COORDINACIÓN GENERAL:
MSc. Ana América Socarrás Rivero. Inv. Auxiliar. Especialista en Ecología del suelo. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Ada Rosa Chamizo Lara. Inv. Auxiliar. Especialista en Herpetología. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Vilma Rivalta González. Inv. Auxiliar. Especialista en Herpetología. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.

AUTORES PRINCIPALES:
DrC. Pedro Alcolado Menéndez. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC. Luis F. de Armas Chaviano. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Liana Bidart Cisneros. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. René P. Capote López. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Lic. Leonel Caraballo Maqueira. Asesor Jurídico. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Francisco Cejas Rodríguez. Director. CENBIO. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Ada Chamizo Lara. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Rodolfo Claro Madruga. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC. José Espinosa Sáez. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC Sara Herrera Figueroa. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA
Lic. Pedro Herrera Oliver. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Lic. Julio Mena Portales. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Ramona Oviedo Prieto. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Victoria Pazos y Alvarez Rivera. Dpto. Microbiología y Virología. Fac. Biología. UH.
MSc. Jaqueline Pérez Camacho. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Miriam Prede Rodríguez. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Ing. Ileana Revilla Alcázar. Especialista. Facultad de Biología. UH.
MSc. Vilma Rivalta González. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Lourdes Rodríguez Schettino. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Carlos Sánchez Villaverde. Especialista Jardín Botánico Nacional. UH.
MSC. Ana América Socarrás Rivero. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Lic. Mercedes Vega Gárciga. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Ana F. Velazco Elizarde. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Daysi Vilamajó Alberti. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.

COAUTORES:
Tec. Mercedes Abreu Pérez. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Dr. Pastor Alfonso Zamora. Dpto. Virología Animal. CENSA.MES
Lic. Lenia Arce Hernández. Asesora Jurídica. CNSB.CITMA.
DrC. Yaíma Arocha Rosete. Dpto. Virología Vegetal. CENSA. MES.
Lic. Xochy Ayón Gámes. Especialista. CICA. CITMA.
MSc. Susana Banguela. Especialista. Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria.
Lic. Guadalupe Bridón Calzado. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Leonor Castiñeira. Especialista. INIFAT MINAGRI.
Ing. Maria Elena Chávez Marrero. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Lic. Diana Enriquez Lavandero. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
José Fernández Milera. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Jorge Luis Fontenla Rizo. Especialista MNHN. CITMA
DrC. Alida R. García Cagide. Especialista Instituto de Oceanología. CITMA.
MSc. Nayla García Rodríguez. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Lic. Sergio González Ferrer. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
MSc. Aida Hernández Zanuy. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
MSc. Diana Ibarzabal Bombalier. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC. Manuel Iturralde Vinent. Especialista MNHN. CITMA
Lic. Augusto Juarrero de Varona. Especialista nacional no vinculado a Centro de Investigación.
DrC. Vivian Kouri. Dpto. Virología. IPK.
DrC. Ángela Leyva Sánchez. Directora. Jardín Botánico Nacional. U.H.
MSc. Alejandro Llanes Sosa. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Mirta López. Especialista. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. MINAGRI.
MSc. Sandra Loza Álvarez. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.

Í N D I C E

1. CONCEPTOS Y NIVELES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA / 3
1.1 Concepto de diversidad biológica o biodiversidad / 3
1.2 Niveles de la diversidad biológica / 3
1.3 Sistemas de clasificación y formas de evaluación de los componentes de la Diversidad Biológica /3

2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL ARCHIPIÉLAGO CUBANO / 4
2.1 Diversidad genética y su importancia / 4
2.2 Diversidad de especies y su importancia / 5
2.3 Diversidad de especies marinas / 17
2.4 Diversidad de ecosistemas y su importancia / 19
2.5 Amenazas y pérdidas de la Diversidad Biológica / 23

3. VÍAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA / 24
3.1 Generalidades / 24
3.2 Conservación *«in situ» / 24*
3.3 Conservación *«ex situ»* / 27
3.4 Sistema integrado de conservación / 28

4. QUÉ HACEMOS PARA SALVAGUARDAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN NUESTRO PAÍS / 28
4.1 La Diversidad Biológica y su relación con el desarrollo socio-económico / 28
4.2 Gestión de la Diversidad Biológica / 29
4.3 Convenciones internacionales / 30
4.4 Entidades nacionales e internacionales que contribuyen a la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica / 31
4.5 Programas de investigación de Ciencia y Técnica / 31
4.6 La Educación Ambiental como instrumento para la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica / 31

MSc. Gladys Margarita Lugioyo. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
MSc. Susana Maldonado González. Especialista. Jardín Botánico Nacional. UH.
MSc. Carlos Mancina González. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Lic. Zuleika Marcos Sardiñas. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
MSc. Beatriz Martínez Daranas. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Lic. Juan C. Martínez Iglesias. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Lic. María de los Angeles Martínez Leiva. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Veneranda Méndez. Especialista. Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria.
MSc. María E. Mirovet Regalado. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Lic. Maida Montolio. Subdirección. Acuario Nacional. CITMA.
Lic. Angel Motito. Especialista. BIOECO.
Lic. Kesia Mustelier. Especialista. BIOECO.
Lic. María Ofelia Orozco Manso. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Eudalys Ortiz Gilarte. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Lic. Heidi Pérez Cao. Especialista Acuario Nacional. CITMA.
DrC. Carmen Laura Perera González. Especialista. Dpto.Virología Animal. CENSA.MES
DrC. Gloria Recio Herrera. Especialista. Jardín Botánico Nacional. UH.
Teresa Regalado Calero. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC Daysi Rodríguez Batista. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Lázaro F. Rodríguez Farrat. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. María Elena Rodríguez Fuentes. Directora. Zoológico Nacional. CITMA.
MSc. Roxana Rodríguez León-Merino. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MSc. Dely Rodríguez Velázquez. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
José Manuel Rodríguez. Subdirección Técnica. Empresa Flora y Fauna. MINAGRI
MSc. Reinaldo Rojas Consuegra. Especialista MNHN. CITMA
DrC. Miguel Vales García. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.

MSc. Luisa Ventosa. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
MsC. Rosa del Valle García. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC. Teresa del Valle Portilla. Especialista. Facultad de Biología UH.

COLABORADORES:
DrC. Vicente Berovides Álvarez. Especialista. Facultad de Biología. UH.
DrC. Sofía Borrego. Especialista. CNIC.
Lic. Rolando Fernández de Arcila Fernández. Especialista. CNAP. CITMA.
DrC. Zoila Fundora. Especialista. INIFAT. MINAGRI.
Eneida González Morejón. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
DrC. Ricardo Herrera Peraza. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Tec. Giovanni Legra Terrero. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
DrC. Elsie Pérez Dullón. Directora. Jardín Zoológico de La Habana. Poder Popular.
MSc. Sonia Rosete Blandariz. Especialista. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
Tec. Magaly Sánchez Marrero. Especialista. Instituto de Oceanología. CITMA.
Ing. Herminia Serrano. Asesora. Presidencia. Agencia Medio Ambiente. CITMA
Lic. Raúl Verdecia Pérez. Especialista. Jardín Botánico de Las Tunas. CITMA.

DIRECCIÓN E INSTITUCIÓN COORDINADORA GENERAL:
DrC. Pedro Pérez Álvarez. Director del Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA.

INSTITUCIONES COLABORADORAS PRINCIPALES:
Agencia de Medio Ambiente, CITMA.
Centro Nacional de Biodiversidad (CeNBio). Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.

REFERENCIAS:
Vales, M., A. Álvarez, L. Montes y A. Ávila., (compiladores) 1998: Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba. CESYTA. Madrid, España. 480p.
Tabloide sobre Medio Ambiente. Universidad para Todos.
Tabloide sobre Biotecnología. Universidad para Todos.

GRUPO DE EDICION EDITORIAL ACADEMIA

Edición: Virginia Molina Cabrera
Diseño y tratamiento de imágenes: Marlene Sardiña Prado
Corrección y procesamiento computarizado: Silvia Trujillo Jorge

EDITORIAL ACADEMIA

INTRODUCCIÓN

El hombre forma parte del mundo vivo que lo rodea, a la vez que depende de él para la satisfacción de sus más perentorias e impostergables necesidades materiales y espirituales. La pérdida de recursos biológicos y su diversidad pone en peligro el suministro de alimentos, la provisión de madera, medicamentos y energía, y las oportunidades para el recreo y el turismo. Además interfiere con las funciones ecológicas esenciales, tales como la regulación de la escorrentía, el control de la erosión del suelo, la asimilación de desechos, la purificación del agua, y el ciclo del carbono y los nutrientes. Es por ello que cada vez adquiere mayor urgencia la necesidad de salvaguardar estos recursos, pues el ritmo de pérdidas de lo que aún desconocemos es tal que si no se toman las medidas apropiadas nos veremos en un futuro no muy lejano abocados a una verdadera catástrofe.

Los primeros intentos por tratar de inventariar la enorme variedad de formas vivientes sobre nuestro planeta se remontan a Aristóteles (384-322 ANE). A partir del siglo XVIII, otros grandes naturalistas contribuyeron de modo sustancial al desarrollo de esta disciplina. Entre ellos es indispensable mencionar a C. Linneo, J. B. Lamarck, G. Cuvier y C. Darwin, entre otros.

Desde el primer tercio del siglo XIX las ciencias naturales cubanas se enriquecieron con notables personalidades que contribuyeron de forma relevante al conocimiento de los recursos biológicos o Diversidad Biológica. Entre estas se destacaron F. Poey, R. de la Sagra, J. C. Gundlach, E. L. Ekman, C. de la Torre, S., J. S. Sauget (Hno. León), A. Liogier (Hno. Alain), J. T. Roig, J. B. Acuña, P. Alayo, y muchos otros cuya enumeración haría extensa la lista.

La Diversidad Biológica es la expresión de la vida en la Tierra, vista en toda su dimensión. Abarca desde los genes, pasando por los microorganismos, hasta los ecosistemas. Nuestros conocimientos de la biota (componentes vivos del ecosistema) continúan siendo muy pobres. Cálculos conservadores estiman entre 13 y 14 millones el número de especies que habitan nuestro planeta y de esas sólo 1,75 millones han sido descritas. Anualmente se describen, como promedio, unas 8 300, lo que da una idea de los ingentes recursos y el tiempo que requerirá tal empresa.

Las plantas han sido mucho mejor estudiadas que los animales; y dentro de éstos, los vertebrados han recibido mayor atención que los invertebrados. Los mamíferos y las aves constituyen los grupos animales mejor estudiados, a escala mundial. Entre los insectos, las mariposas diurnas exhiben una situación privilegiada, pero no se puede decir lo mismo de las polillas y mariposas nocturnas. Por otra parte, el conocimiento sobre la biota terrestre ha superado al de la marina.

Cuba es la isla antillana de mayor área geográfica y cuenta con una gran diversidad de ecosistemas. Además, la biota cubana en la mayoría de los grupos posee mayor diversidad que el resto de las islas del área, como es el caso, por ejemplo, de las plantas vasculares y las aves, de las que Cuba posee 58,5% y 52,2% respectivamente del total de especies descritas o registradas de las Antillas. En otros grupos, como el de los anfibios, los reptiles y los mamíferos, la fauna cubana alberga la cuarta parte de todas las especies antillanas.

Visto en un contexto mucho más amplio, Cuba contiene 3.5% de todas las aves del mundo; 2.6% de los escorpiones, y 2.3% del total de plantas vasculares conocidas hasta hoy.

La Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), más conocida como Cumbre de Río, permitió establecer acuerdos de todo tipo que motivan el seguimiento de estas acciones para el uso y conservación de la Diversidad Biológica y el medio ambiente.

En esa magna cita, Fidel Castro Ruz, Presidente de los Consejos de Estado y de Ministro de la República de Cuba, expresó: “Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre”.

La Agenda 21, las Convenciones sobre Diversidad Biológica y Cambio Climático, la Declaración sobre Bosques y la Carta de la Tierra constituyeron documentos derivados de la CNUMAD, los cuales han confrontado en su ejecución y posterior desarrollo las limitaciones socioeconómicas actuales de la humanidad, ante la perspectiva de llegar a establecer una agenda ambiental mundial.

Posterior a Río, las reflexiones y acciones internacionales motivan el reconocimiento de la necesaria integración para lograr la conservación de nuestro planeta y contribuir al desarrollo sostenible de la humanidad.

A partir de 1959 el desarrollo científico de la mayor de las Antillas se incrementó, favorecido por la creación de más de 200 instituciones científicas, entre las que se destaca la Academia de Ciencias de Cuba, y posteriormente fue creado el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Como parte de la política trazada por el gobierno cubano para lograr la conservación y el uso sostenible de nuestros recursos naturales, se creó un Sistema Nacional de Áreas Protegidas y se han elaborados instrumentos de gestión para la conservación de la Diversidad Biológica.

Este curso tiene el objetivo de abordar la enorme gama de formas vivientes y de ecosistemas que existen en nuestro país, su evolución y la extraordinaria complejidad de las interrelaciones que establecen entre ellos, así como el efecto transformador del factor humano, con todas sus implicaciones socioeconómicas. Pero en tus manos queda la posibilidad de enriquecer y complementar, mediante búsquedas propias, esta primera aproximación a la Diversidad Biológica y su conservación.

1. CONCEPTO Y NIVELES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

1.1. Concepto de diversidad biológica o biodiversidad

De acuerdo con el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Diversidad Biológica constituye “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”. La Diversidad Biológica se hace patente en todos los niveles de organización de los seres vivos. El gen, la célula, el individuo, la comunidad o el ecosistema, muestran diversos grados de variación, en dependencia de los procesos evolutivos inherentes a cada caso.

1.2. Niveles de la diversidad biológica

Existen tres niveles básicos: **Diversidad Genética, Diversidad Específica o de Organismos** y **Diversidad Ecológica o de Ecosistemas**. Como un caso particular provocado por el desarrollo de la sociedad humana, se considera a veces la diversidad cultural (interacciones del hombre a todos los niveles).

La Diversidad genética: es una función, en gran medida, de la historia evolutiva de la especie, de su aislamiento reproductivo y de la selección natural, es la variedad que existe dentro de organismos de una misma especie. En los genes, debido a diferentes causas, ocurren mutaciones o cambios al azar que dan lugar a la variación hereditaria dentro de la especie. De hecho, la variabilidad genética es tal que en el mundo no existen dos individuos de una misma especie que sean iguales. En este nivel están involucrados los cromosomas, genes y nucleótidos, entre otros.

El gen es la unidad elemental de acción fisiológica y está directamente involucrado en la transmisión de los caracteres hereditarios, son moléculas extremadamente complejas, denominadas nucleoproteínas, que se localizan en el núcleo de la célula; su función es actuar como moduladores celulares en interacción con el ambiente, es decir, son los responsables de los cambios que se producen en las células.

La Diversidad específica o de organismos: concierne a todas las especies y formas de vida que pueblan nuestro planeta, desde los virus hasta los mamíferos.

El concepto de especie ha sido motivo de muchas controversias y de hecho existen varios (tipológico, nominalista, biológico, filogenético, etc.) pero al menos para aquellas de reproducción sexual se puede aceptar que “son grupos de poblaciones naturales con cruzamiento entre sí que están aisladas reproductivamente de otros grupos” (concepto biológico).

Esta enorme diversidad se agrupa, de acuerdo con una clasificación jerárquica, en categorías tales como reinos, filos o divisiones, clases, órdenes, familias, géneros, especies, subespecies y formas o variedades (existen otras categorías subordinadas a estas, que no se reconocen en todos los grupos).

La Diversidad ecológica o de ecosistemas: concierne a la heterogeneidad de ecosistemas presentes en una región o zona dada, y se entiende como el conjunto de individuos, poblaciones y especies que ocupan un área definida, incluidas todas sus interacciones y con el medio ambiente. Entre los componentes de la diversidad ecológica se hallan los biomas, los paisajes y los hábitats, entre otros.

1.3. Sistemas de clasificación y formas de evaluación de los componentes de la diversidad biológica

Sistemas de clasificación de los componentes de la Diversidad Biológica. Sería del todo imposible intentar el inventario de la Diversidad Biológica del planeta sin una herramienta metodológica apropiada. De ello se dio cuenta muy pronto el hombre, quien desde hace más de 2 000 años pretendió la primera gran clasificación del mundo viviente. Sin embargo, no fue hasta muy entrado el siglo XVIII que, con el sistema de clasificación binomial propuesto en 1 758 por C. Linneo, los estudios de este tipo comenzaron a ser desarrollados de forma más acelerada.

La clasificación binomial es aquella que emplea sólo dos nombres (uno genérico y otro específico) para designar cada especie. Por ejemplo el nombre del hombre es *Homo sapiens*, donde *Homo* corresponde al género y *sapiens* a la especie. En algunos casos se acepta la existencia de subespecies pero sin dejar por ello de ser binomial (Ejemplo: *Rattus rattus rattus*, la rata común).

No solamente la fauna y la flora poseen un sistema de clasificación. Los microorganismos, los paisajes y las formaciones vegetales también poseen los suyos propios. Respecto a los seres vivos, en la actualidad existen códigos que rigen toda la actividad taxonómica en: animales, plantas, hongos, bacterias y virus. En ecología del paisaje también se dispone de las correspondientes nomenclaturas para las asociaciones vegetales.

En la enorme y a la vez urgente tarea de obtener una aproximación al conocimiento de la Diversidad Biológica, participan disciplinas tales como la Sistemática, la Biogeografía y la Ecología. En este contexto, adquiere particular importancia la Sistemática (Taxonomía), disciplina cuya principal tarea es el inventario de la biota de nuestro planeta, de la cual apenas se conoce 10%.

La información taxonómica sirve para determinar los orígenes geográficos de plagas y enfermedades de la agricultura, y esto lleva a la identificación de posibles agentes de control biológicos. Es importante también para la estrategia de gestión y conservación.

Métodos de evaluación de los componentes de la Diversidad Biológica. La correcta evaluación de la Diversidad Biológica es la base sobre la que descansan los programas dirigidos a conservar y utilizar de modo racional los recursos biológicos, muchos de ellos en franca amenaza debido a la propia actividad

humana durante los últimos siglos. Por otra parte, la Diversidad Biológica representa un indicador del estado de los ecosistemas.

La notoria complejidad de la Diversidad Biológica hace que no exista un parámetro único que pueda dar una idea de su magnitud. Cada nivel (ecosistema, especie, gen) posee sus propios requerimientos y peculiaridades.

Métodos de medición a escala genética. La diversidad genética está indisolublemente vinculada a las características fisicoquímicas de los ácidos nucleicos. A partir de las mutaciones o cambios que experimenta el ADN (ácido desoxirribonucleico) y la posterior acción sobre ellos de la selección natural y de ciertos procesos azarosos, se conformará la diversidad genética de cada especie que será el resultado de una evolución particular única e irrepetible.

Entre los métodos más utilizados para estimar la diversidad a este nivel se halla la medición del polimorfismo del ADN y de las proteínas entre los miembros de una misma especie, la secuenciación del ADN, para lo cual se han diseñado técnicas muy variadas.

Métodos de medición al nivel de especies. A este nivel los métodos son muy diversos y no se puede afirmar que uno prime sobre otro. La Diversidad Biológica, con relación a la estructura del paisaje, se puede segregar en tres componentes: diversidad alfa (riqueza de especies de una comunidad que se asume es homogénea), diversidad beta (grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje) y diversidad gamma (riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta).

Medición de la Diversidad alfa. Para medir la diversidad a este nivel se utilizan fundamentalmente dos criterios; uno de los cuales sólo considera el número de especies registradas en los muestreos, lo que se denomina, Riqueza de Especies, y se simboliza con la letra S. Como el valor de esta medida o índice depende del total de individuos registrados a veces se modifica su valor para hacerlo comparativo, por ejemplo: Se estudiaron dos comunidades de reptiles: una en un área natural, con una riqueza de especies de 54 (S= 54) y la otra en un área afectada por la acción del hombre, cuyo valor de riqueza registrado en este caso fue de 22 (S= 22); si queremos comparar ambas comunidades a partir de los valores de riqueza de especies, hay que tener en cuenta el total de individuos observados en la muestra, si este número es similar en ambas comunidades la comparación es válida, pero si en el área natural se registraron 300 individuos y en la afectada sólo se observaron 100 individuos, entonces hay que modificar el valor de S para la comparación.

Un segundo método, se basa tanto en la riqueza de especies como en el número de individuos por especies, siendo el índice de Shannon y Weaver es una proporción que brinda una idea de la importancia de cada especie en la muestra.

Estos valores también pueden ser sustituidos por los de Abundancia Relativa de las especies (cuando lo que se obtienen a través de conteos, capturas y otros métodos de muestreo son estimados de la abundancia y no valores absolutos); por valores de Densidad (Si los métodos de muestreo permiten determinar el valor absoluto de individuos en la muestra); Biomasa (Si se quiere determinar la importancia de cada especie en la comunidad atendiendo a su peso corporal); Cobertura del follaje (Según el método de muestreo de la vegetación que se utiliza, se obtiene información acerca de la heterogeneidad del follaje en una comunidad vegetal dada), entre otros.

Medición de la Diversidad Beta. La diversidad entre comunidades distintas se puede medir en términos cualitativos o cuantitativos. En el primer caso, sólo se registra la presencia o ausencia de la especie en la comunidad y se calculan entonces Índices de Similitud o sus complementarios de Disimilitud o Distancia, siendo la más utilizada la de Comunalidad referida como índice de Sorensen. El método cuantitativo considera, además de la cantidad de especies el número de individuos por especies en este caso son varios los índices que existen siendo el más común el de Morisita – Horm. También se utilizan otros como el Índice de Reemplazamiento, que es una medida del grado en que las especies se cambian de una comunidad a otra y el de Complementariedad que indica el grado en que una comunidad se complementa con otra.

Medición de la Diversidad Gamma. Esta es la medida de la biodiversidad menos utilizada y se tiene en cuenta el No. promedio de especies en una comunidad, el No. promedio de comunidades ocupadas por una especie y el número total de comunidades.

Métodos de medición al nivel de Ecosistemas. A este nivel, se aplican las técnicas de ecología de paisaje, que enfatiza escalas espaciales amplias y los efectos ecológicos del patrón espacial de las comunidades. Considera la estructura, la función y los cambios que estos sufren en el tiempo.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL ARCHIPIÉLAGO CUBANO

2.1. Diversidad genética y su importancia

Como quedó definido en el capítulo anterior, la diversidad genética es la variación de los genes en las especies que se expresa en variaciones entre razas, variedades e individuos.

La diversidad genética contenida dentro de una especie determinará el éxito de la respuesta de ésta frente a los disturbios naturales o antropogénicos en el medio ambiente. Es necesaria para la evolución con fines de adaptación de las especies.

Toda la diversidad genética tiene lugar al nivel molecular y está íntimamente ligada a las propiedades físico-químicas de los ácidos nucleicos. La nueva variación es producto de las mutaciones en estas moléculas. La diversidad genética en la naturaleza es el resultado de la acumulación de mutaciones, mucha de las cuales han sido moldeadas por la acción de la selección natural, otras son incorporadas al genoma por procesos que ocurren al azar. Las variantes genéticas encontradas en la naturaleza están integradas no solo a funciones fisiológicas y bioquímicas de los organismos, sino también a sus relaciones ecológicas.

La conservación de la Diversidad Biológica es un aspecto de suma importancia en cualquiera de sus niveles. Abundan los ejemplos de poblaciones naturales de una especie en las cuales no se registran cambios significativos en el tamaño poblacional, de lo que puede deducirse que la misma no tiene problemas de conservación a ese nivel. Sin embargo, es probable detectar en ellas, reducciones del nivel de variabilidad genética, lo cual puede afectar la supervivencia de la especie.

Esta enorme diversidad genética resulta desconocida en muchos casos, debido a lo costoso de las técnicas utilizadas para su estudio. También se conoce poco de las potencialidades de uso de esta diversidad. Por tanto sólo se hará énfasis en aquella diversidad genética que es utilizada como recurso natural en nuestro país.

Recursos genéticos. Los recursos genéticos vegetales (fitogenéticos) o animales (zoogenéticos) son todos aquellos materiales de origen vegetal o animal con unidades funcionales de la herencia y con un valor actual o potencial, pueden estar en un país porque son oriundos de él y se les denomina autóctonos o endémicos, o provenir de otros países y se les denomina foráneos. Estos últimos debieron llegar hace cientos o miles de años, considerándose prácticamente como parte de su flora o fauna, máxime cuando han sido utilizados y mejorados, por lo que se denominaron domesticados o naturalizados.

Un grupo muy importante dentro de la flora cubana lo componen las plantas arbóreas, representadas por 627 especies autóctonas que constituyen nuestro patrimonio forestal y son uno de los recursos de mayor amenaza de pérdida, debido a la indiscriminada explotación a que ha sido sometido durante casi cinco siglos.

Por la posición geográfica del archipiélago cubano, lo ubica en las rutas migratorias de floras australes tropicales y boreales extratropicales, esa separación del continente durante decenas de millones de años; ha provocado la evolución independiente de los vegetales. Esta es, en parte, la razón por la cual hay en nuestro país una amplia gama de taxones relacionados con plantas cultivadas; así por ejemplo, podemos mencionar que existen 32 especies del mismo género que la papa (*Solanum tuberosum*), de las cuales 9 son endémicas. Otro tanto se puede decir del boniato (*Ipomoea batatas*), con 54 especie y 25 de ellas endémicas.

Hasta el presente hay 1 170 especies con propiedades medicinales comprobadas, de ellas 97 son endémicas, las que provienen de cultivos específicos o de recolecciones a partir de la flora silvestre.

Las variedades de plantas locales son aquellas que se desarrollaron en un lugar y sus características responden muy bien al medio donde viven. A partir de muchas de ellas se han obtenido las principales variedades comerciales actuales, por ejemplo, el estudio en el caso del tabaco, donde se rescató el tipo de tabaco *havanensis.*

El gran potencial de los parientes silvestres de las plantas cultivadas en Cuba, sugiere que se deben realizar análisis más detallados en la estructura de los diferentes fondos genéticos. Por ejemplo se han encontrado 50 parientes silvestres del boniato, también en *Phaseolus* (frijol), *Vigna* (frijol*)*, Cucurbitaceas (calabazas, pepinos) y especies afines, en *Capsicum* (ajíes) y *Lycoperpsicum esculentum* (tomate).

A la llegada de los españoles no existían gramíneas pratenses. Sin embargo, la introducción de animales de pastoreo por los colonizadores, trajo aparejada la rápida entrada de especies de pastos. Las especies de *Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Hypharrenia* y otras, evoluciona y sufrieron una selección natural a través de los años, hoy forman verdaderas fitocenosis de especies domesticadas o naturalizadas que presentan una rica diversidad en el país.

Los recursos fitogenéticos pueden ser almacenados en bancos de germoplasma, los cuales son depositarios de material autóctono, de selecciones producto del material genético y de materiales introducidos de diferentes países. Estas colecciones son representativas en general de la variabilidad genética existente, excepto para algunas especies silvestres, otra forma de conservación puede ser en colecciones vivas en el campo o en los propios ecosistemas naturales donde se encuentran.

El mantenimiento de las variedades locales o tradicionales por los campesinos en sus propios ecosistemas con fines de utilización, es una garantía para la seguridad alimentaria y para la conservación de esta valiosa parte del patrimonio nacional.

En Cuba, la mayor parte de los recursos zoogenéticos utilizados tradicionalmente en la producción de alimentos, provienen de especies no autóctonas.

La fauna considerada doméstica es de vital importancia para la alimentación del hombre, por lo que resulta incuestionable la necesidad de mantener el patrimonio genético de las diferentes razas de animales que viven en nuestro país, hayan sido desarrolladas en Cuba o introducidas. En la tabla se muestra el número de razas desarrolladas en Cuba y la cantidad de ellas que requieren de conservación.

Tabla 1. Recursos zoogenéticos en Cuba

Categorías Pecuarias	Número de razas	Número de razas que requieren ser conservadas
Vacunos	24	3
Porcinos	10	1
Equinos	15	3
Ovinos	2	1
Caprinos	5	1
Conejos	6	-
Aves	11	2
Total	**73**	**11**

2.2. Diversidad de especies y su importancia

La diversidad de especies es el nivel de la Diversidad Biológica más conocido, y, con el que erróneamente se ha identificado a esta. A pesar de ello, en el mundo se conocen actualmente 1,75 millones de especies y se estima que aún están por descubrir 12 millones. Esta enorme variedad de organismos vivos o extintos, conocidos o no, conforman lo que denominamos biota. La mayor parte está representada a nivel mundial por los insectos, seguidos por los hongos, mientras que los vertebrados sólo ocupan una mínima porción de ésta, no obstante constituyen el grupo mejor estudiado.

Todas las especies, de acuerdo con sus características propias y sus relaciones con otras, se ubican en un sistema de clasificación jerárquico que incluye las siguientes categorías principales: reino, phyllum, clase, orden, familia, género y especie.

Para la categoría de reino se han propuesto diferentes sistemas de separación que van desde tres, cinco y hasta trece. Aquí se ha seguido la que actualmente se utiliza en nuestro Sistema Nacional de Enseñanza, en la que se reconocen cinco reinos:

1. **Monera:** En este reino se ubican las bacterias verdaderas, las cianobac-terias y actinobacterias.
2. **Protoctista:** Incluye a los Protozoos, Algas y Hongos mucilaginosos.
3. **Fungi**: Aquí se encuentran los hongos zigomycetos, ascomicetos, basidiomicetos y líquenes.
4. **Plantae:** Reúne a las briofitas y traqueofitas.
5. **Animalia:** Compuesto por poríferos y metazoos.

Los orígenes de la biota cubana. Al tratar el origen de la biota indígena de Cuba, es necesario abordar varios aspectos involucrados. De una parte, al hablar de «origen» se refiere al lugar de donde proceden los ancestros de la biota, en cuyo caso hay que mencionar las islas cercanas a Cuba (Antillas Mayores y Bahamas), Centroamérica, América del Norte y América del Sur. Algunos de estos taxones son los mismos en Cuba y en otras islas antillanas, incluso en el continente vecino, lo que implica que se trata de especies de gran capacidad de movilidad, como las aves, los murciélagos y algunas plantas, sobre todo costeras. Estas son poblaciones que mantienen un intercambio genético estable. Sin embargo, hay ejemplos de taxones con limitadas capacidades de dispersión, que por haberse establecido sólo en fecha reciente en nuestro país, o por no haber evolucionado lo suficiente como para convertirse en endémicos locales, habitan diversas áreas del Caribe.

Otro aspecto del origen de la biota es su antigüedad; esto es, el tiempo que hace que los primeros invasores de determinado grupo taxonómico se establecieron exitosamente en estas tierras, pues mientras mayor sea el tiempo de aislamiento geográfico, mayor será la posibilidad de transformación evolutiva. Para determinar estas fechas hay tres fuentes de información relativamente independientes: la paleontología, la paleogeografía, y los «relojes» moleculares.

La paleontología permite establecer cuándo hubo en estas islas representantes de las biotas actuales, por ejemplo, en las rocas cubanas del primitivo supercontinente se encuentran restos de animales y plantas, los más antiguos de 180 millones de años. Estos incluyen plantas terrestres de Pangaea y de antiguas islas del Caribe, así como reptiles voladores (pterosauros) que habitaron sus costas. La paleontología también nos enseña que la gran mayoría de las biotas antiguas preservadas en las rocas cubanas eran marinas, y la mayoría de dichos taxones están extintos. Sin embargo, hay restos fósiles de animales y plantas que tienen representantes en la actualidad o desaparecieron recientemente. Entre ellos están algunos mamíferos terrestres y de agua dulce con 15 a 20 millones de años de antigüedad (primates, perezosos, roedores, sirénidos), así como reptiles (cocodrilos y tortugas), aves (indeterminadas) y peces de agua dulce (indeterminados). En los depósitos de 10 mil a 500 años atrás hay restos fósiles de una gran variedad de aves, mamíferos (primates, perezosos, roedores, murciélagos, sirénidos), reptiles (cocodrilos, tortugas, lagartos, serpientes, etc.), anfibios, insectos y peces de agua dulce. Restos fósiles de plantas costeras se encuentran desde hace unos 20 millones de años. Estos datos permiten afirmar que en las rocas cubanas hay muestras de fósiles de la biota moderna sólo en los últimos 20 millones de años, y en todas las Antillas Mayores, sólo en los últimos 35 millones de años. Las biotas terrestres fósiles más antiguas pertenecen a taxones extintos hace millones de años, que no tienen descendientes en la biota actual. Ta bla 2.

La paleogeografía, por su parte, nos enseña que Cuba, como tierras emergidas permanentes, existe sólo desde hace 40 ó 42 millones de años y que el archipiélago actual tomó su forma hace menos de 6 000 años. Esto significa que cualquier animal o planta que haya poblado alguna tierra antillana en un pasado más remoto, tuvo pocas posibilidades de trascender a la biota actual.

En otro orden de cosas, los «relojes» moleculares, sugieren que la mayoría de los vertebrados terrestres cubanos se formaron en los últimos 30-35 millones de años, pero hay algunas especies cuya antigüedad se considera mucho mayor. Estos fechados pueden interpretarse de distintas maneras, pero una posibilidad es que se trate de taxones que lograron subsistir en tierras antillanas, migrando de una isla a otra, hasta lograr establecerse en una isla permanente hace 40-42 millones de años.

En conclusión, la biota cubana tiene distintas fuentes de origen y estuvo formándose en un largo período de tiempo, al menos desde hace 40-42 millones de años. En este contexto, cada grupo taxonómico tiene una historia particular que no siempre resulta fácil de dilucidar, debido a la complejidad geológica del área y a la escasez de restos fósiles.

Tabla 2. Principales Eventos Bióticos y Ambientales en la Historia del Caribe y Cuba

Etapa y Duración	Sucesos Principales
Fracturación de Pangaea y origen del Caribe (200-150 Ma)	La fracturación de Pangaea origina un canal oceánico que se extiende de este a oeste, del cual el mar Caribe constituye su porción occidental. En el Caribe primitivo habitan invertebrados, peces y reptiles marinos, ninguno de los cuales tiene descendientes en la biota cubana actual.
Evolución del Caribe I (150 - 65.5 Ma)	En el mar Caribe habitan numerosas especies de animales y plantas acuáticas. Eventualmente aparecen islas volcánicas de distinta magnitud, que se hunden pocos millones de años después, de modo que los animales y plantas que eventualmente las habitaron, se extinguieron sin dejar descendientes.
Una catástrofe ambiental (65 Ma)	La Tierra es impactada en su órbita por un bólido espacial de grandes dimensiones, que impacta en la península de Yucatán provocando una crisis ambiental global y la muerte de muchísimas poblaciones. En el Caribe y sus islas el efecto es mayor, de modo que prácticamente toda la biota terrestre es extinguida, y una gran parte de la biota marina, arrasada.
Evolución del Caribe II (64.5-42 Ma)	Las aguas e islas del Caribe se pueblan de nuevo con una biota más moderna, que evoluciona con los cambios climáticos y geográficos que se suceden. Los animales marinos dejan descendientes que alcanzan la actualidad, pero sólo alguno que otro terrestre, pues las islas, volcánicas o coralinas, tienen una duración efímera. Al hundirse las islas en el mar, son sumergidas aquellas plantas o animales que fueron capaces de migrar a otra isla cercana.
Las primeras poblaciones realmente antillanas (42 - 38 Ma)	Hace 42 millones de años surgen los núcleos terrestres antillanos, que como tierras emergidas, duración hasta la actualidad. Se implantan las primeras formas de vida terrestre, incluyendo plantas e invertebrados. Hace 37 a 38 Ma atrás se forma una cresta de tierras (Greterroba) que extendió desde América del Sur hasta Cuba Central. Por esta comunicación terrestre pudieron llegar a Cuba los ancestros de las biotas originarias de América del Sur.
Evolución de las tierras y biotas antillanas (35 Ma - 6 000 a)	Los núcleos terrestres antillanos varían de dimensiones a lo largo del tiempo, incluso aflora y asciende. Se rompe la comunicación con América del Sur hace 35 Ma, y se forman muchas islas que con el tiempo se convierten en las Antillas Mayores. Las biotas ya establecidas evolucionan tanto por diversificación como por extinción. Nuevos elementos son añadidos a la biota de las islas, que llegan volando o traídos por el viento, por las corrientes marinas, o viajando sobre animales voladores.
Reducción de la biodiversidad en el Holoceno (6 000 - 500 a)	Los sucesivos cambios del clima en los últimos 3 Ma, unido a los continuos cambios en la forma y tamaño de las islas antillanas, alcanzó un punto de crisis a inicios del Holoceno, cuando Cuba, por ejemplo, se subdividió en multitud de archipiélagos. Esto, unido a la llegada de las primeras oleadas de humanos entre 10 y 5 mil años atrás, provocó una fuerte reducción de las biotas terrestres antillanas. Se extinguieron masivamente los perezosos, los primates, los pequeños insectívoros, las aves gigantes, algunos murciélagos y muchas otras animales y plantas.

Virus. Su importancia. Los virus son pequeñas partículas de nucleoproteínas capaces de reproducirse solamente en el interior de una célula viva específica. Su incapacidad de metabolizar lo hace parásito obligado para su subsistencia en la naturaleza.

Los virus no respiran y no crecen ni poseen irritabilidad. Al no tener metabolismo no son considerados seres vivos y no forman parte de ninguno de los reinos establecidos en dichas clasificaciones.

Estas partículas, altamente organizadas, difieren de los micro-organismos por:

(1) su composición química (ya que solo posee en su constitución un tipo de ácido nucleico). Los virus están formados fundamentalmente por ácido nucleico y proteínas, estas últimas algunas veces acompañadas de lípidos. Al poseer un solo tipo de ácido nucleico tiene una gran Diversidad Biológica,

(2) su organización, que es muy simple, ya que no poseen ningún tipo de enzima,

(3) su mecanismo de reproducción, que es una replicación a partir de su ácido nucleico,

(4) su susceptibilidad frente a los antibióticos.

En el momento activo de la partícula viral, o sea cuando se encuentra dentro de la célula hospedera, se reproduce y en estos instantes es susceptible a la alteración hereditaria o mutación.

Actualmente se conocen más de 4 000 especies de virus agrupados en 184 géneros y 74 familias. Todos los seres vivos pueden ser infectados por los virus, que les ocasionan desde lesiones leves, tumores y hasta la muerte. Estos pueden ser utilizados para combatir a las plantas, animales y hombres.

Desde 1925, en La Convención de Ginebra, se emitió una resolución que prohibe el uso de las armas biológicas, pero el imperialismo yanqui, con su prepotencia característica, hizo caso omiso a esta y a continuado utilizándola a lo largo de la historia.

Virus en las plantas. Actualmente se reconoce la existencia de 35 grupos de virus en vegetales y no existe una sola familia de plantas que no sea afectada por al menos uno de ellos. De forma general, se manifiestan ciertos síntomas en plantas que son comunes para la mayoría de los virus: amarillamiento, arrugamiento y moteado de las hojas y frutos, disminución del tamaño de las plantas, entre otras. Estos síntomas, sumados a los que de manera específica produce cada virus en su hospedero (planta capaz de replicar al virus), conducen, en su mayoría, a la pérdida de las cosechas o incluso a la muerte de la planta.

Las plantas son afectadas, además, por un grupo de fitopatógenos cuya organización subviral es muy simple. Estos agentes, presentes de manera única en plantas, se denominan viroides y a ellos se asocian igualmente síntomas y pérdidas similares a la de los virus.

Nuestro país, ha tenido que enfrentarse al desafío de virus que agreden severamente a los cultivos de importancia económica. Por ejemplo, en la caña de azúcar, fue afectada, hacia los años 30, por el virus del mosaico (VMCA) por lo que fue necesario eliminar dos variedades de los programas de siembra.

Entre otros cultivos se encuentra el tomate (Figura 1), que es atacado por geminivirus transmitidos por la mosca blanca y que ha provocado pérdidas de hasta un 43% de la producción. En la papa se encuentran los virus Y y X (PVY y PVX), cuya transmisión depende además de la presencia de vectores. Este último virus puede afectar a otros cultivos como tabaco, tomate y pimiento. En nuestro país se describen las mayores afectaciones en la frutabomba, provocadas por el virus del mosaico y amarillamiento de la papaya. También son atacados por los virus los árboles frutales y dentro de ellos el virus de la tristeza de los cítricos (CTV) es uno de los que provoca los daños más severos.

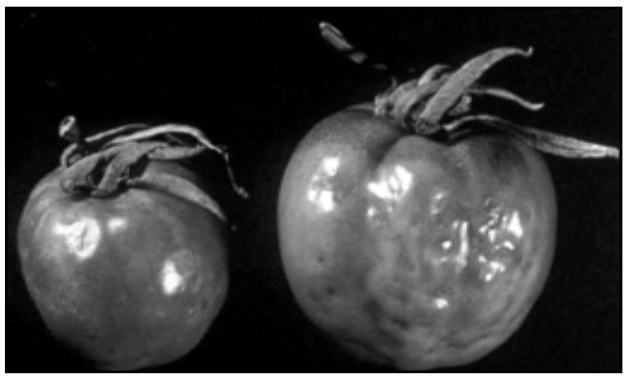


Fig. 1. *Síntomas de moteado del fruto del tomate ocasionados por el virus del broceado del tomate (TSWV).*

En el intenso propósito del hombre por dominar el medio que le rodea se ha logrado convertir a estos enemigos de las plantas en herramientas de la actividad humana. De esta manera se emplea un grupo de viroides que infectan cítricos, sin llegar a provocar el desarrollo de enfermedades, para la obtención de plantas de tamaño reducido facilitando los trabajos de cosecha sin afectar la producción por parcelas. Así mismo, en los métodos más novedosos de la biotecnología para la producción de moléculas con fines biológicos se utilizan algunos tipos de virus y se trabaja en estudios que permitan ampliar el espectro de utilidad que brindan sus propias potencialidades.

Virus en los animales. En nuestro país, por ser una isla, se observa una frecuencia relativamente baja de enfermedades virales. Por otra parte, existen cientos de virus que no han podido ser clasificados aún. En la siguiente tabla se relacionan los virus que afectan a los animales en Cuba.

Dentro de cada familia existen virus que afectan a algún tipo de animal en específico y otros con un rango más amplio de hospederos.

Tabla 3. Relación de grupos taxonómicos de Virus que afectan a los animales

Categoría Taxonómica	Virus conocidos	De ellos afectan animales
Órdenes	3	2
Familias	74	26
Subfamilias	9	8
Géneros	184	76
Especies	> 4 000	> 3 600

La enfermedad viral más importante de las aves, en nuestro medio, es la conocida como de Gumboro, (su nombre oficial es enfermedad infecciosa de la bolsa). El resto de las enfermedades virales aviares se controlaron por vacunación desde hace más de 20 años, y otras, entre las más graves, jamás han sido reconocidas en nuestro país.

En los equinos la más importante es la anemia infecciosa equina. En el cerdo, el cólera porcino o peste porcina clásica. (Figura 2 y 3).

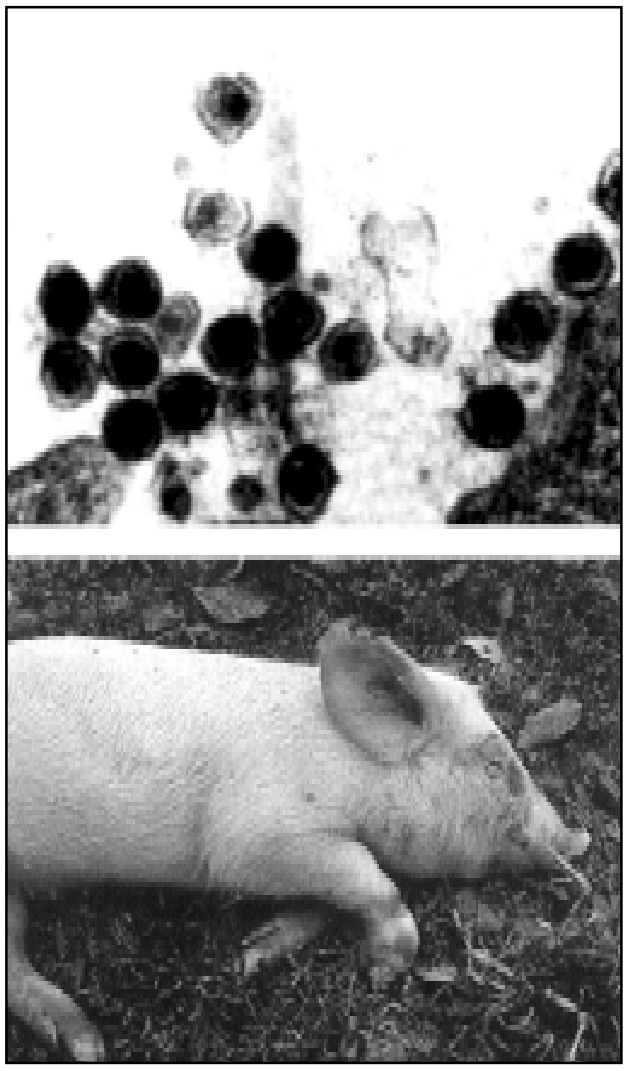


Fig. 2 y 3. *Virus causante del colera porcino. Cerdo afectado con cólera porcino.*

Virus de importancia humana. Hasta el momento se han descrito más de 300 virus que infectan al hombre y son más de 50 los síndromes clínicos (enfermedades) que ellos producen.

Modo de transmisión de los virus. Existen características específicas de los virus que van a determinar el mecanismo que ellos emplean para infectar al humano; los mismos pueden ser transmitidos de las formas siguientes:

1. **Transmisión directa de una persona infectada a otra.** Mediante gotitas o aerosoles (Ejemplo: Virus de la Influenza); por vía fecal-oral (Ejemplo: Poliovirus, Rotavirus, Virus de la Hepatitis A); por contacto sexual (Ejemplo: Virus de la Inmunodeficiencia Humana, Virus el Herpes simple, Virus de la Hepatitits B); por contacto mano-boca (Ejemplo: Virus del Herpes simple), mano-ojo (Ejemplo: Enterovirus 70 que produce la conjuntivitis hemorrágica), o boca-boca (Ejemplo: Virus de Epstein-Barr); por intercambio de sangre contaminada (Ejemplo: Virus de la Inmunodeficiencia Humana, Virus de la Hepatitits B) y por vía transplacentaria (Ejemplo: Virus de la Inmunodeficiencia Humana, Virus de la Hepatitits B).
2. **Transmisión de un animal a otro con el ser humano como huésped accidental.** Puede ser por mordedura como ocurre en el caso del virus de la rabia, o porque el hombre se ponga en contacto con aerosoles o excreciones infectantes en sitios contaminados por los animales como es el caso de los hantavirus.
3. **Transmisión por medio de un vector artrópodo** (mosquitos, garrapatas). Como ocurre con los virus del Dengue y el virus de la Fiebre Amarilla.

Bacterias. El reino Monera está formado por tres grandes grupos: las bacterias verdaderas, las cianobacterias y las actinobacterias, que forman parte de lo que se conoce como las bacterias. Todas, son unicelulares y tienen como característica principal ser organismos con el material genético que se restringe a un área del citoplasma llamado nucleoide. Las bacterias difieren de la célula eucariota en algunas sendas metabólicas importantes, particularmente en su metabolismo energético, constituyen, además, el grupo de organismos más abundantes en la naturaleza, su metabolismo es muy diverso, por lo que se encuentran en todos los hábitats posibles de la biosfera.

La clasificación clásica bacteriana tiene en cuenta las características morfológicas, tintoriales y bioquímicas para su ordenamiento taxonómico, pueden agruparse por otros carácteres como los que consideran alguna propiedad fisiológica o bioquímica que lo distinga, como por ejemplo: bacterias celulolíticas (bacterias que degradan la celulosa), marinas (cuyo hábitat es el mar), entre otras. Un grupo de bacterias, conocidas como cianobacterias o algas verdes azules son organismos unicelulares o filamentosos, que poseen fotosíntesis oxigénica, como ocurre en las plantas.

Las actinobacterias, más conocidas como actinomicetos, aunque pertenecen a las bacteria alguna de ellas son morfológicamente similares a los hongos filamentosos.

La amplia diversidad bacteriana es resultado del proceso de evolución mediante la acción conjunta de la mutación, recombinación y la selección natural, lo que depende de su diversidad genética. El resultado de la diversidad genética y su interacción con el ambiente da lugar a diferencias en el metabolismo, estructura y composición química de la célula en algunos de los caracteres propios de las bacterias.

Debido al metabolismo tan diverso que poseen las bacterias, la expresión del mismo en la naturaleza puede ser beneficioso o perjudicial y por ende definen objetos de estudio en las disciplinas que conforman la Microbiología.

No existe sustancia de origen biológico que no sea degradada por algún tipo de bacteria, por lo que las bacterias verdaderas y las cianobacterias se encuentran en hábitats tan diferentes como el suelo, el mar y el agua dulce. Las bacterias verdaderas, además, se pueden encontrar en el aire, agua, alimentos, plantas, animales, así como en el hombre; las actinobacterias están mayormente en el suelo.

Por la abundancia de estos procariotas en la biosfera y por sus diversas funciones se han organizado las colecciones bacterianas para conservan las especies y cepas de importancia económica o social, por lo que las cifras de las bacterias aisladas y guardadas en los ceparios nacionales, sólo reflejan una pequeña parte de las especies conservadas a nivel mundial, o sea, no permite medir su diversidad en la naturaleza. En Cuba, el número de especies aisladas no sobrepasa las 600, lo que representa una pequeñísima proporción de las bacterias conocidas.

Bacterias marinas. En el océano, las bacterias contribuyen a mantener el equilibrio entre el material vivo y el muerto, ellas representan una biomasa rica disponible como alimento de otros organismos de la cadena alimentaria; pero además, de forma general, participan en el ciclo de los elementos oceánicos.

Esta actividad les permite tomar parte en el proceso de autodepuración del mar.

La mayoría de los trabajos sobre la distribución y abundancia de estos microorganismos abordan las bacterias heterótrofas, o sea aquellos géneros que requieren de compuestos orgánicos como fuente de carbono, debido al importante papel como descomponedores primarios en la cadena alimentaria.

En Cuba, la mayor parte de las bacterias marinas aisladas e identificadas proceden de la región occidental de nuestra plataforma y de las aguas oceánicas adyacentes, muestran una variedad de miembros de una amplia diversidad genérica como: *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Photobacterium*, *Bacillus*, *Planococcus*, *Pseudomonas*, *Sarcinas*, *Vibrio*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Flavobacterium* sp., los cuales han sido hallados en aguas y sedimentos de la plataforma y en las aguas oceánicas de la Zona Económica Exclusiva al norte y al sur de Cuba.

Entre las bacterias marinas aisladas de agua y sedimentos de la plataforma cubana, se ha encontrado que algunos géneros (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Bacillus* y *Achromobacter*), son capaces de degradar los hidrocarburos. Estas bacterias producen sustancias tensoactivas, y se pueden utilizar en los pozos de petróleo para mejorar la calidad del producto.

Existen bacterias que en determinadas concentraciones pueden causar diversas enfermedades en el hombre, por lo cual, se utilizan como indicadores del estado higiénico-sanitario del lugar. Entre éstas, las más utilizadas como indicadores en Cuba son los coliformes fecales, *Streptococcus faecalis*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. y *Vibrio cholerae*.

Bacterias del aire. La población bacteriana del aire no es permanente ni fija, ya que el aire no es medio en el que se pueden desarrollar los microorganismos, pero es el portador de las partículas de polvo, al que se adhieren las bacterias. A través del aire pueden ser desplazadas hasta kilómetros y permanecer en el polvo del aire de acuerdo a la resultante de complejas interacciones de factores abióticos, entre los que se destacan la humedad, la luz solar y la temperatura, entre otros.

La proporción de las poblaciones bacterianas del aire en ambientes interiores está condicionada por factores como el grado de ventilación, la aglomeración y la actividad social del hombre. En las capas inferiores y superiores de la atmósfera se han aislados bacterias que provienen del suelo y del mar.

En nuestro país se han aislado del aire interior a *Micrococcus roseus*, *M. lylae*, *M. agilis*, *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, entre otras. Tiene importancia la permanencia en el ambiente, por sus características celulolíticas, de *Micococcus* sp. y por sus propiedades proteolíticas de *Bacillus* sp.

Bacterias edáficas. La población bacteriana edáfica es superior a la del resto de los grupos de microorganismos, tanto en número como en diversidad, y puede alcanzar cifras de varios millones por gramo de suelo.

Más de 350 especies han sido aisladas del suelo y si a esta cifra se agregan las asociadas a las raíces de las plantas y a los restos vegetales, el número de especies bacterianas reconocidas supera las 800.

La variedad de grupos fisiológicos de las bacterias edáficas permite, mediante su actividad metabólica, realizar los ciclos biológicos de los elementos en el suelo, e influye marcadamente en la fertilidad de los mismos.

La diversidad bacteriana está dada fundamentalmente, por su utilización de las fuentes de carbono y nitrógeno. Existen géneros capaces de asimilar los compuestos inorgánicos denominados quimiolitotrofos y los que utilizan los compuestos orgánicos a los que se clasifican como quimiorganotrofos. Esta gran variabilidad hace posible que las bacterias tengan la posibilidad de estar en hábitats muy diversos.

A su vez, las bacterias, pueden ser diferentes en relación con la fuente de nitrógeno que utilizan para la biosíntesis proteica, de enzimas y compuestos nitrogenados. Existen géneros bacterianos que utilizan nitrógeno orgánico y otros consumen fuentes inorgánicas. De estas últimas, las más comunes son el nitrato y el amonio, aunque utilizan otras como el cianuro, cianato, tiocianato, nitrito y nitrógeno atmosférico, entre otros.

De acuerdo con su metabolismo del nitrógeno, pueden tener efectos beneficiosos o perjudiciales para la agricultura, por lo que la cuantificación y proporción de estos grupos fisiológicos es un indicador muy valioso para conocer la fertilidad de un agroecosistema.

A nivel mundial, se ha estudiado la utilización de las bacterias fijadoras del nitrógeno, por el aporte que realizan de este elemento químico a los ecosistemas. Este proceso bioquímico es exclusivo de algunos géneros bacterianos y de las cianobacterias, de forma tal que toman el nitrógeno del aire y lo fijan con elementos como el hidrógeno, y así este elemento químico pasa de forma inerte a ser aprovechable por los organismos vivos.

En Cuba, se ha investigado intensamente en estos grupos de bacterias, por su importancia en la agricultura y se han encontrado cepas auctótonas de géneros como *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Burkholderia*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter*, *Bacillus*, entre otros. Algunas especies de estos géneros se utilizan en la práctica social como biofertilizantes, por su utilidad en la disminución de las dosis del fertilizante químico mineral o en el incremento de la productividad de los cultivos de importancia agrícola.

Entre los biopreparados agrícolas de índole bacteriano que más se han empleado en nuestra agricultura se destacan los elaborados con *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, y *Azospirillum* sp., los cuales han sido probados en cultivos de importancia económica como caña de azúcar, arroz, vegetales, tubérculos, frijol, tabaco, cítricos plátano y soya, entre otros.

Las cianobacterias fijan nitrógeno atmosférico y generalmente se asocian con hongos, helechos, gimnospermas y angiospermas, a las que donan hasta 30% del nitrógeno que han fijado del aire.

Los actinomicetos son menos abundantes en el suelo que las bacterias verdaderas, siendo los géneros dominantes *Streptomyces* y *Nocardia*. Todas las actinobacterias son heterótrofas y poseen un lento crecimiento en el suelo.

Este grupo puede producir sustancias probióticas como las vitaminas; y participar en la síntesis de sustancias antibióticas, influyendo en el equilibrio ecológico del suelo.

Bacterias en los alimentos. Entre las bacterias asociadas a los alimentos, se encuentran algunas especies que causan su descomposición, entre ellos: *Bacillus subtilis*; *Serratia marcescens*, *Aerobacter* sp., *Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp. Estas infectan alimentos como el pan, frutas, carnes crudas y curadas, pescado, por citar algunos. La ingestión de los alimentos contaminados puede provocar enfermedades al consumidor, aunque el producto a simple vista no se observe contaminado. Como representantes máximos con esta característica se encuentran las del grupo coliforme.

Otros géneros bacterianos se inoculan durante la fabricación de alimentos para utilizar sus atributos metabólicos en la obtención de un producto determinado, por ejemplo *Lactobacillus* sp., el cual, mediante la fermentación ácido-láctica a partir de lactosa, produce el yogur, quesos y leches acidificadas. Otra bioxidación incompleta es la producción de vinagre, resultado del metabolismo de las bacterias ácido- acéticas, siendo su exponente máximo *Acetobacter aceti*.

Bacterias patógenas a las plantas. La patogenicidad es la capacidad de un parásito de causar daño a un hospedero. La importancia de conocer las bacterias fitopatógenas, su diversidad y acción está dada por la incidencia negativa sobre la agricultura, que puede cuantificarse por las pérdidas en las cosechas.

La infección de un cultivo por una bacteria fitopatógena está dada por diversos factores, no sólo los propios de la bacteria, sino también, los de la planta y la interacción con el ambiente. De forma general, las bacterias que afectan a las plantas, no lo hacen ni a los animales ni al hombre.

En Cuba, los géneros fitopatógenos que más inciden son *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y *Erwinia*, los cuales infectan cultivos de importancia económica como la caña de azúcar, tabaco, plátano, papa, arroz, frijol, col, tomate, entre otros.

Bacterias patógenas a los animales. El estudio de las bacterias patógenas está dado por las pérdidas directas en los animales de importancia económica y social, en los domésticos o mascotas y por la producción de zoonosis (enfermedades infecciosas de los animales que pueden contagiar al hombre). Se reconoce a nivel mundial que más de 100 enfermedades de los animales vertebrados son transmisibles al hombre. Los géneros de más incidencia en Cuba se indican en la tabla siguiente.

Tabla 4. Bacterias patógenas a los animales más importantes en Cuba

Agente bacteriano	Animal infectado	Enfermedad
Staphylococcus aureus	Bovinos, ovinos, caninos, felinos	Mastitis, Cistitis, Endometritis, Osteomielitis, Piodermas
Escherichia coli	Porcinos, bovino, caprinos, equinos	Diarrea
Escherichia sp.	Aves	Colisepticemia, Coligranuloma
Salmonella sp.	Bovinos, equinos, ovinos	Aborto
Salmonella sp.	Porcino	Enteritis, Septicemia, Neumonia
Mycobacterium tuberculosis	Bovino, aves, hombre	Tuberculosis
Clostridium sp.	Especies de animales y el hombre	Botulismo, Tétanos
Clostridium sp.	Ovinos, bovinos, porcinos	Gangrena gaseosa
Clostridium sp.	Ovinos	Hepatitis necrótica
Leptospira sp.	Especies de animales y el hombre	Leptospirosis
Brucella sp.	Bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, caninos	Aborto
Brucella sp.	Hombre	Brucelosis
Bacillus anthracis	Todos los mamíferos	Ántrax o Carbunco
Listeria sp.	Diferentes mamíferos	Encefalitis

Algunos de estos géneros habitan como saprófitos del suelo o el agua, el *Bacillus*, *Listeria*, *Clostridium*, *Mycobacterium* sp.; y otros se encuentran localizados en algún órgano de los animales que infectan (*Brucella*, *Leptospira*, *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Salmonella* sp.).

Es importante destacar que la zoonosis puede ser producida por infección directa del patógeno al hombre, o como en el caso de *Listeria* sp., que se han informado contagios en niños que consumieron leche contaminada.

Bacterias patógenas al hombre. Numerosas bacterias son capaces de producir enfermedades en el hombre, al que pueden infectar por el aire, los alimentos, el agua, o mediante los animales. A su vez, existen géneros que forman parte de la microbiota normal de una zona del cuerpo humano, pero que al pasar a otro se propagan.

Entre los patógenos más importantes se encuentran: *Corynebacterium diphtheriae*, *Streptococcus* sp., *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. cepacea*, *Diplococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, *N. gonorrhoae*, bacterias entéricas (*Shigella*, *Salmonella*, *E. coli*, *Klebsiella*, *Proteus*), *Vibrio comma*, *Brucella* sp., *Clostridium botulinum*, *Treponema pallidum*, *Leptospira* sp., *Clostridium tetani*, etcétera.

En Cuba, los agentes causales de más incidencia son: *Streptococcus* pyogenes, *Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus* aureus, *Psuedomonas aeruginosa* y bacterias entéricas. Esta disminución de los agentes causales con mayor incidencia no significa que no existan en diferentes hábitats, sino que debido a un trabajo esmerado de las autoridades sanitarias se evita su transmisión. El programa de vacunación cubano, ha conseguido que aunque existen las bacterias, estas no provocan las enfermedades ya que la población se encuentra inmunizada.

Deterioro de materiales por las bacterias. Las bacterias son muy dañinas en la confección y mantenimiento del papel. En el proceso productivo, la pulpa de papel puede ser atacada por bacterias celulolíticas, provocando que esta tenga aspecto defectuoso. En el papel terminado, el ataque de este grupo fisiológico puede provocar su deterioro total, con las pérdidas económicas asociadas.

Estos organismos juegan un papel muy importante en los objetos de diferentes naturaleza, debido a la producción de enzimas (proteasas, celulasas y lipasas) que destruyen el valor patrimonial, como las pinturas al óleo, murales y libros, entre otros documentos. En Cuba se han aislado los géneros *Micrococcus*, *Kytococcus* y *Bacillus*, que pueden provenir del ambiente.

Algas, Protozoos y Hongos mucilaginosos. Reino Protoctista

Tras el descubrimiento de los microorganismos, se intentó encuadrarlos en los dos grandes reinos reconocidos por la Biología de la época (*Plantae* y *Animalia*), sobre la base de los rasgos que entonces servían para distinguir entre plantas y animales.

Pero las paradojas y anomalías de esta sistemática no tardaron en ser patentes: lo único que caracterizaba a los hongos como plantas era su carencia de formas vegetativas móviles; muchas bacterias tampoco eran fotosintéticas y abundaban las dotadas de movilidad; algunas algas poseían formas móviles, incluso con grandes semejanzas con determinados protozoos (de hecho diversos flagelados eran estudiados simultáneamente por zoólogos y botánicos), etc.

La propuesta de dos reinos primarios no fue plenamente aceptada por todos. Robert Whittaker, en 1969, propone cinco reinos que quedan como sigue: aparte de *Plantae* y *Animalia* se establecen los reinos *Monera* (sinónimo de Procariotas), Protoctista (microorganismos eucarióticos y sus parientes macroscópicos, incluyendo los mohos mucosos) y *Fungi*.

Recientemente se comenzó a aplicar las técnicas de biología molecular para intentar una clasificación más natural de los microorganismos, especialmente de las bacterias. Los resultados de esta nueva Taxonomía Molecular son aún incompletos, y hay que reconocer que se ignora mucho todavía sobre las relaciones filogenéticas, pero se habla ya de una auténtica convulsión de las ideas previas.

Los organismos del reino Protoctista son unicelulares o pluricelulares, pero nunca con diferenciación en tejidos, pueden ser libres, coloniales, cenocíticos o miceliares, y cuyo tamaño generalmente pequeño obliga a emplear el microscopio para observarlos y analizar su estructura. Su organización celular eucariótica se caracteriza por tener una compartimentalización estructural y funcional: el material genético se alberga en un núcleo rodeado de membrana donde existen diversos orgánulos citoplasmáticos con funciones específicas; algunos de los cuales presentan fases móviles con cilios, flagelos y pseudópodos.

Tradicionalmente se consideran tres grupos dentro de los protoctistas: Algas, Protozoos y los denominados Hongos mucilaginosos, sin que estas denominaciones representen categorías filogenéticas.

Las algas son eucariotas macroscópicas o microscópicas, normalmente aerobias y capaces de realizar fotosíntesis oxigénica por medio de cloroplastos; se diferencian por ser unicelulares, cenocíticas, o pluricelulares, y muchas de las macroscópicas exhiben llamativas particularidades morfológicas. Las microscópicas forman parte del fitoplancton que constituye el primer eslabón de la trama alimenticia en el mar.

Actualmente se estudian varios grupos de algas cuyas relaciones filogenéticas no están aclaradas, por ejemplo Euglenophyta que ha sido durante mucho tiempo un grupo disputado por zoólogos y botánicos.

En este curso se aborda el estudio de los siguientes grupos de algas: Chlorophyta (algas verdes), Bacillariophyta (diatomeas), Phaeophyta (algas pardas) y Rhodophyta (algas rojas).

Chlorophyta: En este grupo es donde se presenta la mayor diversidad de todo el planeta con más de 6000 especies conocidas como algas verdes donde predominan las clorofilas a y b contenidas en sus células. Incluyen organismos unicelulares de vida libre, coloniales, filamentosos y formas macroscópicas pluricelulares con variada diferenciación morfológica. En Cuba se conocen cerca de 180 especies bentónicas. Figura 4.



Fig. 4. *Halimeda* s.p.

Bacillariophyta: También son conocidas como diatomeas o algas doradas por los tonos que exiben como resultado de la combinación de los pigmentos clorofílicos y la fucoxantina. Todos los representantes de este grupo son unicelulares de vida libre, flotadores o móviles a consecuencia de movimientos internos del citoplasma. Su característica más importante es que las paredes celulares están impregnadas de dióxido de silicio lo que se manifiesta como ornamentaciones muy llamativas y particulares de cada especie. Viven en agua dulce y marina y muchas especies son consideradas bioindicadores de la calidad del agua.

Phaeophyta: Denominadas también algas pardas debido a que el pigmento fucoxantina enmascara el color verde de la clorofila presente en sus células. Son predominantemente marinas, siempre pluricelulares y uno de los ejemplos más conocidos son los sargazos que aparecen en grandes masas en algunos lugares de la costa. En nuestro país se han registrado alrededor de 70 especies.

Rhodophyta: Son reconocidas como algas rojas por los tonos que les confieren los pigmentos ficobilínicos que enmascaran el color verde de la clorofila . Muy pocas viven en agua dulce y muchas de ellas presentan carbonato de calcio en sus paredes celulares por lo que juegan un papel muy importante en la consolidación de los arrecifes coralinos. En Cuba se conocen más de 250 especies de ellas.

Los protozoos constituyen un grupo heterogéneo de organismos que en su mayoría son microscópicos (Figura 5). Están presentes en cualquier tipo de hábitat donde exista humedad y tienen la capacidad de enquistarse si las condiciones del medio se tornan desfavorables.

Sus relaciones filogenéticas no están claras, si bien del estudio de los Dinoflagelados y Euglenophyta se deduce que al menos algunos grupos pudieron derivar de algas. La actual clasificación distingue siete grupos, de los cuales tres son los más representativos y se reseñan brevemente a continuación.

Sarcomastigophora: Generalmente son de vida libre o parásitos y se mueven por flagelos, pseudópodos, o por ambos. Están divididos en Mastigóforos y Sarcodinos.

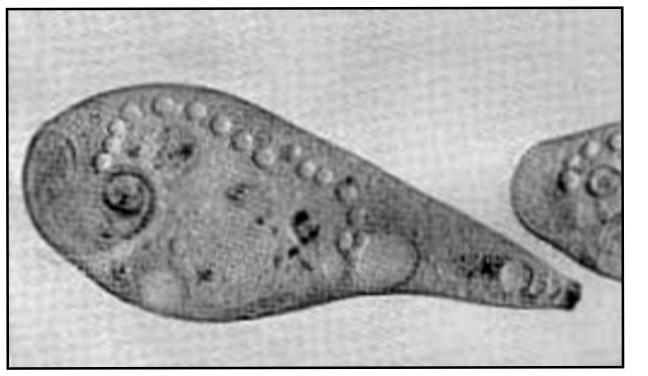


Fig. 5. *Ejemplar de Protozoo.*

Los Mastigóforos se mueven a través de flagelos y son de vida libre o parásitos, solitarios o coloniales. Incluyen a organismos con cromatóforos verdes como *Euglena*, *Volvox* y los dinoflagelados, importantes estos últimos, por formar parte del plancton marino y otros que carecen de ellos y de interés parasitológico, como *Trypanosoma, Giardia* y *Trichomonas*, entre otros.

Los Sarcodinos se distinguen por la presencia de pseudópodos o de flujo protoplasmático sin pseudópodos auténticos; de existir flagelos, quedan restringidos a las fases de desarrollo. En su mayoría son de vida libre y se encuentran entre las conocidas amebas, los foraminíferos y radiolarios, organismos planctónicos.

Apicomplexa: Se caracterizan por el llamado complejo apical, distinguible al microscopio electrónico. Todos son parasitos del hombre y animales domésticos. Aquí encontramos a los cóccidos *Eimeria, Toxoplasma* y *Plasmodium*, de interés clínico .

Ciliophora: Representado por protozoos con cilios. Presentan dos tipos de núcleos. La mayoría son de vida libre, como por ejemplo *Paramecium*, *Euplotes*, *Vorticella* que por sus hábitos, preferencias alimentarias y rangos de tolerancia se utilizan como indicadores biológicos de la contaminación de las aguas. Solo se reporta *Balantidium* como único ciliado parásito del hombre.

La denominación de hongos es igualmente muy ambigua, ya que define genéricamente a seres heterotróficos cuya estructura vegetativa suele ser multinucleada y cenocítica, en muchos casos de crecimiento miceliar. La historia filogenética de los hongos no se conoce bien; aparentemente, el modo de vida de estilo fúngico surgió en repetidas ocasiones durante la evolución.

Los denominados " hongos mucilaginosos " agrupan a distintos organismos cuya única característica común es la presencia de plasmodios o pseudoplasmodios en su ciclo de vida. Los organismos considerados en este grupo han recibido distintos nombres comunes: mixomicota, mixofitas, fitosarcodinos, hongos viscosos y hongos mucosos. Tradicionalmente han sido tratados como Myxomycota incluyéndose entre ellos los Myxomycetes y Acrasiomycetes.

Myxomycetes: Organismos unicelulares (mixamebas o mixoflageladas) o plasmodiales. Los plasmodios son de colores brillantes y de estructura a modo de túbulos, se desarrollan en lugares húmedos y sombríos. En condiciones adversas el plasmodio, en virtud del movimiento de locomoción que posee, se dirige en busca de iluminación y da lugar a diferentes estructuras reproductoras; en algunos todo el plasmodio se convierte en una sola fructificación (etalios o plasmodiocarpos) mientras que en otros deviene en numerosos esporangios individuales.

Acrasiomycetes: Organismos celulares, que los zoólogos estudiaban con el nombre de Micetozoos. Presentan un ciclo vital asexual con varias fases, todas ellas haploides: una fase de amebas solitarias fagotróficas (mixamebas), que en condiciones de carencia de nutrientes se agregan hacia unos centros de aglomeración, originan un pseudoplasmodio celular migrador provisto de vaina, que más tarde entra en madurez, generando un cuerpo fructífero.

Oomycota: Al igual que los «hongos mucilaginosos» los Oomycota son tratados tradicionalmente como hongos con los cuales tienen en común una fase vegetativa miceliar pero a diferencia de ellos contienen por lo general celulosa en las paredes de las hifas y, presencia de zoosporas en alguna fase de su ciclo de vida.

Algunos son importantes por el daño ecónomico que producen *Peronospora tabacina* conocida como muho azul del tabaco, causó hace algunos años serias afectaciones en el cultivo del tabaco en nuestro país.

Phytophthora infestans causó la enfermedad conocida como tizón tardío de la papa.

Hongos. El Reino de los hongos (Fungi) pertenece a los Eucaryota, o sea al grupo de los organismos con núcleos bien organizados. Los hongos verdaderos a escala mundial están incluidos en 4 divisiones, 103 órdenes, 484 familias, 4 979 géneros y 56 360 especies.

Son organismos unicelulares o filamentosos cuyas células no presentan plastidios (como los cloroplastos de las plantas), con nutrición por absorción, que no tienen fase ameboide (como es el caso de los protozoos), y paredes celulares que contienen quitina (sustancia que también está presente en el esqueleto de los crustáceos), se reproducen sexual o asexualmente (la fase diploide del ciclo de vida es, generalmente, corta). Son saprobios, simbiontes o parasíticos.

La mayoría de las especies están constituidas por filamentos o hilos muy delgados llamados hifas y el conjunto de ellas es conocido como micelio quien tiene la función de criar colonias en el substrato en el que se desarrolla el hongo. En algunas especies es fácil observarlo (en épocas propicias) entre las hojas muertas, en los troncos caídos, en el suelo, etcétera.

Los micelios, por su función, se dividen en vegetativos que realizan las funciones vegetativas (absorción, asimilación, fijación) y reproductores porque poseen hifas en las que se forman los órganos de reproducción. A estos órganos de reproducción, visibles a simple vista en algunos grupos, como son las «sombrillitas» o las «orejas de palo», son a los que, en el lenguaje común llamamos hongos. Figura 6.



Fig. 6. *Hongos, comúnmente llamados «sombrillitas».*

Debido a que carecen de clorofila, su nutrición depende de otros organismos y, de acuerdo con los tipos de sustancias que utilicen, se clasifican como saprobios, parásitos y simbiontes o mutualísticos.

Los saprobios utilizan sustancias orgánicas que pueden ser restos de plantas o animales, reservas de éstos, productos de excreción o excrementos de los mismos. Los parásitos se desarrollan y se nutren de las sustancias otros organismos vivos y los simbiontes o mutualíticos se asocian con otros seres vivos en una relación beneficiosa para ambos.

Los hongos son capaces de degradar y metabolizar muchos y muy diferentes materiales. Algunos parásitos (parásitos obligados) tienen tales necesidades especiales que su completo desarrollo se realiza solo en un hospedero determinado, mientras que otros (como es el caso de la mayoría de los hongos) pueden crecer en medios sintéticos. El crecimiento de estos organismos es dependiente del carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio y azufre, junto con pequeñas cantidades de hierro, zinc, cobre, y otros elementos traza.

También pueden necesitar complejas “sustancias de crecimiento” como algunas vitaminas. Entre los compuestos que son capaces de degradar se encuentra la lignina, sustancia compleja que forma parte de la madera, muchos basidiomicetos, que tienen esa capacidad, son muy importantes en el ciclo de los nutrientes de los bosques. Hay algunas levaduras que pueden crecer en metanol, compuesto sumamente tóxico para la mayoría de los seres vivos. Los hongos a menudo son capaces de tolerar concentraciones relativamente altas de metales tóxicos y altas concentraciones de sal y azúcar (las que pueden ser letales para muchos otros microorganismos). Las especies capaces de esto último pueden causar el deterioro de los alimentos en conservas.

Los hongos liquenizados o líquenes, como más comúnmente se les conoce, son aquellos que viven en estrecha relación con las algas, y obtienen los carbohidratos que requieren en forma de azúcares producidos por ellas. Los requerimientos minerales de los líquenes se satisfacen por los iones disueltos en la lluvia y de los depósitos de polvo.

Los hongos, popularmente se clasifican en:

Macromicetos. Hongos que tienen cuerpos fructíferos (esporocarpos) suficientemente grandes como para ser observados a simple vista y colectados con las manos. Estos generalmente son basidiomicetos o ascomicetos, comestibles o no. Entre ellos podemos poner como ejemplos las llamadas «orejas de palo», «los hongos de sombrilla» y el carbón del maíz.

Micromicetos. Tienen cuerpos fructíferos microscópicos, en este grupo muchos son parásitos de las plantas, de los que solo podemos ver los síntomas que producen en ellas, son los que parasitan la piel y las uñas en los humanos, los que crecen en el pan, el queso, las frutas y otros substratros, a veces visibles como manchas de distintos colores.

A través del tiempo se han propuesto diferentes categorías taxonómicas para los principales grupos dentro del reino Fungi pero generalmente se aceptan 4 divisiones:

Ascomycota. A escala mundial se aceptan 46 órdenes, 264 familias, 3 266 géneros y 32 267 especies. Para Cuba se han citado 3 047 especies que representan 9,44 % de las especies citadas para el mundo, las que se pueden incluir en 2 743 géneros, 594 familias y 106 órdenes.

Se encuentran especies saprobias y parásitas (principalmente de plantas) o formadoras de líquenes (simbiontes), estas ultimas son casi la mitad de todos los ascomicetes. Cosmopolitas.

Es el grupo mayor dentro de los hongos, y la presencia de ascas (estructura reproductiva que encierra generalmente ocho esporas o ascosporas) es su carácter diagnóstico.

Basidiomycota. En el mundo se reconocen 3 clases, 41 órdenes, 165 familias, 1 428 géneros y 22 244 especies, mientras que en Cuba, hasta el momento, 624 especies. Son cosmopolitas.

El carácter diagnóstico de esta división es la presencia de un basidio que porta basidiósporas. Es aseptado (es decir, no posee tabiques o septos) y tiene 4 basidiósporas unicelulares haploides que se dispersan por las corrientes de aire. Otros caracteres diagnósticos son las fíbulas y una estructura especial formada en los tabiques que dividen las células que forman las hifas, conocida como el septo dolíporo.

Chytridiomycota. 1 clase, 5 órdenes, 18 familias, 112 géneros y 793 especies en el mundo; hasta el momento, encontradas solo 34 especies en Cuba.

Saprobios acuáticos o parásitos que crecen en material orgánico viviente o en descomposición (incluyendo nemátodos, insectos, plantas, otros chytridios y hongos) en aguas dulces o en suelo. Unos pocos marinos, otros son anaerobios obligados en el intestino de herbívoros.

Zygomycota. 2 clases, 11 órdenes, 37 familias, 173 géneros, 1 056 especies, de ellas 84 endémicas.

Esta clase se caracteriza por la producción de esporas sin flagelos que se forman dentro de esporangios. Durante la reproducción sexual se producen zigosporas. Micelio bien desarrollado, multinucleado, generalmente sin tabiques (cenocítico). Se distinguen muy bien las hifas vegetativas de las reproductoras. Pueden ser saprobios, parásitos de insectos y depredadores de insectos, nemátodos y otros animales.

En este grupo se encuentran los hongos que forman endomicorrizas con la mayoría de las plantas, el hongo común del pan y otros que participan en las pudriciones de los frutos y otros alimentos. Unos pocos son patógenos del hombre.

La clase Trichomycetes está formada por especies que viven mayormente asociados de manera obligada con artrópodos. Talo simple o ramificado adherido a la cutícula del hospedero. Reproducción asexual por esporangiosporas o artrosporas (esporas que se producen por fragmentación de las hifas). La reproducción sexual solo se conoce en algunos de los representantes.

El grupo de los Deuteromycota, conocido como hongos anamórficos o imperfectos, no se acepta como una categoría taxonómica formal por muchos especialistas ya que no es una unidad monofilética, sino que son hongos que perdieron su fase sexual o que constituyen la fase asexual del ciclo de vida de otros grupos (mayormente de Ascomycota; algunos de Basidiomycota).

Los hongos son un grupo de organismos muy abundantes en la naturaleza que incluye especies con patrones de distribución amplios, aunque también pueden existir otras con áreas de distribución más restringidas. Se les puede encontrar prácticamente en cualquier tipo de sustrato orgánico vivo o muerto. Actúan como descomponedores de la materia orgánica, junto a bacterias y artrópodos, desarrollándose frecuentemente sobre restos vegetales como cortezas, troncos, hojas, semillas e inflorescencias. A su vez, degradan alimentos y productos industriales como papel, plásticos, madera, textiles, etc. Muchos son patógenos de plantas y animales, incluido el hombre. También son utilizados en la obtención de numerosos metabolitos, como antibióticos, ácidos orgánicos, enzimas, alcohol y otros, cuyas producciones alcanzan valores de varios miles de millones de dólares. Por ejemplo las ventas de los metabolitos fúngicos ciclosporina A y lovastatina. Los hongos también han sido muy empleados en estudios citológicos, genéticos y bioquímicos.

Son valiosos económicamente en diferentes aspectos. La producción de hongos para el consumo humano constituye una de las mayores industrias en Europa y Asia. Existen alrededor de 50 especies cultivadas a escala comercial en el mundo. Los comestibles son, no solo una fuente de proteínas y vitaminas, sino que también muchas de las especies incluidas en este grupo tienen propiedades medicinales. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es un alimento usado ampliamente en el mundo en la producción de panes, cervezas y vinos.

Entre los primeros alimentos fermentados por el hombre al inicio de la civilización se encuentran los producidos por los hongos como son quesos y productos derivados. Con el transcurrir del tiempo se descubrieron muchos otros.

Estos organismos también han sido aprovechados para descomponer residuos orgánicos sólidos en productos útiles como el metano y los fertilizantes. Algunos hongos tienen la capacidad de degradar la lignina, proceso que no es muy frecuente entre los seres vivos. Por poseer esta capacidad se emplean para la obtención de alimento animal a partir de residuos lignocelulósicos de las cosechas que de otra forma contaminarían el ambiente. También como substitutos de los reactivos químicos en la industria del papel y pulpa. Los hongos se comienzan a utilizar en otros procesos como la decafeinización de residuos del café, la descomposición de contaminantes basados en hidrocarburos, la denitrogenación de substratos enriquecidos, el filtrado de bacterias perjudiciales de vertimientos de agua y la concentración y destrucción de contaminantes basados en metales pesados.

Estos organismos son los principales agentes causales de una gran variedad de enfermedades en las plantas y se ha calculado que más de las ¾ partes de las pérdidas por estas causas en los cultivos agrícolas se deben a los hongos quienes pueden afectar todas las partes de las plan-

tas y causar diversos síntomas como pueden ser antracnosis, atizonamientos, gangrenas, hiperplasias, manchas foliares, marchitamientos y pudriciones, entre otras. Los mecanismos de transmisión son también muy variados y entre ellos se incluyen el aire, agua, suelo, semillas u otro material de propagación, restos de plantas, insectos, otros animales y el hombre.

La enfermedad de la roya de la caña de azúcar en Cuba (zafra 1979-1980) esta enfermedad le ocasionó al país pérdidas estimadas en 500 millones de arrobas de caña por lo que dejó de exportarse alrededor de un millón de toneladas de azúcar, unos 100 millones de dólares.

Producen, además, alteraciones importantes en el hombre y los animales. Las más comunes son las micosis superficiales que afectan el pelo, la piel y las uñas produciendo, entre otras, las llamadas tiñas, aunque algunas especies también originan enfermedades sistémicas en ocasiones mortales. En la actualidad las investigaciones en micología clínica, muestran que existen alrededor de 300 especies de hongos que pueden producir infecciones diversas en humanos. Esto es sin contar con que existe una cantidad relativamente considerable de especies productoras de toxinas (micotoxinas) que originan diferentes dolencias en humanos y animales. Se ha determinado que, en Cuba, las especies incidentes sobre el hombre (micóticas y micotóxicas) son alrededor de 85, las cuales están incluidas en 36 géneros.

Estos organismos, también, juegan un importante papel en el deterioro biológico de los materiales, entre ellos: los de la construcción, piedra, equipos eléctricos, comida, combustible, cristal y equipos ópticos, piel, monumentos, pintura, papel, poliuretano, madera, textiles, y otros. Por este concepto causan enormes pérdidas al hombre.

Sin embargo, pueden ser beneficiosos como agentes de control biológico, para mantener a los patógenos (insectos, nemátodos, otros hongos y malas yerbas) en un nivel en el cual ya no representen un problema. Aquí se encuentran los hongos entomopatogénicos, (patógenos de insectos) nematófagos (se alimentan de nemátodos), fitopatogénicos (patógenos de plantas, en este caso, de plantas indeseables de los cultivos) y micoparásitos (parásitos de otros hongos). Con ellos se han elaborado micopesticidas (pesticidas biológicos constituidos por hongos).

En Cuba, se desarrolla un programa de producción de biopesticidas en el que intervienen varias instituciones, entre las líneas de investigación vale mencionar: el uso de bacterias y hongos antagonistas para el control de fitopatógenos de importancia agrícola, reproducción de virus, bacterias y hongos entomopatógenos, evaluación del efecto de las toxinas de entomopatógenos y antagonistas, empleo de microorganismos contra malezas de cultivos agrícolas y el mejoramiento de cepas de microorganismos que se destinan para la lucha biológica.

De igual manera, un buen número de hongos se asocian con las raíces de la mayoría de las especies de plantas (90%) componen las micorrizas. En este tipo de asociación las plantas pueden obtener un aumento de su suministro de fósforo, de nitrógeno o de ambos elementos. La correcta manipulación de la inoculación con los hongos formadores de micorrizas ayuda a la disminución de la contaminación ambiental provocada por el abuso de los fertilizantes químicos y nos lleva hacia una agricultura y práctica forestal sostenible. Nuestro país ha elaborado biofertilizantes como el MICOFERT ®, cuya aplicación, en 1994, ahorró 140 000 pesos M.N. por cada millón de plántulas inoculadas.

Los líquenes han sido utilizados como bioindicadores o indicadores biológicos de la contaminación ambiental. Se pueden completar y hasta sustituir los dificultosos análisis químicos de los gases al conocer la vegetación de líquenes en regiones no contaminadas al observar como la composición y la abundancia de la misma disminuye al acercarse a zonas con fuentes de contaminación, hasta desaparecer completamente en regiones con altas concentraciones de sustancias nocivas en suspensión.

El conocimiento de la diversidad fúngica es especialmente importante como punto de partida para el monitoreo de estos organismos sobre todo para su conservación y uso racional. Algunos científicos estiman que deben existir aproximadamente 1 500 000 especies, de las que sólo se conocen alrededor de 70 000, lo que representa 5 % del total estimado. Se considera que la diversidad fúngica ocupa el segundo lugar en número entre todos los organismos vivos, solo superada por la de los insectos.

El conocimiento de la biota cubana es aún incompleto en muchos grupos de organismos. Los microorganismos cuentan apenas con 10-15% del total estimado de su diversidad potencial, los grupos de mayor incidencia en las esferas productivas y de la salud son los más estudiados.

En el Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba (1998), al abordar la diversidad de los microorganismos se calculó que debía existir un estimado de 48 240 especies de hongos en nuestro país, incluyendo los líquenes y mixomicetes. Sin embargo, de esta cifra solo se conocen unas 3 872 especies que representan aproximadamente 9 % del total estimado para nuestro país y 5,3 % de las especies conocidas para todo el mundo.

Distribución geográfica. El conocimiento de la distribución geográfica de la mayoría de los hongos es inadecuado. Sin embargo, es posible hacer algunas generalizaciones. Algunos hongos están ampliamente distribuidos, en particular los líquenes, hongos mucilaginosos, macromicetos poliporos u orejas de palo, algunos oportunistas y los que habitan el suelo.



Fig. 7. *Hongos comúnmente llamados «orejas de palo».*

No obstante, la mayoría de los hongos se pueden relacionar específicamente con determinadas plantas hospederas, lo que influye en que su distribución esté enmarcada en determinadas áreas, ejemplos de este tipo de hongos son las royas y los mildius.

Algunos líquenes tienen distribuciones excepcionalmente amplias con disyunciones también amplias, lo que se ha relacionado con los modelos de tendencia continental o glaciaciones. Por lo general los saprobios presentan areales de distribución más extensos que los parásitos y muchos de los hongos comunes en el aire y en el suelo son prácticamente ubicuos. La tesis de que casi todos los hongos son cosmopolitas o tienen patrones de distribuciones muy amplias, se cumple solamente para aquellas especies que no tienen especificidad por determinados hospederos. Aunque se puede afirmar que el factor determinante en la distribución geográfica de los hongos es el substrato donde se desarrollan, casi cada microhábitat tiene una micobiota especializada. Según algunos autores la temperatura también es uno de los factores más importantes en la distribución de muchos saprobios, lo cual los restringe a zonas climáticas bien definidas.

Hablar de endemismo en los hongos es muy arriesgado, sobre todo si se tiene en cuenta la poca información que existe de algunas áreas. No obstante, se pueden mencionar algunos ejemplos como las especies saprobias de hongos anamórficos: *Consetiella solida* Hol.-Jech. & Mercado, *Holubovaea roystoneicola* Mercado y *Phragmospathula brachyspathula* Mercado, que aparecen siempre asociados a la palma real *Roystonea regia* en nuestro país, por lo que sería interesante comprobar, antes de considerarlos como endémicos, si estos hifomicetes se encuentran también en el sur de la Florida y la Española, áreas de distribución de la *R. regia* fuera de Cuba.

La distribución dentro de los países puede estar determinada por factores como: las lluvias ácidas, polución del aire, deforestación y por la acción deliberada o accidental del ser humano en el medio ambiente.

Es necesario conocer la distribución de los hongos patógenos de las plantas, para poder establecer las medidas de control fitosanitario. Por ejemplo, los *IMI Distribution Maps of Plant Diseases* cubren 1 320 especies patógenas. En las últimas dos décadas, los avances de la computación han facilitado la confección de mapas de forma electrónica, pero siguen concentrándose los esfuerzos en aquellas especies de importancia práctica o que son reconocibles fácilmente.

Flora y su endemismo. El término flora proviene del latín y alude a la diosa de las flores, precisa: conjunto de especies vegetales de un país, región o localidad; también de cualquier área determinada terrestre o marina y constituye un elemento importante en los componentes de la Diversidad Biológica.

En 1998 el Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica de la República de Cuba, define a la isla como la de mayor Diversidad Biológica de las Antillas, donde la flora se destaca tanto por la riqueza total de especies, como porque la mitad de ellas sólo pueden ser encontradas en nuestro territorio, denominadas “plantas endémicas”. Esta última característica eleva considerablemente el valor de la flora autóctona, la que puede llegar a presentar por unidad de área, una mayor proporción de endemismo que países de reconocida Diversidad Biológica.

En sentido general la cantidad de endemismos no es un valor estable a lo largo del territorio; por el contrario, existen áreas donde éste es un carácter poco representado, como en los manglares y regiones pantanosas, y otras que por el contrario, exhiben una asombrosa variedad de plantas únicas, a veces habitando en regiones de muy reducido tamaño.

Algunas de las áreas más ricas en plantas endémicas se encuentran en la altiplanicie de Cajálbana, en Pinar del Río, y algunas zonas de la Habana, Matanzas, Villa Clara, Camagüey y el norte de la región oriental; lugares que tienen en común la presencia en sus suelos de un tipo de roca cuyo color verde azuloso las ha llevado a ser conocidas como “serpentinas”, en alusión al parecido con la coloración de algunas serpientes. Este tipo de roca provoca el desarrollo de una flora muy particular en los suelos que de ella se generan, motivado principalmente por el alto contenido de magnesio y níquel presente en los mismos, los cuales constituyen elementos altamente tóxicos para las plantas que en ellos crecen, las que se caracterizan por ser muy xeromorfas, o sea, presentan características morfológicas que le permiten vivir en ambientes secos. Generalmente son pinos y plantas de hojas duras, a veces espinosas, debido también a las condiciones de aridez que provoca la rápida filtración del agua en estos tipos de suelo.

No obstante, en otras regiones del país existe un alto grado de endemismo, por ejemplo, las zonas más antiguas de la Sierra de los Órganos, el macizo montañoso de Nipe - Sagua - Baracoa, en el noroeste de Cuba oriental (donde se concentra entre la tercera y la cuarta parte), el semidesierto que se desarrolla a lo largo de la costa sur de la provincia de Guantánamo y las zonas montañosas de la Sierra Maestra, donde el número de endémicos montanos aumenta abruptamente entre los 1000 y 1500 metros.

La diversidad vegetal del archipiélago cubano es de aproximadamente 8 000 especies, agrupadas en 180 familias botánicas en correspondencia con factores íntimamente relacionados al origen y desarrollo de la misma, como son: suelo, clima, agua, posición geo-

gráfica, etc. Aunque la composición numérica de las familias, géneros y especies presentes en la flora cubana pueden variar ligeramente según la clasificación que se adopte, para este trabajo utilizó la información recogida en el Estudio mencionado anteriormente.

Por ser una de las encrucijadas de los tráficos marítimo y aéreo mundiales, Cuba ha recibido un considerable número de plantas intencional o no intencional introducidas que ocupan las tres cuartas partes (75 %) del territorio a pesar de constituir sólo 10 % de la flora actual. Estas son las llamadas plantas alóctonas que caracterizan los paisajes antropizados y seminaturales del archipiélago, con las cuales está más familiarizado el pueblo que con las autóctonas.

A partir de 1492, a las llamadas plantas autóctonas, (endémicas) o las que llegaron por vías naturales, se sumaron las que fueron introducidas por los conquistadores europeos.

Baste decir que, ante el impacto del hombre, las plantas autóctonas, que componen 90 % de la flora cubana, han hallado refugio en sólo la cuarta parte (25 %) del archipiélago, es decir, en las áreas de acceso difícil o de suelos no fértiles.

De los cinco reinos en que pueden ser ubicados los seres vivos, los vegetales se ubican en el reino Plantae, el que se subdivide en dos grupos: briofitas y traqueofitas.

El primer grupo son especies de plantas que su cuerpo no cuenta con estructura vascular (ausencia de tejidos y vasos conductores que le permitan transportar agua y/o soluciones por el interior del vegetal). En general son especies poco evolucionadas, con alta sensibilidad y fragilidad ante cambios en el hábitat, muy íntimamente relacionadas con el agua aunque pueden encontrarse sobre varios substratos, siendo abundantes las epífitas (vegetales que viven sobre otras plantas, sin sacar de ellas su nutrimento).

La mayor riqueza de especies de plantas no vasculares se encuentra en la región oriental de Cuba, donde se presentan los bosques mejor conservados y las mayores alturas del territorio nacional; también es en esta región donde hay mayor endemismo. En comparación con otros grupos de plantas, el endemismo de este es bajo (5 %), debido a la fácil dispersión de las esporas a largas distancias.

Estas plantas son generalmente pequeñas e incluyen tres divisiones: Anthocerophyta (Anthoceros), Hepatophyta (Hepáticas) y Bryophyta (Musgos). Se encuentran con preferencia en lugares muy húmedos, aunque pueden soportar condiciones ambientales extremas, lo cual explica su amplia distribución en el mundo. Presentan un ciclo de vida en el que alternan dos generaciones: el gametofito y el esporofito. Las dos generaciones son fases muy diferentes en forma, función y dotación cromosómica.

División Anthocerophyta. Se encuentra representada en Cuba por un orden y tres familias: Anthocerotaceae, Dendrocerotaceae y Notothyladaceae.

La primera es la más abundante y dentro de esta el género Anthoceros (Figura 8), caracterizado por su talo verde claro, aplanado, usualmente formando rosetas, lobulado y sin nervadura media. La mayoría de los antoceros crecen terrestres, aunque pueden presentar epífitos.



Fig.8. *Representante del género Anthoceros.*

División Hepatophyta. Estas plantas, aunque pueden encontrarse en cualquier hábitat, excepto los marinos, crecen con mayor profusión en lugares húmedos y sombríos. A pesar de la variabilidad estructural de este grupo se pueden diferenciar dos formas generales: talosas y foliosas, en ambas se presenta una simetría dorsiventral, o sea, se diferencia claramente una superficie dorsal o superior y una ventral o inferior.

Las *hepáticas talosas* presentes en Cuba se agrupan en 3 órdenes, 9 familias y 13 géneros. Las familias que más se destacan por su abundancia y diversidad en nuestros ecosistemas son: Marchantiaceae y Metzgeriaceae. La primera con dos géneros reportados para el Neotrópico: *Marchantia* (Figura 9) y



Fig.9. *Especie muy abundante dentro del género Marchantia.*

Dumortiera. El primero es el más abundante dentro de este, las especies: *M. chenopoda* y *M. Polymorpha*. Ambas son comunes en suelos y rocas húmedas, en taludes o laderas cortadas, a menudo en hábitats perturbados o creados por el hombre, a veces consideradas como intrusas comunes de los jardines, invernaderos y plantaciones. Metzgeriaceae está representada por dos géneros en Cuba, el más abundante es *Metzgeria*, de hábitat mayormente epífito; son generalmente plantas pequeñas de color verde-amarillento.

Las *hepáticas foliosas* presentes en Cuba se agrupan en el orden Junguermanniales, que es el más numeroso también en el Neotrópico, abarca 18 familias y 79 géneros, se caracterizan a continuación las más abundantes:

Lejeuneaceae. Más abundante y numerosa, la mayoría de sus especies son epífitas y crecen sobre raíces, corteza, ramas y hojas en los bosques húmedos. El crecimiento sobre hojas vivas es una característica especial; la mayoría de los briofitos epífitos son miembros de ésta.

Jubulaceae. Familia de 2 géneros en Cuba, mayormente epífitas, sobre cortezas y ramas. El género Frullania es el que sobresale fácilmente por su pigmentación rojiza.

Plagiochilaceae. Una de las familias más abundante, representada por Plagiochila, en el género de hepáticas, con cerca de 150 especies en América Tropical, muy común desde las zonas bajas a las montañas. Figura 10.

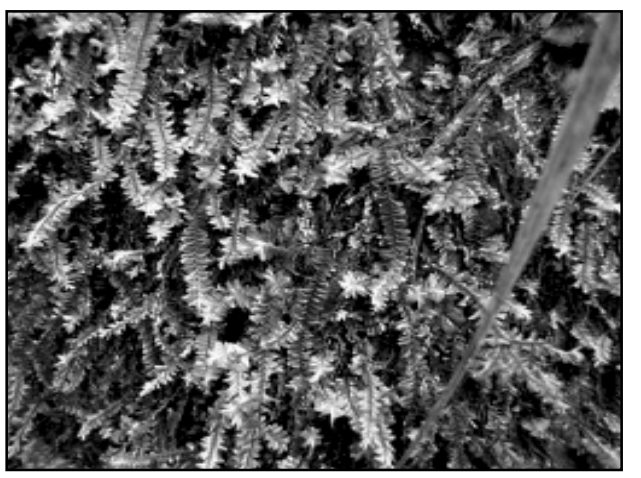


Fig. 10. *Representante del género Plagiochila, el más grande de las hepáticas.*

División Bryophyta. Conocida como musgos, se agrupan en tres clases:

Sphagnopsida. presenta un único orden, Sphagnales, en la familia Sphagnaceae y un solo género*, Sphagnum*, con 10 especies. Todas las especies de *Sphagnum* crecen en ciénagas, pantanos y lugares muy húmedos. Necesitan gran acidez del medio donde viven, las mínimas concentraciones de calcio inhiben su crecimiento. Ver Figura 11.



Fig.11. *Musgo representante del género Sphagnum.*

Polytrichopsida. Se encuentran presentes en el Neotrópico (desde Argentina hasta México) por la familia Polytrichaceae, con 3 géneros y 7 especies. En esta familia se encuentran algunos de los primeros colonizadores de sitios perturbados, como deslizamientos, laderas expuestas y caminos cortados. La especie más simbólica es *Polytrichum juniperinum,* se encuentra únicamente en la Sierra Maestra, sobre la tierra y en los taludes de los caminos a partir de los 600 m s nm.

Bryopsida. Agrupa a la mayoría de los musgos, son plantas con una alta variabilidad fenotípica (la apariencia externa de los caracteres que se perciben en un individuo dentro del medio en que se desarrolla). Su distribución es cosmopolita. En Cuba está representada por 10 órdenes, 47 familias, 161 géneros y 383 taxa infragenéricos. Dentro de las familias más numerosas se encuentran: Fissidentaceae, Leucobryaceae y Pottiaceae.

A diferencia del grupo anterior, en el segundo grupo del reino Plantae encontramos las traqueofitas, especies de plantas que su cuerpo cuenta con estructura vascular (presencia de tejido y vasos conductores que le permiten transportar agua y/o soluciones por el interior del vegetal). Son especies con mayor grado de evolución, algunos grupos todavía muy dependientes del agua, pero otros ya logran independencia en la medida que evolucionan; también desarrollan mayor resistencia y estrategias para la supervivencia ante cambios en el hábitat. Son traqueofitas los pteridófitos, las gimnospermas y las angiospermas.

Los helechos y plantas afines, conocidos en su conjunto como pteridófitos, se definen como plantas vasculares arcaicas con un ciclo de vida en el que existen dos generaciones de vida independiente, una que es la generación esporofítica cuyo adulto es la planta como tal, formadora de esporas (esporófito) y la generación gametofítica que usualmente pasa inadvertida a los ojos de las personas, pues el adulto que recibe el nombre de protalo y que es la planta formadora de gametos (gametófito) es submicroscópico, y se observa como una lámina verde usualmente acorazonada de escasos milímetros cuadrados, sobre el sustrato en cuestión (ejemplo: suelo, troncos de los árboles o leños caídos, o rocas). Los órganos sexuales se presentan por la cara ventral de este protalo, y es común para todo el grupo la dependencia del agua para la reproducción, como agente directo por el que se desplazan los espermatozoides (gametos masculinos) en búsqueda del gameto femenino para que ocurra la fecundación. Este fenómeno evidencia que todavía no están totalmente adaptadas a la vida terrestre, como por ejemplo, las plantas con flores.

Plantas de este grupo se postula que fueron las primeras que se adaptaron a la vida en la tierra. Se plantea que existieron desde el Devónico, hace más de 390 millones de años, y que sin ser en la actualidad, un grupo dominante en alguna formación vegetal, se presentan con determinada frecuencia en las zonas tropicales, asociados a los ecosistemas boscosos de montaña, donde las condiciones de humedad relativa, temperatura e iluminación, entre otras, permiten su normal desarrollo.

Se destacan tres clases de pteridófitos: Psilotopsida (psilotatas u otras del género *Psilotum*), Lycopodiopsida (licopodiatas o licopodios, selaginelas e isoetes) y Equisetopsida (equisetatas, equisetos o "colas de caballo") representados en nuestro país por dos especies de *Psilotum*, 21 de licopodios, 17-20 especies de selaginelas, una de isoetes y una de equisetos.

Los helechos verdaderos se agrupan en la clase Polypodiopsida o Filicodiopsida, de los cuales se calculan en Cuba aproximadamente 600 especies. Para este grupo y tomando en consideración el tamaño reducido de nuestro archipiélago, esta cifra se considera alta, (pues en nuestro país hay más especies de pteridófitos que en todo el continente africano, donde sobrepasan escasamente de 500).

A nivel de las Antillas Mayores también se considera alta la diversidad de este grupo, con 1 200 especies aproximadamente y un endemismo a nivel de esta región fitogeográfica alto (42 %), sin embargo, a nivel de islas el endemismo es bajo (en ninguna sobrepasa 12 %) y en Cuba se calcula que sólo 8 % de las especies son endémicas, ya que las distancias entre islas no constituyen barreras geográficas que impidan la dispersión de las esporas, diásporas de poco peso las que son transportadas a grandes distancias por los vientos u otros fenómenos meteorológicos frecuentes, como tormentas, ciclones y huracanes.

En las Antillas Mayores, y en Cuba en particular, los factores que favorecen la diversidad de este grupo están asociados por una parte con el clima tropical que prevalece en nuestro país y por otra con los diferentes ecótopos que se establecen en las regiones montañosas del occidente centro y oriente, ya que en dependencia de la altura y de la formación vegetal que se implanta en cada piso altitudinal, se crean variados hábitats favorables para las dos generaciones que se alternan en su ciclo de vida. De esta forma se establece un "mosaico ecológico" propicio para los diferentes procesos de especiación.

La mayor concentración de pteridófitos en Cuba se registra de las regiones montañosas del sur y el norte del oriente cubano; del macizo montañoso de Cuba Central y de la Sierra del Rosario en Cuba occidental, aunque de los territorios antes mencionados el que presenta la mayor concentración de especies es la Sierra Maestra y el área del Turquino, particularmente, por ser la zona de mayores alturas.

Atendiendo a la sistemática del grupo, los pteridófitos cubanos se agrupan en 98 géneros distribuidos en 31 familias botánicas de las cuales merecen destacarse las siguientes:

Thelypteridaceae. Comprende 2 géneros: *Macrothelypteris* y *Thelypteris*; este último, con aproximadamente 77 especies, siendo el más numeroso y mejor representado en la pteridoflora cubana, tanto en cantidad de especies como en la frecuencia de aparición de las mismas.

Cyatheaceae. Es la familia de los helechos arborescentes; de acuerdo al tratamiento sistemático que se le de puede incluir desde un solo género *Cyathea*, hasta varios. Actualmente en Cuba se reconocen cuatro géneros con un total 18 especies, sin considerar varias especies híbridas, algunas de ellas intergenéricas.

Estos helechos son muy utilizados en trabajos de jardinería, ya que en la parte inferior de sus troncos algunas especies desarrollan grandes masas de raíces adventicias que forman un sustrato ideal para la siembra de plantas ornamentales epífitas, como orquídeas, los propios helechos y diferentes bromeliáceas, razón por la que se debe alertar a los horticultores que se abstengan de cortar helechos arborescentes vivos, pues de los tocones de los muertos se obtiene el mismo resultado o aún mejor, por estar ya el sustrato más enriquecido. También se han observado sus troncos en la confección de puentes rústicos en los pasos de ríos y arroyos, y en la construcción de cercas y corrales. Son muy difíciles de cultivar y por lo general al cabo de unos meses mueren. La especie más resistente en condiciones de cultivo es *Cyathea arborea*, las demás se sugiere no trasplantarlas con fines ornamentales.

Hymenophyllaceae. Es una familia muy particular que contiene a los llamados helechos "transparentes", posee dos géneros y 50 especies y sus hojas poseen una sola capa de células de grosor en la lámina, por tanto, son plantas muy delicadas que viven solo en lugares permanentemente húmedos, pues cualquier alteración de la humedad ambiental por diversos factores (tala, quema, etc.) puede destruir poblaciones completas de éstos. Por esta razón son considerados como "indicadores ecológicos" del grado de conservación de los bosques.

Pteridaceae. Es una familia que comprende 13 géneros y cerca de 70 especies, de las cuales son muy preciados por sus altos valores estéticos, los llamados "culantrillos", que pertenecen al género *Adiantum;* se reconocen por poseer los ejes vasculares principales de las hojas negruzcos y en ocasiones brillantemente pulidos. De éste existen en nuestro país 24 especies sin contar los numerosos híbridos que posee. Este género también es difícil de cultivar y varias de sus especies prefieren sustratos calizos, razón por la cual se observan con frecuencia en los taludes húmedos de los mogotes y próximos a saltos de agua de arroyos y ríos. Figura !2.

Nephrolepidaceae. Con un género: *Nephrolepis,* y cerca de 7 especies cubanas, es sin dudas el más

Fig.12. *Helecho de la familia Dryopteridaceae*

utilizado como ornamental en parques y jardines, no solo por su belleza sino fundamentalmente por su resistencia a condiciones adversas del ambiente.

Las plantas gimnospermas, son aquellas que producen sus semillas al descubierto o por lo menos sin la protección de un ovario cerrado, ni de un fruto propiamente dicho, son leñosas, con porte diverso y hojas que tienen configuración variada, de consistencia coriácea, verdes todo el año y los nervios con tendencia a la ramificación dicótoma. Sus flores son unisexuales y producen frutos en estróbilos, conos o piñas. Se consideran plantas más antiguas y por ende menos evolucionadas.

La flora cubana tiene pocos representantes de las gimnospermas (5 familias), comparada con las angiospermas (203 familias), pero resultan sumamente importantes en nuestra diversidad vegetal, por los valores biológicos, económicos y sociales que reúnen. Se destaca el género *Pinus* con 4 especies endémicas, conocidas como "pino macho", "pino hembra" o simplemente "pinos"; *Microcycas calocoma* "palma corcho" especie muy antigua que solo vive en áreas puntuales de Pinar del Río, *Juniperus* con 2 especies (una endémica), comúnmente se les dice "sabinas" y *Zamia*, con varios representantes en nuestra flora referidas popularmente como "yuquilla".

Las angiospermas son plantas que producen sus semillas protegidas por el ovario y por consiguiente en el interior de un fruto. Comprenden un gran grupo subdividido en monocotiledóneas (plantas que en "su semilla" el embrión tiene un solo cotiledón, generalmente con sustancias de reservas nutricionales) y dicotiledóneas plantas que en "sus semillas" el embrión tiene dos cotiledones, que pueden tener sustancias de reservas nutricionales); dada la riqueza y diversidad de los grupos vegetales que reúnen, presentan variabilidad en el porte, hojas, flores y frutos, además pueden tener diferentes grados de evolución. De conjunto las angiospermas se consideran más evolucionadas que las gimnospermas.

Las monocotiledóneas son mayormente plantas herbáceas, con hojas alternas, enteras y nerviación paralela, la mayoría sin pecíolo insertándose en el tallo por una base o vaina, raíz fibrosa, flores y frutos diversos. En la flora cubana se destacan de este grupo las familias: Poaceae o gramíneas (pajón, cañamazo y hierba fina, etc.), y como cultivos básicos, caña de azúcar, arroz, maíz; Arecaceae (las diversas palmas); Orchidaceae (alta riqueza y diversidad de orquídeas, incluyendo las vainillas); Bromeliaceae (curujeyes y piñas) y Cyperaceae (cebolletas, cortaderas y juncos).

Las dicotiledóneas son plantas leñosas, con raíz principal y diversidad de portes. Aquí las hojas presentan nervadura reticulada, mayormente pecioladas. Las flores y frutos extremadamente variados. En la flora cubana la presencia de dicotiledóneas es numerosa y con alta diversidad; con grupos de gran incidencia por su importancia biológica, económica y social. Se destacan las familias: Mimosaceae, Caesalpiniaceae (Figura 13) y Fabaceae dentro del grupo de leguminosas (algarrobo, dormidera y soplillo), así como cultivos básicos de



Fig.13. *Cassia fistula. Árbol leguminoso ornamental también conocido como caña fistula.*

frijoles, maní, habichuelas y gandúl (Ver Figura 14); Rubiaceae (ponasí, jagua y dagame,); Asteraceae (romerillos, rompezaragüey y abrecamino; especies cultivadas importantes como el girasol, dalia y la flor de muerto, entre otras).

Entre las dicotiledóneas, también se consideran familias a destacar en la flora cubana a: Myrtaceae (guairajes, mijes y arraijan, y cultivos de importancia como guayabas, cereza de Cayena y eucalipto); Euphorbiaceae (piñón botija y salvadera, la yuca como cultivo básico y cuantiosas especies ornamentales e incluso tóxicas); Solanaceae (pendejeras, tabaco cimarrón y galanes; así como cultivos básicos de papa, tabaco, tomate y berenjena, además de incontables especies ornamentales).



Fig.14. *Galactia earlei: Especie de las leguminosas, endémica del norte de Oriente.*

Otro grupo de familias de gran significación dentro de la flora angiospérmica del archipiélago cubano es: Annonaceae (bagá, yaya y malaguetas, así como especies de frutales cultivados de mamón o anón manteca, guanábana y anón); Sapotaceae (ácanas, jaimiquí y caimitillo); también frutales muy valiosos como: mamey colorado o sapote, níspero y caimito y Meliaceae, familia de maderas preciosas por excelencia (cedros, caobas, siguaraya y cabo de hacha); a los que se suman varias cultivadas como: caoba africana, caoba de Honduras, cedro del Himalaya y los bioplaguicidas (árbol del nin y paraíso).

Hay varias familias pequeñas numéricamente, pero con características muy peculiares que las destacan dentro de la flora del país. Entre ellas las Lentibulariaceas (con los géneros *Pinquicola* y *Utricularia*), así como las Droseráceas con el género Drosera; ambas familias reúnen plantas insectívoras, gracias a un mecanismo que han desarrollado para atraparlos y digerirlos; esto le permite vivir en un medio que escasea el nitrógeno, como las sabanas húmedas de arenas blancas de Pinar de Río e Isla de La Juventud, así como en ciénagas y lagunas naturales y conservadas.

La familia Hydrocharitacea posee el género *Vallisneria* cuyas especies son conocidas con el nombre popular de "hierba de manatí" y se caracterizan por ser plantas acuáticas sumergidas con hojas en formas de largas cintas en rosetas. El mecanismo de polinización de esta especie es muy curioso, presenta plantas masculinas y femeninas que a pesar de vivir sumergidas, sus órganos reproductivos se transportan a la superficie a velocidades muy rápidas para realizar la fecundación y luego la flor femenina se recoge y el fruto madura también sumergido entre las rosetas de hojas de la planta madre. Otras familias interesantes y connotadas son: Las Curcutáceas y una especie de Lauraceae, conocidas como bejuco de fideo. Estas son plantas parásitas muy finas, sin hojas y de color amarillo en diferentes tonalidades; con ausencia de clorofila, por lo que no son capaces de obtener ni elaborar sus alimentos, tomándolos directamente ya elaborados de la planta hospedera, donde viven enredadas.

Además las Lorantáceas en sentido amplio, conocidos como injertos o palo caballero, son consideradas como plantas hemiparásitas; ya que aunque poseen clorofila y son capaces de elaborar sus alimentos, no lo absorben directamente del suelo sino que extraen la sabia bruta de del hospedero (la planta sobre la que viven) para lo cual se valen de órganos especializado como los austorios que son capaces de penetrar los tejidos de las ramas de las plantas hospederas.

Si se tiene en cuenta la cantidad de endemismos (13) en relación con el número de especies conocidas de gimnospermas (9), se puede considerar un endemismo alto (65 %), al igual que en las angiospermas que es de 50 %.

De la flora alóctona se pueden citar incontables ejemplos, entre ellos los tres cultivos básicos del país que provienen del Asia tropical oriental (caña de azúcar), África oriental montana (café) y América del Sur no andina (tabaco). Lo mismo ocurre con el arroz, los frijoles, los cítricos, la mayor parte de las viandas, de los condimentos, de las frutas y otros muchos cultivos de importancia e incluso con la flor nacional del país, la mariposa, oriunda de Asia tropical oriental y algunos de los atributos del escudo nacional, como el laurel y el encino, nativos de Europa y del Mediterráneo. La peor maleza del país, que ha inutilizado miles de hectáreas de tierra cultivable, el marabú, es oriunda de África del sur tropical.

Otros ejemplos de plantas tanto alóctonas como autóctonas que invaden diferentes hábitats en Cuba, favorecido por determinados niveles de impactos en los ecosistemas son: en zonas costeras y subcosteras: casuarinas, Ipil-ipil, y soplillo; en acuatorios de agua dulce: el jacinto de agua, lenteja de agua y lechuga de agua; en ciénagas y zonas inundables: weyler, melaleuca o cayeput, casuarina; en orillas de arroyos, ríos y cursos de agua: la pomarrosa, caña brava o cañambú y güin; pinares, mogotes y zonas serpentinosas y cársicas en cuabales: los tibisí, helecho hembra, hierba jaragua o faragua; en sabanas: marabú, eucaliptos, filigrana y en zonas de cultivos, orillas de caminos y áreas desprovistas de vegetación natural: hierba de Don Carlos, yerba de guinea y romerillos. Tabla 5.

En el mundo existen aproximadamente 47 especies de plantas vasculares adaptadas a la vida marina.

Tabla 5. Resumen de la diversidad vegetal cubana

Reino Plantae	Especies conocidas	Especies estimadas
Bryophyta	921	1000
Pteridophyta	500	630
Gimnospermae	19	20
Angiospermae	6500	7000

Poseen órganos capaces de mantenerlas flotando mediante una estructura denominada aerénquima formada por grupos de células que rodean los grandes espacios intercelulares. Las hojas y los tallos sumergidos presentan una organización especial que les permite absorber directamente del agua el dióxido de carbono y el oxígeno necesarios, así como las sales nutritivas. Su metabolismo es capaz de procesar las sales del agua de mar. En Cuba se conocen seis especies de plantas vasculares marinas. De ellas la de mayor importancia por su papel como alimento y protección de la línea costera en los ecosistemas cubanos en *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga o seiba). La especie *Ruppia maritima* casi nunca se considera como una especie marina sino de aguas salobres, pero en nuestro país ha sido hallada hasta salinidades mayores que la oceánica (37%). Las otras especies son *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* (hierba de manatí), *Halophila decipiens* y *Halophila engelmanni*.

Las plantas marinas y las macroalgas tienen un papel protagónico en el inicio de la trama alimentaria en el mar, como productores primarios de materia orgánica y como productores de oxígeno. Además sirven de refugio para una gran diversidad de organismos marinos, muchos de interés comercial (langostas, camarones, peces, tortugas, manatíes, etc.).

Las relaciones de las plantas con otros seres vivos son muy importantes. La existencia y diversidad de la fauna en cualquier ecosistema está estrechamente vinculada a las características de la flora y vegetación reinante.

La flora es generadora de oxígeno y constituye la base de la cadena alimenticia en nuestro planeta, brinda sustento, abrigo e infinidad de materiales para la generación de medicinas, herramientas, etcétera.

Muchos países basan su economía en la producción y exportación de uno o varios productos vegetales; en Cuba tenemos a la caña de azúcar, el tabaco y el café. Súmese a esto la importancia de los llamados «frutos menores», incluidas las viandas, vegetales o legumbres, condimentos, frutas entre otros.

Entre los diferentes usos están los maderable para el suministro de vivienda y materiales de construcción; industrial (ceras, mieles, gomas y otros); artesanal, en la producción de energía, (madera para combustible, carbón vegetal); el mantenimiento de los recursos genéticos como contribución fundamental para las variedades de cultivo, la cosmética, la industria de pulpa y papel; la horticultura; el tratamiento de desechos y otros no menos importantes: ornamental, esotérico-religioso y medicinal.

Los organismos vegetales juegan también un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas. Los helechos y epífitas son un ejemplo de ello, ya que al ser plantas muy dependientes de las formaciones vegetales donde viven, sus poblaciones reflejan las alteraciones que puedan ocurrir por tala, quema o sencillamente por fenómenos naturales, por lo que son considerados como «indicadores ecológicos» del nivel de conservación de los mismos.

Entre los beneficios culturales y estéticos que nos brinda la flora están el turismo ecológico, la práctica de jardinería, la producción y difusión de filmes sobre la vida silvestre, etcétera.

Las plantas también tienen valor científico, ya que su estudio nos da la posibilidad de conocer el resultado de millones de años de evolución biológica en nuestro planeta, un ejemplo valioso es la palma corcho (*Microcycas calocoma*), fósil viviente endémico de nuestro país, originada probablemente durante el período Jurásico.

Fauna

Fauna Terrestre y su endemismo. La fauna cubana posee rasgos muy peculiares que están relacionados con su origen, evolución y con la propia naturaleza del territorio.

Una de estas características sobresalientes es la gran diversidad de especies, individuos, formas, coloridos y tamaños. La riqueza específica de la fauna terrestre cubana es de 16 553 especies, se destacan los insectos y moluscos, dentro de los invertebrados, y las aves y reptiles, dentro de los vertebrados, como los grupos más diversos. Tabla 6.

No obstante esta elevada riqueza de especies, existen grupos muy pobremente representados en el territorio cubano, como es el caso de los mamíferos, varios de cuyos órdenes están ausentes de nuestra fauna actual y extinta. Algunos, como los murciélagos, si bien no poseen muchas especies, son bastante numerosos en individuos.

Tabla 6. Diversidad y endemismo de la fauna terrestre cubana

Grupo Taxonómico	Especies conocidas	Endemismo	%
Nematoda	268	79	47,6
Anelida	46	18	39.1
Plathyelminthes	203	75	36.95
Mollusca	1405	1350	96.08
Crustacea	68	-	-
Chilopoda	42	14	33
Diplopoda	90	78	86.67
Insecta	8312	≈2493 - 3325	≈ 30 - 40
Arachnida	1300	761	58.5
Pices	57	21	36.84
Amphibia	59	56	95
Reptilia	140	110	78.57
Aves	367	25	6.81
Mammalia	38	12	31,6
TOTALES	**12 422**	**5 539**	**44.59**

El carácter más distintivo de la fauna terrestre cubana es, sin dudas, su marcado endemismo y extrema localización de formas animales. La relativa antigüedad (Eoceno superior) de una buena porción del territorio cubano y la evolución independiente de los principales componentes de su biota debido al aislamiento geográfico condicionado por la insularidad, fue lo que originó primariamente el elevado endemismo que caracteriza al archipiélago cubano. Las condiciones extremas de clima y suelo en determinadas regiones del país, propician la existencia de solo aquellas formas capaces de adaptarse a las mismas. En todos los grupos de la fauna terrestre cubana, incluyendo aquellos con elevada capacidad

de dispersión, como las aves, existen gran cantidad de especies y subespecies. Así, por ejemplo, las variadas especies de jutías que habitan en un solo cayo, muchos moluscos residen únicamente en un mogote e incluso diferenciándose en razas de acuerdo con la ladera que ocupan, varias lagartijas y ranas viven exclusivamente en una montaña o en una localidad determinada y ciertas garrapatas sólo conviven en los salones calientes de algunas cuevas. Los moluscos son los invertebrados de mayor porcentaje de endemismo, mientras que para los vertebrados esta distinción le corresponde a los anfibios, seguidos de los reptiles.

Las zonas de mayor interés, por la diversidad y el endemismo de la fauna, se corresponden con los macizos montañosos del oriente: Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa. Siendo muy importante para las aves la Ciénaga de Zapata; y para los moluscos, Viñales. Otro rasgo importante de nuestra fauna es la presencia de fuertes procesos de radiación adaptativa, mediante los cuales los grupos representados se diversifican extraordinariamente, produciendo muchas especies emparentadas entre sí, pero que ocupan hábitat y recursos muy diferentes. Tal es el caso de las lagartijas del género *Anolis*, el cual ha tenido un marcado éxito en la colonización de las Antillas y está ampliamente difundido en todas las islas; también las ranitas del género *Eleutherodactylus*, las hormigas del género *Leptothorax* y los moluscos de la familia Urocoptidae.

La fauna cubana está exenta de animales considerados como grave peligro para el hombre, al no poseer especies venenosas, fieras ni grandes carniceros. Por otra parte, se pueden encontrar variaciones extremas de la talla con la presencia de algunos récords mundiales, como el ave más pequeña, que es el zunzuncito (*Mellisuga helenae*), el murciélago más pequeño conocido como murciélago mariposa (*Natalus lepidus*) y el mayor de los insectívoros, que es el almiquí (*Solenodon cubanus*).

Insectos. En el reino animal, los insectos son considerados un grupo evolutivamente exitoso. Han alcanzado una preponderancia tal que tienen una participación importante en el equilibrio de la biosfera, hegemonía que se manifiesta en su abundancia, diversidad e impacto sobre los seres vivos, incluyendo al hombre. Constituyen el grupo animal más numeroso, con mayor variedad de formas, colores, tamaños y capaces de ocupar la mayor diversidad de hábitats.

La entomofauna cubana no está bien estudiada, aunque si se compara con países sudamericanos o caribeños (región Neotropical), la misma presenta un nivel de conocimiento aceptable. En Cuba se conocen 8 312 especies de insectos, pertenecientes a 29 órdenes; aunque se estima que la cifra real debe sobrepasar de 10 000 especies. El endemismo no se puede evaluar exactamente por el desconocimiento que aún existe en muchos grupos, pero de forma global se comporta entre 40 y 60 %.

No existe un conocimiento preciso sobre la fauna introducida de insectos. Muchos llegan a Cuba por dispersión natural, ayudados por huracanes, por el comercio (hormigas) o en alimentos almacenados y en otros casos han sido introducidos intencionalmente, como *Thrips palmi* y la abeja de miel.

Los insectos tienen importancia económica, por constituir plagas de cultivos (Borer de la caña de azúcar), controles biológicos de plagas (avispas), vectores de enfermedades a las plantas (pulgones) y por la utilización que hace el hombre de sus productos (abejas). También son importantes por ser vectores transmisores de enfermedades de los animales y el hombre (cucarachas, pulgas, piojos, moscas y mosquitos, Figura 15). Su importancia biológica está dada por su utilidad como indicadores de la conservación de áreas naturales y de la contaminación ambiental (mariposas) así como por su papel como polinizadores de numerosas especies de plantas para las cuales son esenciales en su reproducción.

Crustáceos. Actualmente reconocidos como un verdadero phylum dentro del grupo de los artrópodos, la inmensa mayoría acuáticos (sobre todo marinos), unos pocos terrestres y algunos de vida parásita. Deben su

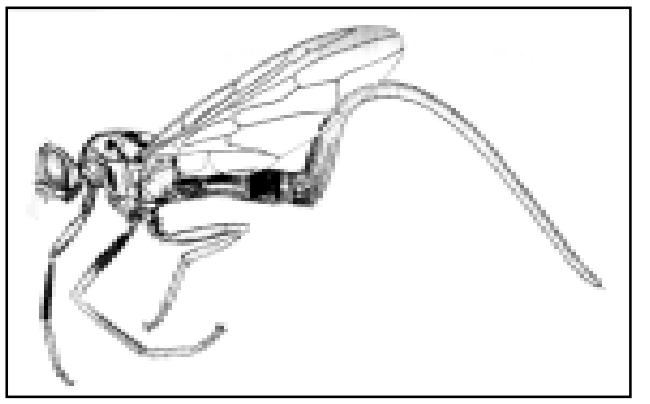


Fig. 15. *Representante del orden Díptera.*

nombre al hecho de que el tegumento lo tienen impregnado de sales calcáreas, originando una verdadera coraza.

Se dividen en dos grandes grupos: los crustáceos de pequeño tamaño (Peracáridos, donde se encuentran las conocidas cochinillas y los tanaidáceos, anfípodos y copépodos). El otro grupo es el de los crustáceos de mayor tamaño (Decápodos), representados por los cangrejos, los camarones y las langostas.

El mayor grado de endemismo se encuentra en las especies terrestres y de aguas interiores, es decir, en los isópodos (cochinillas de humedad), con más de 60 % y en los camarones de aguas interiores con 50 % de endemismo (muy superior al resto de las islas que componen las Antillas). Si se toma en cuenta sólo las especies subterráneas, nuestro archipiélago exhibe la carcinofauna de decápodos troglobios más rica del continente americano (con excepción de Estados Unidos y México); 13 especies (75% de endemismo).

Nemátodos. Uno de los grupos de más amplia distribución en la naturaleza, y de mayor representatividad tanto en número de especies como en abundancia, son los nemátodos. Aquí se encuentran los conocidos oxiurus (*Enterobiun vermicularis*), los cuales habitan en el colon humano, principalmente en niños. Este pequeño parásito lesiona la mucosa intestinal y provoca infecciones. Las hembras fecundadas descienden al ano a depositar sus huevos, lo que produce una intensa picazón.

Los nemátodos pueden vivir en ambientes acuáticos, en el suelo y como parásitos en plantas y animales. Son generalmente cilíndricos, con los extremos afilados, de tamaño variable (0.5 mm - 1 m) y presentan dimorfismo sexual, siendo los machos menores que las hembras.

De las 20 000 especies conocidas en el mundo, en nuestro país están presente 268, pertenecientes a 121 géneros y 46 familias, la mayoría de ellos parásitos de vertebrados. Se destacan en este grupo géneros y especies que son exclusivos de Cuba.

Dentro de la nematofauna cubana; siete especies pueden considerarse agentes naturales de enfermedades para las aves y otra parásita de roedores. Como parásitos, su importancia está dada por los considerables daños que ocasionan al hombre y a los animales domésticos. En condiciones naturales, la presencia de estos parásitos no le ocasiona ningún daño al animal hospedante, sin embargo los animales domésticos sí son severamente afectados por los nemátodos.

Platelmintos. Con algo mas de 5 000 especies y menos conocidos que los nemátodos, se encuentran los platelmintos o gusanos planos, representados por las clases Trematoda y Cestoda.

Tremátodos. Se dividen en dos grandes grupos, los Monogenéticos, con ciclo evolutivo directo, en un hospedero (parásitos generalmente de peces) y los Digenéticos, entre los que se encuentran las especies de interés médico-veterinario, parásitos de otros vertebrados.

Son generalmente hermafroditas, su tamaño varía desde apenas unos milímetros hasta varios centímetros, utilizan ventosas para fijarse y la boca sirve para la alimentación y la devolución de los residuos no digeribles. La especie más conocida es la duela del hígado o *Fasciola hepática*, con su forma característica de hoja, parásita del hígado de vacas y carneros fundamentalmente. En Cuba, se conocen, hasta el momento 132 especies, 50 de ellas endémicas, pertenecientes a 88 géneros y 18 familias.

Céstodos. Presentan tamaño variable, forma de cinta, cuerpo segmentado en numerosos anillos o proglotis que se forman a partir de una zona de crecimiento posterior a la cabeza, son hermafroditas, utilizan para fijarse ventosas y un órgano muscular llamado rostelo cubierto por una o más coronas de ganchos. La especie más común es la *Taenia saginata* llamada vulgarmente tenia o lombriz solitaria, que ocasiona en el ser humano, principalmente en los niños, trastornos nerviosos y gastrointestinales, aumento exagerado del apetito o por el contrario un desgano intenso.

En Cuba se conocen 71 especies, 25 de ellas endémicas, incluidas en 35 géneros y 12 familias.

Anélidos. En este grupo están comprendidos los Poliquetos, que son esencialmente marinos, los Hirudineos (sanguijuelas) de la cual existe una sola especie en nuestro país y los Oligoquetos, en estos últimos se incluyen las pequeñas lombrices de hábitos acuáticos y las lombrices de tierra. La fauna de lombrices es poco conocida y se presume que están por describir gran número de especies. Hasta el momento, existen ocho familias, 24 géneros y 46 especies nombradas en Cuba, de las cuales 57.8 % son nativas del área Norte de la región Neotropical y 39.1% son endémicas. Hasta el momento han sido introducidas tres especies desde África, Filipinas e Italia con el objetivo de desarrollar la lombricultura, que consiste en la obtención de abono orgánico en forma de *humus* de lombriz, de gran aceptación no solo por su probada calidad sino por tratarse también de un fertilizante que se obtiene a muy bajo costo. Además, estas especies pueden ser empleadas como fuente proteica para la alimentación de animales de corral e incluso como suplemento de la dieta humana. Las lombrices de tierra también son capaces de aumentar la aereación, el drenaje del suelo, y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, por lo cual son consideradas como mejoradoras de la fertilidad del suelo.

Arácnidos. Cuba es el país antillano con mayor diversidad de arácnidos, pues posee los 13 órdenes de esta clase. Algunos grupos, como ácaros, garrapatas, arañas y alacranes (Figura 16), tienen importancia médico-veterinaria; los primeros son los únicos arácnidos parásitos, tanto de animales como de plantas y se le adjudican especies introducidas accidentalmente en el país. Por otra parte, la función ecológica

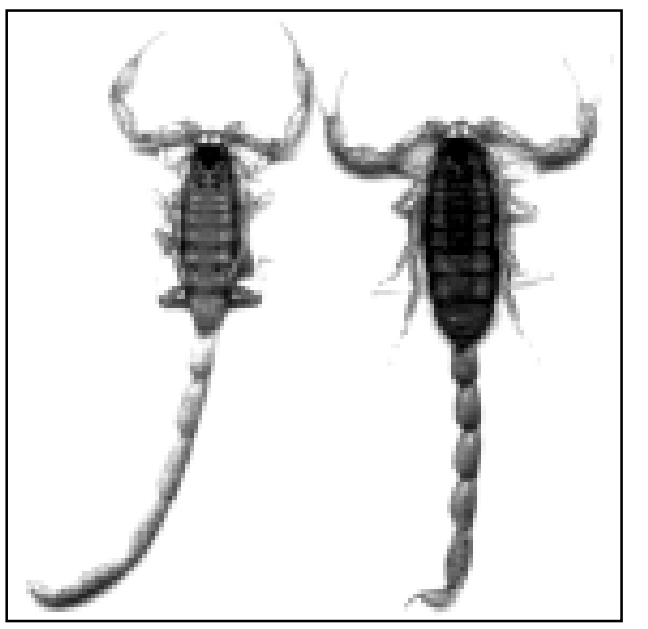


Fig. 16. *Centruroides* sp.

de muchas arañas es importante en los agroecosistemas y el veneno de algunas se utiliza en la medicina. El total de especies ubanas descritas asciende a 1 300, las que se agrupan en 600 géneros y 285 familias. Su distribución geográfica abarca todo el país y ocupan todos los hábitats terrestres, aunque unos pocos ácaros son acuáticos. El nivel de

endemismo específico varía entre 100% (órdenes Opiliones, Palpigradi, Ricinulei, Solifugae y Thelyphonida) y 25% (subclase Acari). En cuanto a grupo taxonómico, las arañas (orden Araneae) y los ácaros y garrapatas (subclase Acari) son los más diversos: el primero con 587 especies, 238 géneros y 48 familias; el segundo, con 550 especies, 265 géneros y 108 familias. En Cuba existen ciertas creencias erróneas respecto a algunos arácnidos, como son la del matricidio en los alacranes («los hijos matan a la madre») y la confusión entre alacrán y escorpión (son el mismo animal, pero algunos creen que en Cuba no existen los escorpiones).

Diplópodos. Uno de los grupos de miriápodos más comunes en los trópicos son los conocidos comúnmente como milpiés (en Cuba los más grandes son llamados «mancaperros»), estos artrópodos desempeñan una importante función descomponedora de la materia orgánica en los bosques tropicales, contribuyendo de esa forma al reciclaje de los nutrientes y a la formación de suelos. Al ser molestados, algunos «mancaperros» expelen con fuerza una sustancia corrosiva, cuyo contacto con la piel o los ojos puede resultar dañino. La composición taxonómica de la fauna cubana de diplópodos (Figura 17), incluye 7 órdenes, 14 familias, 27 géneros y alrededor de 90 especies (10 de los géneros y 78 de las especies representan endemismos). El género *Amphelictogon* resalta por su alta diversificación (18 especies) y endemismo (95 %).

Quilópodos. Popularmente conocidos como ciempiés, constituyen el segundo grupo de miríapodos en cuanto a cantidad de especies en Cuba: 42, que se agrupan en 17 géneros, 8 familias y 4 órdenes. De

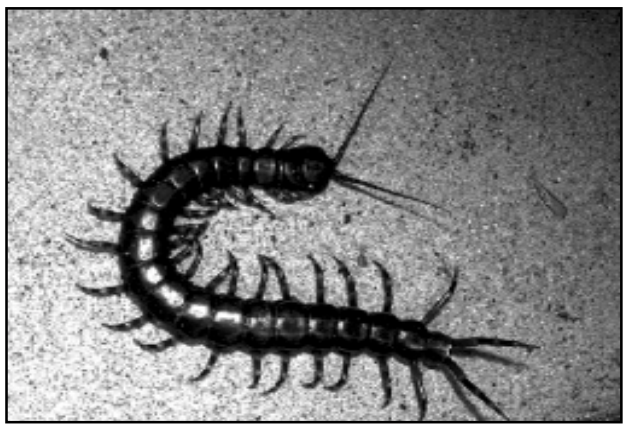


Fig. 17. *Representante de los diplópodos.*

ellas, la tercera parte es exclusiva del territorio. Estos artrópodos, temidos a causa de la mordedura de sus afilados maxilípedos, a través de los cuales inyectan el veneno, habitan mayormente en el suelo, siendo los más conocidos los representantes de la familia Scolopendridae, sobre todo los grandes especímenes del género *Scolopendra*. Al menos 25 (60%) de las especies habitan en la región oriental del país, aunque el grupo como tal se halla en todo el territorio nacional. Al igual que en otros grupos zoológicos, algunas especies han sido ampliamente distribuidas en el mundo a través del comercio; en el caso de Cuba, al menos 7 se hallan en esta situación.

Moluscos terrestres. Conocidos como caracoles y babosas. Su característica distintiva es que la mayoría presentan una concha, de naturaleza calcárea y un cuerpo blando, hay otros que no tienen conchas son las nombradas popularmente babosas, muy frecuentes en los jardines y huertos de las casas. Hasta el presente se han descrito 1 405 especies y 2 600 subespecies y se encuentran distribuidos en todo el territorio. Dicha riqueza de especies sitúa a Cuba dentro de los países de mayor diversidad malacológica del mundo, los moluscos terrestres constituyen el grupo zoológico cubano de mayor endemismo (96,08%). Lo anterior se encuentra favorecido por varios factores, entre los que se encuentran: la diversidad de hábitats, el aislamiento geográfico, la historia geológica, las condiciones climáticas extremas y su locomoción sedentaria. Otra característica peculiar de los moluscos es la diversidad en el tamaño, la forma y el colorido. (Ver Figura 18).

Los moluscos terrestres son un importante recurso natural, de sus conchas se confeccionan objetos artesanales; además, se utilizan como animales de laboratorio o fuente de alimento, tienen también importancia desde el punto de vista agrícola por constituir algu-



Fig. 18. *Polymita picta. Su concha es una de las más bellas del mundo, muy utilizada en la confección de objetos artesanales.*

nas especies plagas de ciertos cultivos y de plantas ornamentales, así como importancia médico-veterinaria por ser hospederos intermediarios de parásitos del hombre y los animales.

Moluscos fluviales. En Cuba se encuentran 56 especies, lo que arroja 1,89 % promedio del total de especies de moluscos registrados. Ellos constituyen un indicador climático, geográfico e hidrográfico y son considerados de mucho interés por parte de médicos y veterinarios. Entre las especies más notables tenemos a *Viviparus bermondianus,* propia del río Hanabana. Pinar del Río cuenta con 4 especies habituales del género *Hemisinus*. Es notable el caso de *Tarebia granifera*, que fue registrada como invasora en 1972 y en 10 años completó la irrupción de nuestras 14 provincias. La familia Linneidae tiene dos especies transmisoras de *Fasciola hepatica*. La familia Planorbidae, ampliamente representada por 12 especies, tiene en el género *Biomphalaria* 5 que son transmisoras del parásito *Schistosoma mansoni*, responsable de la esquistosomiasis, enfermedad muy común en otros países de América, África y Asia. Entre los bivalvos de agua dulce, la especie más pequeña es *Pisidium casestranum* distribuida mundialmente y las de mayor talla son las dos especies de uniónidos, (almejas nacaríferas), endémicas de los ríos de Pinar del Río.

Peces fluviales. En Cuba, existen 57 peces con hábitos fluviales, entre las que se distinguen los que viven en manglares, desembocadura de los ríos y las bahías cerradas, donde predomina agua salobre. Estas especies pueden remontar río arriba y permanecer en aguas completamente dulces; también pueden descender hasta las aguas oceánicas totalmente salinas. De ellas se dice que son eurihalinas; y se agrupan en las siguientes familias: Lutjánidos, con una especie: el caballerote; Elópidos con una especie: el sábalo; Mugílidos, con cuatro especies de lisas; Centropómidos, con cinco especies de róbalos; Góbidos, con seis especies de sapitos. En total 57, agrupadas en 36 géneros y 19 familias. De esas especies, 21 (36,8%) son endémicos.

Las restantes familias contienen las especies más habituadas a agua dulce, entre ellas la de los Bíthidos que agrupa a los peces ciegos y la de los lepisosteidos, donde se incluye al manjuarí.

Las cuatro especies de peces ciegos manifiestan hábitos de vida muy peculiares, pues se han acostumbrado a vivir en las aguas subterráneas, donde apenas penetra la luz o en la oscuridad absoluta, por lo que han sufrido cambios adaptativos (despigmentación, pérdida de la visión, etc.).

El manjuarí pertenece al grupo de peces que dejan ver el cuerpo protegido por escamas esmaltadas o acorazadas; surgieron en el período Jurásico y poblaron las aguas con numerosas especies, después empezaron a declinar y actualmente la familia muestra solamente 8 especies: seis que viven en norteamérica, 1 en centroamérica y el manjuarí que es habitual de las provincias occidentales. Otra familia de extraordinario interés científico es la de los poecílidos, que agrupa a los guajacones y similares, de talla relativamente pequeña que tienen el hábito de ingerir grandes cantidades de larvas de mosquitos lo que facilita la labor de los epidemiólogos.

Anfibios. Es un grupo de gran interés científico, ya que ostenta altos índices de endemismo (95%) y de diversidad de especies; no obstante, hasta el presente son los vertebrados terrestres que menos se han estudiado en el territorio nacional. Entre las ranas, el género *Eleutherodactylus* es el de mayor número de especies, con 49 reconocidas para Cuba, las cuales exhiben variados coloridos y tamaños y viven en diversos hábitat donde ocupan varios sustratos. El ciclo de vida completo puede transcurrir en lo alto de un árbol, en una cueva o en una montaña, lo cual explica su enorme éxito evolutivo. Las especies del género *Eleutherodactylus* se caracterizan por tener desarrollo directo, es decir, carecen de fases larvales o renacuajos, emergiendo de los huevos pequeñísimas réplicas de las ranas adultas. Una de las ranas más pequeñas del mundo, *Eleutherodactylus iberia*, con aproximadamente 10 mm de longitud hocico-cloaca, habita en la zona de Cuchillas del Toa, provincia Guantánamo. La más conocida y común de todas las especies de anfibios cubanos es la rana platanera (*Osteopilus septentrionalis*), única especie de este género en nuestro país, donde se encuentra ampliamente distribuida (Figura 19). Entre los sapos, el género Bufo está formado por 8 especies, entre las que se destaca *B. peltocephalus*, el sapo común, de hasta 8 cm de longitud. En algunas ranas y sapos el macho se sitúa encima de la hembra en el momento de la cópula y abraza a esta por las axilas, estimu-



Fig. 19. *Ejemplar conocido por el nombre de rana platanera.*

lando así la salida de los huevos y de los espermatozoides para que ocurra la fecundación externa. Muchas veces se incurre en el error de creer que el sapo y la rana constituyen una pareja de macho y hembra, en realidad son especies diferentes, que pueden ser distinguidas las ranas porque los sapos tienen la piel cubierta de grandes verrugas, poseen glándulas venenosas y la cabeza muy osificada y con crestas craneales de gran desarrollo; además, carecen de los discos adhesivos presentes en la punta de los dedos. Debido a esta última estructura, las ranas logran trepar con facilidad por superficies verticales, como los troncos de los árboles.

Los anfibios tienen gran importancia biológica por intervenir en las cadenas tróficas como consumidores de grandes volúmenes de insectos, arácnidos y moluscos, actuando como controladores biológicos. Ellos a su vez son presas de diferentes grupos de animales.

Además poseen características biológicas que permiten medir la salud de los ecosistemas, por lo cual son indicadores sensibles del deterioro ambiental y en algunos anfibios, como la rana toro, son consumidos por el hombre. El veneno de los sapos es utilizado para la obtención de compuestos alucinógenos y en la industria farmacéutica como animales de laboratorio. Muchas especies brindan inspiración para el folklore,

las artes y en campañas comerciales. Son fetiches de suerte para numerosas culturas.

Reptiles. Ocupan los hábitats más diversos, preferencialmente los bosques húmedos, aunque también es posible encontrarlos en lugares modificados por el hombre, como son cultivos y zonas urbanas. Este grupo zoológico incluye a los cocodrilos, quelonios (tortugas y jicotea), lagartos, culebras y majáes. La fauna herpetológica cubana cuenta con 140 especies de reptiles: (135 terrestres y 5 marinas), agrupadas en 29 géneros,17 familias y tres de los cuatro órdenes vivientes. Dentro de las Antillas, Cuba ocupa el segundo lugar en cuanto a la riqueza de especies (110 especies endémicas de reptiles, lo que representa 78,57 %), superada solamente por La Española, siendo el segundo grupo por su diversidad y endemismo dentro de los vertebrados cubanos.

Existen especies que se distribuyen ampliamente por toda la isla y cayos adyacentes, otras sólo habitan en una porción del territorio cubano, mientras que otras mucho más restringida, viven confinadas a unas pocas, e incluso, a una sola localidad dentro de una región, lo que los hace muy vulnerables a las transformaciones de sus hábitats naturales.

Un rasgo peculiar de nuestra fauna de reptiles (herpetofauna) es el hecho de no poseer especies venenosas o tóxicas, ni que agredan al hombre si no son molestadas por éste en sus refugios o en los lugares donde habitan. Entre las especies carismáticas se encuentra el mayor de nuestros lagartos: la iguana (*Cyclura nubila*) y el mayor de nuestros ofidios: el Majá de Santa María (*Epicrates angulifer*) (Figura 20).

También los de muy pequeña talla, tal es el caso de la salamanquita *Sphaerodactylus schwartzi,* considerada el segundo reptil más pequeño del mundo, con una longitud hocico-cloaca entre 18 y 20 mm.

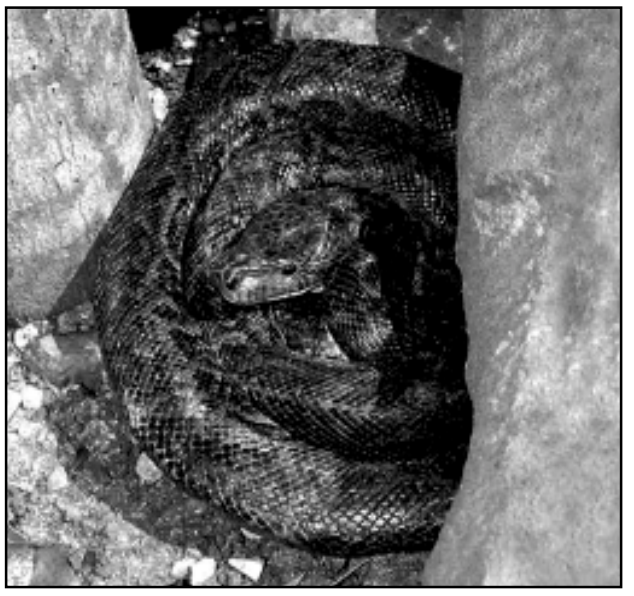


Fig. 20. *Epicrates angulifer, el mayor de nuestros ofidios, conocido como Majá de Santa María.*

Estos animales componen un grupo zoológico importante como indicador ecogeográfico, por sus características de gran territorialidad, poca capacidad de dispersión a grandes distancias y elevada diversidad. La mayoría de sus representantes son eminentemente consumidores secundarios, por lo que destruyen gran cantidad de insectos potencialmente nocivos a la agricultura, la salud humana y animal, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ecológico en la naturaleza. A su vez estos animales al ser presas de otros, intervienen en importantes redes alimentarias que tienen lugar en la naturaleza. Algunos reptiles son utilizados como alimento para el consumo humano (caguama, cocodrilo, jicotea, etc.), de otros se emplea la piel o el carapacho para la elaboración de artículos artesanales (cocodrilo, majá y carey). La grasa de algunas especies tiene un amplio uso medicinal para la cura de algunas afecciones respiratorias y osteomusculares (cocodrilo y majá) y a los huevos del carey se le atribuyen propiedades afrodisíacas.

Aves. Dentro de los vertebrados, es el grupo más diverso, la presencia del cuerpo cubierto de plumas (estructura que las caracteriza), las extremidades anteriores modificadas en alas, y la posibilidad de volar, les ha facilitado la conquista de todos los medios, poblando desde las zonas árticas hasta la antártica.

Teniendo en cuenta que ave cubana es toda aquella que se encuentre en nuestro territorio o lo utilice en su tránsito hacia otras tierras en sus migraciones, se han registrado para Cuba, 369 especies, de ellas 149 nidifican en nuestro archipiélago y 220 son migratorias. Se destacan dentro de todas nuestras aves, las 25 especies endémicas, entre las que merecen ser mencionadas el Tocororo (*Priotelus temnurus*), nuestra ave nacional y el Zunzuncito (*Mellisuga helenae*), que con sus 5.5 cm desde los extremos del pico hasta la cola, es el ave más pequeña del mundo y la Cartacuba o Pedorrera (*Todus multicolor*) (Figura 21), así como la Ferminia (*Fermenia cerverai*) endémico local de la Ciénaga de Zapata. Muchas son las aves cubanas conocidas por nuestro pueblo, tal es el caso de la Cotorra (*Amazona leucocephala*), la que al tener la habilidad



Fig. 21. *Cartacuba: Todus multicolor, hermosa ave cubana que habita en nuestros campos.*

de imitar sonidos, puede reproducir frases del lenguaje del hombre; la Tiñosa (*Cathartes aura*), por el papel que juega en el saneamiento de los campos al alimentarse de animales en descomposición; los gavilanes en general, por la falsa idea que tiene el campesinado de que se alimentan de pollos, siendo dentro de las formas que crían en Cuba, solo el Gavilán Colilargo (*Accipiter gundlachi*), especie autóctona, muy escasa y en peligro de extinción, el que se alimenta únicamente de aves; la Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*), que por su costumbre de acompañar al ganado mayor, para cazar los insectos que los mismos espantan al caminar, se les atribuye la función errónea de eliminarles las garrapatas. Otras también son conocidas por sus cantos o por ser aves ornamentales.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha domesticado diferentes especies de aves para su beneficio. En Cuba, desde la llegada de los colonizadores se han introducido algunas con este propósito, tal es el caso de: gallos y gallinas (*Gallus gallus*), Guanajo (*Meleagris gallopavo*), el Pavo Real (*Pavo cristatus*), la Paloma (*Columba livia*) y el Pato Doméstico (*Cairina moschata*); estas dos últimas, junto con el Gorrión (*Passer domesticus*), la Gallina de Guinea (*Numida meleagris*), y el Faisán de Collar (*Phasianus colchicus*), se han escapado del cautiverio o liberadas al medio silvestre y hoy en día comparten diferentes ecosistemas con nuestras especies nativas.

Algunas aves han sido utilizadas en las ceremonias y prácticas de la religión afrocubana, (palomas, Cotorra, Tiñosa y Lechuza).

El uso cinegético (cacería) es uno de los más generalizados, ya sea con fines deportivos o para mantenerlos en jaulas como aves de compañía. En la cacería deportiva se destaca el empleo de los patos, gallaretas, gallinuelas y la Becacina (*Gallinago gallinago*). Dentro de las aves de compañía se destacan con gran arraigo, el empleo de las aves canoras como son: el Tomeguín del Pinar (*Tiaris canora*), Tomeguín de la Tierra (*Tiaris olivacea*), el Negrito (*Melopyrrha nigra*), Sinsonte (*Mimus polyglottos*), el Azulejo (*Passerina cyanea*), etc. Una modalidad más reciente en el uso de las aves cubanas, lo establece su observación como una variante del turismo de naturaleza, con la cual además de conocer nuestra avifauna se puede enseñar el cuidado a la misma.

La capacidad de vuelo de las aves les facilitó la conquista de nuevos territorios. A nuestro país han arribado y se han establecido de forma natural, diferentes especies, tal es el caso de la Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*), el Yaguasín (*Dendrocygna bicolor*), el Pato de Bahamas (*Anas bahamensis*), el Pájaro Vaquero (*Molothrus bonariensis*), y más recientemente, la Monja Tricolor *(Lonchura malacca*) y la Tórtola (*Streptopelia decaopto*). Algunas de estas especies, como el Pájaro Vaquero, pudieran tener una incidencia negativa sobre la avifauna autóctona.

Mamíferos. La fauna cubana de mamíferos, igual que la antillana, se caracterizan por una baja diversidad de especies; en el Archipiélago Cubano existen solo 38 especies de mamíferos terrestres nativos. Estos se encuentran incluidos en los órdenes Chiroptera (murciélagos), Rodentia (jutías) e Insectivora (almiquí). En tiempos prehistóricos dicha fauna fue más amplia, existiendo numerosas especies de edentados o perezosos (Xenarthra), monos (Primates) y otros roedores e insectívoros ya extintos.

Los quirópteros son el orden de mamífero más diverso en Cuba. En la actualidad existen 27 especies de murciélagos. Entre estas se destacan el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), que se alimenta de peces e invertebrados acuáticos y es una de las más grandes de los trópicos americanos. Una característica de la fauna de murciélagos de Cuba es la efectiva utilización de las cuevas como refugios diurnos. Del total de especies cubanas, 17 utilizan las cuevas como refugios y 12 son estrictamente cavernícolas. Entre estas últimas se incluye *Phyllonycteris poeyi*, conocido como “murciélago de las cuevas de calor”, por habitar casi exclusivamente este tipo de refugio. Allí forman colonias que pueden alcanzar los cientos de miles de individuos, sin dudas las mayores concentraciones de mamíferos observados en Cuba. Las cuevas son el hábitat critico para muchos murciélagos, por lo que el cuidado de estas es esencial para la conservación de muchas especies. En los ecosistemas cubanos los murciélagos tienen una gran importancia como polinizadores de plantas y dispersores de semillas hacia zonas afectadas naturalmente o abandonadas por la agricultura, contribuyendo a que se restablezca la vegetación natural y se detenga la degradación de los suelos. Por otra parte, ciertas especies se alimentan exclusivamente de insectos y son efectivos controladores naturales de plagas agrícolas y humanas.

Las jutías pertenecen a un grupo de roedores exclusivos de las Antillas: la familia Capromyidae. Estos mamíferos herbívoros, de hábitos esencialmente arborícolas y nocturnos, han tenido un gran éxito adaptativo en el Archipiélago Cubano, se cuenta en la actualidad con 10 especies dispersas por todo el país. Existen especies, como la jutía conga (*Capromys pilorides*) (Figura 22) y la jutía carabalí (*Mysateles prehensilis*), que presentan una amplia distribución en la mayor parte de la isla y otras son de distribución muy restringida, habitando solo en algunos pequeños cayos de mangles.



Fig. 22. *Jutía conga. (Capromys pilorides).*

El Almiquí, *Solenodon cubanus*, es un insectívoro considerado como un "fósil viviente" por manifestar características muy primitivas, antiguamente ocupaba una amplia distribución por toda la isla de Cuba, encontrándose restos fósiles en lugares distantes como Pinar del Río y El Escambray. Se considera que en la actualidad sólo quedan poblaciones vivientes en los bosques más conservados de las provincias orientales.

Algunas especies, como las ratas y ratones, quizás entraron a nuestro país accidentalmente, producto del comercio; sin embargo otras fueron traídas como animales de compañía (perros y gatos), trabajo (mulos), cinegéticos (jabalí, venados) o como controladores de plagas (hurón). Muchos de estos animales en la actualidad presentan poblaciones asilvestradas, siendo generalmente elementos muy nocivos para la fauna nativa.

2.3. Diversidad de especies marinas

Una característica distintiva de los organismos marinos es su pobre endemismo. Las especies marinas raramente están confinadas en pequeñas áreas o hábitats limitados, por ello también su extinción es menos probable que en los ecosistemas terrestres. Sin embargo, su riqueza de especies, diversidad de hábitats y el estado de conservación de los mismos, caracterizan a la plataforma de Cuba como una de las de mayor Diversidad Biológica entre las islas del hemisferio occidental.

La Tabla 7 resume la información sobre el número de especies referidas hasta la fecha para los principales taxones marinos. Entre los microorganismos, se conocen cerca de 550 especies de bacterias, pero los virus, hongos y protozoos en general, han sido relativamente poco estudiados. Existen cerca de 950 especies vegetales (micro y macroalgas y plantas vasculares). El número de invertebrados conocidos sobrepasa la cifra de 4 500 especies y la de vertebrados unas 1 040 (principalmente peces).

Tabla 7. Número de especies marinas reportadas en Cuba, para los principales Phylum, y número estimado de especies probables

PHYLLUM SUBPHYLLUM	Número de especies registradas para Cuba	Número probable de especies.
Protozoa	≈2500	3500
Porifera	255	400
Cnidaria	≈200	250
Nematoda	¿?	¿?
Mollusca	1 545	1800
Annelida (polychaeta)	380	600
Arthropoda	≈1000	1600
Equinodermata	375	520
Chaetognata	21	50
Chordata	1100	1300
Ascideacea	50	100
Vertebrata	1040	1200
Totales Estimados	**≈9 000**	**≈12 300**

A partir del conocimiento existente sobre la diversidad de especies en el Gran Caribe, se estima (con un muy variable nivel de apreciación) que el número probable de especies animales y vegetales en las aguas marinas de Cuba, pudiera sobrepasar la cifra de 12 300, por lo que se infiere que aproximadamente 25-30% de las especies de la flora y la fauna marina de Cuba aún están por descubrir.

Fauna marina. En el medio marino se distinguen 10 Phyla por su alta heterogeneidad y 22 clases que tienen la más alta diversidad en dicho medio. En los epígrafes siguientes se resumen las peculiaridades generales de los principales grupos taxonómicos, y de cada uno de ellos, las especies destacadas por su importancia económica, ecológica y su función en el ecosistema marino de la plataforma cubana y aguas adyacentes.

Phylum Chordata. Clase Ascideacea (ascídias). Son organismos estrictamente marinos que habitan todas las latitudes del planeta, desde las aguas someras hasta 7000 metros de profundidad. Pueden ser solitarias o coloniales, estas últimas forman complejos y vistosos sistemas. En su estado adulto, estos animales no tienen cabeza, ni segmentación, ni estructura esquelética de sostén por lo que viven adheridos a un sustrato durante esta etapa de su vida. Sin embargo, durante la etapa larval, poseen estructuras similares a la columna vertebral y a la médula espinal de los animales superiores, y también nadan libremente en la columna de agua. Por estas características las ascidias son los únicos integrantes del bentos marino que evolutivamente se ubica dentro del mismo nivel jerárquico al que pertenece el hombre denominado «Cordados». Se conocen cerca de 120 especies de ascidias en la región Atlántico Tropical Americana, de las cuales 50 han sido registradas en Cuba hasta la fecha. El estudio de las ascidias en Cuba comenzó en 1986 contando entonces sólo con 17 registros previos. Desde entonces se han realizado 33 nuevos registros y 16 confirmaciones de especies. Uno de estos fue la especie *Ecteinascidia turbinata*. No obstante, la amplia distribución y abundancia de este grupo en aguas cubanas, tanto en arrecifes coralinos, como en manglares y bahías, es de suponer que su diversidad es mucho mayor, e incluso superior a la de otras islas del Caribe.

Las ascidias son uno de los grupos que más se estudian en la actualidad como fuente de medicamentos por la variedad de moléculas bioactivas encontradas en ellas. Los extractos de *Ecteinascidia turbinata*, especie muy abundante en nuestras costas de mangle, son activos frente a cáncer de pulmón, mama y melanoma, con una potencia diez veces superior a la mayoría de los fármacos antitumorales actualmente utilizados para el tratamiento del cáncer.

Ecteinascidia turbinata Herdman es una ascidia colonial formada por individuos cilíndricos, independientes, que se interconectan entre sí por un estolón basal el cual forma una red que se adhiere al sustrato donde viven y forman en ocasiones densos racimos de color naranja más o menos intenso. Esta coloración es debida a la presencia de células pigmentarias y corpúsculos sanguíneos. La efectividad del compuesto en tumores humanos ha sido estudiada y en la actualidad, se están realizando ensayos en pacientes para determinar los posibles efectos secundarios del fármaco.

Phylum Porífera (esponjas). Se consideran los organismos más primitivos entre los animales multicelulares. En el Gran Caribe existen más de 600 especies; en Cuba, hasta la fecha, se han registrado 255. Las esponjas calcáreas (Calcispongiae) y las silíceas (Hexactinellida) -poco estudiadas-, están presentes prácticamente en todos los hábitats marinos, con una alta biomasa, aunque su diversidad de especies es mayor en los arrecifes. Realizan múltiples funciones en el medio marino: mantienen retenidos en su biomasa elementos biogénicos del ecosistema; brindan refugio y alimento a larvas, juveniles y adultos de gran cantidad de criaturas del arrecife que viven en sus recámaras, tales como los ofiuros, crustáceos, vallas y ostiones, tunicados, algunos gusanos, anfípodos e isópodos, e incluso, peces. Solo unos pocos peces y tortugas consumen esponjas debido a su estructura fibrosa y sus espículas silíceas, así como por las sustáncias tóxicas que producen, las que también son peligrosas para el hombre. Las esponjas son competidores por la ocupación del espacio en los arrecifes y algunas intervienen en el proceso de petrificación de sedimentos. Como agentes perforantes juegan un papel muy importante en la bioerosión del material calcáreo y contribuyen a la formación de sedimentos y renovación del arrecife. Además sirven como valioso y útil bioindicador del grado de severidad y estabilidad ambiental. Al menos 12 especies de esponjas poseen propiedades analgésicas, anti-inflamatorias, y de acción sobre el sistema nervioso. Media docena de especies del Atlántico Occidental Tropical son comerciales tradicionales. En Cuba se explotan *Hippospongia lachne* (conocida como esponja «hembra») y tres especies llamadas esponjas «macho»: *Spongia graminea*, *S. obscura* y *S. barbara*.

Phylum Cnidaria. Incluye a las anémonas, los corales pétreos, las gorgonias, los corales negros, los briozoos, las aguas malas y otros, todos los cuales se caracterizan por la presencia de unas células irritantes llamadas nematocistos, el más potente entre ellos es el coral de fuego, que causan severas y dolorosas ulceraciones en la piel de las personas. Dos clases de Cnidaria agrupan a la mayoría de las formas coloniales constructoras de los arrecifes: Hidrozoa (corales de fuego) y Anthozoa, que tiene dos subclases: Octocorallia (corales blandos o gorgonáceos) y Zoantharia, que contiene el orden Scleractinia (corales pétreos o verdaderos corales). Se explican a continuación estas dos últimas clases, que son los principales componentes de los arrecifes coralinos.

Octocorallia (corales blandos o gorgonaceos). Comprende los abanicos de mar, las plumas marinas y otras estructuras ramificadas. Están constituidos por la unión de numerosos pólipos de ocho tentáculos que están conectados a través de una masa de tejidos denominada cenénquima. Habitan en toda la zona costera, aunque prevalecen en los fondos rocosos y forman parte de la estructura de los arrecifes donde sirven de refugio a un sinnúmero de especies pequeñas o de escondite a los depredadores que cazan al acecho. En Cuba se conocen 55 especies de gorgonias,todas ellas hermatípicas.Las familias más importantes son Gorgoniidae y Plexauridae. En los tejidos de las gorgonias se han encontrado sustancias biológicamente activas de grandes perspectivas para la producción de fármacos. De algunos compuestos se obtienen aplicaciones antivirales, antibacterianos, acaricidas, antitumorales, e inclusive prostaglandinas con actividad en mamíferos.

Zoantharias (corales pétreos o verdaderos corales). Depositan carbonato de calcio para construir su esqueleto calcáreo. Los corales que construyen arrecifes son conocidos como hermatípicos o corales "verdaderos", que solo se encuentran en aguas cálidas y poco profundas de las zonas tropical y subtropical. Los corales ahermatípicos (que no construyen arrecifes) habitan en aguas frías. Los corales pétreos constituyen las estructuras arrecifales más importantes para la protección de las costas contra la erosión, son uno de los principales productores de arena para el mantenimiento de las playas y conforman el elemento estructural principal de los arrecifes, que mantienen la mayor parte de las comunidades de peces y crustáceos que constituyen la base de las pesquerías tropicales. Son bioindicadores de los cambios ambientales en el tiempo y para determinar el estado de conservación ambiental de una zona, gracias a que son organismos de crecimiento lento, longevos y viven fijos al sustrato. El esqueleto de algunas especies, como *Porites porites*, se utiliza con éxito en Cuba y otros países para la obtención de un producto llamado hidroxiapatita, que se emplea en los implantes óseos en humanos.

En Cuba se conocen 60 entidades, entre especies, subespecies y formas ecológicas. En esta cifra se incluye el coral de fuego, la única especie del orden Milleporina (Clase Hidrozoa), muy abundante en los arrecifes someros. Todas ellas se encuentran incluidas en la lista de especies en peligro de extinción y en el Libro Rojo de las especies amenazadas del Gran Caribe.

Phylum Nematoda (nemátodos). Estos invertebrados bentónicos se consideran miembros de la Meiofauna (individuos < 1 mm y >0.045 mm), son extremadamente abundantes, alcanzando frecuentemente el millón ó más de individuos por metro cuadrado. Se encuentran en todo tipo de hábitats marinos, desde las zonas intermareales hasta las grandes profundidades oceánicas, superando en abundancia y diversidad al resto de los invertebrados bentónicos, en ocasiones son los únicos representantes del bentos marino. Exhiben una alta diversidad, correlacionada con la textura del sedimento, la temperatura y la salinidad. Desempeñan un papel esencial en el flujo energético de todo el ecosistema, en la degradación de la materia orgánica y en la fijación y reciclaje de nutrientes. Ellos solos

metabolizan el doble del carbono que metaboliza toda la macrofauna. Son buenos indicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas marinos. Se conocen alrededor de 4 000 especies, comprendidas en más de 500 géneros y 49 familias y se calculan alrededor de 15 000 especies aún por describir. Hasta el momento en Cuba se han registrado, para aguas someras un total de 4 órdenes, 9 familias, 17 géneros y 11 especies; y para aguas profundas (entre 1 650 y 1 940 metros), un total de 87 taxones, entre familias y géneros.

Phylum Mollusca (moluscos marinos). Son uno de los grupos de invertebrados más numerosos, con una radiación evolutiva estimada en más de 150 000 especies fósiles y recientes. Actualmente se consideran 10 clases dentro de este phylum, ocho con representantes recientes y algunas con fósiles. Numéricamente dominantes entre las comunidades de invertebrados marinos, ocupan un papel relevante en la trama alimentaria de numerosas especies zoo-bentófagas, incluyendo muchas de valor comercial, como la langosta (*Panulirus argus*). A su muerte, las conchas de los moluscos forman parte importante de las arenas de los fondos y playas. Algunas especies sirven de alimento al hombre (ostiones, almejas y mejillones). (Figura 23).

En Cuba, las tres especies principales aportan 2000-2400 toneladas anuales. Otro renglón de mucho valor es el cultivo y explotación de perlas. Muchas especies de moluscos resultan perjudiciales a la actividad humana, ya sea como transmisores de enfermedades, destructores de embarcaciones y otras construcciones navales de madera además por obstruir los canales de las industrias que utilizan el agua de mar en su sistema de enfriamiento.

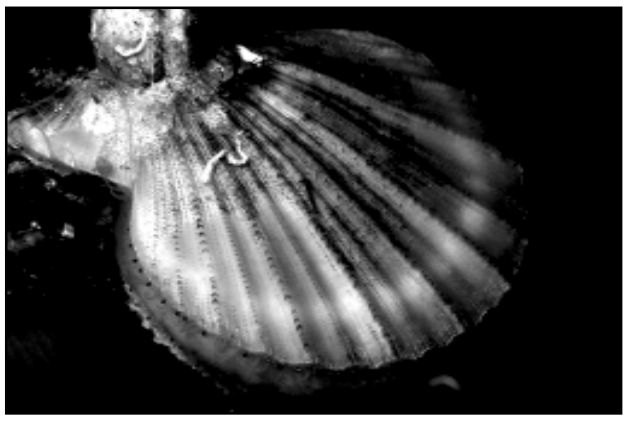


Fig. 23. *Molusco marino. Almeja.*

La mayor diversidad de moluscos en las costas cubanas se encuentra en los arrecifes coralinos, aunque las densidades y la biomasa son por lo general muy bajas. En la zona litoral de las costas rocosas, los moluscos (como los quitones) son el grupo dominante.

Phylum Annelida (anelidos). Una muestra principal es la clase Polychaeta. Se caracteriza por una alta diversidad de especies, elevada abundancia y biomasa y gran adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. Se han descrito en el mundo más de 10 000 especies, en Cuba se han registrado 380 de unas 1 462 listadas para la región del Gran Caribe. Los poliquetos constituyen un elemento significativo en la estructura y complejidad de los arrecifes y juegan un importante papel en las tramas alimentarias de muchos peces e invertebrados de valor económico, como los roncos y las sardinas, que consumen las larvas juveniles que forman grandes congregaciones en el período de reproducción. Las «calandracas» pertenecientes a la familia Onuphidae, son altamente valoradas como carnada en la pesca recreativa. Algunas especies son potenciales productores de sustancias neurofarmacológicas. Un ejemplo de estos son los "gusanos de fuego", llamados así por su efecto abrasivo al contacto con sus setas. Otras especies tienen valor ornamental en peceras y acuarios por sus vistosas y coloreadas corolas. Estos organismos forman el grupo dominante en el bentos de muchos lugares afectados por la contaminación, incluyendo la térmica, por lo que son altamente valorados como indicadores de condiciones adversas a la vida marina. En los fondos blandos (arenosos o fangosos) los poliquetos se manifiestan en extensas galerías que oxigenan el sustrato y trasladan partículas de diferentes diámetro en la columna de sedimentos, modificando así su granulometría. Algunos son perjudiciales ya que crean tubos calcáreos como vivienda que ocasionan daños en las instalaciones costeras, en los cascos de las embarcaciones y en los túneles de enfriamiento de las industrias que utilizan el agua de mar con tales fines.

Phylum Arthropoda (crustácea). Se conocen más de 10 000 especies de crustáceos, de los cuales más de 1 000 especies están presentes en las aguas cubanas. Constituyen uno de los grupos de mayor diversidad, densidad y biomasa en el ecosistema marino donde se establecen como el principal vehículo de transferencia de la energía, de los primeros niveles tróficos a los superiores. Entre los crustáceos decápodos (cangrejos, camarones, langostas) (Figura 24) se han reportado cerca de 500 especies que habitan principalmente en el bentos de todos los ecosistemas litorales y profundos. Estos representan la principal fuente de alimentación de muchas especies comerciales de la plataforma cubana. Entre ellos se distinguen los más importantes recursos pesqueros de Cuba: la langosta espinosa y los camarones. Entre los crustáceos no decápodos se cuenta con una notable variedad de grupos taxonómicos entre los que se destacan por su diversidad los anfípodos y los isópodos, de los que se han reportado unas 450 especies. Los crustáceos no decápodos se hallan tanto en el plancton como en el bentos y algunos son parásitos de peces e invertebrados. Los copépodos planctónicos pueden llegar a conformar hasta 90% de la biomasa del zooplancton y constituyen el alimento principal de muchos peces pelágicos.



Fig. 24. *Crustáceo. Cangrejo.*

Phylum Echinodermata (equinodermos). Incluye unas 6 500 especies vivientes, reunidas en seis Clases: Crinoidea (lirios de mar), Asteroidea (estrellas marinas), Ophiuroidea (estrellas serpientes), Echinoidea (erizos marinos), Holothuroidea (pepinos de mar) y Concentrycicloidea, recientemente descubierta y representada por solo 2 especies. Los miembros de este grupo son exclusivamente marinos y viven, durante la mayor parte de su ciclo de vida, en el fondo del mar. En Cuba han sido registradas 375 especies: Crinoideos: 34, Asteroideos: 75, Ophiuroideos: 158, Echinoideos: 63 y Holothuroideos: 45. Los equinodermos tienen una gran importancia ecológica por su abundancia y funciones en las tramas alimentarias de las comunidades marinas. El erizo verde, *Lytechinus variegatus variegatus*, que habita en los pastos marinos, figura como un elemento fundamental en la movilización de la energía acumulada por la vegetación: ellos consumen grandes cantidades de yerba de tortugas o seiba, pero la digieren muy poco, por lo que es defecada semidigerida y pasa a formar parte del almacén de detrito del ecosistema. Otras especies de erizos, como *Meoma ventricosa* y *Clypeaster rosaceus*, son detritófagos que contribuyen también a desintegrar aún más la materia orgánica, facilitando la acción bacteriana sobre la misma. El erizo negro *Diadema antillarum*, es un gran consumidor de algas en los arrecifes coralinos, contribuyendo de esta manera a evitar el excesivo desarrollo de estas. Algunos equinodermos son alimento de recursos pesqueros, como cangrejos, camarones, langostas, peces y otros, como las holoturias (pepinos de mar) que son altamente apreciados por el hombre principalmente en los países asiáticos, donde se conocen como «trepan» o «bêche de mer». También son consumidas las huevas de ciertas especies de erizos pues poseen un alto valor nutritivo. Determinadas especies de equinodermos producen sustancias con actividad antitumoral, antileucémica, antimicótica y antibacteriana. La estrella frágil *Ophiocoma echinata*, abundante en las aguas cubanas, contiene sustancias que retardan la muerte de ratones leucémicos.

Subphylum Vertebrata (vertebrados). Clases Chondrichthyes (tiburones y rayas) y Actinoptefigii (peces óseos). Los peces se encuentran entre los organismos de mayor diversidad en el medio acuático. Se conocen más de 25 000 especies marinas, que habitan en todos los ecosistemas, desde los charcos de marea, hasta las grandes fosas oceánicas (más de 11 000 m de profundidad) pero es en las regiones tropicales, donde se encuentra su mayor diversidad. La ictiofauna de Cuba es probablemente la más rica de las Antillas. Han sido reportadas hasta la fecha, 1 030 especies, de los cuales 948 son Teleósteos, 80 Condrichthyes (tiburones y rayas) y una sola especie de la sub-clase Holocephalii (quimeras). De este total, unas 40 especies habitan total o parcialmente en las aguas dulces, aunque muchas de ellas utilizan también las zonas estuarinas. Unas 20 especies sólo han sido reportadas para aguas cubanas, lo cual no quiere decir que sean endémicas, sino que ello pudiera ser consecuencia de un mayor nivel de conocimientos sobre la ictiofauna de Cuba que en otras regiones del Gran Caribe. Aproximadamente 130 órdenes de peces son objeto de pesca, pero solo unas 40 tienen una importancia notable como recurso. Los peces marinos en Cuba aportan más de 55% de la captura comestible (no morralla). Algunas han sido sobre-explotadas, como la biajaiba en el Golfo de Batabanó y el Archipiélago Sabana-Camagüey, las lisas en las lagunas costeras, la cherna criolla, el caballerote o cubereta, etc. Los peces son un elemento esencial en el paisaje submarino, y esuno de los principales atractivos para el turismo internacional. No obstante, la abundancia de peces de mediana y gran talla es pobre en muchos sitios de buceo, como resultado de la pesca comercial y principalmente la pesca recreativa y furtiva.

Sub-phylum Reptilia (reptiles). Representados por cinco especies de quelonios: la tortuga verde, *Chelonia mydas*, el carey, *Eretmochelys imbricata*, la caguama, *Caretta caretta*, la tortuga bastarda *Lipidochelys olivacea* y en menor proporción el tinglado, *Dermochelys coriacea*. La explotación desmedida de estos o la fragmentación de sus hábitats de anidación han provocado una sensible disminución de sus poblaciones y como consecuencia se incluyen en el Apéndice I de CITES (especies prohibidas para el comercio internacional), por considerarse en peligro de extinción.

Mamíferos marinos. Entre los mamíferos marinos se destacan el manatí antillano, *Trichechus manatus* y los delfines (Figura 25), *Turciops truncatus*, ambas se encuentran protegidas por regulaciones específicas que prohíben su explotación. En estos momentos se encuentra en peligro de extinción. Aunque los delfines al parecer no están en tan difícil situación, solo se au-



Fig. 25. *Delfín. Mamífero marino.*

toriza su captura con fines acuarelistas, mediante una cuota restringida.

Colecciones Biológicas. Es un término abarcador, aplicable tanto a la recepción y custodia de disímiles objetos de origen natural separados de su medio, como a diferentes tipos de colecciones vivas, ya sean Jardines Botánicos, Zoológicos, Acuarios y Ceparios y hasta reservas Bióticas de diferentes categorías. Por tanto, las colecciones biológicas son de muchos tipos, con múltiples funciones y usos, directamente relacionados con la Institución a la que representan y a la comunidad que va dirigida. En este epígrafe se tratan las colecciones de ejemplares preservados, ya que las colecciones vivas serán abordadas en el capítulo 3.

Entre los tipos de colecciones biológicas o de historia natural se consideran las de paleontología, antropología, geología, botánica y zoología; así como colecciones de interés para la conservación de otros valores naturales de un país o región.

Las funciones de las colecciones biológicas son diversas, se destacan las siguientes:

- Documentan el patrimonio de la diversidad de un país o región por generaciones, a través de sus especímenes y datos asociados, y en este sentido asumen funciones de museos.
- Son fuentes que aportan información científica-popular para investigaciones en diferentes ramas de la naturaleza, y otras vinculadas a la misma (conservación, medicina, agricultura, toxicología, alimentación, economía, etnobiología, etnología, arqueología marina, piscicultura, bioquímica, ecología, biogeografía, evolución, ontogenia, taxonomía).
- Funcionan como unidad docente para diferentes niveles de la enseñanza e incluso para especialistas en formación interesados en botánica, zoología, Diversidad Biológica y otros temas relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- Son testimonios de la historia conservacionista de la cultura social de los pueblos. Permiten una transmisión de conocimientos a través de generaciones.
- Los ejemplares de la colección sirven también para dar validez a la investigación biológica, asegurando que el resultado se pueda repetir o comparar con futuras investigaciones.
- Son consulta obligada para los inventarios y evaluaciones de áreas que se hacen no sólo con propósitos científicos, sino también económicos y sociales.

El tema de las bases de datos es de actualidad y está estrechamente vinculado con los avances tecnológicos de la computación en el mundo moderno; pero también con la necesidad de ordenar la información sistemática para ponerla al servicio de la sociedad y la ciencia para actuales y futuras generaciones, no sólo de científicos sino también de tomadores de decisiones de distintas categorías a diferentes niveles sociales y estatales.

La automatización de las colecciones a través de un programa único facilita la comunicación y apoyo entre las mismas, agiliza la extracción e intercambio de la información contenida en ellas, contribuye a su conservación, ya que disminuye la manipulación directa de los ejemplares y les evita daños físicos, permite aliviar al curador o asistente en ciertas operaciones de rutina, tales como la impresión de etiquetas, lista de especímenes para determinados intereses (préstamos, intercambios, etc.), búsqueda de registros con la información contenida en las colecciones, la obtención rápida de lista de plantas y animales con determinadas características, apoyado grandemente en la realización de inventarios, monografías, catálogos con los principales datos ecológicos y sus localidades georeferenciadas.

Las colecciones se forman y enriquecen fundamentalmente a través de la realización de expediciones de colecta. También es posible la adquisición de ejemplares por donaciones hechas por particulares o instituciones, el intercambio o la compra. El colector debe velar por que el método de colecta empleado no inflija daño alguno al medio natural o lesione más individuos de los que se deban, no debe violar las vedas establecidas o contribuir a agravar la situación de especies amenazadas.

Colecciones botánicas. Compuestas por especímenes herborizados (plantas desecadas en las debidas condiciones para que conserven la mejor forma la posición que sus órganos tenían en estado viviente) que se depositan en los herbarios. Además pueden tener colecciones anexas: carpoespermoteca (de frutos y/o semillas), xiloteca (muestras de madera), palinoteca (muestras de polen), fototeca (colección de fotos), archivos de informes y viajes de campo, etc. Las especificidades de cada una exige su propia forma de organización, manejo y conservación.

De acuerdo a su concepción y proyección, hay varios tipos de herbarios: nacional, provincial o local, etc. Además colecciones especiales que reúnen ejemplares de grupos botánicos específicos como: de especies medicinales, maderables, helechos, pastos y forrajes, ..., también hay colecciones docentes y de exhibición. El monto de especímenes que va atesorando un herbario solo resulta manejable, productivo y puede conservarse mejor, en la medida que se aplique un sistema adecuado de organización; por grupos en orden filogenéticos, (evolutivo), por orden alfabético u otros. Además se divide en secciones (histórica y de tipos, investigación y referencia o consulta) para facilitar aún más el trabajo de todos los encargados de su incremento, desarrollo y conservación.

Los herbarios con sus colecciones anexas y otras especializadas, están bien manifestados en el territorio cubano, atesorando alrededor de los 100 000 ejemplares que abarcan una representación de la mayoría de las provincias e instituciones posibles, así como muestras de la mayor riqueza y diversidad de la totalidad de los ecosistemas y de la biota cubana.

En Cuba funcionan 12 herbarios, reconocidos por el Index Herbariorum y adiciones posteriores, 5 herbarios en formación y 6 colecciones especializadas, distribuidos por todo el país; existen 6 en la región occidental, 4 en la región central y 2 en el oriente del país. Actualmente se trabaja en la consolidación de la Red Nacional de Herbarios Cubanos.

Colecciones zoológicas. En el país se localizan más de un centenar de instituciones poseedoras de colecciones zoológicas. De estas sólo diez están reconocidas internacionalmente por el volumen, representatividad y estado de conservación de los fondos en ellas depositados. La colección del Instituto de Ecología y Sistemática, la más grande y mejor representada de Cuba, alberga más de 1 millón de ejemplares y cerca de 2 300 tipos. Entre las especies en ella depositadas se encuentran algunas extintas, como el guacamayo, o seriamente amenazadas, como las polymitas.

Colecciones marinas. Las principales colecciones se encuentran en el Instituto de Oceanología del CITMA con una recopilación de corales formada por 5 294 ejemplares de las 44 especies, que habitan en los arrecifes cubanos. La colección de peces contiene 2 848 lotes donde están representados peces y tiburones cubanos y caribeños.

El Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana (U.H) también es depositario de otros muestrarios marinos, algunos de ellos utilizados en la docencia y otros guardados específicamente como históricas, por ejemplo los peces de la Expedición del Atlantis. En el Museo Felipe Poey de la U. H. se conserva el conjunto de peces de este eminente sabio cubano y la colección de moluscos marinos del Dr. Carlos de la Torre. En el Centro de Investigaciones Costeras de Cayo Coco, en la cayería norte de Cuba se encuentran en formación las colectas marinas que validan los estudios de biodiversidad que se realizan en esta zona.

Las colecciones contienen ejemplares de especies que ya han desaparecido, por lo que los fondos de estas no pueden ser reemplazados y su valor es incalculable, por tal razón, el estancamiento, deterioro o pérdida trae consigo privar a las generaciones de conocer su pasado biológico, evaluar el presente y proyectar el futuro. En consecuencia, como parte del patrimonio nacional entrañan la obligación jurídica y el compromiso moral de ser conservadas para la posteridad por parte de las instituciones que las forman y custodian.

2.4. Diversidad de ecosistemas y su importancia

Los sistemas ecológicos no existen como unidades diferenciadas, sino que representan partes diferentes de un continuo natural.

El concepto de ecosistema en sus diferentes formulaciones se encamina en general a las relaciones de espacio y funcionamiento entre los factores bióticos y abióticos, evolucionando en el tiempo desde enunciados que describen al ecosistema como “la relación no sólo de los organismos entre sí, sino también con las condiciones físicas del ambiente” hasta llegar a acepciones más modernas que consideran al hombre como parte fundamental de éste: “El ecosistema es un modelo de comprensión de las leyes generales de la vida, lo que existe en la naturaleza, en el universo, en el planeta, son zonas de vida. Ecosistema es eso, zonas de vida.”

La razón más poderosa de reducción de la Diversidad Biológica mundial, de la extinción de poblaciones y de la desaparición de especies, es la destrucción y modificación de los ecosistemas. El conocimiento de los ecosistemas y la protección de éstos, constituye indudablemente un gran reto para cualquier nación, aún más para los países en vías de desarrollo. La comunidad científica internacional ha reconocido como los principales ecosistemas amenazados a los forestales, marinos, costeros, agrícolas, sistemas de agua dulce y las praderas. Los riesgos asociados con la pérdida de los mismos son fácilmente considerados cuando se trata de especies particulares, pero la pérdida de la biodiversidad no debe ser minimizada de esa forma. La disminución de los ecosistemas es en última instancia la causa del presente gran récord de extinciones. La fragmentación de los ecosistemas causa grandes cambios en el medio ambiente físico; así como en el ámbito biogeográfico, se origina generalmente en paisajes con áreas remanentes de vegetación nativa, rodeada de una matriz de tierras agrícolas u otras formas de uso de la tierra. Para la representación, clasificación y cartografía de los ecosistemas, a los efectos de la planificación y vigilancia de la Diversidad Biológica, y teniendo en cuenta la falta de una clasificación internacional generalizada de los ecosistemas, se recurre generalmente en el plano internacional a las formaciones vegetales y a la clasificación de paisajes. Esta determinación está firmemente justificada en el actual concepto de biodiversidad, que comprende múltiples niveles de organización biológica, sobre todo en los tres atributos primarios de la biodiversidad: composición, estructura y función, incorporados a los diferentes niveles de organización. Tanto la delimitación y descripción de las formaciones vegetales como de los componentes del paisaje (heterogeneidad, área, perímetro, conectividad, etc.), pueden ser buenos controladores de la composición, abundancia de especies, viabilidad de las poblaciones para el conocimiento, monitoreo de especies y áreas ecológicamente sensibles.

La diversidad de los ecosistemas se puede expresar por su riqueza, y esta a su vez se asume como la variabilidad en una región o territorio determinado. En Cuba, al realizar un estimado inicial a través de la aplicación de índices para cada región físico-geográfica,

se halló que se distinguieron cinco grandes grupos que abarcan de forma general los grados de riqueza de los ecosistemas:

Regiones muy pobres. Presentan poca variabilidad de ecosistemas y ocupan aproximadamente, 30 % de las regiones de Cuba. Como ejemplos típicos se pueden señalar las Islas de San Felipe-Los Indios y Las Islas de la Ensenada de la Broa-El Cajío.

Regiones pobres. En esta categoría se concentra 1/3 de las regiones de nuestro país. Llama la atención la inclusión en este grupo de la región de las montañas de Sancti Spíritus. Como ejemplos clásicos se pueden presentar la Llanura Sur de Camagüey y la Llanura de Zapata.

Regiones medianamente ricas. Reúne 25 % del país. Se incluyen aquí, las regiones de la Cordillera de Guaniguanico, las Montañas de Trinidad y las Montañas de Nipe-Cristal, como las zonas más interesantes, así como algunas llanuras.

Regiones ricas. Sobresale en este grupo la Llanura de Real Campiña-Cienfuegos, única llanura incluida en esta categoría. El resto lo constituyen alturas y montañas con reconocida diversidad de ecosistemas, por su alta heterogeneidad geólogo-geomorfológica y edafo-biógena. Como ejemplo típico se pueden señalar la Sierra del Turquino y la Meseta de Maisí-Zapote.

Regiones muy ricas. Incluye una sola región: las montañas de Moa-Toa-Baracoa. Esta zona presenta condiciones hidroclimáticas extremas y conserva ecosistemas con alto grado de naturalidad. Su variabilidad abiótica es notable, dada sobre todo por su geología y las características de sus suelos. Tales condiciones, entre otros factores, propician que este territorio acumule altos valores de endemismo de flora y fauna y que sea una de las "zonas calientes" de la biodiversidad de Cuba.

Resulta evidente que la mayor riqueza de ecosistemas se presenta en las montañas del oriente del país, mientras que los subarchipiélagos están clasificados como de muy pobres. Al parecer, esta regularidad sólo puede ser enmascarada por los procesos de modificación antrópica. En el ejemplo, la Llanura de Real Campiña-Cienfuegos posee altos valores del índice de riqueza de ecosistemas, sin embargo, ha sido profundamente modificada por la actividad antrópica, y quizás, los agroecosistemas actuales no dejan ver altos valores de Diversidad Biológica. Por otra parte, se ha comprobado que la distribución de dichos valores de endemismo de la biota, no se relaciona necesariamente con la riqueza de ecosistemas, pues en ocasiones depende de determinado factor abiótico. Tal es el caso de las regiones cubanas donde se presentan condiciones edáficas extremas, de lo cual depende la presencia de importantes contingentes de especies endémicas de flora y fauna, sin embargo muestra una gran homogeneidad de ecosistemas como las Alturas de Cubanacán.

Los ecosistemas marinos. Principales características

La plataforma marina de Cuba está formada por un variado conjunto de hábitats entre los que se destacan: los humedales (pantanos y áreas cenagosas), las lagunas costeras, los manglares, los pastos marinos, los fondos blandos, los arrecifes coralinos, el litoral rocoso y las playas.

Lagunas litorales y estuarios. Las lagunas costeras son cuerpos de agua poco profundos (0,2-2 m) de escaso intercambio con el mar, el cual se realiza usualmente a través de estrechos canales y en dependencia de la amplitud de las mareas. La mayoría de las lagunas costeras recibe considerables aportes de agua, sedimentos y materia orgánica procedente de tierra. Además, en muchas de ellas la vegetación acuática es muy abundante, y casi todas están bordeadas de manglares, lo que les confiere una alta productividad biológica. Las lagunas y estuarios son los ecosistemas marinos de mayor productividad pesquera por unidad de área y constituyen zonas potenciales para el desarrollo del maricultivo. Por otra parte son áreas de reproducción y cría de los camarones, importante recurso pesquero, y áreas de cría de algunos peces comerciales, también albergan especies en peligro de extinción, como el manatí.

Pastos marinos. Conocidos en Cuba como seibadales, son fondos de sedimentos no consolidados (fango y arena) con desarrollo de yerbas marinas (principalmente la llamada seiba o yerba de tortugas) y de algas. Este biotopo es el más extendido en la plataforma cubana (50 % más de su superficie) sobre todo en el Golfo de Batabanó, el Archipiélago de Sabana-Camagüey y la plataforma norte de Pinar del Río. Los pastos marinos son la principal vía de entrada de energía que garantiza la productividad biológica y pesquera de la plataforma, la cual se exporta a los arrecifes a través de las especies que se alimentan en ellos. Constituyen un importante hábitat para el asentamiento y cría de las etapas juveniles de muchas especies comerciales y un importante sustrato de pesca. Los pastos marinos actúan como estabilizadores del fondo, previenen la erosión de los arrecifes, las playas, regulan la concentración de oxígeno y gas carbónico en el mar, y en muchas zonas son formadores de gran parte de las arenas de las playas, gracias a que en ellos habitan las algas calcáreas, uno de los principales productores de arena orgánica, así como muchas especies de moluscos.

Algunos pastos marinos de Cuba son afectados por la contaminación y la sedimentación proveniente de tierra. Grandes extensiones de las bahías del Archipiélago Sabana-Camagüey perdieron sus pastos marinos debido a los cambios ambientales provocados por las carreteras o pedraplenes que unen la isla principal con los cayos, convirtiéndose en fondos fangosos, con muy pobre o ninguna vegetación y por tanto poco aptos para la vida marina.

Arrecifes coralinos. Son estructuras geológicas de origen biológico, sólidas, masivas y con formas variadas que cubren la matriz rocosa de algunos fondos marinos tropicales y subtropicales. Estos son creados por organismos fijados al fondo que forman esqueletos pétreos de carbonato de calcio, principalmente los corales hermatípicos. Estos últimos se desarrollan en condiciones ambientales relativamente estables de los mares tropicales: aproximadamente 36 partes por mil de salinidad (que es la típica del océano abierto), temperaturas entre 20 y 28ºC, poca materia orgánica en suspensión, buena iluminación (por tanto no crecen a gran profundidad, aunque se encuentran algunos hasta 80 m), niveles de nutrientes relativamente bajos y una fuerte circulación y oxigenación del agua (Figura 26).

Forman parte de los arrecifes otros organismos sésiles como los gorgonáceos, las esponjas, las algas, los poliquetos y una gran diversidad de organismos móviles asociados a ellos (crustáceos, erizos,

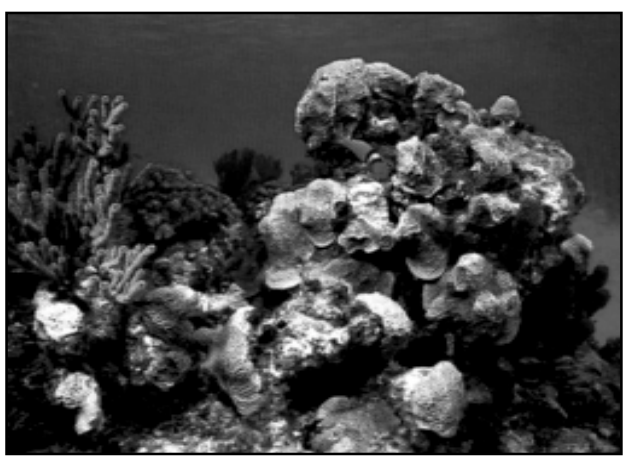


Fig.26. *Arrecifes coralinos: Este hábitat es el más diverso y rico en especies y formas entre los hábitat marinos, comparable en diversidad, solo con las grandes selvas tropicales.*

holoturias, asteroideos, ofiuroideos, moluscos, colonias de briozoos, peces, etc.), todos los cuales conforman la comunidad arrecifal. Este hábitat es el más diverso y rico en especies y formas entre los hábitats marinos, comparable en diversidad, solo con las grandes selvas tropicales.

Los arrecifes presentan variadas formas:

a) las crestas arrecifales, que asoman a la superficie cerca del borde de la plataforma,
b) los cabezos y arrecifes de parche, que son promontorios de muy diverso tamaño, se desarrollan generalmente sobre fondos rocosos, rodeados de arenales o seibadales,
c) las barras alternadas con canales de arena (macizos y canales) que generalmente se encuentran cerca del mismo borde o veril de la plataforma,
d) y otros arrecifes tapizan cantos y terrazas rocosas.

Los arrecifes coralinos tienen gran valor ecológico, ellos representan el área vital de refugio, alimentación o reproducción de gran cantidad de especies. En muchos países constituyen la base de la mayoría de las pesquerías tropicales. Aún cuando muchas especies habitan gran parte de su vida y se capturan en otros hábitats, la mayoría tiene cierta vinculación con los arrecifes durante alguna etapa de su vida. Por otra parte, son extraordinariamente atractivos para el turismo por su extraordinaria belleza. La arena de que se nutren las playas y parte de la que se usa en las construcciones, es fabricada por los organismos del arrecife. Tales estructuras brindan una efectiva protección a las costas (sus construcciones, poblados, etc.) contra la erosión que produce el oleaje. Se estima que los arrecifes poseen gran valor intrínseco por su carácter único, ya que a pesar de su limitada extensión sobre el océano, albergan la cuarta parte de las especies del mundo y poseen la mayor diversidad entre los ecosistemas marinos.

Aunque más de 50 % de los arrecifes de Cuba están separados de la isla principal por extensos pastos marinos o fondos blandos y cayos, las influencias terrestres afectan a gran parte de ellos, debido fundamentalmente a la sedimentación provocada por la erosión y la contaminación. Otros daños son ocasionados por la pesca con artes nocivos (como los chinchorros y otras que rompen los corales y demás estructuras), el anclaje de los barcos, la pesca submarina, y el turismo no controlado entre las actividades del hombre.

Actualmente se observa una notable proliferación de algas en los arrecifes, lo cual es consecuencia de:

a) el blanqueamiento o mortandad de los corales pétreos por efecto del incremento de la temperatura del agua en relación con los eventos El Niño,
b) el aporte de nutrientes desde tierra, acelerado por la deforestación y el uso de fertilizantes,
c) la casi desaparición del erizo negro (como resultado de una epidemia), principal controlador de las algas,
d) y la sobrepesca de los peces herbívoros.

Tanto la pesca comercial como la recreativa, provocan una grave disminución de la diversidad y abundancia de peces en los arrecifes, en detrimento de su valor turístico y ecológico.

Se considera que aproximadamente 70 % de los arrecifes del mundo están bajo una considerable amenaza de exterminio por encontrarse cerca de zonas de desarrollo e influencia terrígena. Estimados divulgados pronostican que 10 % de los arrecifes coralinos ya ha sido degradado completamente; 30 % se encuentra en estado crítico (no existirán después de 10 a 30 años); 30 %, en estado de amenaza (desaparecerían al cabo de 20 a 40 años); y 30 % en estado estable (que perdurarían por cientos a miles de años). En otras palabras, se prevé que al cabo de dos generaciones dos tercios de los arrecifes estarán seriamente devastados.

Fondos blandos o fangosos. Generalmente están asociados a zonas estuarinas, con poco intercambio con el océano. Se caracterizan por la carencia de vegetación, en dependencia de su liquidez. Los más blan-

dos son menos propicios para la vida que aquellos más compactos y estables. Si bien su diversidad de especies es relativamente baja, su productividad neta (explotable) suele ser muy alta. Su ambiente, como regla, es fluctuante e impredecible, poco dinámico. En este biotopo ocurre una intensa descomposición de materia orgánica que exporta nutrientes a otros hábitats marinos. Son a su vez el hábitat preferido de los camarones y peces detritovoros (lisas y otros).

En Cuba los principales fondos fangosos se encuentran en los golfos de Ana María y Guacanayabo, los cuales poseen una alta productividad pesquera, en especial de camarones, la que se ha visto afectada en los últimos años, al parecer por la degradación de las lagunas costeras que son el hábitat principal de las etapas juveniles de estas especies. La excesiva carga de sedimentos, provocada en algunos casos por la desaparición de los manglares costeros, el represamiento y la contaminación, afectan la calidad y productividad de los fondos blandos de las mencionadas regiones. En el Archipiélago de Sabana-Camagüey, grandes extensiones de pastos marinos se han convertido en fondos blandos, como resultado de la interrupción del régimen de circulación, el represamiento y otras actividades antrópicas.

Arenales y playas. Estos hábitats son quizás los de menor Diversidad Biológica en la plataforma cubana, debido a su homogeneidad física, su baja bioproductividad y elevada turbulencia. No obstante, en este biotopo habitan numerosos invertebrados que se entierran en la arena o están relacionados con esta por otros mecanismos. Frecuentemente los arenales están asociados a pastos marinos poco densos y arrecifes de parche, donde se concentra la mayoría de los organismos relacionados con este biotopo. Las etapas juveniles de muchas especies de peces transitan por este hábitat, principalmente en aquellos localizados en aguas interiores, donde es mayor el aporte de nutrientes y menor la turbulencia. No obstante, su mayor importancia en Cuba se vincula al turismo de playa, que es hoy una de las principales actividades económicas del país. La conservación de este biotopo depende de la protección de los ejemplares productores de arena, como los corales, las algas calcáreas, los moluscos, los equinodermos, los poliquetos, etc., que habitan en los arrecifes y en los pastos marinos.

Manglares. La mayor parte de las costas del Archipiélago cubano se encuentran bordeadas de manglares, igual que las zonas pantanosas y los miles de lagunas costeras y estuarios que abundan a lo largo de la costa. En este complejo ecosistema hay que considerar dos hábitats diferentes pero relacionados: el aéreo o terrestre y el sumergido. Los manglares se localizan en las costas de origen biológico, acumulativas, cenagosas y en los esteros con escurrimientos de agua dulce, aunque también en ambientes típicamente salinos como los cayos que bordean la plataforma, muchos de ellos originados por los propios manglares. En nuestro país la vegetación de manglar está formada por tres especies principales: el mangle rojo (el más abundante), el mangle prieto y el patabán.

Las raíces sumergidas de los mangles sirven de sustrato y refugio para las etapas juveniles a numerosos invertebrados (langostas) y peces. Entre los primeros prevalecen los crustáceos; las esponjas, que son hospederos de otros numerosos organismos; los moluscos (algunos de ellos comerciales, como el ostión), las ascidias, (algunas de importancia para la producción de medicamentos), los celenterados, las algas epífitas y muchas especies de peces, los que en su mayoría forman parte de las pesquerías que se realizan en otros hábitats. Estos ecosistemas aportan energía al hábitat acuático, mediante sus hojas, ramas y raíces, las cuales pasan a formar parte del detrito acumulado en los sedimentos.

Los manglares protegen las costas y otros hábitats de la plataforma de la erosión que provoca el oleaje, los vientos y las corrientes costeras, filtran los contaminantes y evitan que lleguen a los arrecifes coralinos.

Aproximadamente 30 % de los manglares de Cuba está siendo afectado por el incremento de la salinidad y la disminución de los nutrientes, como resultado del represamiento; la contaminación y la deforestación no sostenible; la acción abrasiva del mar sobre las costas, la acumulación de arena que recubre las raíces, la disminución de las precipitaciones y los huracanes entre otras causas.

Los ecosistemas terrestres. Principales características

Internacionalmente se enuncia la existencia de los ecosistemas de bosques, costeros, fluvio-lacustres, de praderas, de humedales, de montaña y antrópicos constituidos por los agroecosistemas y los urbanos.

Cuba se caracteriza por la alta complejidad y heterogeneidad de sus ecosistemas, condicionados entre otros factores, por la situación del archipiélago en la zona neotropical, su configuración estrecha, alargada y sublatitudinal, la constante influencia marítima, la estacionalidad climática, el amplio predominio de rocas carbonatadas, la marcada diferenciación del relieve, la preponderancia de las llanuras, el alto endemismo y la diversidad de la biota.

Si se clasificaran los ecosistemas a partir de sus características físico geográficas, y se homologan con los paisajes tendríamos que, de acuerdo con las grandes estructuras morfológicas del relieve y las condiciones climáticas regionales, en Cuba se distinguen los siguientes:

Montañas húmedas. Se caracterizan por un régimen climático de estacionalidad débil, el predominio de la alta energía del relieve, la presencia de suelos con particularidades zonales, formaciones vegetales de escasa distribución como el subpáramo, el bosque nublado y el bosque pluvial, así como un elevado endemismo de la flora y la fauna. Ejemplos de ellos se encuentran en los principales macizos montañosos del país, con su máxima representación en la Sierra Maestra.

Alturas y colinas húmedas y medianamente húmedas. Se encuentran asociadas a las montañas húmedas o en bloques aislados y presentan un régimen climático marcadamente estacional. Han sido medianamente asimiladas para la actividad socioeconómica, aunque algunas han sufrido intensas modificaciones. De acuerdo con las características de los suelos, en ellas se puede encontrar bosques siempreverdes y semideciduos que albergan altos valores en especies forestales que establecen el hábitat de numerosas especies de la fauna. Estos ecosistemas tienen una buena representación en la Sierra del Rosario.

Montañas, alturas y colinas secas. Presentan condiciones climáticas extremas y su principal rasgo es la xeromorfía y aridez. Entre otras características, están la restringida distribución y marcada localización a sotavento, el elevado endemismo de la flora y la fauna y la presencia de formaciones vegetales únicas para el país, como el matorral xeromorfo espinoso semidesértico, único en la franja costera de Maisí - Guantánamo.

Llanuras medianamente húmedas. Se diferencian por su amplia distribución, poseen un régimen climático estacional y han sido los paisajes de mayor asimilación socioeconómica, pues solo presentan ecosistemas con alto grado de conservación en las zonas litorales y en los subarchipiélagos, mientras que hacia el interior del país y de La Isla de la Juventud, su modificación se ha hecho notar.

Llanuras secas. Se caracterizan por su muy escasa distribución y representan ecosistemas de interés científico-conservativo, debido a las características climáticas extremas que condicionan la presencia de importantes contingentes de especies endémicas en paisajes de alta fragilidad. Como ejemplo de estos se encuentran las llamadas sabanas de arenas blancas de Pinar del Río e Isla de la Juventud, que simbolizan ecosistemas únicos por su estructura y por la alta presencia de endémicos de la flora y la fauna.

Ahora bien, si se sigue la tendencia de clasificar los ecosistemas a partir de las formaciones vegetales por las que se caracterizan, en Cuba se presentan las siguientes formaciones:

Bosque pluvial o pluvisilva. Formación con predominio de árboles y presencia de arbustos y herbáceas, que generalmente mantienen sus hojas durante todo el año, aunque algunos emergentes pierden su follaje en las épocas secas. Son abundantes en epífitas, epífilas, trepadoras, helechos arborescentes, musgos y hepáticas; se desarrollan en zonas montañosas de alta pluviosidad. Estos bosques pueden alcanzar hasta 30 m de altura. Sus recursos forestales son valiosos y son verdaderos sitios de patrimonio natural. Se presentan entre los 400 a 900 m s.n.m., en la Sierra Maestra, Sierra de Imías y Sierra del Escambray; en sus variantes lo podemos encontrar en las Sierras de Nipe y Cristal, Cuchillas de Moa, Toa y Baracoa.

Bosque nublado. Formación arbórea con presencia de arbustos y herbáceas, y abundancia de briófitas y epífitas. Con alturas de 8 a 12 m, rica en helechos, entre ellos los arborescentes; orquídeas terrestres y musgos. Se desarrolla, en general, entre los 900 y 1 600 m s.n.m en la Sierra Maestra, Gran Piedra, Sierra del Purial, Sierra de Imías y Sierra del Escambray.

Bosque siempreverde. Formaciones arbóreas en las que menos del 30% de las especies de árboles pierden sus hojas en los períodos de sequía. En ellos hay presencia de palmas, arbustos, herbáceas, lianas y epífitas. Mayormente se presenta en alturas sub-montañas entre 300 y 800 m s.n.m. En su variante de hojas pequeñas, se presenta mayormente localizado en zonas costeras y, en ellos podemos encontrar cactáceas columnares o arborescentes y lianas y arbustos espinosos. Su altura generalmente oscila entre los 15 a 25 m. Extensos territorios de estos bosques han sido modificados por la utilización de los recursos forestales que albergan, dados por valiosas especies maderables.

Bosque semideciduo. Formación arbórea con una presencia del 40 a 65% de especies que pierden sus hojas en los períodos de disminución de las lluvias. Los arbustos y las herbáceas son escasas, con poco desarrollo de las epífitas y abundancias de lianas. Estos bosques alcanzan hasta 25 m de altura. Hay presencia de palmas y especies de hojas endurecidas o esclerófilas y a veces espinosas. Se distribuyen en zonas llanas y onduladas. Al igual que los anteriores, estos bosques presentan modificaciones dadas por el uso de sus recursos forestales.

Bosque de ciénaga. Formación arbórea de hasta 20 m de altura con presencia de especies de árboles que pierden estacionalmente sus hojas, epífitas y algunos elementos de manglar. Se presenta en zonas periódica o permanentemente inundadas en ciénagas costeras, sobre suelos ricos en materia orgánica, principalmente en las penínsulas de Guanahacabibes, Zapata, costa norte de Matanzas y Camagüey y el sur de la Isla de la Juventud. Forma parte de los humedales.

Bosque de galería o ribereño. Con árboles que oscilan entre los 15 a 20 m y con presencia de arbustos, hierbas, lianas y epífitas. Está condicionado a las orillas de los ríos y arroyos y está formado por las especies de la vegetación circundante que resultan más dependientes de la luz solar, en especial las palmas.

Bosque de mangles o manglar. Con árboles de hasta 15 m de altura y presencia de raíces zancudas y pneumatóforos (raíz epígea por donde respiran), con herbáceas y trepadoras y ausencia de arbustos. Se encuentran en las costas bajas y cenagosas. Los manglares son ejemplos de bosques adaptados a una alta salinidad y constituyen una formación de altos recursos naturales tanto por sus productos forestales para leña y carbón, como por los productos forestales no maderables, como el tanino, sustancia producida por el mangle rojo y utilizada en la industria de las pieles, o por la alta productividad que presenta para la producción apícola. El manglar forma parte de los humedales y es también nuestra frontera natural por excelencia, hábitat de un sinnúmero de especies marinas en sus primeros estadios de vida y refugio de aves.

Bosque de pinos o pinares. Formaciones arbóreas con especies aciculifolias, es decir, aquellas cuyas hojas están compuestas por acículas o "agujas" del pino como comúnmente se les conoce. Presentan arbustos y herbáceas, así como pocas epífitas y lianas, con diferentes variantes asociadas a los suelos donde se implantan y con diferencias en la composición de especies en las distintas regiones del país. Estos bosques son considerados un potencial importante de recursos forestales. Existen grandes extensiones de repoblación de pino, en los que se establecen con el tiempo condiciones semejantes a las existentes en los pinares naturales, sobretodo cuando estas áreas de repoblación se encuentran en territorios donde la formación vegetal natural propia del lugar era el pinar. No deben ser confundidos con los territorios que fueron sembrados con la especie exótica *Casuarina equisetifolia,* que es conocida por la población como «pino» pero que no forma parte de nuestros pinares Figura 27.

***Matorral xeromorfo costero y subcostero*.** Más conocido por manigua costera, es un matorral con arbustos y árboles emergentes achaparrados, con especies espinosas, de hojas esclerófilas pequeñas que generalmente son renovadas estacionalmente. A veces estos matorrales toman el aspecto de bosques



Fig. 27. *Pinus Caribaea.*

arbustosos, con presencia de suculentas, palmas, herbáceas y lianas. La abundancia de suculentas puede llegar a ser notable. Por lo regular se presentan en calizas costeras de todo el país.

***Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina*.** Más conocido por cuabal. Con arbustos de 2 a 4 m, que forman una densa maraña en la que sobresalen los emergentes de 4 a 6 m, con abundancia de elementos espinosos, y herbáceas, palmas, epífitas y lianas. Estos matorrales se presentan principalmente en llanuras y alturas bajas, sobre suelos derivados de serpentinitas y son ricos en endemismos de la flora.

Matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina. Conocido por charrascal, muestra un matorral con un denso estrato de arbustos de 4 a 6 m y emergentes de 7 a 10 m, con la presencia de herbáceas, lianas y epífitas. La aparición de elementos espinosos es menor que en el anterior y se encuentra en llanuras, zonas colinosas y montanas, sobre suelos derivados de serpentinitas de Cuba oriental. Se destacan algunos endemismos de la flora.

***Matorral montano o monte fresco*.** Formado por arbustos achaparrados de alrededor de 3 m de alto, con suculentas, epífitas y trepadoras, son exclusivos del macizo del Turquino, en alturas mayores de 1 600 m s.n.m. Es rico en endemismos de la flora.

Comunidades acuáticas en aguas dulces. Compuesta por especies libremente flotantes y otras enraizadas. Se pueden encontrar en ríos, lagunas y embalses de todo el país. Algunas de sus especies muestran un aspecto de verdaderas esteras que impide la navegación fluvial y otras actividades. Las lagunas, por su carácter de espacio bien delimitado espacial y funcionalmente han constituido el ejemplo por excelencia en los estudios teóricos y de modelación de ecosistemas. Según los diferentes criterios, pueden ser considerados a su vez como ecosistemas fluvio–lacustres o formando parte de los humedales.

***Comunidades halófitas*.** Ecosistemas costeros formados por plantas mayormente herbáceas y suculentas que admiten altos niveles de salinidad. Se pueden encontrar en todas las costas del país.

***Herbazal de ciénaga*.** Herbazales altos de zonas cenagosas del país que pueden estar permanente o periódicamente inundadas y muchas veces asociadas a bosques de ciénaga y manglares, formando parte de los humedales. Constituyen hábitats únicos para un sinnúmero de especies de aves migratorias.

***Vegetación de mogotes*.** Vegetación arbustosa, con un estrato arbóreo de 5 a 10 m de altura, con palmas, suculentas, epífitas y abundancia de lianas. Se presenta en montañas de carso cónico conocidas por mogotes; forman un complejo de estructuras vegetales con los bosques semideciduos y siempreverdes. Las más representativas pueden localizarse en la región occidental, aunque también en la centro oriental.

***Vegetación de costa rocosa*.** Ecosistema costero formado por comunidades abiertas, con suculentas, arbustos pequeños, a veces achaparrados y herbáceas. Presentes en todas las costas cubanas.

Vegetación de costa arenosa. Ecosistema costero representado por plantas herbáceas y suculentas dispersas, entre las que pueden aparecer especies arbóreas, como la uva caleta y algunos mangles. Presente en todas las costas cubanas Figura 28.

***Sabanas naturales y antrópicas*.** Comunidades herbáceas, con árboles y arbustos dispersos, presencia de palmas y trepadoras y, en general, por especies que presentan una alta demanda de iluminación para su total desarrollo. Las primeras se describen como condicionadas principalmente a los suelos; su



Fig. 28. *Vegetación de costa arenosa de la Península de Guanahacabibes.*

existencia en nuestro país ha sido objeto de amplias discusiones científicas. Las antrópicas son el producto del manejo humano. Se encuentran distribuidas por las llanuras y alturas colinosas de todo el país.

***Agroecosistemas*.** Son considerados como tales los cultivos de una o más especies o variedades combinadas a la fauna y la vegetación asociada a estos, que ocupan de común una extensión y tiempo determinado, que cumple con una estructura y un funcionamiento que los distingue. El enfoque de ecosistema para los cultivos es indispensable cuando se habla de agricultura orgánica, lucha biológica y desarrollo sostenible, pues solo así se pueden entender las interrelaciones existentes entre los diferentes componentes. Por ejemplo, un área de cultivo de café bajo especies forestales en una zona montañosa, es visto de una forma simple, como un ecosistema de bosque montano, donde una de las especies vegetales es el cafeto, y a partir de este supuesto estudiar todas las interrelaciones existentes. Este conocimiento permitirá lograr una mayor productividad con un menor daño al medio ambiente.

***Ecosistemas urbanos*.** Desde el punto de vista de la sociedad y la población humana, el ecosistema urbano concentra una alta productividad de información, conocimiento, creatividad, cultura, tecnología e industria, que exporta a otros ecosistemas; desde el punto de vista biológico, exhibe una muy baja productividad y por ende una gran dependencia de su entorno. La significación ecológica de las ciudades en relación con el impacto que ejercen sobre el ambiente natural y especialmente sobre todo el sistema de producción de alimentos, debe tomar en consideración la relación entre el desarrollo social y el ambiente, estilos de vida, la salud y el bienestar de la población humana Figura 29.



Fig. 29. *Ecosistema urbano.*

Zonas Ecológicamente Sensibles (Z.E.S.)

La sensibilidad ecológica constituye una de las características de los ecosistemas que deben ser tenidas en cuenta tanto para su conservación, como para su uso racional u ordenamiento. En la actualidad no se concibe el desarrollo de ningún tipo de actividad socioeconómica sin el conocimiento previo de los valores naturales del territorio involucrado, es por esto, que el estudio de las Zonas Ecológicamente Sensibles representa un eslabón importante dentro del sistema para la protección y conservación de la Diversidad Biológica en Cuba.

Las Zonas Ecológicamente Sensibles (Z.E.S) son aquellas caracterizadas por sus condiciones físico-geográficas (alturas, pendientes, suelos, grado de conservación, etc.) que dificultan su recuperación después de su asimilación. Es por ello que se considera su estudio como un elemento importante a considerar al acometer cualquier actividad en un territorio determinado.

Para la delimitación de las Z.E.S. se realiza un amplio trabajo compilativo de toda la información disponible tanto bibliográfica como cartográfica, y las bases de datos disponibles. A partir de ésta, se pueden identificar las características de las áreas, prestando especial atención al grado de conservación de los territorios, evidenciado en la mayoría de los casos por la presencia de especies endémicas de la flora y la fauna de alto valor conservacionista y elementos naturales de significación, como son: número de endémicos vegetales, especies botánicas de alto interés socioeconómico (según su uso, valor maderable, medicinal, industrial o melífero y grado de conservación), numero de endémicos de la fauna, distribución espacial del endemismo y el grado de modificación del territorio.

También se tienen en cuenta condiciones naturales que determinan en mayor o menor medida el comportamiento de la Diversidad Biológica como: morfo e hipsometría (altura relativa, disección), condiciones climáticas (temperatura, lluvia y presión) y agroproductividad de los suelos.

Según la distribución y fragmentación en el territorio, se pueden delimitar las unidades que abarcan los ecosistemas caracterizados tanto por las praderas marinas hasta los ecosistemas de montañas, cada uno con sus características particulares en cuanto a condiciones físico-geográficas, pero con comunidad de elementos naturales que permiten agruparlos. Atendiendo a estos factores se pueden definir en Cuba seis grandes grupos que incluyen:

I. Ecosistemas de montañas húmedas. En éstos, las características de la geomorfología y el suelo determinan la aparición de una mayor gama de formaciones vegetales, en las cuales el número de endémicos vegetales estrictos llega a cifras altas. Se reporta la mayor cantidad de ejemplares botánicos de alto valor científico y conservativo y se mantienen los niveles de modificación dentro de parámetros aceptables. Por ejemplo: Los sistemas montañosos de la cordillera de Guaniguanico, el macizo de Guamuhaya, y los sistemas de la Sierra Maestra y Moa -Sagua – Baracoa.

II. Ecosistemas de alturas y llanuras interiores medianamente húmedas. La ubicación de los territorios junto con la complejidad del relieve y el clima, condicionan la aparición de formaciones vegetales, que tanto por su valor florístico como por su conservación constituyen áreas a mantener. En estos predominan en forma general los bosques y complejos de vegetación, con una alta concentración de especies endémicas. Por ejemplo: Región occidental de la llanura de la provincia Pinar del Río.

III. Ecosistemas de alturas y llanuras litorales medianamente húmedas. En estos ecosistemas las características más importantes están determinadas por el grado de modificación de los territorios, que se denota por la presencia de la vegetación secundaria. Los tipos de vegetación natural asociados son los matorrales y complejos de vegetación. Por ejemplo: Las penínsulas de Zapata y de Guanahacabibes. Figura 30.



Fig. 30. *Complejo de vegetación típica de la Península de Guanahacabibes.*

IV. Ecosistemas de alturas y llanuras litorales secas. Están conformados por áreas de complejidad geomorfológica y condiciones climáticas extremas con una vegetación compuesta básicamente por bosques, matorrales y complejos de vegetación. Sus grados de modificación son de bajo a medio y los valores de endemismo en las áreas oscilan entre muy altos y altos. Por ejemplo: La franja semidértica del sur de Guantánamo.

V. Ecosistemas de llanuras litorales y sistemas insulares secos a ligeramente húmedos. En estas zonas se pueden encontrar bosques, matorrales y complejos de vegetación en su mayoría poco modificados, por partes también se distribuye la vegetación seminatural. La cantidad de endémicos vegetales estrictos para dicha zonas es medio. En más de 60 % de estos territorios los ecosistemas se mantienen de poco a medianamente degradados. Por ejemplo: Las tierras emergidas en las cayerías que rodean a la isla de Cuba.

VI. Ecosistemas litorales. El complejo de arrecifes, pastos marinos y manglares (Figura 31), que rodean el archipiélago constituyen la base de los principales procesos vitales del ecosistema marino litoral y por tanto de los productos y servicios de la Diversidad Biológica marina. Los arrecifes coralinos al sur de Cuba se consideran los mejores conservados del Caribe. Estos conforman uno de los biotopos marinos más frágiles y al mismo tiempo productivos, desde el punto estético es el más espectacular. Por ejemplo: Los Archipiélagos de Sabana – Camagüey, Jardines de la Reina y Los Canarreos.



Fig. 31. *Manglar. Uno de los elementos que componen este tipo de ecosistema.*

Es importante tener en cuenta que por sus características o por las modificaciones sufridas durante años, no todas las Zonas Ecológicamente Sensibles están representadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por lo que se deben tener en cuenta en los sistemas integrados de conservación que incluyan a zonas que a pesar de su alto grado de modificación antrópica y el uso de sus recursos en líneas priorizadas del desarrollo económico, aún conservan valores de su flora, fauna o paisajísticos que ameritan contar con medidas de protección o rehabilitación.

2.5. Amenazas y pérdidas de la diversidad biológica

La Estrategia Mundial para la Biodiversidad reconoce como principales mecanismos de deterioro los siguientes:

- Deterioro y fragmentación del hábitat.
- Introducción de especies.
- Explotación excesiva de especies de plantas y animales.
- Contaminación del suelo, el agua y la atmósfera.
- Modificación del clima mundial.
- Agroindustrias y forestación.

La década de los 60 inicia un proceso de profundos cambios en todas las esferas de la sociedad. El impetuoso movimiento introduce modificaciones de «nuevo tipo» con transformaciones planificadas y dirigidas a la explotación racional de los recursos naturales. Según las amenazas para la Diversidad Biológica existentes internacionalmente, se definieron para Cuba las categorías siguientes:

Categorías de amenazas

Factores externos

- Bloqueo Económico. Toma de decisiones rápidas ante necesidades urgentes como la escasez de combustible y moneda libremente convertible.
- Desarrollo socioeconómico necesario, pero no siempre debidamente controlado.
- Modificaciones económicas de los años noventa.

Amenazas directas

- Turismo (Construcciones, actividades).
- Minería (Áreas en conflicto con la conservación).
- Construcciones civiles. Desarrollo urbano.
- Contaminación ambiental (Fertilizantes, control de vectores, desechos, mineralización del agua).
- Agricultura(Deforestación, uso de métodos inadecuados).
- Desconocimiento del valor económico de nuestra biodiversidad. Pérdida por esta vía.
- Pesca(Introducción de especies exóticas, sobreexplotación, destrucción de hábitats).
- Caza, pesca y tala furtiva.

Riesgos naturales

- Agudización de los períodos de seca.
- Lluvias intensas.
- Penetraciones del mar.
- Intensidad y frecuencia de perturbaciones ciclónicas.

Principales efectos causados por las amenazas a la Diversidad Biológica en Cuba

Un aspecto importante a distinguir en la identificación de las amenazas es su diferencia con los efectos o consecuencias que se deriven de éstos. A manera de síntesis, se pueden identificar los siguientes:

- Alteraciones, fragmentación o pérdida de hábitat/ ecosistemas/paisajes.
- Sobre explotación de especies**.**
- Contaminación de suelos, aguas y aire.
- Invasión o introducciones de especies.
- Erosión de los suelos.

En particular el medio marino se ha visto sometido a diferentes amenazas con sus consecuentes efectos nocivos como por ejemplo:

- Sobre explotación de los recursos pesqueros. El desmesurado incremento del esfuerzo pesquero provocó la pesca desmesurada de algunos de los más importantes recursos (biajaiba, camarones, lisas, caballerote-cubera, cherna criolla) y afectó la viabilidad y estabilidad de las poblaciones. El uso de artes de pesca nocivos, como los chinchorros, provocan serios daños a los pastos marinos y arrecifes de parches.
- La contaminación por hidrocarburos, por residuos industriales y agrícolas, además de las aguas albañales, afectan seriamente a las lagunas costeras, los pastos marinos y algunos arrecifes coralinos.
- El represamiento de las aguas fluviales provoca la salinización de las zonas costeras y disminuye el aporte de nutrientes, limitando su productividad biológica.
- La deforestación provoca incrementos en el aporte de sedimentos a la zona costera, con cargas de sedimentos dañinas para los arrecifes coralinos.
- La interrupción del régimen hidrológico por la construcción de pedraplenes contribuye al incremento de la salinidad y otras alteraciones del medio en las macrolagunas del Archipiélago de Sabana-Camagüey.

- La elevación de la temperatura del agua como resultado de los cambios globales, específicamente durante los eventos relacionados con El Niño, está provocando el blanqueamiento y otras enfermedades de los corales y facilitando el sobre-crecimiento de las algas sobre estos, lo cual afecta a todo el ecosistema, su diversidad de especies y productividad biológica.
- El anclaje de los barcos sobre los arrecifes, las actividades turísticas no controladas, la pesca submarina, la deposición de basuras y otras actividades antrópicas.

En cuanto a la fauna cubana, se considera que una de las causas de extinción de muchas especies de mamíferos fue la presión por animales exóticos, dado que existen grandes poblaciones de Ratas (*Rattus rattus* y *R. norvergicus*), perros y gatos ferales y mangostas (*Herpestes javanicus)* diseminados por los campos. Para los insectos, a pesar de que no existen categorías de amenaza, la destrucción o fragmentación de las áreas naturales por la acción del hombre, puede conducir a la extinción de las especies que allí viven, teniendo en cuenta que muchas son exclusivas de ellas. Por otra parte, la distribución restringida, el endemismo y la afectación antrópica de las áreas han contribuido a que existan 161 especies de moluscos terrestres que se ven amenazados especialmente por la fragmentación del hábitat y las recolectas indiscriminadas. En cuanto a los reptiles y anfibios, en las últimas dos décadas muchos herpetólogos (especialistas en reptiles y anfibios) del mundo han registrado disminución en las poblaciones de ranas, sapos y salamandras. Algunos de los efectos locales identificados incluyen la introducción de depredadores y competidores, la utilización de pesticidas u otras formas de polución, enfermedades, destrucción del hábitat (especialmente de los sitios de reproducción) y la sobrexplotación por el hombre. Los factores globales incluyen las altas temperaturas, debido al calentamiento global, las lluvias ácidas, cambios en los patrones regionales de precipitación y la deforestación a gran escala. Existe una lista de 20 anfibios cubanos incluidos dentro de la categoría de vulnerables. En el caso de las aves, debido a la desaparición de los bosques, a la cacería indiscriminada, la recolecta y comercio de diferentes aves, en nuestro país 40 especies han sido incluidas en el libro rojo de aves en peligro de extinción; tal es el caso del Catey (*Aratinga euops*), el Gavilán Colilargo (*Accipiter gundlachi*), La Grulla (*Grus canadensis*), etc., que necesitan urgentes medidas de protección y manejo de sus poblaciones, para que no les suceda igual que al Guacamayo Cubano, extinto a finales del siglo XIX. Figura 32. También la afectación a la que se encuentran sometidos los hábitat naturales del Almiquí, producto de la actividad forestal, así como la depredación directa



Fig. 32. *Guacamayo cubano.*

por perros y gatos silvestres, lo incluyen entre las especies de la fauna nacional con mayor peligro de extinción. En los crustáceos realmente pocas especies se encuentran en peligro de extinción, solo las de hábitat cavernícola, sin embargo dada la vulnerabilidad de este tipo de entorno pudiera estar amenazadas por la acción del hombre pues la destrucción o transformación de las casimbas, cuevas, grietas etc, pudiera eliminar muchas especies que son endémicas locales.

Para los vegetales, según las tendencias actuales se considera que una cantidad de 34 000 plantas en el mundo se encuentran en peligro de extinción. Se estima que alrededor de 16 % de las especies que componen la flora cubana, están en estado de grave amenaza de extinción y alrededor de 2% realmente desaparecidas. Esta amenaza es particularmente grave para las plantas endémicas, pues son más vulnerables y su desaparición del territorio nacional implica una pérdida para el patrimonio mundial. Por este motivo, el Plan de Acción diseñado por la Estrategia Nacional desarrollada para la conservación de nuestra Diversidad Biológica propone, entre las prioridades de los Programas de Ciencia e Innovación Tecnológicas, incluir los estudios acerca de la Biología de la Conservación para las especies endémicas, raras y/o en peligro. Un detalle conservacionista para grupos más sensibles como los helechos, orquídeas, cactus, plantas insectívoras y algunas especies particulares, es que no siempre forman poblaciones numerosas, por el contrario las especies más raras forman grupos de escasos individuos, factor este que los hace muy vulnerables, razón de más para abstenernos de colectar indiscriminadamente algo que no se conoce, solo por razones estéticas. Existen 82 especies de helechos con diferentes grados de amenaza lo que constituye aproximadamente 15% del total de la pteridoflora cubana de ellas 5 son vulnerables, 18 están indeterminados y 59 raros. Por otra parte, la conservación de los antoceros, hepáticas y musgos, recibe menos atención que la de las especies de plantas traqueofitas o los animales; esto se debe a la carencia o poco desarrollo de técnicas o métodos experimentales para su preservación, al escaso estudio de su biología reproductiva y propagación, y/o al estado de conocimiento de las relaciones que se establecen con los tipos de formación vegetal donde predominan. Esto no implica que estas plantas sean menos amenazadas o menos merecedoras de protección. En nuestro país se encuentran actualmente 162 especies amenazadas, afortunadamente 88% de estas se encuentran en áreas protegidas. Todavía hay muchos detalles por conocer en múltiples grupos de la biota cubana, por eso a pesar de los esfuerzos de varios especialistas, instituciones nacionales y extranjeras y de las proyecciones del estado, no se ha logrado aún el estatus que se necesita para controlar con total eficacia las amenazas, deterioro y pérdidas de elementos de la Diversidad Biológica, no obstante, los cálculos integrados por Vales y colaboradores en 1998 refieren 1 174 especies con diferentes categorías de amenaza. Dicha cifra aumenta o decrece en la medida que se profundizan estudios de grupos taxonómicos menos conocidos y se incrementan las evaluaciones en áreas con vacíos de información. Para validar de forma integral y uniforme los testimonios acerca de las plantas y ecosistemas amenazados en el Archipiélago cubano, con métodos más científicos y modernos, se comenzaron a realizar, a partir de 1998, los Talleres para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado (CAMP). Así en dos ediciones han sido categorizadas las especies, además de caracterizar la situación de los ecosistemas de las Arenas Blancas (sabanas y pinares) y de las Serpentinas (cuabales, charrascales y pinares). En estos talleres se recomendó priorizar las acciones de investigación hacia el manejo del hábitat, el monitoreo, completar censos, manejo de poblaciones silvestres, reproducción de especies, creación de bancos genéticos y concientización de las comunidades locales, entre otras acciones válidas para salvaguardar especies y ecosistemas.

3. VÍAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

3.1. Generalidades

El indicador más evidente de la disminución de Diversidad Biológica es la pérdida de una especie, lo que produce un daño irreparable a la naturaleza de un país o región. De ahí la necesidad de desarrollar acciones en función de la conservación y el uso sostenible de la Diversidad Biológica como única garantía de preservar el patrimonio natural y la vida en el planeta.

La Diversidad Biológica debe ser conservada mediante un sistema integrado de conservación que incluye dos vías fundamentales. Una de ellas, la conservación "*in situ*", se practica en el entorno natural del o los elementos a conservar. Comprende el establecimiento y manejo de Áreas Protegidas y la disposición de un cuerpo legal que garantice el cumplimiento de los objetivos de protección. Aunque la conservación de especies en particular tiene gran importancia, en la actualidad se considera mucho más adecuada en espacios mayores, que incluyan ecosistemas donde habiten y se relacionen con otras especies, de manera que se mantiene la variabilidad genética y los procesos evolutivos de las poblaciones.

La segunda vía, la conservación *"ex situ"* , es llevada a cabo fuera del entorno natural, como en los Parques Zoológicos, Jardines Botánicos y otras instalaciones preparadas para ello, donde se trata de criar o cultivar, mantener y reproducir especies consideradas en peligro de extinción o con determinado valor de uso, con el propósito de evitar su desaparición. Pudiera representar una desventaja el hecho de que los individuos dependen de la acción humana para sobrevivir y que solo se garantiza una parte de su variabilidad genética.

3.2. Conservación «in situ»

La idea de conservar determinados territorios, surge desde antes de nuestra era. La UICN estableció en 1960 la Comisión Internacional de Parques Nacionales, la cual propuso a la Organización de Naciones Unidas la primera lista de parques y reservas naturales, que fue aprobada en 1967. Ya en 1982 existían 2 671 zonas naturales protegidas establecidas en más de 120 países y poco tiempo después, en 1998, se reconocían 12 754 áreas protegidas a escala mundial.

En Cuba se inició el establecimiento de áreas protegidas a principios del siglo XX, pero la conservación «*in situ*» de la Diversidad Biológica cubana no contaba con un marco legal suficiente, hasta que en 1997 se aprobó la Ley 81 de Medio Ambiente, en la que se establecen los objetivos y principios básicos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; su base conceptual y regulatoria, fue promulgada mediante el Decreto-Ley 201 de 1999.

Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba

En 1930 se estableció legalmente la primera Área protegida de Cuba. Mediante el Decreto 487/1930, aparecido en la Gaceta Oficial 7073, se reconoció como Parque Nacional El Cristal, una finca situada en la actual provincia de Holguín, entre Mayarí y Sagua de Tánamo, en la Sierra del Cristal, con el objetivo de proteger los pinares y otros árboles maderables. El Decreto 803/1933 protegió los flamencos de la costa norte de la provincia de Camagüey y los cayos adyacentes, al declarar esta zona como Reserva Nacional, y con el Decreto 1370/1936 se prohibió la caza y la pesca en la Ciénaga de Zapata, mediante su denominación como Refugio Nacional de Caza y Pesca. Antes de la Revolución no existieron otras acciones encaminadas a la protección de nuestros valiosos recursos naturales y las citadas anteriormente carecían de ordenamiento y manejo. En el propio año 1959 se aprobó la Ley 239 en la que se crea el Departamento de

Repoblación Forestal para conservar, proteger y fomentar la riqueza forestal y se declaran nueve Parques Nacionales. Poco después apareció la Resolución 412/1963 en la que se declaran como Reservaciones Naturales a El Veral y Cabo Corrientes en la provincia de Pinar del Río y Jaguaní y Cupeyal del Norte en las provincias orientales; en 1966 se añade Cayo Caguanes, al norte de la provincia de Sancti Spíritus. A partir de 1973 las áreas protegidas del país se han ido instituyendo como un sistema que permite la correcta planificación y el manejo de unidades individuales de protección. En 1975 se propusieron alrededor de 100 áreas de elevados valores naturales, las que se fueron perfilando a través de análisis de la cobertura y la representatividad de sus ecosistemas y valores florísticos, faunísticos, geológicos y otros. Finalmente, en 1995 se funda el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP) entre cuyas funciones principales se encuentra la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). De acuerdo con la connotación de las áreas que lo componen y sus objetivos, se pueden identificar tres niveles de clasificación:

1. Áreas protegidas de significación nacional, las que por la connotación o magnitud de sus valores, represen-tatividad, grado de conservación, unicidad, extensión, complejidad u otros elementos relevantes, se consideran de importancia internacional, regional o nacional, por lo que constituyen el núcleo fundamental del SNAP.
2. Áreas protegidas de significación local, las que por su extensión, grado de conservación o repetibilidad, no son clasificadas como las anteriores.
3. Regiones especiales de desarrollo sostenible, las que son extensas, por la fragilidad de sus ecosistemas y su importancia económica y social, Se toman medidas de atención y coordinación de carácter estructural, a escala nacional, para el logro de objetivos de conservación y desarrollo sostenible.

A las áreas de los niveles 1 y 2 se les asignan categorías, ordenadas de acuerdo con la intensidad de manejo y la posibilidad de intervención humana en ellas, las que se corresponden con el sistema de categorías de la UICN: Reserva Natural, Parque Nacional, Reserva Ecológica, Elemento Natural Destacado, Reserva Florística Manejada, Refugio de Fauna, Paisaje Natural Protegido y Área Protegida de Recursos Manejados.

Un área protegida, o algún elemento dentro de ellas, puede recibir otros títulos, por su relevancia nacional o internacional, que le concede distinción a los recursos que poseen, tales como Monumento Local, Monumento Nacional, Reserva de la Biosfera, Sitios de Patrimonio Mundial y Sitios RAMSAR.

Hasta el año 2000, las áreas protegidas incluidas en el SNAP cubrían 22% del territorio nacional y abarcaban 19 957 km^2 en la parte terrestre (74.6%) y 6 791.8 km^2 en la marina (26.4%). Además, el programa MAB "El Hombre y la Biosfera" de la UNESCO ha declarado seis Reservas de la Biosfera para Cuba, de las 352 que existen en 87 países. En todas estas áreas se encuentran representadas 95% de las especies de la flora (98% de las endémicas y amenazadas), así como todas las aves endémicas, los centros de mayor endemismo y de especies amenazadas de vertebrados y los sitios de mayor abundancia de fauna terrestre. No obstante, aún falta mucho por conocer sobre la cobertura del SNAP para los invertebrados y para la biota dulceacuícola y marina.

Diversidad Biológica de algunas áreas protegidas.

Es precisamente en las áreas protegidas donde se encuentra la mayor Diversidad Biológica del país. Aunque en cada una de ellas es posible hallar numerosas especies de la flora y la fauna de gran interés por su endemismo, distintos grados de amenaza, diversas utilidades que reportan para el hombre y otros valores de connotada importancia, no es factible relatarlas todas, por lo que, de las 19 Áreas Protegidas de Recursos Manejados existentes en Cuba, se describen a continuación las seis con categoría de Reserva de la Biosfera; además, el Parque Nacional Viñales y el Archipiélago de Sabana-Camagüey, propuesto como Región Especial de Desarrollo Sostenible.

La **Reserva de la Biosfera "Península de Guanahacabibes"**, en el extremo occidental de la provincia de Pinar del Río, fue aprobada en 1987; su vegetación predominante es el bosque semideciduo sobre carso horadado (diente de perro), pero también existen las maniguas costeras y los manglares, así como fondos marinos con gran riqueza biológica. Allí se han encontrado alrededor de 600 especies de plantas, 14 de las cuales son endémicas locales, como el Peralejo de costa (*Byrsonima roigii*) y la orquídea *Broughtonia cubensis*, especie amenazada de extinción y una plantita endémica de género, *Goerziella minima*. Además, están los arbustos endémicos Aceitillo (*Croton sagraeanus*) y Avellano de costa (*Omphalea trichotoma*). Son abundantes las especies de moluscos costeros del género *Cerion.* Entre los arácnidos hay un alacrán (*Heteronebo bermudezi bermudezi*), una araña (*Barronopsis arturoi*) y una garrapata (*Antricola* sp.) endémicos locales. La ranita *Eleutherodactylus guanahacabibes* es endémica de esta región, la que habita fundamentalmente en las cuevas con agua dulce. También la lagartija *Anolis quadriocellifer* es endémica y vive sobre los troncos de las palmas y otros árboles en las maniguas costeras. Las iguanas (*Cyclura nubila*) (Figura 33) están en los grandes farallones cársicos donde abundan las plantas espinosas y de hojas pequeñas, junto con las bayoyas (*Leiocephalus stictigaster*) y las culebrinas



Fig. 33. *Iguana. Cyclura nubila.*

(*Ameiva auberi*). Esta región es punto de vital valor para las aves endémicas, residentes y migratorias; y es uno de los pocos lugares de Cuba donde abundan las cotorras (*Amazona leucocephala*) y el Zunzuncito (*Mellisuga elenae*), que es el ave más pequeña del Mundo, endémica de nuestro país. Por allí atraviesa un importantísimo corredor de aves migratorias; en los últimos años se han registrado, por primera vez para Guanahacabibes, 53 especies y el Vencejo de Chimenea (*Chaetura pelagica*), que no ha pasado por otros corredores de aves en nuestro territorio. Allí también se han podido observar juntas las seis especies de gorriones encontrados, fenómeno único en el país. Aunque no autóctono, el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) ya forma parte de la biota de esta Reserva, junto con las jutías conga (*Capromys pilorides*) y carabalí (*Mysateles prehensilis*).

El **Parque Nacional Viñales** ha sido declarado Patrimonio Natural de la Humanidad por sus excepcionales valores naturales, históricos, sociales y económicos. Está ubicado en la Sierra de los Órganos, en el sector oeste de la Cordillera de Guaniguanico, provincia de Pinar del Río. En él predominan las elevaciones cársicas conocidas por mogotes, de paredes casi verticales y cimas planas o redondeadas, con numerosas cuevas, dolinas y hoyos donde abunda la vegetación del tipo Complejo de vegetación de mogotes, que se caracteriza por su riqueza, complejidad y endemismo. Se destacan algunas plantas como la palma de sierra *(Thrinax microcarpa*), el ceibón de sierra (*Bombacopsis cubensis*), el roble caimán (*Ekmanianthe actinophylla*) y gran diversidad de curujeyes, orquídeas y helechos, pero sobre todo, la presencia de un elemento único, la palma corcho *(Microcycas calocoma*), considerada un fósil viviente por sus características primitivas. Entre las innumerables especies de insectos que habitan este Parque sobresale la mariposa endémica local *Parides gundlachianus alayoi*, de incomparable belleza, colorido y gran tamaño. Se encuentran además cinco especies de arañas endémicas locales. Viñales ha sido considerado por muchos estudiosos como el Paraíso de los Moluscos. Se dice que en cada ladera de los mogotes existe una comunidad distinta de ellos. Sobresalen, por su bello colorido y forma *Viana regina*, y por su gran tamaño y utilidad en la práctica médica, *Zachrysia guanensis*. Abundan las ranitas del género *Eleutherodactylus* y el sapo *Bufo fustiger*. Dos especies endémicas de lagartijas viven asociadas a los paredones y rocas calizas de los mogotes, una de ellas (*Anolis bartschi*), es considerada por muchos, la más bella de Cuba, por su colorido en tonos de azul y su forma esbelta, de extremidades largas. La otra (*Anolis mestrei*) posee un impresionante pliegue gular rojo (pañuelo) que destaca sobre su cuerpo verdoso. Este también es un lugar privilegiado para las aves, es uno de los pocos donde aún se puede escuchar el canto melodioso del Ruiseñor Cubano (*Myadestes elizabeth*) y se pueden ver varias especies de pájaros carpinteros y bijiritas. En las numerosas formaciones cavernarias que horadan los mogotes encuentran refugio diurno varias especies de murciélagos, entre ellas, *Phyllonycteris poeyi*, que solo utiliza los salones calientes de algunas cuevas.

La **Reserva de la Biosfera «Sierra del Rosario»**, en la región nororiental de la provincia de Pinar del Río, fue aprobada en 1985; su vegetación predominante es el bosque siempreverde, en el que abundan árboles muy altos como el Cuajaní (*Prunus occidentalis*), la Majagua (*Hibiscus antillanum*), el Ocuje (*Calophyllum antilanum*), el Cedro (*Cedrela odorata*), el Almácigo (*Bursera simaruba*) y la Palma Real (*Roystonea regia*). En el bosque semideciduo domina la Palma Real y en el de galería, a lo largo de los numerosos ríos y arroyos, abunda la Pomarrosa (*Syzygium jambos*), el Ocuje, el Guamá (*Lonchocarpus domingensis*) y la Palma Real. La orquídea *Bletia purpurea* florece y adorna con su belleza sencilla los bosques, por lo que ha sido escogida como símbolo de la Reserva. Los moluscos son muy abundantes, hay seis especies endémicas de esta Reserva. Entre los múltiples insectos se destaca una hormiga endémica, *Leptothorax barroi*. Es muy alto el endemismo de los anfibios, entre los que se destaca *Eleutherodactylus limbatus*, una de las tres especies más pequeñas del Mundo. Muy interesante es la presencia del Lagarto Caimán, *Anolis vermiculatus*, que vive estrictamente asociado a las márgenes de las corrientes de agua y es endémico de la Cordillera de Guaniguanico. Es abundante también el majá bobo (*Tropidophis melanurus*). Entre las aves abundan el Tocororo (*Trogon temnurus*), el carpintero churroso (*Colaptes fernandinae*), el Negrito (*Melopyrrha nigra*), el Cabrero (*Spindalis zena*), la Chillina (*Teretistris fernandinae*), las bijiritas del género *Dendroica* y otras; especial mención merece la Paloma Perdiz (*Starnoenas cyanocephala*), género endémico y especie que ya es muy escasa. Entre los mamíferos se encuentran 13 de las 27 especies de murciélagos que viven en Cuba, una de ellas endémica.

La **Reserva de la Biosfera «Ciénaga de Zapata»**, en el sur de la provincia de Matanzas, fue aprobada en 1999. Es el humedal de mayor extensión e importancia de Cuba y del Caribe insular. Son abundantes los llamados petenes, que incluyen el exclusivo Complejo de Vegetación de Manantial de Ciénaga. De particular interés y belleza son las terrazas marinas sumergidas, que albergan numerosas especies de la flora y la fauna de plataforma. En la parte terrestre se han encontrado hasta 16

formaciones vegetales, algunas de las cuales se encuentran en la parte seca del territorio y otras en las partes inundadas, ríos y canales. En la parte seca predominan el bosque semideciduo, con plantas como el soplillo (*Lysiloma latisiliquum*), la varía (*Cordia gerascanthus*), la caoba (*Swietenia mahogoni*), la ayúa (*Zanthoxylum martinocense*); el bosque de ciénaga, con júcaro (*Bucida buceras*), roble blanco (*Tabebuia angustata*), sauce (*Salix longipes*), palma cana (*Sabal parviflora*), curujeyes y orquídeas; y el herbazal de ciénaga, con la cortadera de dos filos (*Cladium jamaicense*), el macío (*Typha domingensis*), la flecha de agua (*Sagittaria lancifolia*) y el guano prieto (*Acoelorraphe wrightii*). En las comunidades acuáticas están presentes la valisneria (*Vallisneria neotropicalis*), el llantén cimarón (*Echinodorus grisebachii*), el trébol de agua (*Limnanthemum guayanum*) y plantas insectívoras del género *Utricularia.* Los invertebrados son poco conocidos; se han encontrado dos especies de alacranes (*Heteronebo bermudezi morenoi* y *Tityopsis inexpectata*). El endemismo de los vertebrados es alto: un anfibio del género *Bufo*, que se ha encontrado sólo en los alrededores de Playa Girón, el cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*)(Figura 34), y dos especies de aves (*Cyanolimnas cerverai* y *Ferminia cerverai*), capturadas en los alrededores del poblado de Santo Tomás. Sin embargo, la riqueza de especies es alta: 11 anfibios, 37 reptiles, 203 aves y 12 mamíferos. La jicotea (*Trachemys decussata*), junto al cocodrilo, es un reptil notorio en la Ciénaga. Cuantiosas aves escasas han sido encontradas en esta Reserva: la Grulla (*Grus canadensis)*, la Cotorra (*Amazona leucocephala*), el Catey (*Aratinga euops*), el Cao Montero (*Corvus nasicus*), el Mayito de Ciénaga (*Agelaius assimilis*), el Cabrerito de la Ciénaga (*Torreornis inexpectata inexpectata*). En particular, el territorio conocido como Las Salinas alberga numerosas especies de aves, algunas de difícil localización en otros lugares del país como la Cayama (*Mycteria americana*) y el Flamenco (*Phoenicopterus ruber*). Entre los



Fig. 34. *Reptil notorio de la Ciénaga de Zapata.*

mamíferos, el Manatí (*Trichechus manatus*) tiene allí poblaciones numerosas.

La **Reserva de la Biosfera «Buenavista»** fue aprobada en 1999; por su gran extensión (es la única que cubre territorios de tres provincias, al norte de Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila), contiene numerosos tipos de vegetación y una gran parte de su territorio está compuesto por zonas costeras, dunas activas, cayos y mar. Algunos de los tipos de vegetación más representativos son el bosque semideciduo, el manglar, la manigua costera, la vegetación de costa rocosa. Se conoce de la presencia de al menos 200 especies de plantas, entre las que se destacan algunas cactáceas columnares y arborescentes. La fauna es muy rica, asociada a las innumerables cuevas y cayos de piedra que caracterizan la región, como innumerables especies de artrópodos, entre los que se destacan las endémicas de Cayo Caguanes, como una cochinilla de tierra (*Pseudarmadillo spinosus*), las arañas *Anopsicus cubanus* y *Anopsicus silvai* y el ricinúlido *Pseudocellus silvai*. Se han registrado 19 especies de murciélagos. Una de ellas, el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), es el de mayor tamaño entre los presentes en Cuba, y abunda como en ninguna otra parte del país; el manatí (*Trichechus manatus*), la Grulla (*Grus canadensis*), el Flamenco (*Phoenicopterus ruber*), la iguana (*Cyclura nubila*), el chipojo enano (*Anolis pigmaequestris*) que es endémico de Cayo Francés, figuran entre los vertebrados más notorios y representativos de esta Reserva. Allí se ha encontrado la única especie de esponja de agua dulce del país.

El **Archipiélago de Sabana-Camagüey** ha sido propuesto **como Región Especial de Desarrollo Sostenible** por sus incalculables valores naturales y arqueológicos y por el impetuoso desarrollo turístico que se deriva de las bondades del clima tropical, la belleza y pureza de las playas y el estado de conservación de sus ecosistemas terrestres y marinos. Está ubicado en la costa norte de las provincias de Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey, desde Punta de Hicacos hasta la Bahía de Nuevitas. En su parte terrestre existen diferentes tipos de formaciones vegetales, como el bosque semideciduo, el siempreverde micrófilo, los matorrales costeros, la vegetación de costa y el más abundante es el manglar. Se conocen 708 especies de plantas, de las que 126 son endémicas. Se han registrado 544 especies de insectos, 75 arácnidos, 77 moluscos, 9 anfibios, 39 reptiles, 217 aves y 27 mamíferos. Se destaca el endemismo de los moluscos, con 19 especies: *Chondropoma jaulense*, endémica de Punta de Jaula en Cayo Coco. Entre los reptiles se pueden reconocer formas endémicas locales como los lagartos *Anolis equestris potior*, *Anolis jubar santamariae*, *Leiocephalus stictigaster septentrionalis* y el jubito *Antillophis andreai morenoi*. Además, el lagarto *Anolis pigmaequestris* es endémico de Cayo Francés. Por su posición geográfica y sus diversos ecosistemas, todo el archipiélago constituye un corredor de aves migratorias, entre las que se destaca por su rareza, la Bijirita *Dendroica striata*. También se encuentran numerosas especies residentes y algunas endémicas del archipiélago, como el Arriero (*Saurothera merlini santamariae*), el Carpintero Verde (*Xiphidiopicus percussus cocoensis*) y el Cabrerito de la Ciénaga (*Torreornis inexpectata varonai*). Se conocen cinco especies de murciélagos; entre los que más abundan están *Macrotus waterhousei* y *Phyllops falcatus*. La jutía rata (*Mesocapromys auritus*) habita solo entre los canalizos de la parte central de Cayo Fragoso, donde construye sus nidos sobre las raíces de los mangles. En la parte marina se encuentran arrecifes coralinos, pastos marinos, fangales y arenales. Existen numerosas especies de esponjas, gorgonias, corales y moluscos. Una gorgonia (*Eunicea pallida*) y un molusco (*Prunum enriquevidali*) son endémicos del archipiélago. La mayoría de las 900 especies de peces de Cuba están presentes en los fondos marinos y es común ver a los delfines (*Turciops truncatus*) paseando por las aguas tranquilas y limpias del archipiélago.

La **Reserva de la Biosfera "Baconao"**, al sureste de la provincia de Santiago de Cuba, fue aprobada en 1987; en ella se encuentran altas montañas, como la Sierra de La Gran Piedra y la Meseta de Santa María del Loreto, donde predominan los bosques húmedos siempreverdes y semideciduos y abundan los helechos, algunos arborescentes como *Cyathea strigillosa*. La fauna asociada a estas zonas es también característica de lugares húmedos. Abundan las jutías, los pájaros carpinteros, las lagartijas y las mariposas multicolores. Con gran contraste, la vegetación costera es propia de zona semidesértica. Allí se extiende la Reserva Ecológica de "Hatibonico" con elevaciones únicas en el país, los llamados "monitongos", con enormes rocas como cúpulas redondeadas donde abundan las cactáceas y arbustos espinosos. La fauna cambia totalmente y pueden ser observadas especies con coloraciones más apagadas, con tonos claros, como la iguana (*Cyclura nubila*), las bayoyas (*Leiocephalus raviceps* y *Leiocephalus carinatus*), el Gavilán Batista (*Buteogallus anthracinus*), el Sinsontillo (*Polioptila lembeyei*) y el Cabrerito de la Ciénaga (*Torreornis inexpectata sigmani*).

La **Reserva de la Biosfera «Cuchillas del Toa»**, en el norte de las provincias de Holguín y Guantánamo, fue aprobada en 1987; incluye en sus territorios desde las alturas montañosas de Nipe-Sagua-Baracoa hasta las zonas marinas costeras, mesetas, ríos, llanuras, bahías y arrecifes coralinos. Es por ello que en esta Reserva existen 16 de los 28 tipos de vegetación definidos para Cuba, dentro de los que se destacan los bosques lluviosos de montañas, los siempreverdes y semideciduos, los pinares, los manglares, la vegetación de costas tanto arenosa como rocosa. Las especies endémicas de la flora llegan a más de 900, con especial interés en algunas muy antiguas como el Griñapo (*Dracaena cubensis*) y varias especies de Sabina Cimarrona (del género *Podocarpus*). La fauna es muy rica y permanece poco estudiada, aunque se conoce de la presencia de especies en estado crítico de amenaza de extinción, como el Almiquí (*Solenodon cubanus*), el Carpintero Real (*Campephilus principalis*) y el Gavilán Caguarero (*Chondrohierax wilsonii*). Además, existen bandos importantes de Cotorra (*Amazona leucocephala*) (Figura 35), y Perico Catey (*Aratinga*



Fig. 35. *Cotorra. (Amazona leucocephala*).

euops), algunas poblaciones de jutía andaraz (*Mysateles melanurus*), exclusiva de la zona más oriental de Cuba, y de manatí (*Trichechus manatus*). Hay 46 reptiles endémicas de la Reserva, como las lagartijas *Anolis rubribarbus*, *Anolis fugitivus* y *Anolis baracoae* y 28 anfibios, entre ellas las ranitas *Eleutherodactylus principalis*, *Eleutheodactylus toa*, *Eleutherodactylus tetajulia* y *Eleutheodactylus iberia* son endémicas locales dentro de la Reserva. La última es la más pequeña de Cuba y la segunda en el Mundo en miniaturización. Entre los incontables invertebrados se encuentra el molusco arborícola, *Polymita picta,* que solamente habita en el territorio de esta Reserva. Otros invertebrados endémicos de la Reserva son el escorpión *Heteronebo nibujon*, los amblipigidos *Paraphrynus robustus* y *Charinus cubensis*, el esquizómido *Rowlandius baracoae* y las arañas *Scaphiella bryanthae* y *Kaira levii*.

Agricultura tradicional. Para los recursos fitogenéticos que conciernen a la agricultura y la alimentación es difícil distinguir entre especies silvestres y domesticadas, debido a que en la práctica se presentan situaciones complejas, por lo que, en general, es más adecuado referirse a las que tienen diferente grado de intervención del hombre en su manejo. En los últimos años se ha pensado en la conservación «*in situ*» como una estrategia complementaria para la conservación de los recursos fitogenéticos, y se utilizan las potencialidades de los huertos caseros en las comunidades rurales, así como del conocimiento tradicional, con el objetivo de lograr la preservación de esta diversidad genética para las generaciones futuras.

El huerto casero es un sistema agrícola dinámico, sostenible, que contribuye a la subsistencia familiar, de tamaño y estructura variable. Constituye un ejemplo de eficiencia en el manejo del suelo, el agua, los

nutientes y los recursos biológicos. La composición, distribución y uso de las especies vegetales presentes están determinadas por factores ambientales, históricos, socio-culturales y económicos. La preservación de estos agroecosistemas tradicionales no se puede alcanzar aisladamente del conocimiento científico tradicional, la cultura y la organización social de la población local, ya que en el desarrollo agrícola la diversidad cultural es tan importante como la Diversidad Biológica. Figura 36.



Fig. 36. *Huerto casero.*

3.3. Conservación «ex situ»

Los Jardines Botánicos, Parques Zoológicos y Acuarios son las instituciones principales que tienen un papel relevante en mantener poblaciones «*ex situ*» de plantas, animales y en el restablecimiento, en hábitat naturales o degradados, de especies amenazadas o extinguidas en la naturaleza. Tienen el deber de mantener colecciones de recursos biológicos, tanto de plantas, como animales y microorganismos, y hacerlos accesibles para el hombre, ya que pueden ser fuente de material biológico para reforzar poblaciones, como parte del manejo de los ecosistemas alterados y para su reproducción en la agricultura, vivarios comerciales y otras instituciones de reproducción de especies, con lo que se elimina la presión sobre las poblaciones naturales por parte de recolectores y aficionados. Existen otras instituciones que también se dedican a la conservación «*ex situ*» de la Diversidad Biológica, como son los ceparios, los bancos de germoplasma y los zoocriaderos.

Jardines botánicos, ceparios y bancos de germoplasma

Jardines Botánicos. Los jardines botánicos están vinculados al desarrollo científico y cultural de la humanidad desde varios siglos atrás, en cuanto a la exploración, estudio, aclimatación, puesta en cultivo, evaluación e introducción de los recursos fitogenéticos del planeta, así como a la enseñanza de la Botánica, la silvicultura, la agricultura, la medicina y la farmacia. En los Jardines Botánicos se conservan colecciones de plantas vivas con fines de su exhibición fundamentalmente, aunque también mantienen viveros, ceparios, bancos de polen, de semillas y de tejidos, con objetivos de investigación científica, reproducción y comercialización. No obstante, en la actualidad estos objetivos van más allá de la simple contemplación o investigación y juegan un destacado papel en la conservación «*ex situ*» de la diversidad de plantas del planeta. Los jardines botánicos tropicales de los siglos XVIII y XIX desempeñaron un papel trascendental para la agricultura mundial, en la prueba, cultivo, diseminación e introducción de especies importantes como el mango, el caucho, la nuez moscada, la pimienta negra, la canela, el café y el cacao, por interés de las metrópolis. En el siglo XIX las estaciones agrícolas heredaron el papel económico y los jardines botánicos se dedicaron más al cultivo y exhibición de plantas ornamentales o raras, procedentes de diversas expediciones exploratorias en todas partes del Mundo, lo que los hizo ser, cada vez más, centros de investigación de la diversidad vegetal mundial. En los últimos 20 años se ha operado un cambio trascendental en las misiones de los jardines botánicos, con su integración a los estudios de conservación de plantas y ecosistemas, sin perder sus funciones educativas, científicas, hortícolas y económicas.

A través del tiempo, los jardines botánicos han acopiado un conocimiento importante y se especializaron el cultivo de plantas silvestres, por lo que están bien preparados para asumir funciones de conservación «*ex situ*», como parte de una estrategia integral de conservación de especies amenazadas. Algunas de las tareas que un jardín botánico puede asumir, en este sentido, son los estudios florísticos en localidades naturales y la localización de especies amenazadas; los estudios de la fisiología de semillas y su conservación; los estudios de la reproducción, cultivo y propagación convencional «*in vitro*» de especies en peligro; las técnicas de restitución de sus hábitats naturales, de seguimiento en su adaptación; monitoreo del estado de especies amenazadas en áreas protegidas y en la naturaleza, y la determinación de categorías de amenaza de especies vegetales.

Nuestro país cuenta con una Red Nacional de Jardines Botánicos, integrada por cinco jardines activos y otros en proyecto, que se rigen por la Estrategia de los Jardines Botánicos para la Conservación y la establecida para la propia Red. En conjunto la Red participa en el proyecto «Los Jardines Principales de Cuba en la Conservación de la Diversidad Biológica Vegetal». Los principales Jardines son: El Orquideario de Soroa que guarda una impresionante colección de orquídeas y otras plantas ornamentales. El Jardín Botánico de Cienfuegos, el más antiguo de Cuba, con más de 100 años de funcionamiento, fue declarado Monumento Nacional en 1989. En él se exhiben valiosas colecciones de palmas, jagüeyes, leguminosas y bambúes. En el Jardín Botánico de Las Tunas se ha conseguido cultivar 46 especies amenazadas, de las que 24 crecen en la propia provincia y seis son endémicas locales; por primera vez se obtuvo la reproducción de 11 de ellas. El Jardín Botánico de Santiago de Cuba cuenta entre sus mayores éxitos con una colección de helechos formidable. El Jardín Botánico Nacional, el mayor del país, posee áreas fitogeográficas donde se cultivan las especies típicas de cada una de ellas, colecciones importantes de helechos, cactáceas, bromeliáceas, palmas y un Bosque Arcaico. Entre sus logros más importantes en cuanto a conservación está el de la reproducción de la Palma Corcho Cubana (*Microcycas calocoma*), considerada como un fósil viviente, en grave peligro de extinción.

Ceparios. Los ceparios se ocupan, fundamentalmente, del mantenimiento de colecciones de microorganismos con fines utilitarios, para las Ciencias Biológicas, Agrícolas, Médicas o Biotecnológicas. La importancia de los cultivos puros para el conocimiento y uso de los microorganismos quedó evidenciada cuando en 1872 se aislaron los primeros cultivos puros de hongos y bacterias. En nuestro país el cepario más antiguo data de 1964, custodiado por el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia, que actualmente cuenta con 289 cepas.

Otras 16 instituciones cubanas tienen importantes ceparios de referencia, según sus líneas de investigación. Entre ellos se destaca el cepario del Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical, con reconocido prestigio internacional, el mayor de nuestro país y de América Central, con más de 4 000 cepas de hongos conidiales. El Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal conserva hongos patógenos o vinculados con las enfermedades de las plantas. El Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» conserva más de 238 cepas de hongos también patógenos, causantes de micosis en el hombre. El Jardín Botánico Nacional tiene 110 cepas a su cuidado. La colección del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar contiene 252 cultivos de microorganismos. El Instituto de Ecología y Sistemática posee 142 cepas de hongos Hyphomycetes y Basidiomycetes.

Los hongos micorrizógenos tienen un papel fundamental en el desarrollo de numerosas plantas silvestres y cultivadas; mediante su uso en diferentes prácticas agrícolas como fertilizante natural. El Cepario Cubano de Micorrizas Vesículo-Arbusculares y Arbusculares, con sede en el Instituto de Ecología y Sistemática desde el año 1983, cuenta con una colección del orden Glomales, que asciende a 147 cepas, 33 de ellas puras, las cuales constituyen la base para la producción del MicoFert Certificado, nombre comercial de un substrato con cepas seleccionadas de hongos micorrizógenos y su microflora asociada.

Bancos de Germoplasma. En los bancos de germoplasma se preserva material vivo que se mantiene a disposición de los usuarios con distintos objetivos. En la actualidad, la mayoría de ellos tienden a priorizar familias en peligro de extinción, aunque la gran mayoría de ellos están dedicados a la conservación de especies cultivadas, sobre todo aquellas de valor para la alimentación humana. No obstante, en la última década se han desarrollado algunos cuyo objetivo está dirigido a la conservación, con especial interés en aquellas con potencial riesgo de extinción. Según el tipo del material vegetal a conservar hay diferentes Bancos de Germoplasma, como colecciones en campo, colecciones «*in vitro*», bancos de polen y bancos de semillas.

Las colecciones en campo son cultivos de tubérculos, rizomas, bulbos, estacas o plantas completas. Son una alternativa conveniente para la conservación de especies de reproducción vegetativa o de semillas recalcitrantes, que no pueden ser deshidratadas sin causarles daño y solo pueden ser almacenadas durante pocas semanas. Sin embargo, tienen como desventajas que ocupan áreas extensas, no incluyen la variabilidad genética y son sensibles a enfermedades, plagas, depredadores, incendios y tormentas.

Las colecciones «*in vitro*» son cultivos asépticos de material vegetal (yemas, raíces, hojas, semillas, embriones, tejidos, células aisladas, protoplastos, ADN u otras formas de organización celular) en recipientes de vidrio con medios de crecimiento sintéticos definidos y condiciones ambientales controladas. Son útiles en ejemplares con semillas recalcitrantes, o con ínfima producción de semillas o polen; también especies perennes con ciclos de vida muy largos, líneas clonales con elevado grado de heterocigosis e individuos silvestres en peligro crítico de extinción. Con estas colecciones se logra un gran número de plantas en poco espacio y libres de los efectos perjudiciales del clima o las plagas. Como inconveniente presentan el costo elevado de las instalaciones y la especialización del personal a su cargo.

Los bancos de polen almacenan material vegetal bajo condiciones de cultivo «*in vitro*» por multiplicación vegetativa. Este puede ser utilizado en cruzamientos, que florecen en épocas diferentes. Relativamente en poco volumen se conserva una alta diversidad genética; pero, la sensibilidad del polen a temperaturas bajas y a la humedad son sus desventajas principales.

Los bancos de semillas guardan muestras de estos propágulos vegetales bajo condiciones controladas, de forma tal que se garantice su viabilidad a largo plazo. Las semillas mayormente seleccionadas para estos bancos son las ortodoxas, que se mantienen viables por tiempo prolongado, más del que toleran las semillas recalcitrantes. Estas colecciones son fáciles de almacenar y guardan un amplio espectro de variabilidad genética; requieren de poco personal para su mantenimiento y solo no son útiles para semillas recalcitrantes y especies de reproducción vegetativa.

En nuestro país 14 instituciones conservan germoplasma de especies cultivadas e integran el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos de Cuba, con un total de 27 452 accesiones, que son muestras de se-

millas representativas de un cultivar, de una línea hereditaria o recolectadas en el campo. Existe un Programa Nacional Cubano, encabezado por el Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical, que atesora el Banco Genético Central de Cuba.

Una de las técnicas más usadas para conservar germoplasma es la crioconservación, en la que se emplean temperaturas ultra bajas que inhiben las funciones vitales del material biológico.

Parques Zoológicos, Acuarios y Zoocriaderos. El objetivo fundamental de los Zoológicos y Acuarios ha sido el de la exhibición de colecciones de animales. Si dichas especies están críticamente amenazadas de extinción, su cría y reproducción en estas instalaciones ha sido, en ocasiones, la única forma de que permanezcan entre nosotros. De este modo, muchos zoológicos o acuarios han contribuido, junto con otros métodos de conservación «*in situ*», a evitar la extinción de especies a las que les quedan pocos individuos en la naturaleza. Los zoológicos y acuarios contienen material vivo que representa una parte importante del banco genético animal, que con un manejo adecuado de su reproducción puede ser útil para completar las poblaciones naturales e incluso crearlas nuevamente.

Parques Zoológicos. En Cuba existe una gran tradición de Parques Zoológicos. Casi en todas las provincias hay parques de mayor o menor tamaño, aunque en Ciudad de La Habana hay dos, que son los de mayor importancia, desde el punto de vista de sus colecciones y de las investigaciones sobre conservación que en ellos se realiza.

El Parque Zoológico Nacional es el de mayor extensión; fue concebido como una inmensa colección de animales en semicautiverio, agrupados según las regiones zoogeográficas en las que viven, con el objetivo de mostrar especies típicas de otras partes del mundo en su medio natural, recreado en nuestras condiciones, y de mantener y reproducir especies en peligro de extinción con fines de su conservación y reintroducción e intercambio con otros zoológicos. Por razones económicas fundamentales, este proyecto solo ha sido llevado a cabo en representación de una de las grandes regiones del orbe, la pradera africana.

En el Jardín Zoológico de La Habana -es el más antiguo, con más de 50 años de fundado-, se exhiben numerosas especies de otros países y algunas cubanas. Muchas de ellas han sido reproducidas con éxito, aun en condiciones de cautiverio, como el Cóndor de los Andes (*Sarcoramphus papa*) una de las especies más amenazadas de la fauna mundial.

Acuarios. Luego de 42 años, el Acuario Nacional de Cuba cuenta entre sus logros más destacados haber alcanzado una gran experiencia en acuariología, en particular con mamíferos marinos, y tener resultados científicos en cuanto al manejo de colecciones vivas, además de consolidar tareas de educación ambiental y programas de enseñanza a distintos niveles, acercar a los visitantes al mundo marino y su fabulosa Diversidad Biológica, contar con un promedio de 400 especies y más de 3 500 organismos vivos en exhibición.

Zoocriaderos. La experiencia adquirida en la actividad pecuaria se fue trasladando a otros objetivos y en la actualidad existen distintos tipos de zoocriaderos según sus fines. Los zoocriaderos son instalaciones donde se reproducen especies útiles al ser humano, desde el punto de vista de su alimentación, salud, investigaciones científicas y otros usos. No obstante, también en algunos zoocriaderos se logró la reproducción de especies silvestres con el objetivo de su conservación.

En 1959 fue instaurado el criadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, a iniciativas del Comandante en Jefe y de Celia Sánchez, con el objetivo de reproducir y propiciar la conservación de las dos especies vivientes en Cuba, el caimán (*Crocodylus acutus*) y el cocodrilo cubano o perla (*Crocodylus rhombifer*), esta última endémica, lo que constituyó el primer criadero de este tipo en el Mundo. A partir de animales obtenidos en la propia Ciénaga de Zapata, en el criadero se comenzó su adaptación y se logró la reproducción de ambas especies. Los éxitos alcanzados dieron lugar a que en 1994 se le permitiera a esta instalación comerciar con productos del criadero, lo cual había estado vedado desde 1959 para evitar su extinción.

A partir de 1984 la Empresa de Flora y Fauna ha establecido siete zoocriaderos en el país, ubicados en comunidades rurales vecinas a los humedales donde existen poblaciones silvestres de estas especies. Uno de ellos fue establecido en Cayo Potrero, Isla de la Juventud, en 1987, donde se recibió un grupo de reproductores y juveniles procedentes del criadero de Ciénaga de Zapata, los que recibieron asistencia en esta nueva instalación, próxima al área donde esta habitaron abundantemente antes de 1950. Después de 1990 se han realizado varias reintroducciones, monitoreadas con éxito, por lo que ya el cocodrilo cubano ha vuelto a vivir en uno de sus lugares originales. Los otros seis zoocriaderos albergan la otra especie de cocodrilo, tres de los cuales lograron su reproducción y cría a ciclo cerrado, lo cual es muy favorable para la implementación de programas de uso sostenible de este importante recurso natural. Actualmente, en los siete zoocriaderos existen 6 308 cocodrilos, de los que 594 son reproductores. Estos animales no son utilizados con fines comerciales, sino como apoyo a proyectos de investigación para la conservación y manejo de las poblaciones silvestres.

3.4. Sistema integrado de conservación

Después de los lineamientos expuestos en la Estrategia Mundial para la Conservación de la UICN en 1980 se han elaborado diversos documentos, entre los cuales se destaca «Cuidado de la Tierra» en 1991, en el que se llama a utilizar tanto la conservación «*in situ*» como la «*ex situ*». Cada una de las vías de conservación expuestas anteriormente tiene sus ventajas y desventajas; ambas cumplen objetivos diferentes pero con el mismo fin: salvaguardar la Diversidad Biológica actual como parte inseparable del desarrollo humano presente y futuro. Actualmente se acepta que la conservación «*in situ*» y la «*ex situ*» son partes de un solo sistema, el cual puede lograr exitosamente los propósitos de conservar la Diversidad Biológica. Este sistema consta de tres etapas principales. La primera es la descriptiva, durante la cual se estudia el estado de conservación de los recursos naturales; la segunda es la de elección de objetivos y preparación de los estudios a realizar en las áreas y especies necesitadas de ser protegidas; y la tercera es la de ejecución de las acciones propuestas, mediante la combinación de técnicas directas e indirectas.

Las técnicas directas incluyen inventarios, recolectas de material biológico, mantenimiento y reproducción en las instalaciones apropiadas, determinación, administración y manejo de áreas protegidas, reintroducción o introducción de especies logradas «*ex situ*», o por ambas vías de conservación. En todos los casos, se requiere de un seguimiento periódico de las condiciones de las áreas protegidas y de la adaptación y supervivencia de las especies introducidas. Las técnicas indirectas son las que se relacionan con el cuerpo legal nacional e internacional establecido en función de la conservación de la Diversidad Biológica, con la ratificación de convenios internacionales al respecto y con las diferentes vías de educación ambiental y participación de la población en el uso sostenible de sus recursos naturales.

4. ¿QUÉ HACEMOS PARA SALVAGUARDAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN NUESTRO PAÍS?

4.1. La Diversidad Biológica y su relación con el desarrollo socio-económico

El Hombre a lo largo de los siglos de existencia sobre la Tierra ha usado los recursos naturales para su subsistencia y bienestar. Cuando este esta acción se convierte en explotación irracional, sin armonía con la dinámica de los ecosistemas trae aparejado la desaparición de los valores e impide de manera insoslayable el logro del desarrollo sostenible, a partir de procesos degenerativos de honda preocupación política y social como:

- La deforestación.
- El efecto invernadero.
- La desaparición de la capa de ozono.
- La contaminación de las aguas, el suelo y el aire.
- La pérdida de la Diversidad Biológica
- La pobreza, entre otros.

A pesar de que el desarrollo sostenible es una consigna obligada para organismos internacionales, políticos y gestores de todo el mundo, el término ha contado con interpretaciones ambiguas hasta que en el Informe Brundtland se define como «aquel que atiende a las necesidades del presente sin poner en peligro la posibilidad de que las futuras generaciones puedan atender las suyas». Sin embargo, se debe considerar que no existirá desarrollo sostenible si este sólo concierne a la posibilidad que se le brinda a las futuras generaciones, y en nuestro momento no se da solución a los problemas de la pobreza y el hambre que azota al mundo en que vivimos. Y si bien es cierto que el término se refiere al uso de los recursos naturales y culturales en su totalidad, es fácilmente reconocible el peso que la Diversidad Biológica, a través de todos sus componentes, adquiere en él.

Es bueno recordar que los recursos biológicos tienen valores directos e indirectos. Los primeros se relacionan con actividades de consumo o producción, tales como agricultura, ganadería, pesca, forestal, biotecnología, recreación y turismo, entre otros; los segundos, se corresponden con actividades de carácter no consumista, que tienen vínculos principalmente con la conservación y protección de los propios recursos bióticos y de otros recursos naturales, como son: atmósfera, suelo y agua, enmarcadas ambas valoraciones en el funcionamiento medio ambiental del país.

Prestaciones de la Diversidad Biológica

Las prestaciones o servicios de la Diversidad Biológica cubana están íntimamente relacionados con sus notables valores y características generales en sus diferentes componentes(gen, especie, población, comunidad, ecosistema y paisaje).

Los Programas de Desarrollo Económico y Social que acomete Cuba contienen, de forma implícita, elementos fundamentales de la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Algunos de los principales programas que se acometen tienen relación con las prestaciones de la Diversidad Biológica, como el desarrollo forestal, el desarrollo de la montaña, la pesca, el turismo, la biotecnología y la industria químico farmacéutico, entre otros.

El *programa forestal cubano* se apoya en acciones de repoblación forestal que han promovido el ordenamiento de los bosques existentes para reconocer sus potencialidades de aprovechamiento y sus requerimientos de protección. Los recursos forestales de Cuba contribuyen a mantener una parte importante de los ecosistemas en los cuales se desarrollan los organismos vivientes en el territorio nacional, así como la estabilidad medio ambiental, ya que las formaciones protectoras constituyen su componente principal.

Las utilidades principales de la flora y vegetación en Cuba son: medicinal, melífera, maderable e industrial o técnica, con abundancia de plantas económicas y un fondo genético importante en cereales, granos, pastos y forrajes.

El *programa de turismo en Cuba* tiene como premisa la. compatibilización del desarrollo turístico, con la conservación y uso sostenido de los recursos naturales existentes en las áreas de referencia, las que deben estar condicionadas por su calidad ambiental.

El turismo es una actividad económica de primer orden mundialmente, siendo en el Caribe el principal medio de vida para muchos países del área, en particular Cuba que donde ha llegado a constituir una de las principales fuentes de ingreso nacional. Los valores intrínsecos de la biodiversidad inciden positivamente sobre la motivación de un individuo para visitar un país, al ha-

cerlo más particular y exclusivo. Nuestro país se incluye entre los diez polos biológicamente más ricos y atractivos del mundo en lo cual es determinante el hecho de que sus arrecifes coralinos y otros biotopos marinos se cuentan entre los mejor conservados en el mundo.

El *programa de desarrollo integral de la montaña* tiene particular importancia, ya que ésta representa 18% del territorio nacional, a la que se asocian ecosistemas de elevada fragilidad que poseen los más altos valores de endemismo y biodiversidad; las más importantes cuencas hidrográficas, y planes de producción de café, cacao y productos forestales.

El *programa de biotecnología e industria químico-farmacéutica* participa en el perfeccionamiento y la protección ambiental así como a elevar la calidad de la salud humana. Las manifestaciones de estos beneficios son múltiples, como se puede apreciar en los siguientes ejemplos de sus resultados nacionales:

- Desarrollo de medicamentos para combatir enfermedades transmisibles y no transmisibles, y agen tes de lucha biológica contra vectores.
- Desarrollo de plantas resistentes a enfermedades.
- Producción de biofertilizantes y bioplaguicidas.

La aplicación de estos conocimientos a la agricultura, está colaborando también con el establecimiento de un nuevo modelo de agricultura alternativa, dentro del cual, la utilización y manejo de los recursos bióticos ha adquirido un papel fundamental en lo referente a manejo de plagas y malezas, abonos orgánicos, biofertilizantes y uso de leguminosas como abono verde y coberturas.

La conservación, manejo y uso sostenible de los recursos bióticos del Archipiélago Cubano, se enmarcan en las perspectivas de desarrollo a alcanzar por nuestro país.

Recursos y servicios de la zona costera cubana, por su carácter de archipiélago y la forma alargada y estrecha de la isla, la mayor parte de la población cubana se asienta o al menos interactúa con la zona costera. Son muchos los recursos y servicios que presta el medio ambiente marino a la economía del país, por lo que se mencionarán algunos de los más importantes:

Recursos pesqueros*,* más de 150 especies de peces e invertebrados marinos forman parte de los recursos pesqueros del país, aunque solo unas 50 especies tienen una incidencia importante en las capturas, por su abundancia y valor de mercado. La langosta, principal recurso de la plataforma, aporta unos 100 millones de dólares anuales. Otros medios exportables son el bonito, los camarones, las esponjas y algunos productos elaborados. Desde finales de la década del 90 se adoptaron medidas importantes para el control de la pesca furtiva y se inició un proceso de recuperación de la pesca comercial. La recuperación y uso sostenible de esta riqueza económica requiere del esfuerzo coordinado y consciente de decisores, pescadores, entidades y comunidades vinculadas a las zonas costeras para lograr su manejo integral. Muchos organismos marinos son portadores de sustancias biológicamente activas, y su potencial biotecnológico es de grandes e ilimitadas perspectivas.

Acceso a la Diversidad Biológica

Cuba presta especial atención a la protección del medio ambiente principalmente a la Diversidad Biológica, lo que se manifiesta en los principios de su política ambiental. La Resolución 111/96 del CITMA establece las regulaciones necesarias para lograr una gestión adecuada en la conservación y utilización sostenible de los recursos biológicos en el país y garantizar el cumplimiento de las obligaciones contraidas por el Estado Cubano como parte del Convenio de la Diversidad Biológica.

La Resolución 111/96 define como «acceso a la Diversidad Biológica»: el uso de los recursos de la Diversidad Biológica, ya sea de manera total o parcial, con fines científicos o comerciales, con independencia de que dicho recurso sea extraído o no del medio natural. Esta resolución, ha permitido la creación de un sistema de control de los recursos biológicos del país a través de permisos de captura, colecta, exportación e importación y comercialización, establecimiento de criaderos y viveros, entre otras actividades, con el objetivo de garantizar que el uso que se dará a esos recursos conlleve el menor impacto posible al medio ambiente y que los resultados y beneficios que se deriven de su utilización, se comparta de forma justa y equitativa.

Con estos Permisos o Licencia Ambiental se establecen normas para la protección, el aprovechamiento, traslado y comercialización de especies de la flora y la fauna silvestre, así como sus partes y derivados. Sin embargo la conservación de la Diversidad Biológica no es solo el amparo de especies y ecosistemas, sino también la protección de los genes, definido por el Convenio de Diversidad Biológica como todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de herencia, de valor real o potencial. Es por eso que requieren especial atención las plantas y animales gseleccionados por el hombre durante varias generaciones y que han desarrollado variedades o razas adaptadas a las condiciones locales y que atesoran en sus genes un patrimonio de gran valor desde el punto de vista de productividad, resistencia a plagas, enfermedades o condiciones ambientales adversas. De forma más amplia es necesario conservar no sólo las formas de vida que la sociedad utiliza en los sectores productivos, pues también es de gran importancia el material genético de especies silvestres, que podrían llegar a ser útiles, tanto desde el punto de vista productivo, como para la conservación de especies o poblaciones amenazadas.

Seguridad biológica

El Decreto-Ley No. 190 define la seguridad biológica como: «Conjunto de medidas científico-organizativas, entre las cuales se encuentran las humanas, y técnico-ingenieras que incluyen las físicas, destinadas a proteger al trabajador de la instalación, a la comunidad y al medio ambiente, de los riesgos que entraña el trabajo con agentes biológicos o la liberación de organismos al medio ambiente, ya sean éstos modificados genéticamente o exóticos; disminuir al mínimo los efectos que se puedan presentar y eliminar rápidamente, sus posibles consecuencias en caso de contaminación, efectos adversos, escapes o pérdidas.»

Seguridad Biológica en las instalaciones: Se mueve alrededor de tres principios básicos: las prácticas y procedimientos apropiados, los equipos de seguridad que deben estar presentes y los requisitos de diseño y construcción de la instalación.

La base de ellos está dada por el grupo de riesgo al que pertenece el agente biológico que se está manipulando.

Seguridad Biológica en la liberación de organismos al Medio Ambiente: Existe un principio básico referido a la evaluación y gestión de riesgos que comprende, según lo establecido en el Decreto-Ley 190: «un análisis multidisciplinario sobre bases científicas, para caracterizar e identificar la naturaleza y magnitud de las situaciones hipotéticas de peligro, si las hubiera, su probabilidad de ocurrencia, y la posible magnitud de los daños que ocasionen las actividades relacionadas con el uso y la liberación de agentes biológicos y sus productos, organismos y fragmentos de éstos con información genética, y las medidas encaminadas a garantizar que dicha liberación se realice en condiciones de seguridad.»

Salvaguardia: La salvaguardia, se manifiesta en dos instrumentos fundamentales: La Convención para la Prohibición del Desarrollo, la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas (biológicas) y Toxínicas y sobre su Destrucción (CABT), y el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. La primera constituye un Tratado en la esfera del desarme, lo que implica adoptar medidas encaminadas a garantizar que nuestros agentes biológicos sean utilizados de forma pacífica. El Protocolo de Cartagena, supone establecer procedimientos adecuados en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de organismos vivos modificados que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la Diversidad Biológica.

La gestión de la Diversidad Biológica: La conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad deben pasar a ser un componente del desarrollo económico, y para ello es preciso enmendar los fallos de la política y el mercado. La adopción de sistemas de gestión de base más ecológica, que tomen en cuenta los efectos de la extracción de bienes y de la utilización de servicios ecológicos, es prometedora para lograr el equilibrio entre las consideraciones socioeconómicas humanas y las consideraciones ecológicas a largo plazo. La gestión de Diversidad Biológica no es más que el conjunto de acciones y efectos encaminados a administrar la Diversidad Biológica de una localidad, territorio o país, a través de diferentes herramientas y mecanismos creados para ello y está necesariamente ligada al desarrollo socio económico del territorio en que se lleve a vías de hecho.

La gestión de la Diversidad Biológica es un subsistema estrechamente interrelacionado con el sistema de la Gestión Ambiental del cual forma parte; comparte objetivos e instrumentos comunes, basados en enfoques inter e intradisciplinarios y multisectoriales, producto del principio de integridad del medio ambiente y de los mismos instrumentos de gestión, el estado del conocimiento sobre la Diversidad Biológica, el nivel de conciencia ambiental de la sociedad, el desarrollo socioeconómico político e institucional del país y el contexto internacional. Basa su eficiencia y eficacia en la instrumentación, los mecanismos de gestión gubernamental y la participación ciudadana.

4.2. Gestión de la Diversidad Biológica

Conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, protección, mejoramiento y aprovechamiento de la Diversidad Biológica, basándose en una coordinada información multidisciplinaria y participación ciudadana (Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica, IES).

El objetivo básico de la Gestión de la Diversidad Biológica consiste en lograr el balance óptimo entre la conservación de la diversidad natural y el desarrollo humano (UNEP, 1995); se sustenta en los siguientes principios:

- La conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo de la Diversidad Biológica.
- Uso sostenible a través de la administración, manejo racional y optimización de los recursos (naturales, económicos y humanos) y de los beneficios esperados.
- El control de la actividad del hombre en su interacción con la Diversidad Biológica.
- Prevención y mitigación de los efectos y fenómenos negativos.
- El desarrollo de las capacidades humanas, financieras e institucionales y de las bases estratégicas, jurídicas y operativas que permitan la integración de estos aspectos a las estrategias y planes de desarrollo del país.

Instrumentos de gestión

Los instrumentos de gestión de la Diversidad Biológica, son las actividades o acciones que de forma multidisciplinaria y coordinada se llevan a cabo, con el objetivo de garantizar la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica.

Cada instrumento de gestión para la conservación de la Diversidad Biológica, tiene vida propia, o sea, su materialización no depende linealmente de la existencia de otro, aun cuando tengan puntos de contacto. Sin embargo, la eficacia de la gestión de la Diversidad Biológica como sistema, depende de la interrelación armónica que se logre entre todos sus instrumentos.

Conforme a la Ley No. 81 de 1997 de Medio Ambiente, los instrumentos de gestión ambiental son: la Estrategia Ambiental Nacional; el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social; la propia ley de medio ambiente, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a su defensa, incluida las normas técnicas en materia de protección ambiental; el ordenamiento ambiental; la licencia ambiental; la evaluación de impacto ambiental; el sistema de información ambiental; el sistema de inspección ambiental estatal; la educación ambiental; la investigación científica y la innovación tecnológica; la regulación económica; el Fondo Nacional de Medio Ambiente y los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.

El *ordenamiento ambiental* está dirigido a asegurar el desarrollo sostenible de un territorio, sobre la base de un enfoque multidisciplinario que haga coexistir armónicamente los proyectos de desarrollo económico-social con la conservación de la Diversidad Biológica presente en la región.

La *licencia ambiental* es el documento que emite la autoridad administrativa autorizando la ejecución de una inversión, luego de apreciar, que la obra a llevar a cabo cumple con los requerimientos técnicos necesarios que permiten la conservación de la Diversidad Biológica presente en la localidad.

La *evaluación de impacto ambiental* es el procedimiento que sobre la base del estudio de impacto ambiental, lleva a cabo la autoridad administrativa que otorga la licencia ambiental, y le permite valorar los efectos ambientales positivos y los indeseables que podría provocar una obra determinada y las medidas dirigidas a evitarlos o mitigarlos al máximo posible.

El *Sistema de Información Ambiental* tiene como finalidad garantizar a los órganos del gobierno y a la población en general, la información requerida sobre el estado de la Diversidad Biológica local y nacional, de forma tal que se puedan tomar las medidas necesarias que aseguren su conservación.

El *Sistema de Inspección Ambiental*, regulado por la Resolución No. 130 de 1995 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, está dirigido al control y la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de conservación del medio ambiente.

La *Educación Ambiental* tiene como base la Estrategia Nacional de Educación Ambiental en la que están implicados todos los órganos y organismos estatales que incidan de una u otra forma en la ejecución de actividades que contribuyan a la formación de valores éticos y de conductas acordes con la conservación del medio ambiente.

La Investigación científico-técnica le brinda al resto de los instrumentos de gestión los elementos necesarios para su ejecución.

El *Fondo Nacional de Medio Ambiente* fue establecido por la Ley No. 81 de 1997 de Medio Ambiente, y regulado en la Resolución Conjunta No. 01 de los Ministerios de Economía y Planificación y Finanzas y Precios. El objetivo central del Fondo es financiar total o parcialmente proyectos o actividades dirigidas a la conservación del medio ambiente, por tanto la Diversidad Biológica se encuentra dentro de sus beneficiarios.

Dentro de los instrumentos de gestión para la conservación de la Diversidad Biológica, están las normas jurídicas y los documentos programáticos, los cuales serán destacados a continuación.

Derecho Ambiental

Como un instrumento de gestión ha surgido el Derecho Ambiental, pero se impone -antes de abordarlo, y dentro de él la norma jurídica como instrumento de gestión para la conservación de la Diversidad Biológica-, responder a varias preguntas. ¿Qué es el Derecho Ambiental? ¿Su surgimiento responde a factores objetivos? ¿De qué depende la eficacia del Derecho Ambiental y dentro de él la norma jurídica?

En el orden filosófico general, el punto focal del Derecho Ambiental es estudiar la relación del hombre con la naturaleza, y en cuanto a la filosofía del derecho es identificar los fundamentos jurídicos que han regulado esta relación. El hombre tiene una doble dimensión, la natural que lo generaliza como ente biológico y la social, que lo singulariza precisamente frente a las demás especies. El Derecho Ambiental, surge abonado por los logros científico técnicos, que permiten ver al mundo en su interrelación causal, los mismos que han situado al mundo frente a la posibilidad de dejar de existir como especie.

El Derecho Ambiental es el conjunto interrelacionado de principios, doctrinas y prácticas jurídicas, que encuentran su expresión y son la base, de las normas e instrumentos legales dirigidos, todos, a la conservación de la Diversidad Biológica.

La norma jurídica (la ley, decreto-ley, decreto, resolución, instrucción y circular) es un componente del Derecho Ambiental, es su cara externa. La eficacia de la norma jurídica de Derecho Ambiental, está relacionada con su capacidad de ser reflejo de la doctrina y la práctica jurídicas vinculadas a la conservación de la Diversidad Biológica.

Los principios rectores del Derecho Ambiental que garantizan la eficacia de las normas jurídicas son: Primero el deber de conservar la Diversidad Biológica por su valor en sí; el del análisis dialéctico-sistémico de la conservación de la Diversidad Biológica y el de la responsabilidad de toda persona natural o jurídica en la prevención y/o reparación del daño a la Diversidad Biológica. Existen tres momentos en los que este último principio puede materializarse: durante la concepción de la inversión en la que el titular debe asumir todos los gastos que contribuyan a evitar o mitigar el daño, lo que se mantiene durante la ejecución de la obra y en el caso en el que las medidas no fueron efectivas, incluso no por una actitud dolosa o negligente del titular, sino porque las soluciones científicas y técnicas a pesar de ser las mejores del momento, no fueron capaces de evitarlo.

Las normas jurídicas vigentes en Cuba, dirigidas a la conservación de la Diversidad Biológica son diversas, por lo que brevemente se mencionarán algunas de las más significativas:

Ley No. 81 de «Medio Ambiente», de 11 de julio de 1997. Tiene como objetivo establecer los principios que rigen la política ambiental cubana así como las normas básicas para regular la gestión ambiental de las personas naturales y jurídicas, dirigidas a proteger el medio ambiente y contribuir al logro de un desarrollo sostenible.

Resolución No. 111 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). «Regulaciones sobre la Diversidad Biológica», de 14 de octubre de 1996. Establece los procedimientos legales para el acceso a la Diversidad Biológica; la introducción de especies, subespecies, variedades o razas que puedan alterarla y la introducción de organismos genéticamente modificados en el ambiente. Regula las redes de información, la constitución del grupo nacional de trabajo sobre la Diversidad Biológica y las reclamaciones de las personas naturales y jurídicas que se consideren afectadas por la aplicación de sus disposiciones.

Ley No. 85 «Ley Forestal», de 7 de septiembre de 1998. Tiene dentro de sus objetivos establecer los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible de nuestro patrimonio forestal; controlar los recursos de este patrimonio; incrementar la repoblación forestal; y conservar los recursos de la Diversidad Biológica asociados a los ecosistemas forestales.

Decreto Ley No. 201 del «Sistema Nacional de Áreas Protegidas», de 23 de diciembre de 1999. Es la piedra angular sobre la que descansa la conservación *«in situ»* de la Diversidad Biológica. Tiene como objeto, establecer el régimen legal relativo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, e incluye las regulaciones del ejercicio de su rectoría, control y administración, las categorías de las áreas protegidas, el régimen de protección y el otorgamiento de las autorizaciones para la realización de las actividades en dichas áreas.

Decreto Ley No. 212 «Gestión de la Zona Costera». Establece las disposiciones para la delimitación, la protección y el uso sostenible de la zona costera y su zona de protección. Se establecen los limites de la zona costera y los componentes que la integran. Reconoce el papel rector del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en la elaboración, proposición y control de la política y de las estrategias de manejo integrado de la zona costera, así como de la dirección y control en coordinación con otros organismos competentes de la gestión ambiental en la zona costera.

Documentos programáticos

Como otros de los instrumentos de gestión ambiental existen las estrategias y programas ambientales.

La Estrategia Ambiental Nacional, tiene como objetivos «indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros alcanzados por la Revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país que requieren de una mayor atención en las condiciones actuales, sentando las bases para un trabajo más efectivo, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible». La Estrategia identifica los principales problemas ambientales que enfrenta nuestro país, relacionado con la pérdida de la Diversidad Biológica y las causas que han incidido sobre afectación, La Estrategia Ambiental Nacional, es la base sobre la que se han elaborado las estrategias sectoriales y territoriales dirigidas a la conservación del medio ambiente. Y en el caso particular que nos ocupa es el sustento sobre el que se levanta la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica.

La Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica, responde a los compromisos asumidos por Cuba, en la Cumbre de la Tierra, y a los pronunciamientos contenidos en la Agenda 21, referidos a la necesidad de formular estrategias y planes de acciones nacionales. La Estrategia, es el resultado de un amplio proceso de consultas llevadas a cabo con todos los organismos e instituciones que en nuestro país inciden de una manera o de otra sobre la Diversidad Biológica y determinan las acciones prioritarias dirigidas a la conservación de nuestra Diversidad Biológica incluido un plan de 134 acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo. Se identificaron 11 objetivos básicos, referidos a temas tales como, conservación «*in situ*» y «*ex situ*»; ordenamiento jurídico; rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados; el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; el ordenamiento territorial; la educación ambiental; los instrumentos e incentivos sociales; el uso ambientalmente seguro de la biotecnología, entre otros.

4.3. Convenciones Internacionales

Un reflejo de lo internacionalizado de la conservación de la Diversidad Biológica, es la objetividad de una profusa normatividad jurídica en la materia. Dada las características de este curso, se relacionan cuatro de ellas: la Convención de lucha contra la desertificación y la sequía, la Convención sobre los cambios climáticos, la Convención sobre Diversidad Biológica, la Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar) y la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES).

La Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR). Se adoptó en Ramsar, Irán en 1971 y entró en vigor el 21 de diciembre de 1975. Es el primero de los tratados internacionales de nuestra época que dirige su atención a la protección de un hábitat, en este caso los humedales. Dentro de sus objetivos están brindar un enfoque internacional coordinado de la conservación y uso racional (obsérvese que no se habla todavía de sostenible) de los lagos, ríos, aguas costeras y otros hábitat incluidos dentro del concepto de «humedales», y reconociendo sus funciones ecológicas y su condición de recursos de gran valor económico, cultural, científico y recreativo.

Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Firmada en Washington, en 1973, entró en vigor el 1 de julio de 1975. Su objetivo es proteger las especies silvestres de la flora y la fauna de su explotación excesiva mediante el comercio internacional. El Convenio incluye a todos los animales o plantas vivas o muertas o cualquiera de sus partes fácilmente identificables. Se establecen tres Apéndices con diferentes categorías de manejo para las especies.

Convención de lucha contra la desertificación y la sequía. El 17 de julio de 1994 se adoptó en París y entró en vigor el 26 de diciembre de 1996. La Convención reconoce el papel de los seres humanos en la lucha contra la desertificación y la sequía y constituyen un problema de dimensión mundial en que están implicadas de una u otra forma todas las regiones el mundo; que la desertificación se debe a la interacción de factores complejos entre los que tenemos psíquicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos.

Convención sobre los Cambios Climáticos. Fue firmada por Cuba durante la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro en 1992 y ratificada el 5 de enero de 1994. La Convención reconoce la responsabilidad común de todos las partes en la conservación del ambiente. Sin embargo, los países industrializados son los principales responsables del incremento del efecto invernadero, por sus elevados volúmenes de emisión de gases, por lo que se deben de tomar las medidas pertinentes dirigidas a la reducción de las emisiones y establecer las medidas necesarias de cooperación con los menos desarrollados para enfrentar este problema ambiental.

Convención sobre Diversidad Biológica. Fue adoptada en el Comité Intergubernamental de Negociación para una Convención sobre Diversidad Biológica, en Kenia en mayo de 1992 y abierta a la firma durante la celebración de la Cumbre de la Tierra. Sus objetivos son la conservación de la Diversidad Biológica mediante la utilización sostenible de sus componentes y la participación equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de sus recursos genéticos, a través de su acceso adecuado y una transferencia apropiada de las tecnologías necesarias, sobre la base del respeto de todos los derechos sobre esos recursos y esas tecnologías, así como la obtención del financiamiento adecuado. El Convenio se pronuncia principalmente sobre el valor intrínseco de la Diversidad Biológica y los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la misma y sus componentes; sobre el derecho soberano de los estados sobre los recursos biológicos; define el alcance y contenido de la utilización sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica; fija el principio de cooperación entre las partes contratantes, en aquellos aspectos sujetos a su jurisdicción nacional; establece las medidas a aplicar por las partes en lo concerniente a su conservación y uso sostenible; establece la necesidad de que las partes, teniendo en cuenta las necesidades de los países en desarrollo, promuevan y fomenten programas de educación y capacitación científica y técnica, la investigación científica que contribuya a la conservación de la Diversidad Biológica y la compresión de la importancia de su conservación; reconoce el deber de las Partes de crear las condiciones para permitir a las otras Partes del convenio el acceso a los recursos genéticos; instituye la creación de un mecanismo financiero para el suministro de recursos a los países en desarrollo e institucionaliza su funcionamiento futuro con la creación de la Conferencia de las Partes.

4.4. Entidades nacionales e internacionales que contribuyen a la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), dirige la realización de estudios e inventarios, así como acciones de investigación y evaluación; educación, capacitación, concientización y participación pública para el manejo y conservación de las evaluaciones de impacto ambiental y desarrollo de políticas.

Los organismos de la Administración Central del Estado son responsables de la ejecución de actividades esenciales para preparar la estrategia nacional de evaluación y ordenación de la Diversidad Biológica representados por los Ministerios: de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA); de Economía y Planificación (MEP); para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC); del Azúcar (MINAZ); de la Agricultura (MINAGRI); de Cultura (MINCULT); de Educación Superior (MES); de Educación (MINED); de Relaciones Exteriores (MINREX); de Finanzas y Precios (MFP); de Salud Pública (MINSAP); de Comunicaciones (MINCOM); de la Industria Básica (MINBAS); de la Industria Pesquera (MIP); del Interior (MININT) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Las instituciones científicas que abordan diferentes aspectos relacionados con la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica sobrepasan la treintena y están lideradas por centros e instituciones de investigación pertenecientes a los ministerios antes señalados, a las universidades y a otros organismos e instituciones nacionales y territoriales.

Las entidades internacionales para el uso y conservación de la Diversidad Biológica están encabezadas principalmente por organismos de las Naciones Unidas, tales como UNESCO y la FAO, así como entidades no gubernamentales como el Fondo Mundial para la Conservación (WWF) y la Unión Internacional para la Conservación (UICN). Las acciones se desarrollan a través de programas y convenciones internacionales, entre los que destacan los siguientes: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para la Conservación (GEF).

4.5. Programas de Investigación de Ciencia y Técnica

Los proyectos de investigación se desarrollan a través de Programas Nacionales, Ramales, Territoriales y No Asociados a Programa de acuerdo con las características de la cuestión a solucionar, entre las que se identifican como prioridades en esta materia, los relativos a la biotecnología, el turismo, la montaña, los cambios globales, y el uso sostenible del medio ambiente, entre otros aspectos.

Las investigaciones acerca de la Diversidad Biológica cubana han permitido establecer bases teórico-metodológicas para su adecuado aprovechamiento y el cumplimiento de los acuerdos para el Programa Nacional de Medio Ambiente (Agenda 21) y en particular de la Convención sobre la Diversidad Biológica. Como ejemplo de resultados de investigación/desarrollo de referencia nacional e internacional al respecto, se pueden mencionar los siguientes:

- Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario.
- Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba.
- Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción de la República de Cuba.
- Protección de la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible en el Ecosistema Sabana-Camaguey.

Por ejemplo, las investigaciones ecológicas en los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, posibilitaron en 1988 la publicación de la monografía «Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario», en el marco del Programa MAB-UNESCO, lo cual permitió el desarrollo de estudios avanzados en ecología tropical, con el reconocimiento de patrones de funcionamiento ecológico de ecosistemas y paisajes en sistemas naturales cubanos.

El Estudio Nacional de la Diversidad Biológica de la República de Cuba, se publicó en 1998, en él se compiló y actualizó el conocimiento de la diversidad biológica cubana en sus diferentes componentes.

La Estrategia Nacional y Plan de Acción (ENBIO), en fase de edición, realizó la evaluación de todas las fuentes de información sobre la Diversidad Biológica, obtenidas por el Estudio Nacional de la Diversidad Biológica de la República de Cuba y otros ejercicios previos, para formular las medidas necesarias que solucionen ausencias, deficiencias e insuficiencias de la información evaluada, así como para obtener un consenso entre los grupos comprometidos, y proponer las prioridades e inversiones necesarias para su ejecución. De otra parte, el Plan de Acción traduce los objetivos de la ENBIO en acciones prioritarias prácticas e identifica y articula proyectos específicos, incluyendo además información sobre su implementación, cronograma, y responsables de su ejecución entre otros aspectos. La culminación del Estudio Nacional, y de la Estrategia nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción, ha permitido ayudar a establecer patrones de conservación y manejo de la Diversidad Biológica, asociados a la singularidad y representatividad de los recursos naturales que se localizan en el Archipiélago Cubano, para contribuir a una mejor integración de nuestro país en el marco internacional de la conservación de la Diversidad Biológica.

4.6. La Educación Ambiental como instrumento para la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica

La información ambiental es componente principal de una buena formación ambiental. A través de la educación ambiental, especialmente dirigida a la conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica, se pretende que todas las personas de cualquier edad o sexo, responsabilidad y función social comprendan las relaciones que los unen como seres humanos a su entorno y en especial con los componentes de la Diversidad Biológica que los rodea, y de la que directa e indirectamente son usuarios de sus valores utilitarios, funcionales y estéticos.

En los empeños realizados para dar a conocer las características de nuestra Diversidad Biológica y la necesidad de su conservación y manejo en aras de lograr el desarrollo sostenible, se enmarcan tanto los cursos de la educación regular como todos los esfuerzos que se desarrollan con niños, jóvenes, y adultos de la tercera edad en programas especiales o círculos de interés, así como los proyectos de divulgación y conservación con participación de comunidades. Entre ellos por ejemplo, la iniciativa de las bibliotecas verdes y los mapas verdes.

Las Bibliotecas Verdes tienen en su programa los siguientes objetivos:

- Crear y fomentar en las escuelas pequeñas bibliotecas que contengan información sobre las temáticas del Medio Ambiente y Sociedad.
- Despertar en los alumnos, profesores y la comunidad el interés por la investigación de sus riquezas florísticas, faunísticas, sociales.
- Brindar un servicio a la medida y de valor añadido a los usuarios en el conocimiento y levantamiento de su Banco de problemas ambientales. Traducido en orientar ¿dónde?, ¿cómo? y ¿a quién? pueden consultar para estos servicios en el país.
- Servir de herramientas de consulta a educandos, educadores y decisores políticos y económicos.
- Brindar servicios que apoyen la base material de estudio y de conocimiento de la realidad ambiental del país por la información que en ellas se atesoran.

Los Mapas Verdes constituyen una herramienta novedosa utilizada en educación ambiental, lo que brinda una visión diferente de un lugar. Es además la representación del ambiente natural, cultural y social que matiza nuestro entorno, es la posibilidad de lograr que nuestro sitio sea un lugar mejor para vivir; puede ser empleado como una valiosa metodología participativa en la toma de conciencia ciudadana y en la efectiva incorporación de los individuos en la búsqueda de alternativas de solución; y de esta manera lograr una sociedad participativa e individuos comprometidos con su entorno. En ellos se puede presentar la problemática ambiental de la localidad y generar acciones para la solución de los problemas, brindándole a quienes deben tomar decisiones elementos importantes.