciones en su dieta, que las colocan en un nivel ventajoso de adaptación y proliferación.

Un caso expuesto por Hernández Camacho (1971) ha sido la extinción del pez graso (*Rhizosomichthys totae*) y el ave zambullidora (*Podiceps andinus*) en la laguna de Tota, quizás a causa de la introducción de la trucha arco iris.

## Mamíferos amenazados

Los órdenes de mamíferos que presentan mayor número de especies amenazadas son: Chiroptera (Murciélagos), con 31 especies, de las cuales dos son endémicas –el murciélagos dorsirayado chocoano (*Platyrrhinus chocoensis*) y el murciélagos orejón de Marinkelle (*Lonchorhina marinkellei*)–; Rodentia (Roedores), con 14 especies, de las cuales seis son endémicas –el ratón arrocero del Atrato (*Oryzomys gorgasi*), el ratón trepador del Cauca (*Rhipidomys caucensis*), el ratón montañero de la Sierra Nevada de Santa Marta (*Thomasomys monochromos*), el conocono crestirrojo colombiano (*Diplomys caniceps*), el conocono de los chusques occidental (*Olallamys albicauda*) y el conocono de Gorgona (*Proechimys gorgonae*)–; Didelphimorphia (chuchas, tunatos), con 13 especies, de ellas tres endémicas –*Gracilinanus longicaudis* o chuchita colilarga, *Gracilinanus perijae* o chuchita del Perijá y *Marmosops handleyi* o tunato de Handley–; Carnívora (carnívoros), con 11 y Primates, con 9, de las cuales dos son endémicas –*Saguinus leucopus* o el tití gris y *Aotus brumbacki* o mico de noche llanero–.

El análisis por familias arroja las siguientes estadísticas: la familia Phyllostomidae (murciélagos) es la que tiene más especies amenazadas (27), seguida de la familia Didelphidae (chuchas) con 13, las familias Cebidae (monos) y Echimyidae (ratones) con 6, respectivamente, y la Muridae (ratones), con 5 especies.

Sin embargo, las estadísticas cambian cuando se hace la correlación entre tamaño de familia y especies amenazadas. Es el caso de la familia Tapiridae (dantas), compuesta por tres especies con todas en la lista de amenazadas; las familias Megalonychidae (osos perezosos) y Trichechidae (manatíes) constituidas únicamente por dos especies, ambas amenazadas; la familia Platanistidae (delfín rosado), conformada por una sola especie, en lista como amenazada, y por último, un caso alarmante: la única especie de la familia Phocidae (foca monje del Caribe) está constituida por una especie que aparece en el Libro rojo como extinta.

## Aves amenazadas

Las aves amenazadas pertenecen principalmente a los siguientes órdenes: Passeriformes, con 62 especies, de las cuales 27 son endémicas (*Synallaxis fuscorufa*, *Grallaria allenii*, *Grallaria bangsi*, *Grallaria kaestneri*, *Grallaria milleri*, *Grallaria rufocinerea*, *Chloropipo flavigapilla*, *Myiotheretes pernix*, *Phylloscartes lanyoni*, *Cistothorus apolinari*, *Thryothorus nicefori*, *Atlapetes flavigularis*, *Atlapetes fuscocinereus*, *Bangsia aureocincta*, *Bangsia melanochlamys*, *Catamenia oreophila*, *Chlorochrysa nitidissima*, *Diglossa gloriosissima*, *Habia gutturalis*, *Pseudodacnis*

*hartlaubi*, *Sporophila insulata*, *Basileuterus basilicus*, *Basileuterus conspicillatus*, *Vireo caribeus*, *Gymnostinops cassini*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster* y *Macroagelaius subalaris*); Apodiformes, con 17 especies, de ellas 7 endémicas (*Amazilia castaneiventris*, *Anthocephala floriceps*, *Campylopterus phainopeplus*, *Coeligena prunellei*, *Eriocnemis mirabilis*, *Helianzelus zusii* y *Lepidopyga lilliae*); Falconiforme, con 11; Piciformes, con 11, de las cuales 3 son endémicas (*Bucco noanamae*, *Capito hypoleucus* y *Capito quinticolor*), y Galliforme, con 10 especies, de las cuales 4 son endémicas (*Crax alberti*, *Penelope perspicax*, *Odontophorus hyperythrus* y *Odontophorus strophioides*).

Las familias con mayor número de especies amenazadas son: la familia Emberizidae, con 21 especies amenazadas, la Trochilidae, con 16; la Formicariidae, con 11, y la Psittacidae y Accipitridae, con 9 respectivamente.

Al realizar la correlación entre tamaño de familia y especies amenazadas resulta que la familia Anhimidae tiene dos especies, una de ellas amenazada, y la familia Podicipedidae cuenta con cuatro especies, una de las cuales ya aparece en el *Libro rojo* como extinta.

### Reptiles, anfibios y peces amenazados

En cuanto a reptiles, sólo dos órdenes presentan especies amenazadas: *Testudines*, con 17 especies, de las cuales 2 son endémicas (*Phrynosoma dahlii*, *Podocnemis lewyana*), y *Crocodyla*, con tres especies.

Las familias que tienen el mayor número de especies amenazadas son: la Pelomedusidae con seis especies y la Cheloniidae con tres.

En cuanto a la correlación entre tamaño de familia y número de especies amenazadas, la familia *Dermochelyidae*,

con una sola especie, la tiene en la lista del *Libro rojo* como amenazada.

En la lista roja no se encuentran especies de anfibios amenazadas en Colombia, lo que evidencia falta de información sobre este grupo; en cuanto a peces, seis órdenes están amenazados: Siluriformes, con tres especies amenazadas, todas ellas endémicas (*Arius bonillai*, *Eremophilus mutisii* y *Rhizosomichthys totae*); Cyprinodontiformes con dos especies, una endémica (*Gambusia aestiputeus*); Perciformes con dos especies y una endémica (*Coralliozetus tayrona*), y Pristiformes, Ophidiformes y Batrachoidiformes, cada uno con una especie amenazada.

Hoy, más que nunca, cada acción del hombre que involucra directa o indirectamente el aprovechamiento de los recursos naturales debe ser evaluada bajo la óptica de lograr un desarrollo sostenible, con el fin de no aumentar las listas de especies que peligran (*tabla 7.10*). Construir una conciencia colectiva que persiga un comportamiento más amigable con el planeta es tarea de todo, y los esfuerzos individuales, institucionales, regionales, nacionales e internacionales deben unirse para empezar a trazar directrices de cambio que comulguen con el deseo de habitar un mundo sano.

### Fauna edáfica

Es importante reconocer este componente del ecosistema, porque constituye en la práctica una maquinaria que permite, con la descomposición del material orgánico del suelo de procedencia alóctona, el cierre de la mayor parte de los ciclos geoquímica relacionados con la biosfera (*figura 7.5*). El interés sobre el estudio de los organismos

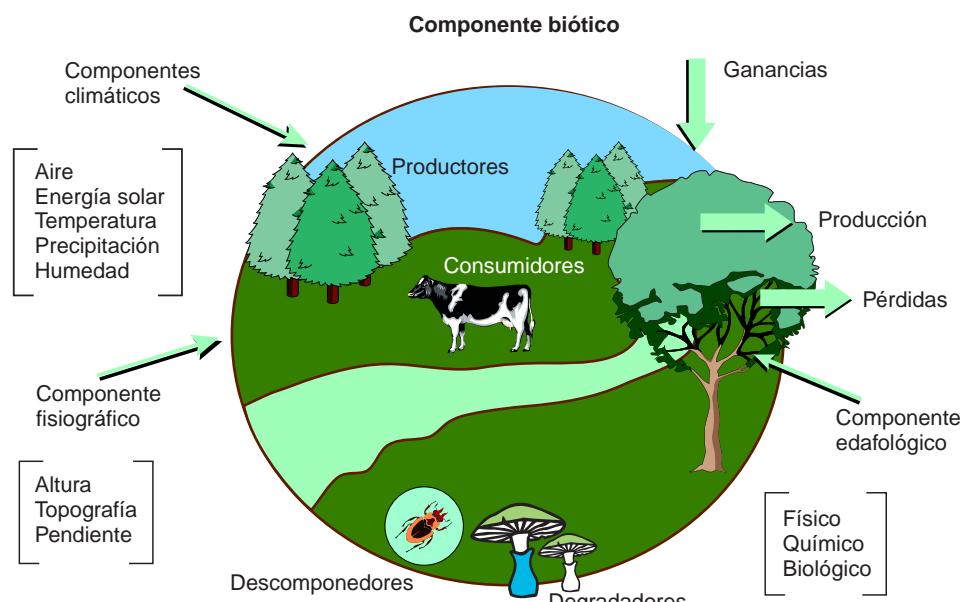


Figura 7.5. El ecosistema y sus componentes.

del suelo no sólo debe ser biológico sino práctico, ya que muchos tienen relación con la protección y contaminación de los ecosistemas terrestres; además, es importante conocer cada uno de estos grupos como parte integral del ecosistema y evidenciar su papel trófico.

Odum (1962), basándose en los resultados de Teal (1957) sobre el flujo de energía en los ecosistemas, planteó que en los ecosistemas terrestres existen dos cadenas básicas de alimentación: la de los herbívoros y la de los descomponedores. Estos mismos modelos de Odum muestran la importancia relativa de ambas cadenas en los diferentes tipos de ecosistemas.

Posteriormente Macfadyan (1963) señala que la cadena de los descomponedores es la que procesa una mayor proporción de la producción primaria y, concretamente, que es más importante que la de los herbívoros dentro de las comunidades de bosque; es así como en el trópico la mayor parte de la biomasa heterotrófica se encuentra en el suelo y en la hojarasca y es cinco a seis veces mayor que la de los herbívoros y carnívoros.

Diversos autores han señalado la importancia que tienen los invertebrados y los microorganismos del suelo en los procesos de descomposición de la materia orgánica: los primeros destruyen mecánicamente los restos animales y vegetales que componen la hojarasca y, en consecuencia, aumentan la superficie expuesta al ataque de los microorganismos. Swif *et al.* (1979) concluyen que en suelos de bosque con una capa de hojarasca y humus bien desarrollada podrían estar bien representados todos los componentes de invertebrados y microorganismos terrestres.

El suelo representa la fracción básica de los ecosistemas terrestres y sus poblaciones biológicas constituyen una parte de la biocenosis de dichos ecosistemas, las cuales tienen un origen por lo menos doble. Por un lado, se trata de un contingente esencialmente acuático y derivado de los ambientes de tipo intersticial (hidrobio) que viven en el agua capilar y gravitacional del suelo; por el otro, de un contingente epigeo trófico (atmobio) que se adapta de manera convergente a la vida en la atmósfera hipogea.

Existe, sin embargo, un tercer contingente de forma fuertemente adaptada a la vida del suelo que no deriva inmediatamente de grupos del ambiente intersticial, ni del hipogeo; puede pensarse de un origen en el suelo y especialmente en los primeros suelos paleozoicos. El poblamiento biológico del suelo comprende formas con distintos tipos de adaptación a la vida hipogea; estas adaptaciones corresponden al tiempo que tales organismos permanecen en el suelo: por ejemplo, existen formas que cumplen todo su ciclo biológico en el suelo (como casi

todos los microartrópodos edáficos, los nemátodos y la mayor parte de los microorganismos), mientras que otros viven en el suelo durante un lapso determinado.

Las poblaciones biológicas del suelo, aunque no son tan diversas como las marinas, comprenden una cantidad muy grande de grupos representados por muchas especies. Algunos de estos grupos incluyen casi exclusivamente formas del suelo, como son los sínfidos, los paúrópodos, colémbolos, proturos y dipluro; grupos filogenéticamente vinculados entre sí pero poco relacionales con otras especies evolutivas conocidas, mientras que otras corresponden a formas oportunistas u ocasionales.

No existen determinaciones exactas de la diversidad total del poblamiento biológico del suelo debido a evidentes dificultades metodológicas. Sin embargo, las estimaciones hechas en el nivel de los diferentes taxones demuestran que en los suelos maduros se dan los valores más altos de diversidad, lo que indica, por tanto, que también en los suelos la madurez ambiental (estructura clínax) se relaciona con la obtención de un nivel más elevado de diversificación sistemática.

Los organismos que viven en el suelo actúan sobre él modificando su estructura y su composición, a la vez que éste le sirve de hábitat y nicho. Aunque muchos de los organismos del suelo muestran una vasta distribución en los diferentes ecosistemas terrestres, cada área propende por su flora y fauna especial o específica. Esto se pudo observar cuando se realizó el análisis de caracterización de la edafofauna de algunos sitios de las regiones naturales de Colombia; se halló una marcada diferencia entre una y otra de las áreas muestreadas. Esta gran variación puede estar relacionada con la vegetación, que proporciona un gran número de nichos, como también el uso y el manejo del suelo, además de los factores ambientales y edáficos, los cuales pueden actuar sobre la distribución y variabilidad.

El componente biológico del suelo constituye una comunidad organizada entre consumidores, productores y descomponedores. El tamaño de la población depende del espacio disponible, del alimento primario en el mantillo y de las condiciones climáticas, las cuales gobiernan la tasa de crecimiento, la duración del ciclo de vida y la actividad que desarrollan.

Por las razones anteriores, es necesario conocer la estructura de las comunidades de los organismos del suelo de los diferentes ecosistemas de Colombia y sus interacciones con el medio edáfico y con el ecosistema como parte integral, puesto que es imposible hablar de la producción del suelo y de una agricultura sostenible sin conocer el componente biológico del suelo que, aun siendo mínimo, es de gran importancia para éste.

## Clasificación de la fauna edáfica

Una forma de clasificar la fauna edáfica, según Wallwork (1970), es de acuerdo a su dimensión corporal; resulta importantes por cuanto, en relación con ella, se escoge la estrategia de avance dentro de este ambiente.

Las categorías utilizadas para la distribución de los organismos en el suelo corresponde a:

**Microfauna:** Dentro de este grupo se encuentran organismos con tamaño < 2 mm, como los protozoos, que constituyen una porción importante de la flora del suelo. Tres grupos son los representativos de esta población edáfica: los flagelados, los rizópodos y los ciliados. Su tamaño varía entre 20 y 200  $\mu\text{m}$ . La importancia de estos organismos en la biología del suelo reside en que son predadores de bacterias y cumplen por ende una función de regulación de la densidad de esta fracción de la población microbiana.

La presencia de un adecuado abastecimiento de alimento es crítico para la supervivencia de estos organismos; su talla y actividad está relacionada con la densidad bacteriana. Sin embargo, aunque esta relación está firmemente establecida, la regla general de que las condiciones ambientales favorecen a las bacterias también tienden a afectar a los protozoarios en ciertos límites.

Resulta difícil determinar la importancia relativa de los diferentes grupos de protozoos. Estos organismos no constituyen una gran porción de la biomasa de la comunidad microbiana: algunas veces, en bosque o en pastizales de regiones frías, la biomasa de los protozoos puede alcanzar  $20 \text{ g/m}^2$  de área superficial del suelo, pero su masa es comúnmente menor de  $5 \text{ g/m}^2$  en zonas templadas.

**Mesofauna:** Individuos entre 200  $\mu\text{m}$  y 1 cm. La mayor parte de la información disponible se refiere a colémbolos y ácaros; otros grupos pertenecientes a esta categoría son los nemátodos, los rotíferos, los tardígrados grandes, los pequeños milípodos e ispodos y la mayoría de los arácnidos (Anderson, 1988; Berg y Pawluk 1984).

Los nemátodos poseen un tamaño intermedio entre la microflora y la mesofauna, y son los más abundantes de la fauna edáfica. Algunos son parásitos de plantas y animales y predadores de bacterias, protozoos y hongos. Son importantes como reguladores indirectos en la descomposición y liberación de nutrientes del suelo; también tienen una pequeña pero directa contribución en la mineralización de la materia orgánica.

**Macrofauna:** Animales de tamaño superior a 1 cm; a este grupo pertenecen los anélidos, como la lombriz de tierra, que juegan un papel esencial en la estructuración de los horizontes de suelo. Dentro de este grupo también están los macroartrópodos, que incluyen un rango

de insectos, arácnidos y otros grupos, como los moluscos, con caracoles y babosas.

De acuerdo al tipo de aparato bucal, al hábitat y la clase de alimento preferido, un individuo de la fauna del suelo puede ser: saprófago, si se alimenta de residuos orgánicos; microfílico, si consume algas y hongos; fitófago, cuando prefiere tejidos vegetales vivos, y carnívoro, si es a la vez predador y parásito. La macrofauna, especialmente la lombriz de tierra, termitas y hormigas, está ampliamente distribuida a escala global y tiene efectos en el largo plazo sobre la estructura del suelo y la infiltración del agua.

## Clasificación de la microflora edáfica

En el suelo hay cinco grandes grupos de microorganismos: las bacterias, los hongos, los actinomicetos, las algas y los protozoos, considerados por algunos investigadores como integrantes de la flora edáfica. El suelo como ecosistema incluye estos grupos microbianos; así como los constituyentes orgánicos e inorgánicos de un determinado lugar, todos los habitantes de una localidad forman la comunidad.

### Bacterias

Las bacterias sobresalen de forma especial debido a que hay muchas poblaciones en un determinado suelo y por ser el grupo más abundante. El número de células bacterianas en el suelo siempre es grande, pero los individuos son pequeños; debido al tamaño tan pequeño y a que los otros grupos poseen células más grandes y filamentosas, las bacterias ocupan mucho menos de la mitad de la masa celular microbiana total.

Las bacterias del suelo se clasifican en dos grandes grupos: las especies nativas o autóctonas, resistentes verdaderas, y los organismos invasores o alóctonos. Las poblaciones nativas pueden presentarse en estados resistentes y perduran por largos períodos sin tener actividad metabólica, pero en determinado momento proliferan y participan en las funciones bioquímicas de la comunidad. Las especies alóctonas por el contrario no participan de manera significativa en las actividades de la comunidad, entran con la precipitación en tejidos enfermos y pueden permanecer por algún tiempo como formas inactivas e incluso crecer por períodos cortos; nunca contribuyen en forma significativa en las formaciones o interacciones de la comunidad.

Las bacterias también se dividen de acuerdo a una base taxonómica o sistemática, por el sistema propuesto en el manual de Bergey. En otros esquemas basados en diferencias fisiológicas, se emplean una variedad de características nutricionales y metabólicas, que incluyen la naturaleza de la fuente de energía.

El cálculo del número de bacterias varía de acuerdo a los métodos con que se determinan. Los recuentos en placas dan valores en un rango de miles hasta de 200 millones de bacterias por gramo de suelo seco.

Las bacterias del suelo rara vez están libres en la fase líquida del suelo, porque la mayor parte de ellas se adhiere alas partículas de arcilla y humus; es probable que una gran parte de la microflora se agregue en colonias que se desarrollan en sitios microecológicos favorables o en distintas masas relacionadas con excreciones mucosas de las bacterias. La cantidad y el tipo de bacterias están determinados en una gran proporción por el tipo de suelo y las prácticas de cultivo. La abundancia también aumenta o varía conforme se va de zonas frías a zonas más cálidas, y el contenido de materia orgánica también influye en gran parte sobre la densidad bacteriana.

Las condiciones ambientales afectan la densidad y composición de la flora, y los factores ambientales pueden alterar significativamente a la comunidad y a su potencial bioquímico. Entre las variables del medio que pueden influir sobre las bacterias del suelo están la humedad, la aireación, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el suministro de nutrientes.

### Hongos

Un segundo grupo de gran importancia en el suelo son los hongos. En muchos suelos cultivados y bien aireados los hongos constituyen gran parte de protoplasma microbiano total. Los hongos predominan en el protoplasma microbiano que se encuentra en el lecho en descomposición, especialmente en los estratos orgánicos de suelos boscosos o selváticos, pero en general son los principales agentes de descomposición en ambientes ácidos.

Se han desarrollado varias técnicas para el estudio de la flora fúngica, cada una con ventajas propias. Sin embargo, ningún procedimiento aislado describe por completo y en forma adecuada la composición genérica de la flora. La técnica usada con más frecuencia para la enumeración de ésta es el recuento en placa de agar; debido a que las bacterias y los actinomicetos pueden ser más numerosos, no se pueden aislar los hongos en los medios tradicionales, por lo cual hay que acidificar el medio para evitar un crecimiento excesivo de estos organismos. Sin embargo, el recuento sobre placa de agar ha recibido algunas críticas ya que no se tiene certeza si la colonia que se ha desarrollado sobre el agar proviene de una espora o de un fragmento de micelio vegetativo.

La abundancia y la actividad fisiológica de la flora fúngica en diferentes hábitats y la comunidad y sus actividades bioquímicas sufren una variación apreciable con el tiempo en un sitio determinado. Tantos los diversos

géneros presentes como el tamaño de la población varían de acuerdo a las características físicas y químicas del suelo.

Los hongos se clasifican en grandes grupos como son: división Zycomycota, Ascomycota, Basidiomycota y Deuteromycota (hongos imperfectos). Los Zygomicetos comprenden grupos muy diversos, siendo los mucos y las mortierellas los más comunes; su crecimiento es rápido y producen generalmente un gran número de esporas. Los hongos imperfectos son formas en las que no se conoce el periodo sexual y la reproducción se realiza por medios asexuados.

La mayoría de los hongos aislados se coloca en las siguientes clases: *Hyphomycetes* y *Zygomycetes*. El grupo que se encuentra con más frecuencia desarrollándose sobre los medios de agar son cepas pertenecientes a los *Hyphomycetes*, hongos que producen esporas asexualmente.

Los investigadores en hongos del suelo encuentran dificultad para conciliar las clasificaciones de hongos aislados mediante el método de dilución en placa, debido a que hongos que aparecen muy abundantes, como las especies de Dematiaceae, presentan un número de especies que se pueda aislar muy pequeño comparado con su aparente abundancia en el suelo (*tabla 7.11*).

Géneros	Número
<i>Penicillium</i>	122
<i>Fusarium</i>	42
<i>Mucor</i>	42
<i>Aspergillus</i>	32
<i>Mortierella</i>	25
<i>Pythium</i>	20
<i>Saprolegnia</i>	19
<i>Monosporium</i>	15
<i>Chaetomium</i>	12
<i>Geothrichum</i>	13
<i>Trichoderma</i>	16
<i>Verticillium</i>	10

**Tabla 7.11.** Géneros con el mayor número de especies que aparecen en los suelos. (Fuente: Gilmar, 1960)

### Actinomicetos

Existe un grupo de transición entre las bacterias simples y los hongos, cuyos límites se superponen con los de sus vecinos más primitivos y con los más desarrollados: son los actinomicetos. El término actinomiceto no tiene validez taxonómica ya que estos organismos se clasifican como bacterias en sentido estricto y son miembros del orden Actinomycetales, pero no todos los miembros de

los Actinomycetales se consideran como actinomicetos en el lenguaje común. Los actinomicetos son microorganismos que producen filamentos delgados ramificados que se desarrollan en un micelio en todos los géneros del suelo, excepto en el género *Actinomyces*.

A pesar de estar colocados junto con las bacterias, la relación de los actinomicetos con los hongos se manifiesta en tres propiedades: a) el micelio de los actinomicetos superiores tiene las extensas ramificaciones características de los hongos; b) muchos actinomicetos forman un micelio aéreo; c) el crecimiento de los actinomicetos en cultivo líquido rara vez produce la turbidez asociada con las bacterias unicelulares sino la formación de filamentos, grumos o esferas. Por otra parte, la morfología y el tamaño de las hifas, las conidias y los fragmentos individuales de las especies cuyo micelio sufre fragmentación son semejantes a las estructuras que se observan entre las bacterias.

Los actinomicetos son numerosos y están ampliamente distribuidos, no sólo en el suelo sino en una variedad de hábitats diferentes, incluyendo el fango de los ríos y el fondo de los lagos; se encuentran también en la superficie del suelo, así como en los horizontes inferiores, a profundidades considerables.

El tamaño de la comunidad depende del tipo de suelo, particularmente de alguna de las características físicas, del contenido de materia orgánica y del pH del medio. Tanto en terreno virgen como en terreno cultivado, los actinomicetos constituyen de 10% a 50% de la comunidad total determinada por el método de placa; en áreas alcalinas, y especialmente cuando hay sequedad, la abundancia relativa es muy alta.

En términos cualitativos y cuantitativos la flora de actinomicetos está regulada por el hábitat que los rodea. La etapa del ciclo de vida que predomina, el tamaño de la comunidad, sus transformaciones bioquímicas, los géneros y las especies que se encuentran están determinadas por las fuerzas que interactúan en el ecosistema.

Como grupo estos microorganismos no toleran valores bajos de pH, y el tamaño de la comunidad está relacionado inversamente con la concentración de ion hidrógeno. Muchas cepas de *Streptomyces* y formas relacionadas no pueden proliferar o tienen baja actividad a pH inferior a 5.0. Los suelos en regiones climáticas cálidas son más favorables para una extensa flora de actinomicetos que los de áreas más frías, en tanto que el tamaño de la comunidad en latitudes templadas tiende a aumentar conforme se acercan a los trópicos.

No se conoce con precisión o no se ha definido claramente la actividad de los actinomicetos en las transformaciones del suelo, pero, sin embargo, hay evidencia de

que estos microorganismos participan en los siguientes procesos:

- Descomposición de algunos de los componentes resistentes de tejidos vegetales y animales.
- Formación de humus mediante la transformación de restos vegetales; muchas cepas pueden producir un tipo de moléculas complejas que se suponen son importantes en las fracciones del humus de los suelos minerales.
- Transformaciones a temperaturas elevadas, particularmente en abonos verdes.
- Provocan algunas enfermedades de las plantas: por ejemplo, la roña de la papa y la viruela del camote, cuyos agentes causantes son *Streptomyces scabies* y el *Streptomyces ipomoeae*, respectivamente.
- Causan infecciones en animales y seres humanos.
- Son de posible importancia en el antagonismo microbiano y en la regulación de la composición de la comunidad de los suelos. Esta función puede ser consecuencia de la capacidad de muchos actinomicetos de producir antibiótico y a su capacidad de producir enzimas que provocan la lisis de hongos y bacterias.
- Muchas cepas del orden Actinomycetales tienen la capacidad de sintetizar metabolitos tóxicos.

Algunas de las familias más comunes de los actinomicetos son:

- Streptomicetaceae: se caracterizan por poseer un extenso micelio aéreo y cadenas de esporas con 5 a 50 conidias por cadena (*Streptomyces*).
- Nocardiaceae: hifas fragmentadas características que producen pequeñas estructuras redondeadas y elongadas (*Nocardia*, *Pseudonocardia*).
- Micromonosporaceae: hifas no fragmentadas, conidias aisladas en pares o en cadenas cortas (*Micromonospora*, *Micropolyspora* y *Actinobifida*, entre otros).

### Algas

Estos organismos están presentes en casi todos los suelos, especialmente en hábitats en los cuales la humedad es adecuada y la luz accesible. Su desarrollo en la superficie de tierras vírgenes o cultivadas se nota frecuentemente a simple vista. Las algas no son tan numerosas como las bacterias, los hongos y los actinomicetos, y usualmente se les puede atribuir un número muy reducido. La clasificación de las algas ha sufrido muchas variaciones en los últimos años y aún no es reconocida internacionalmente; en general, los investigadores consideran que la naturaleza de los pigmentos tiene una gran importancia en su clasificación.

Morfológicamente, las algas pueden ser unicelulares o presentarse en forma filamentosa. Las algas del suelo se

dividen en Clorophytas o algas verdes, Cyanophyceas o algas verde-azul, Bacillariophytas o diatomeas y Xantophylas o algas verde-amarillas. Debido a su similitud con las bacterias, las algas verde-azules se clasifican algunas veces como bacterias, mientras que algunos microbiólogos prefieren considerarlas como algas.

### Funciones de las comunidades edáficas

Las comunidades edáficas están representadas por dos grandes grupos de organismos: la flora y la fauna edáfica. Dentro de las primeras se hallan los hongos, las bacterias, los actinomicetos y las algas; en el segundo grupo están los representantes de los *phyla* Arthropoda, Annelida, Mollusca y Nemátoda. La mayor parte de estas comunidades ocupan hábitats como bosque, selvas, praderas y páramos, entre otros, en los cuales el clima y la vegetación suministran la humedad y el alimento necesarios para garantizar su existencia. El uso del suelo, el tipo de relieve, junto con los factores anteriores, producen cambios en el tamaño de la población y en la diversidad de las comunidades.

Los microorganismos representados por numerosos grupos de organismos actúan como descomponedores primarios de la materia orgánica y contribuyen a la formación del humus. Aunque se le ha dado poca importancia a la acción de los microorganismos sobre la estructura física del suelo, hay evidencia que durante el crecimiento de algunos hongos, éstos producen sustancias de alto peso molecular resistentes a la descomposición, con capacidad de ligar partículas y formar agregados hidrostables.

Debido a la gran diversidad de morfología y capacidad química encontrada en los microorganismos, éstos pueden vivir o a lo menos sobrevivir en una gran cantidad de hábitats. Por lo general, los microorganismos están tan ampliamente distribuidos que cualquiera que sea capaz de vivir y desarrollarse en un medio particular seguramente se encontrará allí. Por el contrario, si no hay microorganismos en un determinado lugar, se debe a una razón justificada. Por lo tanto, es difícil introducir un microorganismo en un medio establecido en el cual no ha existido antes. Cualquier perturbación del equilibrio existente de factores bióticos y abióticos puede ocasionar un cambio temporal en la población, pero con el tiempo se establecerá un nuevo equilibrio. Las comunidades, incluyendo las microbianas, son inherentemente estables, pero al mismo tiempo son estructuras dinámicas.

La flora y la fauna de una región cualquiera, como la del suelo, son el resultado de un proceso complejo de adaptación y evolución a través de las diversas épocas geológicas. El hecho de que una especie prefiera un

hábitat particular es indicativo de que las condiciones allí existentes son óptimas o por lo menos, favorables para su supervivencia; como ejemplo de esta adaptación y evolución aparecen los organismos del suelo.

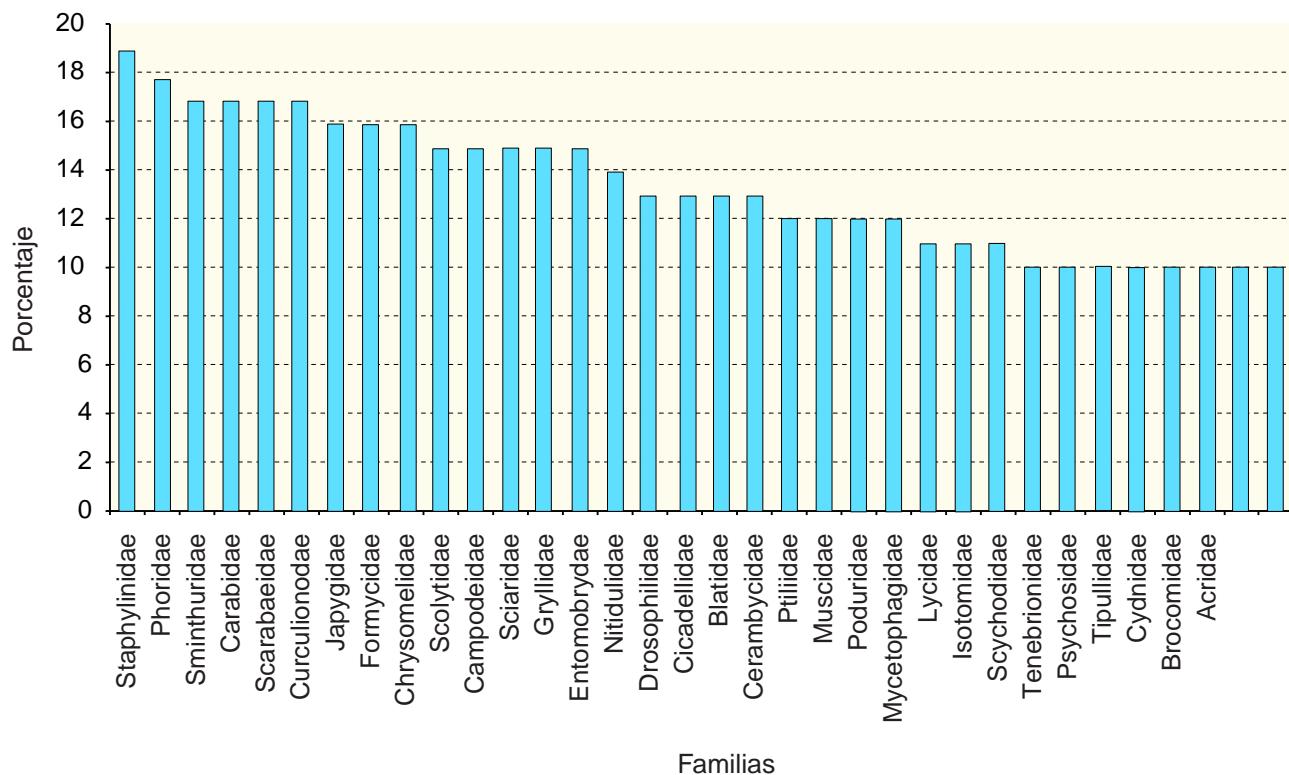
Los organismos que viven en el suelo actúan sobre él modificando su estructura y su composición, a la vez que éste le sirve de hábitat y nicho. Las poblaciones biológicas del suelo, aunque no son tan ricas como las marinas, comprenden una cantidad amplia de grupos representados por una gran diversidad de especies; algunos de éstos están integrados por formas exclusivamente del suelo, mientras que otros corresponden a formas oportunistas u occasioales.

Aunque muchos de los organismos del suelo muestran una basta distribución en los diferentes ecosistemas terrestres, cada área propende por su flora y fauna especial o específica; esto se comprobó cuando se realizó el análisis de caracterización de la edafofauna en algunos suelos de las regiones naturales de Colombia. Es así como se observó una marcada diferencia entre una y otra de las áreas muestreadas; esta gran variación puede estar relacionada con la vegetación, que proporciona un gran número de nichos, como también con el uso y manejo del suelo; además de los factores ambientales y edáficos, los cuales pueden actuar sobre la distribución y la variabilidad.

La actividad de la edafofauna dentro del suelo está relacionada con el mejoramiento de algunas de sus características físicas, como la porosidad, la estructura y la estabilidad; además incorporan materia orgánica y ayudan a la traslocación de nutrientes. Esta diseminación o transporte de reservas orgánicas sirve para la activación de los microorganismos; de otro lado, éstos transforman complejos orgánicos (celulosa, hemicelulosa, ácidos húmicos) en moléculas asimilables de gran valor para la meso- y la macrofauna (Levell, 1984).

Los invertebrados, integrantes de la meso- y la microfauna, son los mayores determinantes en los procesos del suelo en ecosistemas tropicales. Mientras el manejo de plagas es una parte integral en la producción de las cosechas, la potencialidad benéfica de la manipulación de los organismos del suelo ha tenido una consideración pobre en las prácticas de manejo. El interés y uso desmedido de los pesticidas y el control de plagas tienen minimizados los beneficios y efectos potenciales de los organismos del suelo, su actividad dentro del suelo y la incidencia que tienen sobre la producción de las cosechas.

El componente biótico del suelo constituye una comunidad organizada entre consumidores, productores y descomponedores. El tamaño de sus poblaciones depen-



**Figura 7.6.** Frecuencia absoluta de las familias aisladas en suelos de las regiones naturales de colombia.

de del espacio y del alimento primario disponibles (mantillo) y de las condiciones climáticas que gobiernan su tasa de crecimiento, la duración del ciclo de vida y la actividad que desarrollan (Schaller, 1968).

Por las razones anteriores, es necesario conocer la estructura de las comunidades de los organismos del suelo y sus interacciones con el medio edáfico, puesto que es casi imposible hablar de la producción del suelo y de una agricultura sostenible sin conocer el componente biológico del suelo que aun siendo mínimo es de gran importancia.

### Familias edáficas en suelos de las regiones naturales de Colombia

Los resultados obtenidos, producto del análisis de información secundaria, ponen de manifiesto que las comunidades edáficas de meso- y macrofauna estudiadas hasta el momento están constituidas por 344 familias, que pertenecen a 52 órdenes. Los órdenes más representativos según el número de familias son: Coleóptero con 66 familias, Díptera con 56 familias, Hemíptero con 36 familias e Hymenóptero con 42 familias. La presencia de taxones del phylum Arthropoda (clases y órdenes) aquí analizados y citados por diferentes autores como constituyentes de la meso- y macrofauna, como Isopoda, Scorpionida, Araneida, etc., concuerdan con la mayoría de informes de la literatura consultada.

La presencia de estos órdenes generalmente se debe a su alto sentido de socialización. Dentro de ellos se destacan por sus funciones sociales las hormigas (*Hymenóptera*) y las termitas (*Isóptera*).

Debido a su adaptabilidad y a sus diferentes estructuras, los coleópteros se encuentran en hábitats extremadamente diferentes; por esta razón predominan sobre todo en el suelo como depredadores o asociados a la materia orgánica en descomposición.

El orden *Díptera*, al igual que los coleópteros, por sus costumbres alimenticias, es abundante en la mayoría de los suelos; teniendo en cuenta la cadena alimenticia dentro de este orden se hallan familias de depredadores, necrófagos, saprófagos, fitófagos y coprófagos.

### Análisis de la frecuencia absoluta

Los datos analizados señalan que las familias más frecuentes son: *Staphylinidae*, *Ptilidae*, *Scydmonidae* y *Nitidulidae*, del orden *Coleóptera*.

La importancia de esta familia radica en su amplia distribución y su carácter depredador (carnívoros) sobre otras especies, manteniendo en un momento dado el equilibrio dentro del suelo; además interviene en los procesos de descomposición de la materia orgánica. Del orden Díptera se encontraron como más frecuentes las familias Phoridae e Hypoboscoidea; a algunos miembros de esta familia se les atribuye un papel muy importante

dentro del suelo por ser acumuladores de magnesio y calcio. En la figura 7.6 se aprecia la frecuencia de las diferentes familias encontradas en los suelos estudiados.

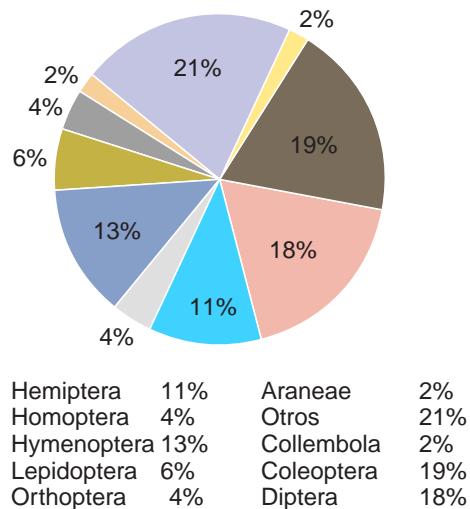
#### Abundancia en el nivel de órdenes

En la figura 7.7 se puede observar el porcentaje que ocupan algunos órdenes dentro de esta caracterización: Coleóptera 19%, Díptera 18%, Hymenóptera 13%, y Hemíptera 11%.

No obstante ser Colémbola un orden muy importante en la caracterización de la fauna edáfica, en este documento no aparece dentro de los órdenes representativos porque la abundancia fue determinada por número de familias y no por densidad o número de individuos; los otros órdenes, como Coleóptera, Díptera y Hymenóptera, tienen una gran representatividad dentro del estudio de acuerdo con el número de familias identificadas.

La presencia de estos órdenes se debe por lo general a su alto sentido de socialización y adaptación a hábitats heterogéneos y extremadamente diferentes. Dentro de éstos se destacan las hormigas (Hymenópteras) por ser un grupo social de carácter gregario desde el punto de vista bioedáfico; las hormigas como consumidores primarios y predadores forrajeras, ejercen el mayor impacto ya que modifican la producción primaria y participan en procesos formadores del suelo, tales como adiciones y translocaciones de nutrientes, producto de su relación simbiótica con hongos (Galvis *et al.*, 1975 y 1979).

Debido a su adaptabilidad, morfología y estructuras diferentes, los Coleópteros fueron encontrados en todos los sitios de muestreo; por lo general a estos organismos se les relaciona con materia orgánica en descomposición.



**Figura 7.7.** Porcentaje de los órdenes más representativos en suelos de las regiones naturales.

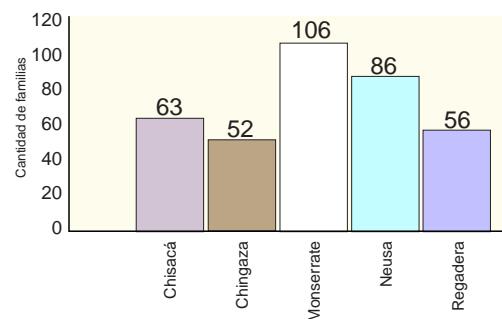
Las especies de Díptera por sus costumbres alimenticias son abundantes en la mayoría de los suelos.

#### Índice de similitud

y número de familias en sitios de muestreo

El índice de similitud se calculó sobre el número de las familias aisladas en los diferentes sitios de muestreo (figura 7.8); los resultados obtenidos mostraron que existe una similitud media entre las familias de los suelos de páramo y sólo entre las familias aisladas en los suelos de los páramos de Chisacá y Chingaza se obtuvo una similitud alta; este comportamiento de las familias en general puede deberse a la toma de muestras en épocas diferentes, al uso del suelo, a la altitud y a la vegetación bajo la cual se encuentra el suelo.

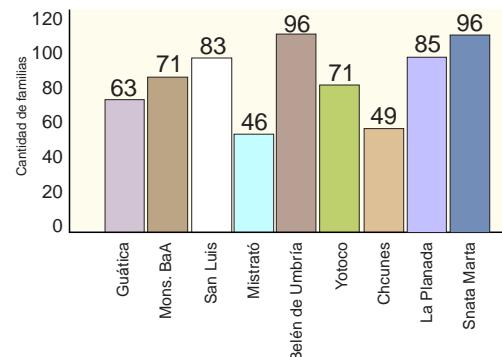
Índice de similitud páramo región andina



**Figura 7.8.** Familias de los suelos del páramo, región andina.

En la figura 7.9 se observa el número de familias aisladas en el bosque alto andino sobre el cual se calculó el índice de similitud, el cual presentó un rango entre 45 y 89.7, considerándose de medio a alto. La mayor similitud se encontró entre las familias de los suelos de Guática y Chucunes, en donde el índice de similitud fue 75%; en los suelos de Yotoco y Bélen de Umbría las familias allí aisladas presentaron un índice de similitud de 89.7%, siendo el índice más alto encontrado para las familias de

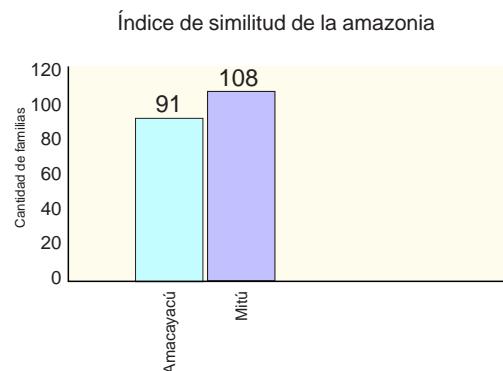
Índice de similitud bosque altoandino



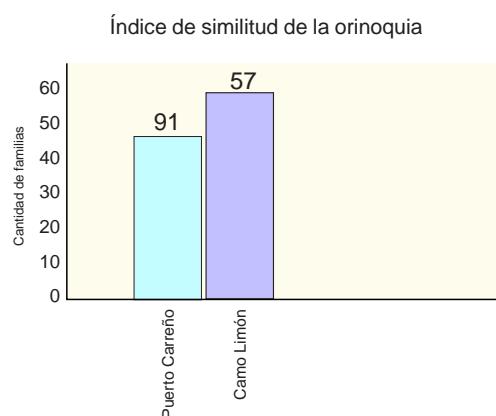
**Figura 7.9.** Familias aisladas en el bosque altoandino.

dos sitios diferentes. Esta alta similitud puede estar relacionada con la toma de muestras en una misma época, las alturas similares de los sitios y suelos bajo la misma cobertura vegetal (bosque natural).

En las *figuras 7.10 y 7.11* se puede apreciar el número de familias aisladas en suelos de la Amazonia y la Orinoquia; sobre éste se calculó el índice de similitud, siendo bajo y medio, respectivamente. La situación presentada se debe posiblemente al uso intensivo al que han sido sometidos estos suelos; este comportamiento permite poner en evidencia el postulado de Boris, relacionando con la disminución significativa de la diversidad y la densidad de las poblaciones edáficas en suelos donde han existido cultivos periódicos e intensivos.



**Figura 7.10.** Familias aisladas en suelo de la amazonia.



**Figura 7.11.** Familias aisladas en suelo de la orinoquia.

De todos los suelos analizados, los que presentaron la similitud más baja fueron los de la Orinoquia. Analizando este comportamiento se pueden hacer algunas aproximaciones: existe una marcada diferencia entre el número de familias aisladas en cada uno de los suelos, lo cual puede coaccionar la disimilitud; por otra parte, parece que las muestras fueron tomadas con una diferencia de tiempo muy significativa y bajo condiciones de uso muy diversas.

Aunque los suelos del Amazonas presentan una similitud media, allí se aisló el mayor número de familias, lo que puede dar una aproximación sobre la riqueza edáfica de estos suelos; en algunos casos la pérdida de vegetación, con la consecuente modificación microclimática, puede ser la responsable de la distribución de algunos grupos o familias de la edafofauna.

---

## Referencias bibliográficas



Alvarado E, A, Acero, Zea. S, 1994. "El ecosistema arrecifal en Colombia", 150-175 p. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: Recopilación de los Documentos Básicos Informativos sobre la Biodiversidad Costera y Marina en Colombia". Minca, Magdalena, p. 311

Álvarez, R, Polanía, J, 1994. "Manglares, lagunas costeras y estuarios del Caribe colombiano". 92-111 p. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia, p. 311

Allaby, M, 1984. *Diccionario del Medio Ambiente*. Madrid, España, p. 421

Andrade, G, 1993. "Biodiversidad y conservación en Colombia". En: *Nuestra diversidad biológica*, Fundación CEREC, Bogotá

- Arias, F, 1994. "Contribución para definir el estado del conocimiento de los sistemas oceánicos colombianos con énfasis en la parte biológica", pp. 261-268. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia. (X), p. 311
- Arnal, C, 1995. "Los incendios forestales". En *Revista Gaia. España*
- Barbosa, C, 1980. *Estudio de comunidades vegetales y algunas de sus relaciones con primates en el Parque Nacional Natural Los Katíos*. Inderena, Bogotá, p. 53
- Barbosa, C, 1986. "Contribución al conocimiento de la flora y vegetación del Parque Nacional Natural Isla Gorgona y Gorgonilla". En: *Revista Pérez-Arbelaeza* 1(3): pp. 311-356
- Barbosa, C, 1990. *List of Plants Collected in Study Area, La Macarena, Colombia, I. Field Studies of New World Monkeys*. 3: pp. 49-55
- Barbosa, C, 1992a. *Contribución al conocimiento de la flórula del Parque Nacional Natural El Tuparro*. Biblioteca Andrés Posada Arango, Libro 3, Inderena
- Barbosa, C, 1992b. *Preliminary List of Plants Collected at the Centro de Investigaciones Primatólogicas La Macarena-CIPM-, Tinigua National Park, Colombia. Field Studies of New World Monkeys, La Macarena, Colombia*, Volumen 6: pp. 25-41
- Barbosa C, Fajardo A y Giraldo, H, 1988. "Evaluación del hábitat y status poblacional del tití de cabeza blanca *saguinus oedipus linnaeus*, 1758. En: *Colombia, el litoral Atlántico*. Mecanografiado, Inderena, p. 39
- Brown, y Lugo, 1994. "Rehabilitation of Tropical Lands: a Key to Sustaining Development". *Restoration Ecology*, 2 (2): pp. 97-111
- Bustos, I y Casas Franco P, 1973. "Plan extinguidor para el control de incendios forestales en la Sabana de Bogotá". En: *Segundo seminario sobre incendios forestales*. Inderena
- Cabrera, I, 1983. "Reconocimiento ecológico de Gorgona". *Boletín CAE* (10): pp. 3-12. Universidad del Valle, Cali
- Caín, S A y O Castro G M, 1959. *Manual of Vegetation Analysis*. Harper. New York
- Cantera, J, 1994. *Biodiversidad de acantilados rocosos en el Pacífico colombiano: estado de su conocimiento*. pp. 142-149
- En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia. (X), p. 311
- Cantera, J, 1995. "Biodiversidad en el ecosistema de manglares en el Pacífico colombiano", pp. 195-208. En: Restrepo, J y J Cantera (Ed). *Delta del río San Juan y bahías de Málaga y Buenaventura, Pacífico colombiano*. Colciencias, Universidad EAFIT, Universidad del Valle, Medellín, Tomo I, p. 337, Cali, Tomo II, p. 344
- Cardiel, J M, 1993. "Estudios Botánicos en la Guayana Colombiana", volumen III. "Dos nuevas euphorbiaceae, de la Sierra de Chiribiquete". En: *Revista Academia Colombiana de Ciencias*. 18 (71): pp. 469-474
- Carrizosa, J y Hernández J I, 1990. *Selva y futuro*. Editorial El Sello. Colombia, p. 213
- Castañeda, J, 1997. Incendios en la cobertura vegetal. Subdirección de Ecosistemas. IDEAM (Inédito)
- Cavelier, J, J Santamaría y Pulido M T, 1996. *Estructura y funcionamiento de la vegetación de los ecosistemas de sabana en la orinoquia colombiana*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Mimeografiado. 209 p, 1 mapa
- Cleef, A M, 1976. *Characteristics of Neotropical Paramo Vegetation and its Subantarctic Relations*: pp. 365-390
- Cleef, A M, 1979. "The Phytogeographical Position of the Colombian Cordillera Oriental". En: Larsen y Holm-Nielsen (eds.). *Tropical Botany*. Academic Press, Londres. pp. 175-184
- Cleef, A M, 1979. "Secuencia altitudinal de la vegetación de los páramos de la Cordillera Oriental". Actas del cuarto Simposio Internacional de Ecología Tropical 1: pp. 282-297. Ciudad de Panamá
- Cleef, A M, 1981. *The Vegetation of the Paramos of the Colombian Cordillera Oriental*. Tesis Doctoral
- Cleef, A M, 1983 a. *Fitogeografía y composición de la flora vascular de los páramos de la cordillera oriental colombiana* (Estudio comparativo con otras altas montañas del Trópico). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Bogotá
- Cleef A M, Rangel O y Salamanca S, 1983b. "Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Los Nevados

- dos". En: Van Der Hammen, Pérez Preciado y P. Pinto (Eds.) pp. 150-173
- Comisión colombiana de oceanografía, estrategia nacional para la biodiversidad y programa nacional de ciencias y tecnologías del mar-colciencia (CCO). 1994. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: informe del taller". Minca, Magdalena, Colombia. pp. 14-29; p. 33
- Comisión de las comunidades europeas, 1995. *Reglamento, (E) del Concejo sobre una actuación a favor de los bosques tropicales*, Bruselas. p. 15
- Cuatrecasas, J, 1958. "Aspectos de la vegetación natural en Colombia". En: *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 10 (40): pp. 225-264
- Cuervo, A, C, Barbosa y de La Ossa, J, 1986. "Aspectos ecológicos y etológicos de primates con énfasis en *Alouatta seniculus* (*Cebidae*) de la región de Colosó-Sucre-Serranía de San Jacinto, costa norte de Colombia. En: *Revista Caldasia*, 14 (68-70): pp. 709-741
- Del Llano, M, 1990. *Los páramos de los Andes*. Editorial Montoya y Araujo Ltda. p. 314
- Departamento nacional de planeación, DNP, Colciencias y CCO. 1990. *Plan de desarrollo de las ciencias y tecnologías del mar en Colombia. 1990-2000*. Controles Administrativos Ltda. Bogotá, Colombia. p. 138
- Cuervo, A, Hernández J I y Cadena A, 1986. "Lista actualizada de los mamíferos de Colombia, anotaciones sobre su distribución". En revista *Caldasia*, Vol. XV, (71-75p). Instituto de Ciencias Naturales, ICN, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Dodson, C H, Gentry A H y Valverde F M, 1985. *La flora de Jaunecche Los Ríos, Ecuador*. Banco Central del Ecuador, Quito
- Donato, J, 1996. "Caracterización de los sistemas acuáticos de páramo de Colombia". En: *Caracterización y evaluación integral de los ecosistemas acuáticos epicontinentales de Colombia*. Ideam-Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Instituto de Ciencias Naturales
- Dugand, A, 1973. "Apuntes para un curso de geobotánica en Colombia". En: *Revista Cespedesia*, II (6-8): pp. 1-481
- Duque, S, 1996. "Caracterización de ecosistemas acuáticos epicontinentales de Colombia con base en el fitoplancton". En: *Caracterización y evaluación integral de los ecosistemas acuáticos epicontinentales de Colombia*. IDEAM-Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Instituto de Ciencias Naturales
- Espinol, L y Montenegro E, 1963. *Formaciones vegetales de Colombia*, Departamento Agrológico, IGAC, Editorial Canal Ramírez. Bogotá. 20 p., 1 mapa
- Flores, L y Capella J, 1994. "Mamíferos acuáticos de Colombia, estado del conocimiento, conservación y gestión". pp. 226-239. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia. (X), p. 311
- Forero, E y A Gentry, 1986. *Lista anotada de las plantas del departamento del Chocó, Colombia*, Biblioteca J Jerónimo Triana. Bogotá. p. 142
- Fuertes, J, 1992 a. "Estudios botánicos en la guayana colombiana, 1, Una nueva especie de *Hibiscus*, sección *Furcaria* (*Malvaceae*)". En: revista *Anales, Jardín Botánico*. Madrid 50 (1): pp. 65-72
- Fuertes, J, 1992 b. "Estudios botánicos en la guayana colombiana, 2. Notas sobre *sida serrata Willd*". *Revista Academia Colombiana de Ciencias*. 18 (70): pp. 305-310
- Galvis, G, 1996. "Diagnóstico de los ecosistemas acuáticos". En: *Caracterización y evaluación integral de los ecosistemas acuáticos epicontinentales de Colombia*. IDEAM-Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Instituto de Ciencias Naturales
- Gentry, A, 1982. "Neotropical Floristic Diversity: Phytogeographical Connections between Central and South America, Pleistocene Climatic Fluctuations, or an Accident of the Andean Orogeny". En: *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 69: pp. 557-593
- Gentry, A, 1991. "El Bosque nublado de Colombia". En: *Bosques de niebla de Colombia*. Banco de Occidente
- Gentry, A, 1993. "El significado de la biodiversidad". En: *Nuestra diversidad biológica*, Fundación CEREC, Bogotá
- Giraldo, L, 1994. "Estado actual de conocimiento de la oceanografía física del Caribe y el Pacífico colombianos". pp. 269-278. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia. (X), p. 311

- tera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia. (X), p. 311
- González, F, Díaz J N y Lowy P, 1995. *Flora ilustrada de San Andrés y Providencia*. Convenio SENA, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Graham, A y Jarzen D, 1969. "Studies in Neotropical Paleobotany I. The Oligocene Communities of Puerto Rico". *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 56 (3): pp. 308-357
- Halfter, G, 1992. *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Instituto de Ecología, A C Acta Zoológica Mexicana. Artes Graphos, Xalapa, Veracruz, México, p. 389
- Hernández, C J y Sánchez H, 1990. *La diversidad biológica de Iberoamérica, I*. Volumen Especial del Acta Zoológica Mexicana (de G Halfter). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A C, Xalapa, Veracruz, México
- Hernández, C J, Walschburger T, R Ortiz y Hurtado A, 1992. "Origen y distribución de la biota suramericana y Colombiana", pp. 55-104. En: "La diversidad biológica de Iberoamérica, I". Volumen especial de acta zoológica mexicana (de G Halfter). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A C, Xalapa, Veracruz, México
- Hernández, C J, Rueda J V y Sánchez H, 1995. "Las Fronteras del desierto". En: *Desiertos y zonas áridas y semiaridas de Colombia*. Ediciones Samper. p. 207
- Hirabuki, Y, 1990. *Vegetation and Land form Structure in the Study Area of La Macarena: A Physiognomic Investigation. Field studies of New World Monkeys La Macarena, Colombia*, 3: pp. 35-48
- Instituto Colombiano de Agricultura, ICA, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 1985. *Zonificación agroecológica*
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Posada, F, Barbosa, C y Gutiérrez, H, 1996. *Mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del espacio en Colombia*
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. 1998a. *Análisis de la distribución general de los ecosistemas boscosos del país por cuencas hidrográficas*. (Documento interno)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, 1988b. Estado nacional del agua. Balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia
- Indicadores de sostenibilidad proyectados al año 2016. Documento en prensa. IDEAM. Bogotá
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 1985. *Zonificación agroecológica*
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 1962. *Mapa ecológico*
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 1966. *Mapa general de bosques*
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 1977. *Mapa ecológico (Holdridge Modificado)*
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 1992. "Mapa indicativo de zonificación de áreas forestales". Memoria Técnica
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 1994. "Memorias del Primer taller sobre cobertura vegetal, clasificación y cartografía". Proyecto SIG-PAF
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 1995. *Atlas geográfico de Colombia*
- IGAC-Inderena-CONIF. 1984. "Mapa de bosques de Colombia". Memoria Explicativa 1, Edición Bogotá, Colombia, 204 p
- Inderena, 1981. *El Recurso forestal en Colombia*. Subgerencia de Bosques y Aguas. Administración de Bosques. Bogotá, 1981
- Inderena, 1989. *Evaluación y monitoreo de Recursos Forestales en áreas del Plan Nacional de Bogotá*. Rehabilitación. Subgerencia de Bosques y Aguas. División Administración de Bosques
- Inderena, 1991. *Algunas cifras sobre la reforestación en Colombia*.
- Inderena-IGAC-CONIF. 1984. "Mapa de bosques". Memoria técnica y estudio dendrológico
- Inderena-IGAC. 1992. "Mapa indicativo de zonificación de áreas forestales", Memoria técnica
- Inderena-PNR. 1993. *La conservación y manejo sustentable de manglares en Colombia*, Bogotá
- Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, 1997. *Boletín estadístico pesquero colombiano*. Gente Nueva Editorial, Bogotá, p. 106
- Isawa, K y Nishimura A, 1988. *Primate Fauna at the Study Site, La Macarena, Colombia. Field Studies Of New World*

- Monkeys. La Macarena. Colombia*, 1: 5-11. Japan Colombia Cooperative Study of Primates
- Isawa, K y Tokuda K, 1988. *General Aspects of Study Site. Field Studies Of New World Monkeys. La Macarena. Colombia*. I:1-3. Japan Colombia Cooperative Study of Primates
- Jorgensen, S E, y Vollenweider R A, 1988. "Introducción general". En: *Directrices para la gestión de lagos. Principios generales sobre gestión de lagos*. Editorial Comité Internacional de Ambientes Lacustres-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Volumen 1. Principios Generales, capítulo 1, pp. 5-8
- Laverde, J, 1994. "Estado del conocimiento de las praderas de fanerógamas marinas en Colombia". 133-141p. En: CCO, ENB y Colciencias. "Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros: recopilación de los documentos básicos informativos sobre la biodiversidad costera y marina en Colombia". Minca, Magdalena, Colombia, 311p
- Lozano, C G, Ruiz N, González A y Murillo M T, 1996. *Notas sobre biodiversidad*. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural. Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca J Jerónimo Triana (13)
- Medina, y Sarmiento G, 1979. "Tropical Grazing Land Ecosystems of Venezuela, I. Ecophysiological Studies in the Trachypogon Savanna (Central Llanos)", pp. 612-619. En: Unesco/UNEP/FAO, *Tropical Grazing Ecosystems United Nations*, France
- Ministerio del Medio Ambiente. 1997. *Gestión ambiental para la fauna silvestre en Colombia*. Edición de la Oficina asesora de divulgación y prensa. Bogotá, p. 31
- Molano, J, 1954. *Limnología colombiana: lagos, lagunas, represas, ríos y quebradas de Colombia*. División de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura de Colombia, Bogotá
- Mondragón, F, Inderena, 1992. "Evaluación de incendios forestales en Colombia". *Boletín No 1 y No 2*
- Organización de Naciones Unidas, 1996. *Panel intergubernamental sobre bosques*. IPF.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 1966. "Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales: Colombia". Tomo III. En: *La vegetación natural y la ganadería en los Llanos Orientales*. FAO, Roma. (FAO-SFII/COL)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 1988. I Reunión técnica sobre monitoreo de procesos de deforestación/degradación de bosques húmedos tropicales. Documento de campo No. 15. Lima, Perú, p. 137
- Overbeck, J, 1989. "Conceptos sobre ecosistemas". En: *Directrices para la gestión de lagos*, volumen 1. Editorial Comité Internacional de Ambientes Lacustres-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Principios Generales. Capítulo 2, pp. 9-32
- Prance, G T, 1973. *Phytogeographic Support for the Theory of Pleistocene Forest Refuges in the Amazon Basin Based on Evidence from Distribution Patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae, and Lecythidaceae*. Acta Amazónica. 3: pp. 5-28
- Ramírez, A y Viña G, 1998. *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Editorial Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
- Rangel, O, 1995. *Colombia, diversidad biótica*, Volumen II. Convenio Inderena -Universidad Nacional de Colombia. Editorial Guadalupe Ltda, p. 442
- Rangel, O, 1987. *Colombia, Diversidad biótica*, Volumen 1. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia
- Rangel, O S, Jaramillo Díaz, R y Salamanca S, 1986. "Lista del material herborizado en el transecto del Parque los Nevados (*Pteridophyta-Spermatophyta*)". En: *Studies on Tropical Andean Ecosystems*. Volumen 1: pp. 171-199
- Raven, P H y D I A Rod, 1974. *Angiosperm Biogeography and Past Continental Movements*, Ann. Missouri Botanical Garden. 61: pp. 539-673
- Roldán, G, 1992. *Fundamentos de limnología tropical*. Universidad de Antioquia, Medellín
- Rueda, J, 1995. *Estudios de fauna silvestre y los ecosistemas colombianos*. IDEAM, Bogotá. Inédito
- Sánchez, P H, Álvarez L R, Guevara M O A, Zamora G A, Rodríguez C H y Bravo Pazmiño E, 1997. *Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del pacífico de Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente
- Sánchez, P H, Álvarez L R, Pinto N F, Sánchez A A S, Pino R J C, Garcías H I, y Acosta P M T, 1997. *Diagnóstico y zonificación de los manglares en el Caribe de Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente
- Santamaría, J, M Quiñónez, M T Pulido y Cavelier J, 1996. *Efectos ambientales de las quemas y el pastoreo en ecosistemas colombianos: Bosques secos y sabanas*. Instituto de Hidrología,

Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Mimeografiado. p. 69

Sarmiento, G, 1984. *The Ecology of Neotropical Savannas.* Harvard University Press, Cambridge

Schultes, R E, 1944. "Plantae Colombiana", IX, *Revista Caldasia*, 3 (12): pp. 121-130. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Schultes, R E, 1952. *La riqueza de la flora colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales.* Bogotá. 8: pp. 230-241. Bogotá

Schultes, R E, 1962. *The Structure of the Amazonian Vegetation, IV. High Campina Forest in the Upper Río Negro, V. Tropical Rain Forest Near Vaupes*

Triviño, T, 1972. *Regional Occidental. Control de incendios forestales.* Inderena

Unesco, 1973. "Clasificación internacional y cartográfica de la vegetación". *Ecology and Conservation.* No. 6, París, p. 93

Universidad Nacional de Colombia-Inderena.1994. *Estudio de la diversidad biótica en Colombia*

Van Der Hammen, T y Cleff A M, 1983. "Datos para la historia de la flora andina". En: *Revista Chilena de Historia Natural.* 56: pp. 97-107

Zerda, E, 1993. *Listado de aves migratorias de Norteamérica.* (Inédito)

