

PÉREZ ARBELAEZIA

15 - Agosto de 2004

ISSN 0120-7717



Odontoglossum luteopurpureum. Lindl
Flor insignia de Bogotá

FLORA DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA
DEL NUEVO REINO DE GRANADA (1783 - 1816)



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ

1986 - 1972

Sacerdote - Investigador

Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor Enrique Pérez Arbeláez, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico Linneo quiso hacer en homenaje a José Celestino Mutis. Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá

“José Celestino Mutis”

Directora

Martha Liliana Perdomo Ramírez

Secretaria General

Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesora Jurídica

Edna Patricia Rangel Barragán

Jefe Oficina Asesora de Control Interno

Nancy Sanabria Rojas

Asesor de Planeación

Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica

Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo

Rolando Higueta Rodríguez

Subdirectora Educativa y Cultural

Paola Liliana Rodríguez Suárez

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 15 - Agosto de 2004

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que ésta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad, tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Martha Liliana Perdomo	Directora
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Paola Rodríguez	Subdirectora Educativa y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional
Hernán Mauricio Romero	Profesor - Investigador.
Andrés Etter Rothlisberger	Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editores

César Escallón Estupiñán
Fernando Molina

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2004 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

*La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis
y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.*

Coordinación general

Paola Rodríguez Suárez - Subdirectora Educativa y Cultural

- Corrección: Fernando Molina
- Diseño y diagramación: Alexandro Becerra Rodríguez

Impresión

Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos

Ilustración carátula

***Odontoglossum luteopurpureum.* Lindl**

FLORA DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA
DEL NUEVO REYNO DE GRANADA (1783 - 1816)

Tomo XI, Orquidáceas, Lámina XXIV

1989, Ediciones de Cultura Hispánica, Madrid.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. (Cll) 63 No. 68-95 / Tel: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación	7
Ecosistemas Colombianos	9
Germán Márquez	
Diagnóstico ecosistémico en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR	43
Elizabeth Valenzuela	
Caracterización preliminar de la vegetación natural en los ecosistemas de alta montaña de colombia	75
César Barbosa y Sandra Cruz Argüello	
Selección multicriterio de áreas de conservación in situ para el Jardín Botánico José Celestino Mutis	89
Fernando Remolina A.	
Plántulas procedentes del banco de semillas germinable de un bosque subandino.	113
Angélica Cardona Cardozo y Orlando Vargas Ríos	

PRESENTACIÓN

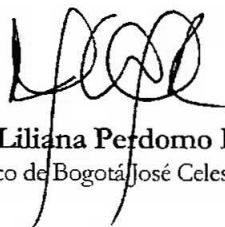
Me complace mucho dar continuidad al trabajo que ha venido desarrollando el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, con la publicación número 15 de la revista Pérez Arbelaezia, la cual entendemos como el proyecto editorial de mayor trascendencia institucional y un elemento relevante de la identidad del Jardín Botánico; por tanto, la comprensión que hemos alcanzado de su papel y las condiciones señaladas la colocan entre las prioridades de la actual administración.

La revista Pérez – Arbelaezia; fue creada con el propósito de dar a conocer los resultados de las investigaciones de la institución y de aquellas que realizan otras entidades del ámbito científico o académico en que se enmarca su temática, la cual se ha orientado a la flora de los ecosistemas andinos.

Dada la misión del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, como centro de investigación científica, la revista Pérez Arbelaezia, se constituye en un medio de divulgación de gran importancia, en la medida que nos brinda la oportunidad de dar a conocer y poner al servicio de los habitantes del Distrito, así como de todos los interesados en estos temas, en el ámbito nacional e internacional, los avances en el conocimiento sobre nuestros ecosistemas y sus especies, para su adecuado manejo, conservación y utilización.

Por tal motivo deseamos invitarle a darnos a conocer sus opiniones y, o a presentar sus artículos, producto de investigaciones científicas relacionadas con la temática de la revista, para que en caso de ser seleccionados, sean publicados en las en las próximas ediciones.

Espero que los estudios aquí presentados sean útiles para quien los consulte.
Cordial saludo,



Martha Liliana Perdomo Ramírez
Directora Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Ecosistemas colombianos

Por:

Germán Márquez¹

Resumen

El presente documento es un ensayo de clasificación y descripción básica de los principales tipos de ecosistemas y hábitats presentes en el territorio colombiano, que explica y complementa un Mapa de Ecosistemas de Colombia que intenta reconstruir y representar la cobertura ecosistémica original del país. En el que se incluyen la gran variedad de tipos terrestres, acuáticos continentales y marinos, descritos dentro de un sistema común. La principal razón para proponer el empleo de este sistema, aplicado por otros autores, en especial Dinnerstein et al (1995), para ecosistemas terrestres en América Latina y el Caribe, es la búsqueda de un lenguaje común de fácil comprensión con el cual referirse a estas unidades naturales, y que pueda ser usado por científicos y profanos.

Cada uno de los ecosistemas se acompaña de explicaciones que buscan complementar el Mapa de Ecosistemas de Colombia, en las cuales se hace referencia a atributos estructurales y funcionales, su ubicación general en el país e importancia para la sociedad. Se incluye una Bibliografía básica que permite acceder a información complementaria.

Palabras clave:

Ecosistemas de Colombia, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos continentales, ecosistemas marinos, ecorregiones.

Abstract

This paper is an attempt to classify and give a basic description of the main types of ecosystems and habitat that would have potentially covered the Colombian territory. It includes not only land ecosystems, but also continental and marine aquatic ecosystems. The main reason to propose the use of this system, which has been applied by other authors in Latin America and the Caribbean, is the basic and common language it is build upon, which makes it useful to scientists and experts, as well as laymen in decision making.

¹ Profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia.

(en Morello, *ibid.*) distingue dos tipos de trópico húmedo: “el húmedo permanente, en el que la vegetación no muestra ninguna característica xerofítica, y áreas con dos estaciones hídricas contrastadas en las que la existencia de un período menos húmedo se expresa sólo en caída total o parcial del follaje o en un paisaje vegetal en el que los pastizales forman mosaico con las masas forestales”. Esta definición, que no incluye la temperatura, permite considerar dentro del trópico a “las tierras que no tienen temperaturas altas, es decir todo lo húmedo montano - tropical de tierra templada y fría... (bosques de niebla, páramo...)”.

No obstante su ubicación en el Trópico Húmedo, el territorio colombiano incluye también Trópico “subhúmedo, subseco y caliente” (llueve menos de 1.550 mm y más de 500 mm al año, y puede haber de 4 a 6 meses ecológicamente secos) representado principalmente en Orinoquia y en la planicie costera Caribe. Presenta también algunas zonas áridas y semiáridas, donde las precipitaciones son inferiores a la evapotranspiración potencial; estas zonas se ubican en el cinturón costero Caribe, en especial La Guajira, y en enclaves interandinos (desiertos de La Tatacoa y La Candelaria, valles áridos del Chicamocha, Patía y Dagua, entre otros).

2. ECOSISTEMAS TERRESTRES DE COLOMBIA

Existen diversos sistemas de clasificación de los grandes tipos de ecosistemas terrestres o unidades ecológicas y de vegetación, que han sido o podrían ser aplicados en Colombia. Dentro de los primeros está el sistema de Holdridge, base para el así llamado Mapa Ecológico de Colombia (1963), y el de Walter (1973), base del Mapa de Ecosistemas de Colombia (IAvH, 1998). Este último sirvió también para la descripción básica de los biomas (Sánchez et al., 1990; Hernández & Sánchez, 1992) y de los ecosistemas terrestres colombianos (IAvH, 1997). Se encuentra, así mismo, el sistema ad hoc utilizado en el Perfil Ambiental de Colombia (COLCIENCIAS, 1990). Además de estos trabajos, que sirvieron para la elaboración de mapas, hay otros que se han aplicado a análisis o descripciones de la vegetación y ecosistemas colombianos, como el de Chapman (1917), el utilizado por Cuatrecasas (1943) y Dugand (1973), basados en criterios geobotánicos, y el de UNESCO (1973). Además se han usado, en contextos más limitados, el sistema general de IBP (Forsberg, 1970 en: Márquez, 1987), aproximaciones desde la fitosociología de Braun-Blanquet (1979) o esquemas como el usado por Cleef (1983) y acogido por el IDEAM (1998) o los discutidos por Van der Hammen & Rangel (1997). Recientemente se realizó un trabajo de importancia en el que se recurre a los conceptos

de ecorregiones, tipos principales de ecosistemas y tipos principales de hábitat (Dinnerstein et al., op. cit.) y que sirve como herramienta para una evaluación del estado de las ecorregiones y que, a su vez, se utiliza en este trabajo para elaborar el mapa de ecosistemas de Colombia.

No obstante lo anterior, o quizá por ello, no se ha llegado a un acuerdo sobre el sistema más adecuado para clasificar los ecosistemas terrestres colombianos. De hecho, no hay siquiera una terminología de aceptación común, pues se habla de unidades ecológicas, formaciones ecológicas, biomas o ecosistemas para referirse en lo fundamental a las mismas unidades; Hernández & Sánchez (op. cit.) enumeran algunas de las sinonimias más significativas.

En este trabajo se presentan los tipos de ecosistemas terrestres, objeto central del estudio; para su identificación y descripción se adopta el sistema que sirve como base para el mapa de ecorregiones de América Latina y el Caribe (Dinnerstein et al., op. cit.), con complementaciones tomadas de Monasterio (1980), Perfil Ambiental de Colombia (COLCIENCIAS, op. cit.), IDEAM (op. cit.) e Instituto von Humboldt (IAvH, op. cit.).

2.1. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA PARA CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS, HÁBITATS Y ECORREGIONES TERRESTRES DE COLOMBIA

El Mapa 1. Tipos Principales de Ecosistemas según Hábitats en Colombia, presenta su posible distribución, la cual ha sido reconstruida a partir de datos climáticos y altimétricos, información histórica y cobertura remanente.

El sistema que se propone adopta, con algunas modificaciones, el concepto de Tipo Principal de Ecosistemas TPE utilizado por Dinnerstein et al. (op. cit.), según el cual es posible distinguir en América Latina y el Caribe cinco TPE bien diferenciados:

- Bosques de hoja ancha;
- Bosques de coníferas;
- Pastizales / Sabanas / Matorrales / Páramos;
- Formaciones Xéricas, y
- Manglares.

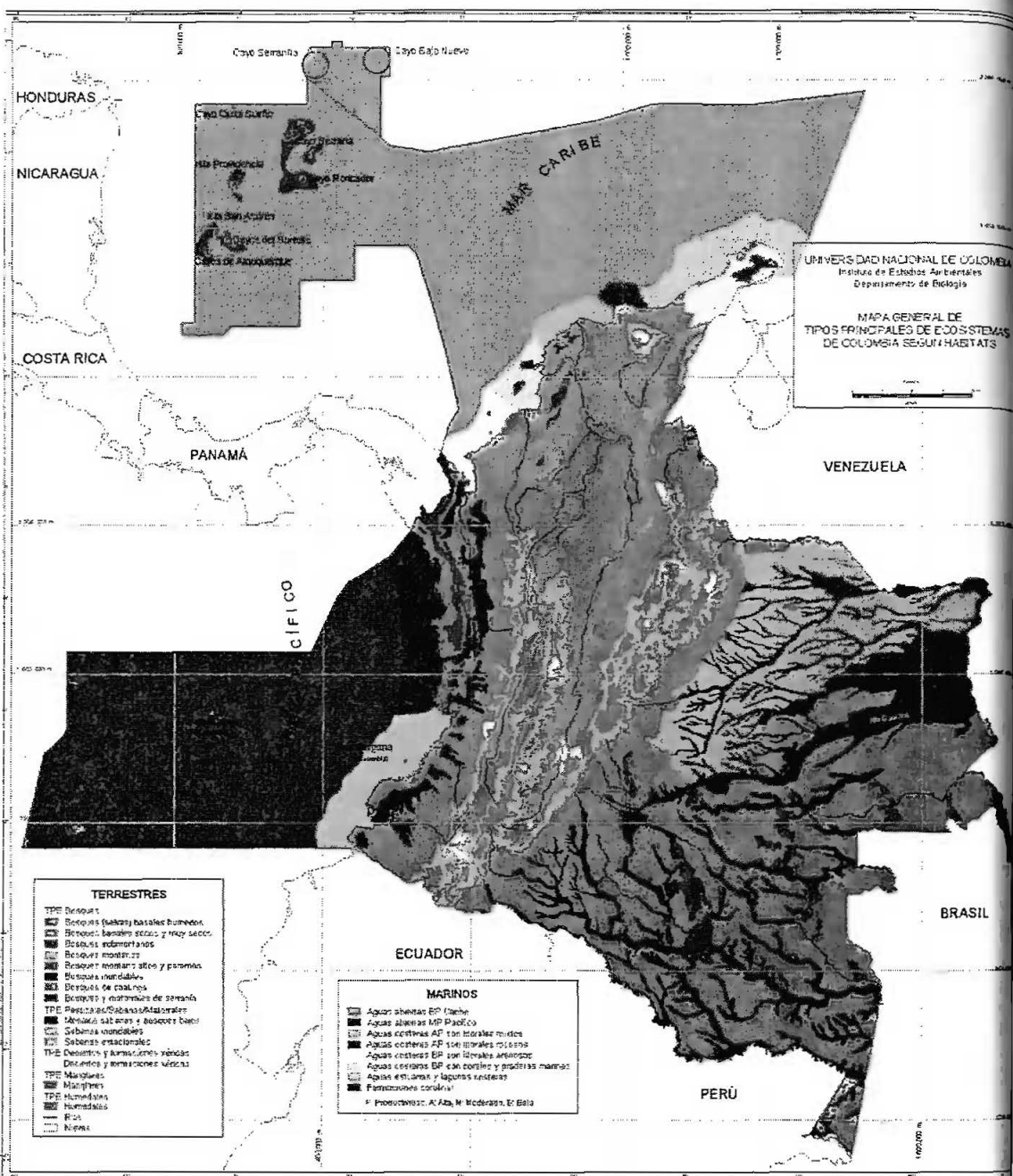


Figura 1. Mapa de ecosistemas colombianos.

Cada TPE presenta varios Tipos Principales de Hábitat TPH, en los cuales se presentan variantes resultantes de cambios en las condiciones climáticas; así, en los bosques tropicales de hoja ancha pueden distinguirse los húmedos y los secos. Los autores diferencian once TPH, pero en la clasificación de las ecorregiones incluyen otros, más acordes con los usos locales. Aquí se propone adoptar estos últimos, con una complementación y pequeños cambios en la nomenclatura, con base en Dinnerstein et al. (ibid.), COLCIENCIAS (op. cit.), Fosberg (op. cit.) y observaciones del autor.

Los TPH se definen en términos de una combinación de pisos térmicos y regímenes de humedad. Los pisos térmicos que aquí se adoptan siguen, con algunas variaciones, los propuestos por Monasterio (op. cit.), que a su vez introducen una variación respecto a los propuestos por Humboldt (1817; citado por Monasterio, op. cit). Estos son:

- Piso Basal, desde el nivel del mar hasta 1.000 msnm, aunque el límite real puede variar entre 800 y 1.200 msnm, dependiendo de condiciones locales. Los TPH de este piso se llaman basales e incluyen tipos desde húmedos hasta xéricos.
- Piso Submontano (subandino) hasta los 2.000 msnm, con variaciones locales. Los TPH de este piso se clasifican bajo el calificativo general de submontanos e incluyen los llamados por Monasterio (ibid.) arbustal espinoso, selvas siempre verde seca, selva nublada montana baja y, en especial, selva estacional montana. Estos tipos no se discriminan en el Mapa. Este piso incluye algunas formaciones xéricas en montaña, que sí se ubican en el Mapa.
- Piso Montano (Andino) hasta 3.000 msnm. Se mantiene la distinción del piso montano hasta 3.000 msnm por la importancia de los bosques montanos (andinos) y su clara diferenciación altitudinal y fisonómica de los bosques de otros pisos. Incluye en especial los bosques (selvas) de niebla.
- Piso Montano Alto (Altiandino), por encima de 3.000 msnm hasta las nieves perpetuas o Piso Nival. Este piso incluye una mezcla no fácilmente diferenciable con simples criterios altitudinales de bosques altiandinos, que pueden ascender hasta cerca de los 4.000 msnm, y de páramos que pueden descender por debajo de los 3.000 msnm, en algunos casos. En el mapa se representa como TPH Bosques Montanos Altos y Páramos, dada esta dificultad.

A continuación se definen los TPE y TPH propuestos, así como los rasgos y rangos de su distribución.

TPE Bosques

Los Bosques, en el sentido de Fosberg (op. cit.), se caracterizan por vegetaciones leñosas de más de 5 m de altura y dosel cerrado. Los bosques tropicales son, en general, densos, con varios estratos, árboles de fuste recto y liso, lianas verdaderas, elevada diversidad alfa y beta, abundantes endemismos y elevada razón entre la biomasa mantenida y la unidad de energía consumida. Algunos autores prefieren el nombre de selvas para los Bosques Tropicales (ej.: Monasterio, op. cit.), nombre que quizá exprese más adecuadamente la complejidad de los bosques tropicales; no obstante aquí, para evitar confusiones con el uso común en Colombia, el nombre de selvas se aplicará sobre todo a los bosques basales húmedos tropicales.

TPE Bosques Tropicales de Hoja Ancha

Para el TPE Bosques Tropicales de Hoja Ancha se proponen los siguientes TPH:

- **TPH Bosques (Selvas) Basales Húmedos.** Se distribuyen por debajo de 1.000 msnm, con temperaturas promedio encima de 24 °C y precipitaciones por encima de 1.500 mm al año; su dosel, con alturas por encima de 30 m y en general más altos, con emergentes de hasta 50 m, está dominado en menos del 50% por especies caducifolias; predominan hojas con alero de goteo. Gran complejidad trófica e importancia de las vías detriticas. Ciclos de nutrientes cerrados y determinados por la acumulación de nutrientes en la biomasa, lo cual determina que sus suelos sean poco aptos para actividades agropecuarias. La fauna incluye numerosos insectos. La biodiversidad es muy elevada, lo mismo que las simbiosis; la producción tiende a ser consumida en su totalidad, la biomasa sostenida por unidad de energía utilizada es muy alta. Es muy resistente a la intervención humana pero una vez destruido su recuperación es muy lenta, dada su extrema complejidad estructural. Se los llama también bosques húmedos tropicales, bosques de lluvia, bosques ombrófilos, siempre verdes o simplemente selvas, entre otros nombres. Corresponden al Zonobioma Húmedo Tropical o selva higrofítica del piso térmico cálido de Hernández & Sánchez (op. cit.).

- **TPH Bosques Basales Secos y muy secos (decíduos).** También se distribuyen por debajo de 1.000 msnm, con precipitaciones anuales inferiores a 1.500 mm. Tienen más del 50% de su dosel conformado por especies caducifolias;

en los muy secos se acerca al 100%. Presentan ciclos estacionales bien definidos, asociados con los períodos de lluvia y estiaje y adaptaciones a los mismos: ciclos de floración y fructificación sincronizados, altas tasas de natalidad y crecimiento para aprovechar períodos favorables, formas de dormancia o estiaje para tolerar períodos secos, migraciones y, en general, estrategias r, entre otras. Redes tróficas menos complejas que en el anterior, con importancia de la ruta de pastoreo. Elevada diversidad. Ciclos de nutrientes con acumulación en los suelos, que tienen altos contenidos de materia orgánica por ser mayor la producción que el consumo y la descomposición, limitados por la escasez de agua. Suelos fértiles y aptos para actividades agropecuarias; abundantes maderas preciosas duras de importancia económica. Su potencial económico y las condiciones secas propician su tala y quema, lo que explica su virtual extinción; su recuperación luego de perturbaciones es lenta. En general, se los conoce como bosques secos tropicales, pero es conveniente llamarlos basales para diferenciarlos de los montanos secos. Corresponden al Zonobioma Tropical Alternohigrico de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes presentan una descripción más amplia y sus equivalentes dentro de otros sistemas de clasificación.

- **TPH Bosques Submontanos (subandinos).** Bajo este nombre se agrupa, ante la dificultad de cartografiarlos dado su elevado grado de transformación, a todos los bosques que se desarrollan entre 1.000 y 2.000 msnm, en las laderas de los Andes, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de La Macarena. Por limitaciones del sustrato, las pendientes y la temperatura rara vez superan los 25 m, no tienen estratos definidos, son muy diversos, presentan numerosas epífitas y avifaunas muy variadas. Su composición reúne elementos de los bosques basales y de los montanos; presentan diferentes grados de estacionalidad dependiendo de los ciclos de lluvias, con materia orgánica acumulada en el suelo y productividad elevada, sobre todo los que tienen influencia de cenizas volcánicas. En Colombia este bosque está reemplazado casi por completo, en especial por efecto del cultivo del café. Incluye varios tipos de vegetaciones, desde arbustal espinoso hasta bosques (selvas) siempre verde seca, nublada montana baja y, en especial, selva estacional montana. Los llamados bosques de niebla se desarrollan en las zonas de condensación hacia 1.800 msnm, aunque, en sentido estricto, bosques de niebla hay en otros pisos térmicos, donde también se presentan estos cinturones. Las diferencias responden a variaciones en altura, humedad y estacionalidad. Corresponden a los Orobiomas del piso térmico templado, selva higrofitica (o subhigrofitica) mesófila o selva subandina de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes presentan una des-

cripción más amplia y sus equivalentes dentro de otros sistemas de clasificación. También han recibido los nombres de selvas submontana, bosques premontanos y bosques subandinos, lo cual sugiere su heterogeneidad.

- **TPH Bosques Montanos (andinos y altiandinos).** Bajo este nombre se agrupan distintos ecosistemas que tienen como denominador común el hecho de encontrarse por encima de los 2.000 msnm y alcanzar hasta los 3.200 msnm; se incluyen las variantes húmedas y secas. Son, en general, bosques bajos, 25 m o menos, con sotobosques densos y numerosas epífitas, que se incrementan con la humedad. Siempre verdes, diversos, con pocos elementos caducifolios y poca evidencia de estacionalidad, acumulan materia orgánica y nutrientes en el suelo pues su tasa de producción es superior a la de consumo y descomposición, afectada esta última por las relativamente bajas temperaturas. Ello determina suelos de buena calidad, aunque algo ácidos, en especial en zonas relativamente secas (como la Sabana de Bogotá y el altiplano cundiboyacense), lo cual a su vez explica su alto grado de transformación y reemplazo por agroecosistemas. Corresponden a los Orobios del piso térmico frío, selva higrofítica (o subhigrofítica) micrófila o nanófila o selva andina de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes presentan una descripción más amplia y sus equivalentes dentro de otros sistemas de clasificación.

- **TPH Bosques Inundables*.** Bosques también denominados riparios, ribereños, o aluviales, que se desarrollan a lo largo de la orilla de los ríos, incluyen los bosques de vega y de galería en sabanas y selvas. Bajo este nombre pueden incluirse los bosques en las riberas de ríos andinos, que incluye de manera muy importante a los guaduales. Se los denomina de galería en las zonas de sabana, por la especie de túnel que forman sobre el río, en especial en Orinoquia; son bosques de hasta 20 m de altura, con emergentes de mayor porte y abundantes palmas. Su fauna es una mezcla de elementos de selva y sabana. Presentan estacionalidad asociada a los ciclos y grados de inundación. En selva se diferencian los Bosques de Vega, inundables, que se desarrollan a lo largo y en los planos de inundación de los ríos selváticos; son altos, con árboles enormes, dosel denso, abiertos en el sotobosque, con numerosas adaptaciones a los suelos inundables como raíces en zanco o con contrafuertes. Pueden diferenciarse en Bosques de Várzea, más altos y con árboles muy gruesos, a lo largo de ríos blancos, ricos en nutrientes y de Igapó, mas abiertos, a lo largo de ríos negros, pobres en nutrientes. Corresponden en general a biomas azonales, Pedobios del piso térmico cálido; los bosques de galería a los Pedobios freatófitos o bosques riparios y los de Várzea e Igapó a los

Helobiomos de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes presentan una descripción más amplia y sus equivalentes dentro de otros sistemas de clasificación. Dentro de estos bosques cabe diferenciar como un TPH adicional: los guaduales.

- **TPH Guaduales.** Los guaduales se clasifican aquí como bosques, aunque por sus características podrían ubicarse como pastizales, pues están caracterizados por yerbas gigantes del tipo de los bambúes, en especial la guadua, una planta en forma de caña de gran alzada que alcanza hasta los 40 m. Forman densas coberturas en las orillas de los ríos y en zonas húmedas, desde cerca del nivel del mar, en valles aluviales, hasta cerca de 2.000 msnm en las montañas. Abundan hacia los 1.300 msnm, donde han sido muy presionados por la expansión cafetera, cuyo paisaje caracterizan. Las guaduas son la especie dominante y casi única en los estratos altos de este tipo de ecosistema, donde la densidad del dosel limita el desarrollo de arbustos y otras plantas leñosas y sólo permite una vegetación dispersa de hierbas de hojas grandes, bien adaptadas a la penumbra dominante. La fauna está compuesta por animales adaptados a las condiciones de humedad y con hábitos al menos parcialmente acuáticos, como insectos con fases larvales acuáticas, roedores, venados y abundantes aves. La productividad se transfiere en parte a los cuerpos de agua adyacentes; parte se acumula como materia orgánica en los suelos, donde la humedad puede limitar la descomposición. Los guaduales cumplen importantes funciones en la conservación del agua y en la protección de las riberas de los ríos, además de proveer materiales de construcción de excepcional calidad. Muy intervenidos en el pasado, hoy se los protege y cultiva.

- **TPH Bosques de Caatinga*.** Caatinga es el nombre en lengua yeral amazónica para formaciones vegetales que incluyen desde bosques altos hasta matorrales bajos, con una vegetación leñosa dispersa, de poco diámetro y con hojas coriáceas, cuyo desarrollo está limitado por escasez de nutrientes y por fuerte estacionalidad donde se alternan inundación y extrema sequía. Según Domínguez (1985), en quien se basa esta descripción, en Colombia se distinguen caatingas altas, medias y bajas que se presentan, en mosaico, sobre arenas blancas de origen muy antiguo, en sectores de la Amazonia influidos por el Macizo de Las Guayanas. El dosel en las caatingas altas alcanza hasta 20 m, aunque los diámetros de los troncos no superan los 25 cm; en el sotobosque se encuentran helechos y palmas. La caatinga media, conocida también como arrabal, tiene arbustos y árboles entre 8 y 12 m y diámetros entre 10 y 15 cm. Las caatingas bajas también son llamadas sabanas y “son grandes parches de vegetación en su mayor parte herbácea, salpicados a grandes trechos por pequeñas plantas leñosas”; difieren de las sabanas del Orinoco,

formadas principalmente por gramíneas, en que en ellas predominan las ciperáceas; los elementos leñosos también difieren. Las caatingas bajas corresponden, dentro de la clasificación que aquí se adopta, al TPE Pastizales/sabanas/matorrales, aunque en el mapa se las incluye dentro del Mosaico de Caatingas y Sabanas. Su equivalente en el sistema de Hernández & Sánchez (op. cit.) son los Peinobiotomas amazónicos dentro de los Pedobiotomas azonales del piso térmico cálido.

TPE Bosques de Coníferas y Bosques Templados de Hoja Ancha

En Colombia no han existido bosques templados de hoja ancha pero sí algunos bosques de coníferas, hoy virtualmente extintos como resultado de la explotación de sus maderas. Estos bosques, no tan homogéneos como los de coníferas de las zonas templadas, están (o estaban) formados principalmente por poblaciones de dos especies de *Podocarpus* y fueron importantes en el noroeste de Cundinamarca, en el Quindío y en Nariño (Pérez-Arbeláez, 1996). No se incluyen en el Mapa 1 por su pequeña cobertura y porque se desconoce su distribución original exacta. Corresponden a Orobiotomas del piso térmico frío, selva higrofitica (o subhigrofitica) micrófilas o nanófilas o selva andina de Hernández & Sánchez (op. cit.), quienes no los diferencian, pero con las coníferas como elementos importantes, en general junto con robles (*Quercus*).

TPE Pastizales/Sabanas/Matorrales/Páramos

El TPE de Pastizales/Sabanas/Matorrales/Páramos reúne ecosistemas muy diversos, como sabanas, humedales y páramos, que tienen en común el predominio de especies no arbóreas, de distribución amplia, pero en especial el ser relativamente resistentes a las perturbaciones a corto plazo, a diferencia de los bosques. El conjunto incluye los humedales dentro del TPH Pastizales Inundables, mientras los páramos figuran como Pastizales Montanos, lo cual no refleja su singularidad. Aunque discutible, se asume esta clasificación con la propuesta de desglosar estos TPH, para Colombia y sin apartarse del sistema, en categorías más acordes con el uso en nuestro contexto y susceptibles de una representación cartográfica generalizada, así:

- **TPH Sabanas estacionales.** Las sabanas se caracterizan por su vegetación conformada por una matriz herbácea, en especial de gramíneas, con elementos leñosos arbóreos y arbustivos dispersos, solos o en pequeños grupos. Se originan en áreas basales y montanas basales, sometidas a extremos de lluvia y estiaje; lluvias intensas se alternan con períodos muy secos, cuando los incendios son frecuentes. Las sabanas estacionales se desarrollan en partes no inundables y se caracterizan por fuegos más frecuentes, pastos más bajos y menor cantidad de árboles y arbus-

tos. Dominan en la Orinoquia de Colombia al sur del río Meta. Corresponden a los Pedobiomas de sabanas con régimen alternohigrico de Hernández & Sánchez (op. cit.), quienes presentan una descripción más amplia y sus equivalentes dentro de otros sistemas de clasificación. Incluyen a las sabanas del Caribe.

- **TPH Sabanas inundables.** Situadas en las partes bajas del terreno, disponen de mayor humedad (por precipitación y nivel freático) y están sometidas a inundaciones periódicas, de cuya duración depende el tipo de sabana. Las de inundación corta (hiperestacionales) tienen pastos más altos y elementos leñosos, que disminuyen con la duración de la inundación. Dominan en la Orinoquia colombiana al norte del río Meta y corresponden a los Pedobiomas de sabanas inundables de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes las describen más ampliamente. Incluyen algunas sabanas que permanecen inundadas la mayor parte del tiempo (esteros; sabanas semiestacionales), que corresponden también a humedales.

- **TPH Páramos (Pastizales montanos).** Dinnerstein et al. (op. cit.) definen de manera esquemática al páramo como un “pastizal/sabana que se encuentra por encima de la línea de árboles en los Andes y Costa Rica”. En efecto se trata de un ecosistema caracterizado por una matriz herbácea (pastizal) con elementos arbustivos no leñosos (en especial frailejones), dispersos como en una sabana. Con excepción de los frailejones, en los páramos predominan plantas micrófilas y nanófilas, esclerificadas. Los frailejones tienen una cubierta densa de pelos que recubren hojas, tallos y ramillas. Los páramos se desarrollan en la parte alta de las montañas, en condiciones de frío y alta irradiación, con ciclos diurnos extremos de temperatura, desde menos de 10 °C hasta 20 °C o más en las horas de mayor insolación, y baja disponibilidad de agua y nutrientes dada la dificultad de absorción por las bajas temperaturas. Representan islas separadas entre sí en las cumbres de las montañas, de elevada diversidad y endemismo. Corresponde al Orobioma de Páramo, que incluye al subpáramo, al páramo propiamente dicho y al superpáramo de Hernández & Sánchez (ibid.), quienes presentan una descripción más amplia de estos tipos de ecosistemas.

- **TPH Matorrales y bosques de serranías.** Este hábitat, limitado por afloramientos rocosos y suelos muy delgados, incluye tipos muy variados de ecosistemas. Entre ellos vegetaciones ralas, esclerófilas, sobre afloramientos rocosos hasta bosques bajos abiertos del tipo caatinga, en la Amazonia, que corresponden a Pedobiomas Azonales del piso térmico cálido, en particular a pedobiomas casmoquersofíticos en Hernández & Sánchez (ibid.). También bosques secos bajos

con elementos florísticos característicos en las serranías calcáreas del Caribe, de origen coralino, y corresponden a calcofitias según los mismos autores. Y aún, bosques basales húmedos como en la Serranía del Baudó, en la costa Pacífica.

Esta clasificación incluye las principales variantes existentes en Colombia de los TPE de pastizales/sabanas/matorrales/páramos. El último Tipo, para las Serranías, se propone porque es diferenciable en los análisis para el Mapa 1, aunque corresponde a elementos muy variados. En el territorio colombiano no hay pastizales inundables significativos, en el sentido señalado por los autores del sistema, aunque algunas sabanas inundables y esteros podrían corresponder a este tipo.

TPE Formaciones Xéricas

Las formaciones xéricas, áridas y muy áridas, se desarrollan en áreas donde la evapotranspiración supera a la precipitación la mayor parte del año, lo cual da lugar a vegetaciones que presentan múltiples adaptaciones a las condiciones de sequía, por ejemplo microfilia, tallos fotosintetizadores, espinas, esclerofilia, succulencia y otras formas de acumulación de agua; entre los animales son frecuentes las formas más resistentes, formas de estivación y patrones migratorios. La productividad es marcadamente estacional, ligada a los períodos de lluvia. Incluye tres TPH:

- **TPH Matorrales mediterráneos.** Limitado a las zonas templadas del continente, no está representado en Colombia.
- **TPH Desiertos y matorrales xéricos.** Se desarrollan en climas con balances hídricos deficitarios, con ciclos estacionales marcados, en especial en el piso basal cálido. Su característica básica es que la vegetación no cubre por completo el sustrato, el cual llega a ser el elemento fisonómico dominante. La vegetación presenta cactus emergentes sobre arbustos retorcidos y con frecuencia espinosos, de no más de 8 m de altura. Abundan las formas de adaptación a las condiciones secas, basadas en estrategias r: alta natalidad, crecimiento rápido de individuos y poblaciones, elevadas tasas de mortalidad, estrategias de estivación, entre otras. También especies migratorias. Los suelos tienen buenos niveles de nutrientes pero están limitados por la escasez de agua. Están representados en formaciones muy secas costeras entre Barranquilla y La Guajira y por algunos enclaves en el interior del país (Tatacoa, Chicamocha, Patía, por ejemplo), algunos en el piso submontano, como el desierto de La Candelaria, en Boyacá. Corresponden en general a Zonobiomas que incluyen los Zonoecotonos Subxerofíticos Tropicales y el Zonobioma Desértico Tropical de Hernández & Sánchez (ibid.).

• **TPH Restingas.** Dinnerstein y colaboradores (op. cit.) lo definen como “hábitat de dunas costeras muy particular”; en Colombia están presentes en el norte de La Guajira, en la frontera con Venezuela. Presentan vegetaciones dispersas sobre la arena de las dunas, con elementos leñosos achaparrados y aparasolados como *Prosopis* y hierbas adaptadas tanto a la arena como a la sal, muy cosmopolitas, como *Ipomea* o *Sesuvium*. Hernández & Sánchez (ibid.) hacen referencia a estas vegetaciones: “Periféricamente en el litoral de la Guajira aparecen dunas móviles que dan lugar a vegetación psammofítica” y las ubican dentro de los Zonobiotomas Desérticos Tropicales ó, más precisamente, como Pedobiotomas del tipo Psammobiotomas.

3. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES

3.1. ELEMENTOS DE UN SISTEMA PARA LA CLASIFICACIÓN DE TIPOS PRINCIPALES DE ECOSISTEMAS Y HÁBITATS ACUÁTICOS NO MARINOS, DE COLOMBIA

En el medio acuático se presenta cierta gradualidad y continuidad entre las diferentes unidades y subunidades que lo conforman; así, los arroyos se convierten en ríos y estos pueden formar ciénagas o lagos. No obstante, se propone un sistema en el cual se diferencian cuatro tipos principales de ecosistemas acuáticos no marinos en Colombia:

1. Ríos y otros sistemas de aguas corrientes (sistemas lóticos).
2. Lagos y otros sistemas de aguas lentas (sistemas lénticos).
3. Humedales.
4. Embalses.

Este esquema de clasificación sigue el de Tipos Principales de Ecosistemas y de Hábitats, según Dinnerstein et al., (op. cit.), pero adaptado por el autor a ecosistemas acuáticos, con base en Margalef (1983), Welcomme (1979) y Márquez y Guillot (2001).

TPE Ríos y otros sistemas de aguas corrientes (sistemas lóticos)

Los arroyos, quebradas y ríos constituyen un tipo principal de ecosistemas acuáticos que se diferencia por el continuo y rápido flujo de sus aguas; esto crea condiciones especiales para la vida y para la organización de las estructuras y procesos ecológicos

básicos: flujos de energía, materia, información, mantenimiento de los equilibrios ecológicos, generación de biodiversidad, sucesión. Un rasgo importante es la estructura longitudinal y altitudinal de los sistemas lóticos, que determina diferencias entre las partes altas y bajas de un mismo cuerpo de agua, el cual puede verse como un continuo que varía a medida que desciende, más complejo y maduro en las partes bajas que en las altas. Otro rasgo de interés son los intercambios con los ecosistemas terrestres adyacentes, a lo largo de su recorrido; por ejemplo, hojarasca que cae de los bosques ribereños e insectos acuáticos que pasan al bosque. Aquí no se entrará en detalles sobre la compleja ecología de los sistemas de aguas lentas (lagos y lagunas).

Una clasificación posible de los TPE de aguas corrientes, según sus Tipos Principales de Hábitat TPH es la que se presenta a continuación.

- **TPH Ríos y otras corrientes de montaña.** Su principal atributo es el carácter torrencial y el flujo turbulento de las aguas, en pendientes acentuadas, con cascadas y raudales, sobre sustratos rocosos de bloques y cantos rodados. Aquí, la productividad primaria es baja, basada en plantas resistentes a las corrientes y muy poco plancton, pero reciben aportes de la vegetación ribereña. El consumo lo hacen invertebrados, larvas de insectos y peces adaptados a la corriente y a ambientes muy oxigenados. La diversidad y complejidad son bajas, pero son de enorme importancia ecológica como fuentes de agua. Los ríos y quebradas andinas pertenecen a este TPH. En su parte baja dan origen a ríos claros y blancos (ver más adelante).
- **TPH Ríos negros y otras corrientes de las planicies basales.** Son ríos que nacen en las selvas y sabanas de las partes bajas; no tienen un curso torrencial y presentan pocos materiales disueltos o en suspensión. Conforman los llamados ríos de aguas negras, por su color, como de café tinto, no enmascarado por sedimentos y otras sustancias en suspensión y en solución, poco productivos pero muy diversos biológica y ecológicamente. Presentan planicies de inundación pero no son tan productivos como los ríos blancos, según se menciona a continuación. Peces exóticos tropicales constituyen un importante recurso explotado de estos ríos; también se encuentran delfines y manatíes. Los más importantes de estos ríos en Colombia son el Negro o Guainía, que va a formar el Amazonas, y el Apaporis, pero hay muchos más.

- **TPH Ríos claros y blancos de las planicies basales.** Se forman en el curso bajo, por confluencia de otros cursos de agua de montaña y de aguas negras. Son ricos en nutrientes y tienen productividad significativa y útil al hombre. Los grandes ríos colombianos (Magdalena, Cauca, Sinú, Arauca, Meta, Guaviare y Amazonas) pertenecen a esta categoría; su nombre proviene del color como de café con leche que revela los sedimentos en suspensión. En general, están conectados con sistemas de humedales (ciénagas, pantanos, a los que se unen a través de caños), que forman parte de su plano de inundación y con los cuales conforman complejos ecosistémicos de elevada productividad pesquera y gran importancia humana. Así mismo, con bosques inundables de *Várzea*. La subienda o ascenso reproductivo de los peces, época de pesca muy abundante, es característica de estos ríos. Bocachicos, mojarra, cachamas, delfines, manatíes, cocodrilos.

TPE Lagos y otros sistemas de aguas lentas (sistemas lénticos)

Los lagos y lagunas se caracterizan por ser cuerpos de agua relativamente profundos, con bajas tasas de renovación (aguas en movimiento lento, por contraste con los ríos, de aguas corrientes) y que, en general, tienen un flujo unidireccional de las mismas, a través de una o varias corrientes afluentes y otra efluente; se exceptúan los lagos llamados endorreicos, que carecen de efluente y pierden agua sólo por evaporación. El flujo unidireccional los diferencia de las ciénagas que, en general, son menos profundas, ligadas a ríos a través de caños cuyo curso cambia del río hacia la ciénaga y viceversa, según el nivel de las aguas por influencia de las lluvias. Se pueden diferenciar los siguientes TPH:

- **TPH Lagos y lagunas de montaña.** Son cuerpos de agua confinados a cubetas de origen tectónico (por plegamientos de la corteza terrestre), volcánico (en cráteres de volcanes) o glaciario (lagunas formadas en valles formados por ríos de hielo y taponados por morrenas: muros de piedra formados por el mismo glaciario). Tienen aguas muy frías, claras, con pocos nutrientes y sufren mezclas muy frecuentes, por lo cual permanecen oxigenados y sin estratificación térmica. Tienen baja productividad, elevada diversidad principalmente planctónica aunque baja de peces. En muchos de ellos se han introducido truchas. En Colombia no existen grandes lagos; los mayores son las lagunas de Tota y de La Cocha; hay numerosas lagunas de alta montaña, en especial de origen glaciario.

TPE Humedales

Los Humedales han sido objeto de creciente atención desde la Convención Ramsar, que se estableció para protegerlos, e incluyen un mosaico muy variado de ecosistemas que tienen como característica común el estar sometidos, gran parte del tiempo, a niveles elevados de saturación de agua e incluso inundación, sin ser por completo ecosistemas acuáticos. Estos incluyen en especial ciénagas y pantanos en planos de inundación de grandes ríos, pero también zonas intermareales y otras zonas que, por una u otra razón, tienen anegación periódica o parcial. Aquí se propone como característica básica de los humedales que sus aguas sean estancadas, esto es de flujo muy lento y/o que son de flujo reversible; con esto se quiere decir que las aguas unas veces fluyen hacia el humedal (en el cual se estancan por un período) y en otro fluyen desde él. El flujo puede hacerse desde un río hacia una ciénaga (humedal) o viceversa, o desde los niveles freáticos hacia la superficie y viceversa; durante los períodos de estancamiento hay importantes pérdidas de agua por evaporación.

Los humedales son ricos en nutrientes, con productividad muy elevada; son importantes hábitats de aves acuáticas y sistemas de regulación de las crecientes y estiajes, con lo cual contribuyen al mantenimiento de la oferta hidrológica. Son de gran belleza, aunque es frecuente su deterioro por causas humanas y su degradación por efecto de la colmatación con basuras. Aunque hay humedales en todo el territorio colombiano alcanzan grandes dimensiones en las planicies inundables de los ríos Magdalena - Cauca - San Jorge y en las del río Arauca. No se intenta una diferenciación exhaustiva de los diferente tipos de humedales, tema que deberá ser objeto de investigación más profunda; tan sólo se diferencia el TPH ciénagas, que constituye el tipo de humedal más ampliamente representado en Colombia.

- **TPH Ciénagas.** La mayoría de los cuerpos de agua, que reciben el nombre de lagos y lagunas en tierras bajas en Colombia, pertenecen con mayor propiedad a la categoría de ciénagas. Estas son cuerpos de agua poco profundos, por lo común con menos de 5 m; se exceptúan algunas lagunas formadas en antiguos brazos de ríos, que alcanzan 15 m o más, un ejemplo son los lagos de Tarapoto en la planicie de desborde del Amazonas. Están conectados a los ríos por caños, a través de los cuales reciben agua durante las crecientes; también la captan de sus propias cuencas. Durante los períodos secos vierten aguas al río y contribuyen a mantener su nivel. Estos ciclos marcan estaciones muy definidas, asociados también a ciclos de producción, consumo y reproducción. Tienen aguas cálidas, que se estratifican térmicamente y tienden a sufrir períodos de escasez de oxígeno en

sus partes profundas; son muy ricas en nutrientes, con elevada producción por el plancton y otras plantas acuáticas, lo cual a su vez se traduce en elevada producción pesquera. Son comunes Bocachicos, mojarra, bagres al igual que numerosas aves acuáticas asociadas: patos, garzas, águilas pescadoras. Tienen diversidad moderada pero elevado número de organismos. Los ciclos son muy complejos y se encuentran asociados a los ciclos climáticos. Por estos ciclos de inundación y de estiaje, sólo una parte de las ciénagas permanece todo el año; el resto se comporta como un complejo de humedales, de los cuales es difícil diferenciarlos tanto estructural como funcionalmente. En Colombia hay más de 7.000 km² de ciénagas permanentes, en especial en los ríos Magdalena Cauca, Sinú, San Jorge y Arauca.

TPE Embalses

Los embalses son cuerpos de agua artificiales formados por el represamiento de ríos, se consideran TPE diferentes pues son ecosistemas intermedios entre aguas corrientes (ríos) y lentas (lagos), su agua se mueve y renueva mucho más lentamente que en los primeros, pero mucho más rápido que en los últimos. Se pueden diferenciar dos TPH:

- **TPH Embalses Fríos y Templados de Montaña.** Ubicados por encima de los 1.000 msnm y destinados tanto a generación de energía como al abastecimiento de poblaciones humanas (acueductos) y, en menor grado, a riego y recreación. Sus aguas se estratifican moderada y ocasionalmente; las superficiales permanecen bien oxigenadas y, en general, mantienen buenas condiciones de uso. La productividad es moderada (meso- a eutróficos). El fitoplancton es diverso pero las comunidades icticas no lo son tanto y están dominadas por truchas y carpas. Los conflictos ambientales son moderados en especial por sedimentación. Son de gran importancia social.
- **TPH Embalses Cálidos Basales.** Ubicados a menos de 1.000 msnm y en general destinados a producción de energía y a riego. Por las elevadas temperaturas atmosféricas tienden a estratificación fuerte, tanto térmica como de oxígeno; este último se agota con frecuencia en las aguas profundas, lo que limita las condiciones de vida para peces, insectos y otros organismos aeróbicos. La falta de oxígeno y la eutrofia son causa de problemas ambientales en el uso de estos embalses. Presentan una elevada productividad (eutrofia) pero en gran parte no utilizada y, por lo tanto, acumulada en el cuerpo de agua, que puede tender a colmatarse. La pesca es satisfactoria, aprovechada por poblaciones ribereñas. Son buenos refugios de aves acuáticas.

4. ECOSISTEMAS MARINOS

Existen nueve provincias marinas en América Latina y el Caribe, distribuidas tanto el Pacífico como en el Atlántico. Los Tipos Principales de Ecosistemas TPE marinos son: arrecifes coralinos, manglares, praderas de pastos marinos, litorales y fondos rocosos y arenosos, y lagunas costeras y estuarios. Con base en estos tipos y según su dominancia en determinados sectores, Sullivan & Bustamante (1999) proponen una regionalización ecológica para Latinoamérica y el Caribe, en la cual se fundamenta la que se propone para Colombia, con modificaciones sustentadas en Márquez (1990; 1996), de quien se adaptan las descripciones.

En el mar se pueden distinguir dos subdivisiones mayores: el mar abierto y las aguas costeras. A grandes rasgos, el mar abierto, más allá de la plataforma continental, constituye un vasto desierto marino, cálido estratificado, oligotrófico, de mínima productividad biológica. Las aguas costeras, sobre las plataformas continentales e insulares, presentan una mayor riqueza por nutrientes aportados desde el continente por los ríos y desde la plataforma continental, así como por aguas fértiles profundas que afloran en algunas áreas. Estas zonas pueden a su vez, subdividirse en cuatro subregiones, según sus características oceanográficas, ecológicas, ambientales y tipos de fondo.

4.1. ELEMENTOS DE UN SISTEMA PARA CLASIFICACIÓN DE TIPOS PRINCIPALES DE ECOSISTEMAS Y HÁBITATS MARINOS DE COLOMBIA

A continuación se describen los TPE marinos. Luego se hace una subdivisión de las áreas marinas colombianas en términos de los TPE dominantes, tal como se presentan en el mapa.

TPE Arrecifes Coralinos

Los ecosistemas coralinos son la expresión más avanzada de la sucesión de los ecosistemas marinos. Resultan de la transformación del medio marino por los corales y las algas. Aquellos son animales coloniales, que viven en simbiosis con algas microscópicas llamadas zooxantelas. El sistema que forman acumula, a lo largo de siglos, nutrientes y estructuras de carbonato de calcio de sus esqueletos, hasta cambiar la topografía marina y acumular recursos vitales. A ellos se asocian innumerables organismos y así conforman el ecosistema que es quizá la mayor maravilla de la naturaleza viviente, a la cual sólo se compara la selva tropical. Las formaciones coralinas van desde simples coberturas discontinuas hasta inmensos

complejos arrecifales formadores de islas. Exigen condiciones ecológicas que sólo se encuentran en ciertos mares tropicales: temperatura superior a 20°C, salinidad marina promedio (36 ‰) estable, pocos sedimentos, alta luminosidad, aguas oligotróficas, corrientes y oleaje fuertes.

Los productores primarios principales en los ecosistemas coralinos son las zooxantelas y las macroalgas. Su productividad es muy alta y a ella se suma la energía de otros sistemas que llegan con corrientes, los cuales aportan materia orgánica disuelta y particulada, incluyendo plancton, de otros ecosistemas como manglares, praderas de fanerógamas, sistemas pelágicos y terrestres. Los consumidores se diferencian en filtradores, como corales y otros cnidarios y zooplancton como los gusanos flecha y muchos crustáceos y peces, y cazadores de presa, como caracoles, estrellas de mar, langostas, tiburones y barracudas. La trama trófica es densa y compleja. Parte importante de la materia orgánica es aprovechada por detritívoros muy diversos: comedores de sedimento y filtradores como anélidos, esponjas, moluscos, equinodermos y crustáceos, además de muchos y variados peces. La producción aprovechable de peces en áreas coralinas alcanza hasta 20 toneladas por Km² y por año, pero en promedio no supera las 5 toneladas por Km². De estos ecosistemas, el hombre utiliza además mariscos, perlas, coral.

La riqueza de los arrecifes conlleva una gran fragilidad, pues es producto de un proceso milenario de acumulación en condiciones de gran estabilidad ambiental, en medios pobres en nutrientes. Quien observa los arrecifes del Caribe ve el resultado de una historia de 50 millones de años cuyo último episodio, que se inició hace 12 mil años, dio origen a los actuales arrecifes. La riqueza acumulada puede perderse con rapidez, pues el ecosistema tiene tasas de renovación muy bajas, incompatibles con la extracción a la que se le somete. Los daños, además de la sobreexplotación, provienen de extracción de corales, buceo poco cuidadoso, daños por motores fuera de borda y por la vibración de los mismos, sedimentos por erosión terrestre, por obras costeras o aportada por ríos y eutroficación.

Los arrecifes colombianos que se encuentran en mejor estado son los del Archipiélago de San Andrés y Providencia. Las áreas arrecifales tienen importancia económica, no sólo por los recursos pesqueros asociados a ellas sino, y sobre todo, como atractivo turístico, en especial de buceo, que se ha convertido en una importante alternativa económica en todo el Caribe; Bonaire y Gran Caimán, en particular, han desarrollado una gran industria turística basada en el buceo.

TPE Manglares

Las depresiones costeras llenas con sedimentos marinos o fluviales y con influencia de aguas dulces, son ocupadas en los trópicos por un bosque anfibio, el manglar, adaptado a medios salobres, sobre suelos fangosos sin oxígeno, alta humedad atmosférica, mareas fuertes y salinidad fluctuante. Al manglar confluyen animales y plantas marinos y terrestres que contribuyen y aprovechan su gran productividad. El ecosistema depende de la producción primaria neta del bosque, pero son significativos los aportes exógenos y de algas que crecen en las raíces sumergidas de los mangles. Menos de un 10% de la producción es consumida por organismos terrestres. La mayor parte cae al suelo o al agua, es descompuesta y se vuelve detritus, que es la base de la cadena alimenticia del manglar: bacterias, cangrejos, anfípodos, isópodos e innumerables gusanos. Estos son alimento de carnívoros terrestres y acuáticos como cangrejos y peces. Muchos de estos organismos aprovechan las raíces del mangle como sustrato. Así mismo, juveniles de peces y langostas se refugian entre las raíces, convirtiendo al manglar en importante área de cría. Parte significativa de la producción del manglar no se aprovecha en él sino que se transfiere a ecosistemas adyacentes como el mar, estuarios y lagunas costeras, gran parte de cuya productividad pesquera es debida a este ecosistema. De los manglares se obtiene madera y taninos, pesca, consolidación de playas contra erosión, control de contaminación, ecoturismo, conservación de vida silvestre. Los manglares cubren casi todos los litorales del Pacífico y parte importante de los del Caribe.

Dinnerstein et al. (op. cit.) no diferencian TPH de manglares, aunque sí cuatro tipos mayores de paisajes que también existen en Colombia. No se los diferencia en el Mapa, pero se describen y ubican, en términos generales, a continuación:

- **Deltas.** Estructuras, por lo común de forma triangular, resultantes de la deposición de sedimentos en la desembocadura de ríos. En Colombia son importantes el delta interno del río Magdalena, que incluye el Canal del Dique, el de Tinajones en la desembocadura del Sinú (ambos en el Caribe) y las desembocaduras de los ríos Sanquianga y San Juan, entre otros, en el Pacífico. Todos ellos tienen importantes coberturas de manglares.
- **Estuarios.** Zonas abiertas de mezcla de aguas continentales y marinas. La mayor parte de los manglares del Pacífico corresponden a este tipo.

- **Lagunas costeras.** Tipo de estuarios cerrados constituidos en la desembocadura de ríos, cuando se deposita una barra de arena que forma una laguna donde se mezclan aguas continentales y marinas. La Ciénaga Grande de Santa Marta y otras numerosas lagunas costeras, en especial en el Caribe colombiano, tienen manglares de este tipo.

- **Plataformas carbonatadas.** Sustratos formados por la emersión de materiales calcáreos de origen coralino. Los manglares en las islas de origen coralino (Islas del Rosario y de San Bernardo, así como la mayoría del Archipiélago de San Andrés y Providencia) pertenecen a este tipo. El desarrollo de los manglares es limitado por el sustrato.

TPE Praderas de pastos marinos

Las praderas de pastos marinos, muy similares a las terrestres, se desarrollan sobre fondos arenosos y fangosos costeros. A los pastos se asocian algas y animales en una comunidad muy relacionada en el Caribe con los ecosistemas coralinos. Las praderas modifican la topografía, reteniendo sedimentos y creciendo sobre sí hasta casi emerger, fase en la cual pueden ser invadidas por manglares, propiciando avance de la tierra sobre el mar. La producción de las praderas marinas es alta pero, dado su origen terrestre, es poco aprovechable por organismos marinos, los consumen principalmente tortugas y manatíes; peces y erizos sólo los aprovechan parcialmente. La mayoría de la producción se aprovecha como detritus, base de la trama trófica: foraminíferos, gusanos, anélidos, moluscos, equinodermos y crustáceos, etc. Los carnívoros superiores pueden ser barracudas o tiburones, pulpos, cangrejos. Parte se exporta por sus muchos visitantes y por las corrientes; las hojas de pastos marinos son frecuentes en las profundidades marinas.

La mayoría de recursos de las praderas marinas están agotados por mal uso humano: tortugas, manatíes, caracoles, estrellas de mar. Esto deja sin uso gran parte de la producción. Las praderas son dañadas por construcciones, dragados, por extracción de corales y caracoles. Los caracoles gigantes, como el caracol de pala *Strombus gigas*, están muy presionados así como manatíes y tortugas marinas que están casi extinguidos. Las praderas de pastos marinos se distribuyen en estrecha asociación con las formaciones coralinas, de tal manera que tienen gran importancia en áreas insulares. También hay importantes formaciones en aguas someras frente a la península de La Guajira, donde las aguas fértiles propician un desarrollo muy vigoroso de las praderas.

TPE Litorales y fondos rocosos

Los sustratos rocosos son litorales someros que están en ambientes de alta energía producto del oleaje o corrientes intensas en los que predominan procesos erosivos. Esta tensión natural propicia elevada diversidad biológica así mismo, la productividad primaria neta es alta. La estructura trófica se basa en herbivoría y en filtración que genera materia orgánica particulada y disuelta (hasta 40% de la producción primaria neta) aprovechada en otros ecosistemas. En el Caribe los litorales rocosos sublitorales están ocupados generalmente por formaciones coralinas. Cuando no, macroalgas bénticas sustentan erizos, gastrópodos y otros herbívoros, en conjunto con una trama de detritívoros donde predominan invertebrados. De los litorales rocosos el hombre obtiene peces, langostas y caracoles que, en el Caribe, tienen importancia como pesca de subsistencia. La principal extensión de litorales rocosos en el Caribe se encuentra en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta; en el Pacífico, al norte de Buenaventura, en estribaciones de la serranía del Baudó.

TPE Litorales y fondos arenosos

Los sustratos arenosos se presentan en áreas de acumulación de sedimentos, en medios de alta energía, donde no tienen sustratos estables para productores primarios; así, la vida depende de aportes a través de corrientes, dependiendo de ellos, pueden soportar biomasas significativas de filtradores. A mayor profundidad y en aguas someras de media y baja energía se estructuran biocenosis muy diferentes. Cerca de la costa, estos fondos son cubiertos por praderas de pastos marinos. Pero el ingreso más común en la mayoría de estos sistemas son depósitos de materia orgánica particulada. Parte importante lo usan las bacterias, pero aún así otra parte es consumida directamente por organismos del fondo, que también consumen bacterias, y a su vez sirven de alimento a organismos más grandes, como los peces. Los sustratos arenosos y fangosos son el elemento dominante en los fondos marinos del mundo; de allí que, aunque su productividad sea relativamente baja, de ellos depende gran parte de la pesca, en estrecha relación con la riqueza de la columna de agua y los aportes de materia orgánica. Los camarones y peces de los fondos son la base de una industria pesquera en riesgo por sobreexplotación y deterioro por los métodos de pesca.

En el Caribe el mayor potencial de los sustratos arenosos es el de las soleadas playas para turismo. Playas de arena de gran belleza circundan casi todo el Caribe y las hay también en el Pacífico. Aunque hay fenómenos de contaminación, erosión y alteración de playas, no existe en principio una situación generalizada de riesgo sobre este recurso. A los fondos marinos blandos se encuentran asociados también

algunos recursos como el camarón, pero sus pesquerías no representan un renglón importante más que a escalas locales, dada la baja fertilidad general del Caribe. Por esta razón, estos recursos se encuentran en peligro por sobreexplotación.

Hay extensas playas de arena que ocupan la mayoría de los litorales del Caribe y el Pacífico.

TPE Estuarios

En la confluencia de aguas dulces con el mar se crean condiciones para uno de los ecosistemas más productivos de la naturaleza: los estuarios. Las condiciones son: salinidad fluctuante, aporte de aguas dulces fértiles y con sedimentos, influencia marina. La productividad es elevada, en especial de peces que se benefician de los materiales aportados por los ríos. También aumenta la producción primaria, pero alrededor del estuario, donde los sedimentos ya se han depositado y no representan un obstáculo para la luz. Al respecto ver Ecosistemas Pelágicos. Hay 2 tipos de estuarios bien representados en Colombia.

- **TPH Estuarios abiertos.** Se forman donde grandes ríos irrumpen en el mar como ocurre en Bocas de Ceniza, la desembocadura de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato en el Caribe, que forman amplios deltas. En el Pacífico también hay extensas áreas estuáricas dada la gran afluencia de ríos a la costa, que puede considerarse un extenso estuario. Comparten muchas características con las lagunas costeras, que se describen a continuación y también con ecosistemas pelágicos pulsantes de alta producción que se describen aún más adelante.

- **TPH Lagunas costeras.** Se forman cuando el río entra en una depresión costera y forma una laguna separada del mar por barras arenosas pero comunicado por canales o bocas. Son complejos ecológicos donde se reúnen varios biotopos: manglares, aguas dulces, salobres y saladas, fondos duros y blandos. La laguna acumula materia orgánica y nutrientes. El fitoplancton es el productor propio del complejo lagunar, alcanzando productividades muy elevadas por las eutrofias. La producción primaria neta es del orden de 5 a 15 toneladas de materia seca por hectárea/año. El complejo además recibe energía metabólica de otros ecosistemas y a través de los ríos y el mar. El fitoplancton, constituido por cianofíceas y diatomeas, es consumido por zooplancton y junto con este es alimento de filtradores

bénticos y nectónicos, en especial peces, como sardinas, anchovetas y mugíldos. Estos son sustento de peces carnívoros y base de importantes pesquerías. Aves como pelícanos, patos cuervo y garzas complementan esta vía. Gran parte de los ingresos de energía se convierte en detritus, muy abundante como seston que se deposita en el fondo y que sirve de alimento a filtradores y sedimentívoros. Del bentos se alimentan peces “comedores de barro”, anélidos y crustáceos (cangrejos, camarones). Los carnívoros son principalmente peces, cangrejos nadadores (jaibas) y caracoles. Abundan los parásitos de todo tipo. La estacionalidad es característica de los estuarios, determina cambios en las biocenosis y coincide con la estacionalidad climática. Este fenómeno es muy evidente, por ejemplo, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, en el Caribe colombiano. El plancton se incrementa por fertilización en períodos de lluvia, tras el cual vienen alevinos de mugíldos y engráulidos que atraen peces carnívoros y sustentan bandadas de aves acuáticas, muchas migratorias, a principios de año. Las ostras fluctúan con la salinidad, hasta casi desaparecer con aguas dulces. Peces marinos pueden adentrarse en la Ciénaga en períodos secos mientras algunos de agua dulce pueden ser pesca importante durante inviernos fuertes. El manglar aporta su producción con los vientos que hacen caer las hojas. Alternando, en un periodo abundan las mojarra (Gerridos), residentes de la Ciénaga, otro las lisas (Mugíldos) que migran desde el mar y a veces los bocachicos de agua dulce. En el Caribe las lagunas costeras son sitios de recolección de ostras y peces, así como de cría de estos junto con langostas y camarones. La productividad pesquera alcanza 20 toneladas de peces por Km² al año y, dependiendo del sustrato disponible, muchas de ostras. Además, estos ecosistemas producen excedentes que se exportan al mar como materia orgánica disuelta y particulada o son llevados por especies migratorias. Las lagunas costeras, como los estuarios en general, están sometidas a intensos procesos de deterioro en todo el Caribe, por efecto de la contaminación a través de ríos o por poblaciones aledañas, por alteración del intercambio de aguas con mar, tierra y ríos, por desecación, daño a ecosistemas adyacentes y en las cuencas y por sobrepesca y uso de técnicas destructivas de pesca. Sin embargo, las lagunas costeras son por naturaleza sistemas cambiantes y la mayoría aún resisten las presiones a que son sometidas, en condiciones cada vez más precarias. Cuando su equilibrio ecológico se derrumbe, el hombre habrá perdido uno de sus ecosistemas más productivos.

TPE Sistemas pelágicos o de la masa de agua

Los sistemas pelágicos son los que ocupan la mayor extensión, estos se forman en la masa de agua, cerca o lejos de las costas. Hay dos tipos básicos que dependen de si están o no sometidos a la influencia de aguas fértiles por surgencia. Cuando

la hay se incrementa la producción pesquera. Las principales áreas de surgencia se encuentran frente a las costas en el centro de Venezuela y frente a La Guajira en Colombia, con áreas menores en Panamá y al sur de Cuba. Pero, en general, en el Caribe predominan los sistemas estables de baja producción, lo que hace que este sea un mar con limitados recursos pesqueros, que por lo común se encuentran localizados en estuarios o arrecifes.

Los ecosistemas pelágicos o de la masa de agua se basan en la producción del fitoplancton; son responsables del 90% de la producción marina mundial porque ocupan la enorme superficie del mar. El fitoplancton y la productividad dependen de la concentración de nutrientes en el agua, la cual puede ser más baja que la de los desiertos terrestres en vastos sectores del océano mundial. En aguas ricas fertilizadas por surgencias o ríos, la productividad alcanza y supera a la de un campo de cultivo.

- **TPH Sistemas pelágicos de baja productividad.** También llamados ecosistemas estables o de aguas azules. La mayor parte del Caribe no es fertilizada ni por surgencias ni por ríos; las aguas cálidas superficiales no se mezclan con las profundas más frías y ricas en nutrientes; los nutrientes se sedimentan y el mar se transforma en un desierto donde se organiza un ecosistema poco productivo pero de gran complejidad. Este ecosistema es llamado de aguas azules porque estas, con poco plancton, tienen un color intensamente azul como se observa lejos de las costas. En las aguas cálidas y pobres los seres vivos enfrentan dos dificultades: cómo obtener nutrientes y cómo permanecer en suspensión. A cambio, gozan de estabilidad en sus condiciones de vida, lo que permite la evolución de sorprendentes adaptaciones al medio. El fitoplancton escaso pero muy variado, con frecuencia dominado por algas verde azules, denominadas cianobacterias, se caracteriza por presentar diversas estrategias para mantenerse a flote y obtener nutrientes: las cianofíceas flotan con ayuda de burbujas, fijan nitrógeno atmosférico y usan fósforo orgánico; los dinoflagelados retardan su sedimentación con ornamentaciones que aumentan su fricción con el agua, lo que incrementa la posibilidad de obtener nutrientes. En el ecosistema de aguas azules existe otro productor importante: la macroalga flotante *Sargassum*, que da su nombre al Mar de los Sargazos, y es sustrato para otras plantas y animales. El fitoplancton lo consume un zooplancton muy característico, formado por crustáceos de formas alargadas para la flotación y por larvas de peces (ictioplancton). Es posible que estos consumidores se beneficien de materia orgánica disuelta concentrada por bacterias. El zooplancton carnívoro

está conformado por algunas de estas larvas, de crustáceos y quetognatos, entre otros. La poca densidad de plancton, que resulta de la baja producción, hace que consumidores mayores sean poco importantes: pequeños peces que sostienen a su vez poblaciones bajas y dispersas de predadores migratorios como bonitos y atunes. Sólo en áreas de remolinos se concentra materia orgánica disuelta y particulada detrítica que sustenta organismos en cantidades significativas.

- **TPH Sistemas pelágicos de alta productividad.** Los sistemas fértiles son de dos tipos diferentes en sus orígenes pero con similitudes ecológicas significativas: unos son fertilizados por las surgencias y otros por los ríos. La principal característica común es que ambos reciben periódicamente nutrientes que incrementan su productividad durante pulsos que alternan con fases menos productivas. Las fertilizaciones van seguidas de incrementos del fitoplancton compuesto principalmente por diatomeas que tienen altas tasas reproductivas que aprovechan los pulsos y soportan la pérdida de individuos por turbulencia. El fitoplancton lo consume el zooplancton más pequeño con ciclos de vida cortos y altas tasas de natalidad (copépodos calanoides, cladóceros, rotíferos), cuyas poblaciones crecen rápidamente para aprovechar el aumento del fitoplancton.

El plancton lo consumen peces, también especializados en el aprovechamiento rápido de una oferta temporal. Son las sardinas (Clupéidos) y las anchovetas (Engráulidos), cuya estrategia consiste en grandes posturas de huevos de rápido desarrollo para formar cardúmenes de planctófagos. En cercanías de lagunas costeras son importantes los juveniles de mugílidos. Los cardúmenes de anchovetas y sardinas los consumen cazadores pelágicos migratorios como jureles, atunes, sierras y delfines. Otros visitantes de las costas colombianas son ballenas también planctófagas. La mayor parte de la producción de los sistemas pulsantes se transfiere por sedimentación a los fondos donde lo aprovecha una comunidad diferente en la que se destacan los camarones; al respecto ver lo correspondiente a ecosistemas en fondos arenosos y fangosos. De los ecosistemas pelágicos se obtiene gran parte de la pesca en el mundo, aunque en el caso del Caribe la contribución es menor; es así que la pesca de altura es muy poca. El resto de la pesca es aprovechado artesanalmente, lo cual es un reflejo del predominio de los ecosistemas estables de baja productividad. Los sistemas pelágicos se encuentran en buen estado, aunque hay preocupación creciente por la contaminación, especialmente con petróleo y fertilizantes.

TPE Ecosistemas pelágicos y bénticos de la zona afótica (profunda)

Los ecosistemas que se estructuran en las partes profundas del mar, más allá de los límites de penetración de la luz, aún son un misterio. Aquí se hará una breve referencia a todos: bénticos y pelágicos, cerca o lejos del continente. En sentido estricto, estos ecosistemas son subsistemas ecológicos, puesto que dependen de la producción primaria de otros sistemas, una leve lluvia de materia orgánica es aprovechada en su recorrido desde la superficie hasta las profundidades donde sólo llegan pequeñas cantidades de alimento. Se exceptúan los extraños sistemas basados en quimiosíntesis bacteriana que se organizan cerca a fisuras de la corteza terrestre por las cuales brotan vapores de sustancias reducidas que aportan la energía para la síntesis orgánica. No obstante, la escasez de alimento, las enormes presiones y la baja temperatura, la vida ha invadido las grandes profundidades con profusión de especies que han aprovechado la prolongada estabilidad del ambiente para alcanzar complejas y variadas adaptaciones a un medio hostil. Todos conocemos las fantasmagóricas visiones obtenidas a bordo del batiscafo, de peces monstruosos y luminiscentes, trampas vivas para sus escasas presas. Menos conocidas son las formas bacterianas, que son los productores quimiosintetizantes de los sistemas ya referidos, o las estrellas y gusanos marinos de los fondos abisales. No se sabe cuántos misterios encierran aún las profundidades. Se puede esperar que la estabilidad mantenida allí durante millones de años haya posibilitado una enorme diversificación de la vida y la persistencia de fósiles vivientes como *Celacanthus*, pez que se creía extinto hace millones de años y vive en las profundidades del Océano Índico. Aunque el Caribe es un mar tropical, relativamente poco profundo, alcanza en algunas de sus cuencas más de 4.000 m; profundidad suficiente para el desarrollo de ecosistemas abisales hasta ahora poco explorados. Desde el punto de vista de su aprovechamiento por el hombre los sistemas abisales no son representativos hasta el presente, aunque no deban descartarse contribuciones futuras, por ejemplo a la comprensión de las adaptaciones a las grandes presiones, bajas temperaturas y perpetua oscuridad.

Mares colombianos: Caribe

La costa Caribe colombiana tiene 1.560 Km comprendidos entre cabo Tiburón (77°20', 8°40' LN) que marca frontera con Panamá y la desembocadura del Río Sillamana (71°25' LO, 11°50' LN) en la frontera con Venezuela. El mar Caribe colombiano, con una extensión de 658.000 Km², es en su condición de mar tropi-

cal cálido un complejo mosaico de condiciones naturales que se reflejan en gran diversidad ecosistémica, con arrecifes coralinos, manglares, praderas de pastos marinos y fondos de arena, fango y roca.

El Caribe colombiano forma parte de la Ecorregión del Caribe Central y, esta, de la Provincia Tropical del Noroeste del Atlántico. El Caribe Central presenta 51 Sistemas Costeros. Estos son áreas homogéneas definidas a partir de los tipos de ecosistemas principales dominantes en cada uno de ellos. El elevado número de sistemas muestra la gran riqueza biológica y ecológica del Caribe.

La Subregión I, Caribe Oriental Colombiano, comprendida entre La Guajira y la desembocadura del río Piedras, presenta un fenómeno de fertilización por afloramientos de aguas profundas; por ello es la más productiva, en términos biológicos, de nuestro mar Caribe, aunque la fertilización es muy débil. Los litorales son mixtos (arena, roca, praderas, manglares y lagunas costeras) con predominio de litorales arenosos.

La Subregión II, Caribe Centro Oriental, corresponde a la plataforma de la Sierra Nevada de Santa Marta, con surgencia, y litorales rocosos predominantes, formaciones coralinas y praderas.

La Subregión III, Central, es un área de estuarios y lagunas costeras en la zona de influencia de la desembocadura del río Magdalena, comprendida a grandes rasgos entre Ciénaga y Cartagena. Hay fertilización por las aguas del río, que se refleja en riqueza pesquera tanto en aguas marinas como en la Ciénaga Grande de Santa Marta, quizá la más importante zona pesquera del país. Los litorales son en su mayoría arenosos.

La Subregión IV, comprendida entre Cartagena y los límites con Panamá y se caracteriza por la afluencia de aguas oceánicas sobre la costa, por influencia de la contracorriente del Darién. Esta circunstancia determina que esta subregión sea la de menor fertilidad relativa en el mar Caribe colombiano. La productividad biológica se concentra en las desembocaduras de los ríos como el Sinú y otros de cauces menores (el río Atrato es, al parecer, demasiado diluido para fertilizar el mar). También en enclaves arrecifales coralinos como las islas de San Bernardo y del Rosario se concentra la producción biológica. Los litorales son arenosos; hay manglares y lagunas costeras en el Golfo de Morrosquillo.

La Subregión V comprende las islas, cayos, bajos y el mar abierto que rodea al Archipiélago de San Andrés y Providencia. En medio del desierto marino, las plataformas someras constituidas por extensos y muy hermosos arrecifes coralinos encierran el producto de una milenaria acumulación de nutrientes y riqueza biológica, de extrema fragilidad.

La subregión VI, que incluye las aguas de la zona económica exclusiva de Colombia en el Caribe corresponde a aguas abiertas (ecosistemas pelágicos) de baja productividad.

En este contexto regional, todos los tipos de ecosistemas marinos tropicales están representados con profusión: formaciones coralinas, playas de arena y roca, manglares, praderas de fanerógamas, fondos arenosos y fangosos, sistemas pelágicos estables y pulsantes que encierran una sorprendente biodiversidad y complejidad ecológica.

Mares colombianos: Pacífico

Las aguas de uso económico exclusivo de Colombia en el Océano Pacífico tienen una superficie aproximada de 339.500 Km², y son generadas a partir de una línea de costa de 1300 Km y dos islas principales, Gorgona y Malpelo. Esta enorme extensión se ubica dentro de la Provincia Biogeográfica Marina del Pacífico Oriental Tropical, caracterizada por aguas cálidas tropicales de las corrientes ecuatoriales, pero con influencia de aguas frías y fértiles de surgencia y de las corrientes sur y norecuatoriales. Las aguas colombianas se limitan, en esta provincia, a la región (ecorregión) llamada del Golfo de Panamá (Panama Bight). Está caracterizada por aguas cálidas tropicales, pero al ubicarse en la periferia de dos importantes áreas de surgencia -las formadas por las Corrientes de Humboldt, al sur, y de California, al norte- tiene influencia de su fertilidad y es paso obligado de peces que migran entre ellas, lo que le da gran importancia pesquera. La costa es muy húmeda.

Se pueden distinguir tres subregiones:

Subregión I, Pacífico Norte Colombiano, al norte de Buenaventura, con aguas costeras moderadamente fértiles, y litorales donde se alternan playas y manglares con acantilados rocosos formados por la entrada en el mar de estribaciones de la serranía del Baudó.

Subregión II, Pacífico Sur Colombiano, con aguas costeras turbias y moderadamente fértiles y costas bajas, con estuarios, manglares y litorales areno fangosos. Incluye las islas de Gorgona y Gorgonilla, con formaciones coralinas.

Subregión III, de aguas abiertas claras, de productividad moderada por influencia de surgencias; hay pesquerías importantes por el paso de migraciones atuneras. Incluye la isla de Malpelo, con formaciones coralinas.

BIBLIOGRAFÍA

- Braun-Blanquet, J.** 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Editorial Blume, 820 pp. Madrid, España.
- Castellvi, J. Cervigón, F., et al.** 1972. Ecología Marina. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Ed. Dossat S.A. Caracas.
- COLCIENCIAS.** 1990. Perfil Ambiental de Colombia. Bogotá.
- CORPES.** 1991. El Caribe colombiano, realidad Ambiental y desarrollo: Perfil ambiental del Caribe colombiano. CORPES, Santa Marta.
- Cuatrecasas, J.** 1943. Resumen de unas observaciones geobotánicas en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 5: 289 – 294. Bogotá D.C.
- Cleef, A. M.** 1983. 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, Físicas y Naturales, 15 (58): 23 – 29. 3 figuras, 3 fotografías. Bogotá D.C.
- Chapman, F. M.** 1917. The distribution of bird – life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America. Bulletin of the American Museum of Natural History, 36. 729 pp. New York.
- Dinnerstein, E.; Olson, D.M.; Graham D.J.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P.; Ledec, G.** 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y del Caribe. Fondo Mundial para la Naturaleza - Banco Mundial. Washington D.C. 135 pp.
- Domínguez, C.** 1985. Amazonia Colombiana: Visión General. Biblioteca Banco Popular. Bogotá.
- Dugand, G. A.** 1973. Elementos para un curso de geobotánica en Colombia. Cespedesia, 2 (6-8): 139 – 480. Cali, Colombia.
- Etter, A.** 1998. Mapa General de Ecosistemas de Colombia. Escala 1:2.000.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Fondo para la Protección del Medio Ambiente, FEN Colombia.** 1990. Caribe Colombia. José Celestino Mutis. Bogotá D.C.
- Fosberg, F. R.** 1970. A classification of vegetation for general purposes. En: IBP (International Biological Program). 1970. Guide to the check sheet for IBP areas. Compiled by G. F. Peterken. IBP Handbook No. 4. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edimburg.
- Halffter, G. (coord.).** 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. CYTED-D. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Xalapa, México.
- Hannah, L.; Lohse, D.; Hutchinson, Ch.; Carr, J.L. & Lankerani, A.** 1994. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. AMBIO 23 (4-5): 246 – 250.
- Hernández, J. & Sánchez, H.** 1992. Biomas terrestres de Colombia. En: Halffter, G. y Ezcurra, E. (eds.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. 1992.



- Holdridge, L. R.; Espinal, L. S. & Montenegro, E. 1963. Mapa de formaciones vegetales de Colombia. IGAC. Bogotá, Colombia.
- Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales -IDEAM. 1998. El Medio Ambiente en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM, Pablo Leyva (Editor). Bogotá.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt -IAvH. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. IAvH. Bogotá, D.C.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. IAvH. 1997. Mapa general de ecosistemas de Colombia. Bogotá.
- Mann, K. H. 1989. Ecology of coastal waters. Studies in Ecology 8. Univ. of California Press. Berkeley and Los Angeles.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Márquez, G. 1987. Providencia y Santa Catalina: Ecología Regional. Universidad Nacional de Colombia - Fondo FEN Colombiana. Bogotá.
- Márquez, G. 1990. Ecosistemas Marinos. En: Caribe Colombia. Fondo FEN - Colombia. Bogotá.
- Márquez, G. 1996. Biodiversidad marina: aproximación con referencia al Caribe. En: Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo FEN Colombia. Bogotá. 67-102pp.
- Márquez, G. & Guillot, G. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses: aproximación con casos colombianos. IDEA - Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Morello, J. H. 1984. Perfil ecológico de Suramérica. Ed. ICI (1). Barcelona: 93 p.
- Monasterio, M. 1980. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. 93-158p.
- Pérez-Arbeláez, E. 1996. Plantas útiles de Colombia. 5ª ed. Fondo FEN Colombia, DAMA, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá.
- Sánchez-Páez, H.; Hernández Camacho, J. I.; Rodríguez Mahecha, J. V. & Castaño-Uribe, C. 1990. Nuevos Parques Nacionales. Colombia. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - INDERENA. Bogotá D.C. 237 pp.
- Sarmiento, G. 1994. Sabanas naturales, génesis y ecología. En: Sabanas Naturales de Colombia, 17-31. Banco de Occidente, Cali.
- Strahler, A.N. & Strahler, A.H. 1973. Environmental Geoscience. J. Wiley and Sons. New York.
- Sullivan Sealey, K. & Bustamente, G. 2000. Setting geographic priorities for Marine Conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy. Arlington, Virginia.
- UNESCO. 1973. Internacional classifications and mapping of vegetation. Ecology and Conservation. Serie Num. 6. Paris. 93 p.
- Van der Hammen, T. & Rangel, O. 1997. El estudio de la vegetación en Colombia: Recuento histórico - tareas futuras. En: Rangel, J. O.; Lowy, P.D. & Aguilar, M. (Eds.). Colombia Diversidad Biótica II: 17 - 57. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
- Walter, H. 1973. Zonas de vegetación y clima. Ed. Omega. Barcelona.
- Welcome, R. L. 1979. Fisheries Ecology of Flood Plain Rivers. Longman. London-New York.