

Biodiversidad

Nuestra Relación con la Vida en la Tierra

Juan Ramírez Marín*
Juan Manuel Hernández Licona**

*Doctor en Derecho por la Universidad Anáhuac. Director de Proyecto del Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias.

**Licenciado en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México, (ENEP Aragón) Investigador “B” del Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias.

I. Origen y evolución del término

Biodiversidad es un neologismo del inglés *Biodiversity*, a su vez del griego *βιο-*, vida, y del latín *diversitas*, *-ātis*, variedad; también llamada **diversidad biológica** ("variedad o abundancia de varias cosas distintas"), es el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que conforma, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también, de la influencia creciente de las actividades del ser humano.

La **biodiversidad** comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y sus mutuas interacciones con el resto del entorno, que fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

El término se acuñó en **1985** y en la *Cumbre de la Tierra* celebrada por la ONU en Río de Janeiro en **1992** se reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad promulgados en el *Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica*, aprobado en Nairobi el **22 de mayo** de **1972**, fecha que posteriormente fue declarada por la Asamblea General de la ONU como "*Día internacional de la biodiversidad*".

Sin embargo el concepto, por su carácter intuitivo, ha presentado ciertas dificultades para su definición precisa, tal como señaló Fermín Martín Piera al argumentar que el abuso en su empleo podría *vaciarlo de contenido*, ya que: "*suele suceder en la historia del pensamiento que los nuevos paradigmas conviven durante un tiempo con las viejas ideas*", considerando que el concepto de biodiversidad fue ya apuntado por la propia Teoría de la evolución.

A principios del siglo XX, los ecólogos Jaccard y Gleason propusieron en distintas publicaciones los primeros índices estadísticos destinados a comparar la diversidad interna de los ecosistemas. A mediados del siglo XX, el creciente interés científico permitió el desarrollo del concepto, hasta que en **1980**, Thomas Lovejoy propuso la expresión *diversidad biológica*.

Es pues una contracción de la expresión 'diversidad biológica,' que expresa la variedad o diversidad del mundo biológico. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de 'vida sobre la Tierra'.

Se ha hecho habitual, en parte por comodidad, considerar tres niveles jerárquicos de biodiversidad que afectan de manera especial al hombre:

- genes,
- especies y
- ecosistemas.

Pero ésta no es sino una de las varias formas de evaluar la biodiversidad y no hay una definición exacta del término ni, por tanto, acuerdo universal sobre el modo de medir la biodiversidad. El mundo biológico puede considerarse organizado en una serie de niveles de organización de complejidad creciente; ocupan un extremo las moléculas más importantes para la vida y el otro las comunidades de especies que viven dentro de los ecosistemas. Se encuentran manifestaciones de diversidad biológica a todos los niveles. Como la biodiversidad abarca una gama amplia de conceptos y puede considerarse a distintos niveles y escalas, no es posible reducirla a una medida única. En la práctica, la diversidad de especies es un aspecto central para evaluar la diversidad a los demás niveles y constituye el punto de referencia constante de todos los estudios de biodiversidad.

II. Definición

Se llama **biodiversidad** al conjunto de todos los seres vivos y especies que existen en la tierra y a su interacción.

La **biodiversidad** es resultado de la evolución de la vida a través de millones de años, cada organismo tiene su forma particular de vida, la cual está en perfecta relación con el medio que habita. El gran número de especies se calculan alrededor de 30 millones; esta cifra no es exacta debido a que no se conocen todas las especies existentes en nuestro planeta.

Es la variedad de seres vivientes de cualquier procedencia, incluso los que provienen de ecosistemas terrestres y marítimos y de otros ecosistemas acuáticos, y los sistemas ecológicos a los que pertenecen; comprende también la diversidad que existe dentro de cada especie, entre las distintas especies, y entre los diferentes ecosistemas.

En otras palabras, la **biodiversidad** es la variedad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones.

Todos los seres vivientes sobre la tierra son parte de un gran sistema interdependiente. Materias inertes como el agua, las rocas, y el suelo, también forman parte de este sistema que hace posible que exista algún tipo de vida. La gran diversidad de los componentes que conforman este sistema – también conocida como la biodiversidad – y las relaciones que existen entre todos ellos, es lo que permite que exista vida en la Tierra.

Somos totalmente dependientes del capital biológico. La diversidad dentro y entre las especies nos ha proporcionado alimentos, maderas, fibras, energía, materias primas, sustancias químicas, industriales y medicamentos.

La diversidad biológica, es la variabilidad entre los organismos vivos, terrestres, marinos y acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies, y dentro y entre los ecosistemas.

La diversidad cultural humana podría considerarse como parte de la biodiversidad, ya que cuenta con algunos atributos que podrían considerarse soluciones a problemas de supervivencia en determinados ambientes (nómadas, rotación de cultivos). Además ayuda a las personas a adaptarse a la variación del medio. La diversidad cultural se manifiesta en la multiplicidad de lenguajes, creencias religiosas, prácticas de manejo de la tierra, el arte, la música, las estructuras sociales, la selección de cultivos, la dieta y todo atributo de la sociedad.

Gran parte de los ecosistemas menos alterados en su biodiversidad de todo el planeta se encuentran en Latinoamérica (Patagonia, Amazona, bosques tropicales de montaña, las concentraciones de fauna marina atlántica o del Pacífico sur y los Tepuyes; a ellos debe sumarse la Antártica).

Los bosques tropicales constituyen el almacén clave de la diversidad biológica del mundo, desarrollados por 100 millones de años de actividad evolutiva, (formando un banco genético irremplazable). Ocupan sólo el 6% de la superficie terrestre, y viven en ellas más de la mitad de todas las especies de la tierra.

La reducción de biodiversidad es una consecuencia directa del desarrollo humano, ya que muchos ecosistemas han sido convertidos en sistemas empobrecidos que son menos productivos, económica y biológicamente. Se podría decir que, el uso inadecuado de los ecosistemas además de perturbar, también implica un costo.

La conservación de la diversidad biológica supone un cambio de actitud: desde una postura defensiva (protección de la Naturaleza frente a las repercusiones del desarrollo) hacia una labor activa que procure satisfacer las necesidades de recursos biológicos de la población, al mismo tiempo que se asegura la sostenibilidad a lo largo del tiempo de la riqueza biótica de la Tierra.

Si en el campo de la biología la biodiversidad se refiere al número de poblaciones de organismos y especies distintas, para los ecólogos el concepto incluye la diversidad de interacciones durables entre las especies y su ambiente inmediato o biotopo; el ecosistema en que los organismos viven. En cada ecosistema, los organismos vivos son parte de un todo actuando recíprocamente entre sí, pero también con el aire, el agua, y el suelo que los rodean.

Como sabemos, habitualmente se distinguen tres niveles en la biodiversidad:

- Genética o diversidad intraespecífica, consistente en la diversidad de versiones de los genes (alelos) y de su distribución, que a su vez es la base de las variaciones interindividuales (la variedad de los genotipos).
- Específica, entendida como diversidad sistemática, consistente en la pluralidad de los sistemas genéticos o genomas que distinguen a las especies.
- Ecosistémica, la diversidad de las comunidades biológicas (biocenosis) cuya suma integrada constituye la Biosfera.

Hay que incluir también la diversidad interna de los ecosistemas, a la que se refiere tradicionalmente la expresión diversidad ecológica.

II.1. Diversidad de especies. Por muchas razones, la especie es la medida básica de la biología y el centro de buena parte de las investigaciones realizadas por ecologistas y conservacionistas. El número de especies se puede contar en cualquier lugar donde se tomen muestras; también es posible estimar este número en una región o un país (aunque las posibilidades de error aumentan con la extensión del territorio). Esta *riqueza de especies*, constituye una posible medida de la biodiversidad del lugar y una base de comparación entre zonas. Es la medida general más inmediata y, en muchos aspectos, más útil.

La riqueza de especies varía geográficamente: las áreas más cálidas tienden a mantener más especies que las más frías; las más húmedas son más ricas que las más secas; las zonas con menores variaciones estacionales también son más ricas que aquellas con estaciones muy marcadas; por último, las zonas con topografía y clima variados mantienen más especies que las uniformes.

Pese a la importancia que tiene la especie, no hay todavía una definición inequívoca de este término. Se han usado criterios distintos para clasificar las especies en grupos de organismos diferentes (así, las especies de bacterias y las de aves se definen de manera muy distinta) y, con frecuencia, cada taxónomo aplica criterios distintos a un mismo grupo de organismos y, por tanto, identifica un número de especies diferente. No obstante, hay un acuerdo suficiente sobre el número de especies presente en grupos bien estudiados, como mamíferos, aves, reptiles o anfibios.

El número o riqueza de especies, aunque es un concepto práctico y sencillo de evaluar, sigue constituyendo una medida incompleta de la diversidad y presenta limitaciones cuando se trata de comparar la diversidad entre lugares, áreas o países.

II.2. Especies endémicas. Cualquier área geográfica contribuye a la diversidad mundial, tanto por el número de especies, como por la proporción de especies únicas de esa zona. Estas especies únicas se llaman *endémicas*. Una especie es endémica si su área de distribución está enteramente confinada a esa zona (el término deriva de la medicina, que considera endémicas a las enfermedades limitadas a cierto territorio y epidémicas a las muy extendidas). Así, las islas suelen tener menos especies que las zonas continentales de superficie equivalente, pero también suelen albergar más especies que no se encuentran en ningún otro lugar. En otras palabras: tienen menor riqueza de especies, pero mayor proporción de especies endémicas.

Las áreas ricas en especies endémicas pueden ser lugares de especiación activa o de refugio de especies muy antiguas. Por definición, las especies endémicas de un lugar determinado no se encuentran en ningún otro. Cuanto menor es el área de endemismo, mayor es el riesgo de que las especies endémicas sufran cambios de población de origen determinista o aleatorio. Aunque todas pueden ser vulnerables a un mismo episodio de modificación del hábitat, por el mismo motivo pueden también beneficiarse de una misma medida conservacionista.

Los endemismos pueden también definirse en términos de límites nacionales, lo que tiene gran importancia para la conservación de la diversidad biológica, porque, casi sin excepción, las acciones de conservación y gestión se aplican y mantienen a escala de política nacional.

II.3. Otros aspectos de la diversidad de especies. Además de la riqueza de especies y las especies endémicas, una posible medida de la biodiversidad es la magnitud de las diferencias entre especies. Una forma de evaluar este aspecto se basa en el contenido informativo del sistema de clasificación o taxonómico: Las especies similares se agrupan en géneros, los géneros similares en familias, las familias en órdenes y así sucesivamente hasta el nivel más elevado, que es el reino.

Esta organización taxonómica es un intento de representar las verdaderas relaciones entre organismos, es decir, de reflejar la historia de la evolución, pues se considera que las especies agrupadas en un mismo género están más estrechamente relacionadas que las pertenecientes a géneros distintos,

y lo mismo para los demás niveles taxonómicos. Ciertos taxones superiores tienen miles de especies (millones en el caso de los escarabajos, del orden de los Coleópteros), mientras que otros sólo tienen una. Las especies muy distintas (clasificadas en familias u órdenes diferentes) contribuyen por definición más a la biodiversidad que las similares (clasificadas dentro de un mismo género). Por tanto, algunos científicos piensan que si hubiera que elegir entre conservar uno de dos lugares con igual número de especies, sería mejor elegir el que alberga mayor número de especies esencialmente distintas frente al que mantiene especies más afines.

La importancia ecológica de una especie puede ser también considerable, pues algunas especies *clave* desempeñan una importante función en el mantenimiento de la diversidad de una comunidad de otras especies. Estas especies clave agrupan los organismos descomponedores, los depredadores de nivel más alto, los polinizadores, entre otros. En general, los árboles grandes aumentan la biodiversidad local porque proporcionan numerosos recursos naturales para otras especies (aves nidificadoras, epifitos, parásitos, herbívoros que se alimentan de frutos, y muchos otros organismos). Pero todavía no hay forma de cuantificar esta función de sostenimiento, ni de comparar su magnitud para distintos grupos.

II.4. Diversidad genética. Las diferencias entre organismos individuales tienen dos causas: las variaciones del material genético que todos los organismos poseen, que pasa de generación en generación, y las variaciones debidas a la influencia que el medio ambiente ejerce sobre cada individuo. La variación heredable es la materia prima de la evolución y la selección natural y, por tanto, constituye el fundamento de toda la biodiversidad. Depende en lo esencial de las variaciones que experimenta la secuencia de los cuatro pares de bases que forman los ácidos nucleicos, entre ellos el ácido desoxirribonucleico (ADN), base del código genético en la inmensa mayoría de los organismos. Los individuos adquieren nuevas variaciones genéticas por mutación de genes y cromosomas; en organismos que se reproducen sexualmente; estos cambios se difunden a la población por recombinación del material genético durante la división celular que antecede a la reproducción sexual.

La población de una especie comparte una reserva de diversidad genética, aunque la herencia de algunas puede diferir sustancialmente de la de otras, en especial cuando se trata de poblaciones alejadas de especies muy extendidas. Si se extinguen poblaciones que albergan una proporción considerable de esta variación genética, aunque persista la especie, la selección natural cuenta con un espectro de variedad

genética menor y las oportunidades de cambio evolutivo pueden verse relativamente mermadas. La pérdida de diversidad genética dentro de una especie se llama *erosión genética*, y muchos científicos se muestran cada vez más preocupados por la necesidad de neutralizar este fenómeno.

La diversidad genética es particularmente importante para la productividad y el desarrollo agrícolas. Durante siglos, la agricultura se ha basado en un número reducido de especies (vegetales y animales), pero, sobre todo en el caso de las plantas, se ha desarrollado un número extraordinariamente elevado de variedades locales. Esta diversidad de recursos genéticos vegetales tiene a veces ventajas prácticas; si un agricultor de subsistencia, por ejemplo, planta cierto número de variedades de una especie, quedará en cierto modo asegurado frente al riesgo de perder toda la cosecha, pues es poco común que las condiciones climatológicas adversas o los parásitos afecten por igual a todas ellas. A medida que los hábitats naturales se han visto desplazados por otros usos del suelo, con la consiguiente destrucción de formas silvestres de plantas cultivadas (que podrían ser necesarias para fines de selección), y a medida que los modernos sistemas de cultivo intensivo se han concentrado en un número muy reducido de variedades comerciales, se hace más urgente identificar y conservar los recursos genéticos vegetales y animales.

II.5. Diversidad de ecosistemas. Es sin duda el peor definido de todos los aspectos cubiertos por el término biodiversidad. Evaluar la diversidad de ecosistemas, es decir, la diversidad a escala de hábitat o comunidad, es un asunto problemático. No hay una forma única de clasificar ecosistemas y hábitats. Las unidades principales que actualmente se reconocen representan distintas partes de un continuo natural muy variable.

La diversidad de ecosistemas puede evaluarse en términos de distribución mundial o continental de tipos definidos con carácter general, o bien en términos de diversidad de especies dentro de los ecosistemas. Hay varios esquemas de clasificación mundial, con mayor o menor hincapié en el clima, la vegetación, la biogeografía, la vegetación potencial o la vegetación modificada por el hombre. Estos esquemas pueden aportar una visión general de la diversidad mundial de tipos de ecosistemas, pero proporcionan relativamente poca información sobre diversidad comparativa dentro de los ecosistemas y entre ellos. La diversidad de ecosistemas suele evaluarse en términos de diversidad de especies. Esto puede abarcar la evaluación de su abundancia relativa; desde este punto de vista, un sistema formado por especies presentes con una abundancia más uniforme se considera más diverso que otro con valores de abundancia extremos.

III. Magnitud de la biodiversidad

El número de especies que pueblan la Tierra es enorme, pero se desconoce un orden exacto de magnitud. Hasta la fecha se han descrito cerca de **1.7 millones** de especies. Esto significa que se han descubierto ejemplares, se han recogido muestras, se ha llevado un museo, se han identificado como especies nuevas y, por último, se han descrito y nombrado con carácter formal en una publicación científica. Las estimaciones del número total de especies que podría haber en el mundo se basan sobre todo en el número de especies que se han descubierto en zonas tropicales muestreadas meticulosamente y en la proporción que representan dentro del conjunto de muestras recogido. Estas estimaciones oscilan entre 5 y casi 100 millones de especies. Se ha propuesto un valor de aproximadamente 12.5 millones como estimación conservadora útil.

El grupo mejor inventariado es el de los vertebrados. En las últimas décadas se han descrito cerca de 200 nuevas especies de peces, frente a sólo una veintena de mamíferos y entre una y cinco especies de aves. Pero muchas descripciones nuevas son consecuencia de la división en varias especies de lo que se tenía por una especie única. Pese a la idea generalizada de que no queda por descubrir ningún mamífero de gran tamaño, hace poco se han encontrado en Vietnam del Norte tres nuevas especies.

Cada año se describen miles de insectos nuevos. Hay base para suponer que, con excepción de mamíferos y aves, el único factor que limita el número de especies nuevas descritas es el número de taxonomistas activos y el ritmo con el que son capaces de estudiar ejemplares nuevos.

Hay muchas más especies descritas de insectos que de cualquier otro grupo y según estimaciones de la riqueza global de especies, la mayor parte de la vida terrestre estaría formada por insectos.

III.1. Especies Descritas

Especies	Número
Monera (Bacterias, Algas verde de agua)	4,760 especies descritos
Hongos	46,983 especies descritos
Algas	26,900 especies descritos
Planta (plantas multicelulares)	248,428 especies descritos
Protozooario	30,800 especies descritos
Esponjas	5,000 especies descritos
Celentéro (medusas, corales)	9,000 especies descritos

Platelminto (gusanos planos)	12,200 especies descritos
Nematodo (gusanos redondos)	12,000 especies descritos
Anelida (lombriz)	12,000 especies descritos
Molusco	50,000 especies descritos
Equinodermo (estrellamar)	6,100 especies descritos
Insecta	751,000 especies descritos
Artrópoda no-insecta (acáridos, arañas, crustáceos)	123,151 especies descritos
Pisces (peces)	19,056 especies descritos
Anfibio (anfibios)	4,184 especies descritos
Reptilia (Reptiles)	6,300 especies descritos
Aves (pájaros)	9,040 especies descritos
Mamífero (mamíferos)	4,000 especies descritos

III.2. Diferentes clasificaciones de Seres Vivos. Clasificar es ordenar las cosas u objetos que nos rodean con un criterio determinado en base a semejanzas y diferencias.

Los criterios de clasificación son las bases que se tienen en cuenta para encontrar semejanzas y diferencias entre los seres y así agruparlos.

III.3. Clasificación de los seres vivos

SERES VIVOS		
	Autótrofos	Heterótrofos
Semejanza	Se alimentan para vivir	Se alimentan para vivir
Diferencia	Producen su propio alimento	No producen su propio alimento
Semejanza	Están formados por células	Están formados por células
Diferencia	Tienen células con cloroplastos porque realizan la fotosíntesis.	Ninguna de sus células posee cloroplastos porque no realizan la fotosíntesis

Todas las clasificaciones pueden incluirse en dos grupos, según el criterio en el que se fundamentan: se han desarrollado sistemas de clasificación que consisten en agrupar a los animales en clases de acuerdo a categoría precisa.

Criterios extrínsecos.- Toman en cuenta semejanzas y diferencias externas de los seres vivos, es decir, el lugar donde habitan, tamaño, forma, color; estas clasificaciones son convencionales.

Criterios intrínsecos.- Son las características esenciales de un ser vivo como cantidad de células, manera de alimentarse, parentesco evolutivo,

aspectos a nivel bioquímico o fisiología.

Las **primeras clasificaciones** fueron realizadas de manera empírica y se establecieron con criterios de tipo extrínseco, basados en la experiencia y en la apreciación de los sentidos; por ejemplo: clasificaron a las plantas en comestibles y no comestibles; útiles y esenciales.

Aristóteles (384 – 322 A. C.) fue el primero en clasificar a las plantas y animales de manera científica. Teotrasto (372 – 287 A. C.), discípulo de Aristóteles, clasificó a las plantas en: árboles, arbustos y hierbas. Dioscórides (40 – 90 D. C.), clasificó las plantas de acuerdo a su utilidad en: alimenticias, venenosas y medicinales y a los animales en salvajes o domésticos y en acuáticos o terrestres. Plinio "El Viejo" (23 – 79 D. C.), clasificó a los animales en de agua, tierra, aire. Recopiló conocimientos de 326 autores griegos y 196 romanos en un libro llamado "Historia Natural" y en sus descripciones utilizó incluso animales de leyendas como dragones, sirenas, etc.

San Agustín en el Siglo IV realizó una clasificación de los organismos y los separó en útiles, peligrosos y superfluos. En la **Edad Media** se publicaron diversos libros de bestias que contenían gran cantidad de información errónea sobre animales.

John Ray (1627 – 1705), naturalista inglés dividió a las plantas en hierbas y árboles; a las hierbas las dividió en: con flores y sin flores y las que tenían flores en: monocotiledóneas y dicotiledóneas. A fines del siglo XVI y principios del XVII Konrad Van Kesner publicó un libro de 4,500 páginas, llamado "Historia de los Animales".

Karl Von Linné (Carlos Lineo, 1707 – 1778), físico y químico, publicó un libro llamado "Sistemas Naturales," donde agrupó a las plantas de acuerdo con la disposición de los órganos sexuales (hoy dicha clasificación se considera artificial debido a que no toma en cuenta las relaciones evolutivas de los seres vivos).

Estableció la nomenclatura binomial (binaria), en la que el nombre científico para cada especie está formado por dos nombres: 1° género, 2° especie, ambos escritos en latín (latinizados). La primera letra del género con mayúscula, la primera de la especie con minúscula y ambos subrayados. Por ejemplo: Canis familiaris (perro).

Otros tipos de clasificaciones son:

III.4. Según el tipo de lugar donde viven los seres vivos:

Organismos Acuáticos: Todos aquellos que viven y se desarrollan dentro del agua dulce o salada y se pueden encontrar en lagos, ríos, etc.

Organismos Terrestres: Viven y se desarrollan en la superficie sólida de la tierra, dentro del suelo, sobre él o sobre otros organismos. Los de costumbres aéreas también se consideran terrestres.

III.5. Según la forma de obtener energía para realizar sus funciones:

Organismos Autótrofos: Producen sus alimentos, aprovechando la energía del sol para transformarla en energía química y así alimentarse. Todos los vegetales y algas.

Organismos Heterótrofos: Los que no pueden fabricar sus propios alimentos. No pueden aprovechar la energía luminosa; obtienen la energía de los alimentos que consumen, es decir, de aquellos fabricados por los vegetales; entre ellos están los hongos y todos los animales.

III.6. Según el tipo de respiración:

Organismos Aerobios: Los organismos que utilizan el oxígeno (que se encuentra en el aire y en el agua) para realizar su respiración se llaman Aerobios. Los peces y algas toman el oxígeno del agua, todos los demás vegetales y animales lo toman del aire.

Organismos Anaerobios: Los que viven donde no existe oxígeno y su respiración es anaeróbica; entre ellos bacterias y levaduras que descomponen sustancias y aprovechan la energía liberada para realizar sus funciones vitales.

III.7. Según el número de células:

Seres Unicelulares: Constituidos por una sola célula, en general se les llama microorganismos; cumplen con todas las funciones vitales: crecer, reproducirse, alimentarse, reaccionar ante estímulos del medio ambiente, etc. Como ejemplos están las bacterias, algunas algas microscópicas, algunos hongos, protozoarios, etc.

Seres Coloniales: Muchos seres vivos no existen en forma aislada en la naturaleza; las agrupaciones son muy variadas y pueden estar constituidas por seres de la misma especie o bien por diferentes especies. Los individuos están unidos unos con otros en íntima relación anatómica y si se separan mueren, como las esponjas, corales, y algunas colonias de algas microscópicas llamadas volvox.

Seres Pluricelulares: Todos aquellos formados por millones de células; pueden ser terrestres o acuáticos, animales o vegetales.

a. Vegetales. Todos aquellos organismos capaces de producir su propio alimento. Generalmente son de color verde debido a un pigmento llamado clorofila, gracias a la cual aprovechan la energía luminosa para transformarla en energía química.

Vegetales Acuáticos: Entre ellos encontramos algas multicelulares que presentan un rizoides (raíz), así como estructuras llenas de aire que les permiten flotar; carecen de vasos conductores.

Vegetales terrestres: Presentan raíz cuya función es fijar y absorber, tienen vasos conductores, cutícula para proteger a la planta de la deshidratación. Plantas con flores - Fanerógamas o Angiospermas.

Plantas sin flores.- Criptógamas o Gimnospermas.

b. Animales: Todos aquellos organismos que no pueden fabricar su propio alimento, por lo tanto, para obtener su energía necesaria para realizar sus funciones vitales consumen vegetales, sea en forma directa o indirecta, alimentándose de otros animales que a su vez consumen vegetales. La mayoría de los animales pueden desplazarse (moverse), a excepción de los corales.

Animales Acuáticos: Conjunto de animales que nadan activamente, entre ellos están los peces, pulpos, calamares, tiburones, mamíferos marinos, etc.

IV. Niveles Taxonómicos:

La **Taxonomía** es el conjunto de técnicas y procedimientos para ordenar y agrupar a los seres vivos en grupos afines o taxones. A su vez, la Sistemática se encarga de agrupar a los seres vivos de acuerdo a criterios de semejanzas y diferencias y relaciones evolutivas, para lo cual establece árboles genealógicos:

Reino.- Conjunto de phyla

Phylum.- Conjunto de clase

Clase.- Conjunto de órdenes similares.

Orden.- Conjunto de familias relacionadas

Familia.- Reúne a los géneros con grandes semejanzas.

Género.- Conjunto de especies muy cercanas entre sí.

Especie.- Es la unidad fundamental de clasificación y se define como conjunto de organismos que poseen antepasados comunes anatómicos o fisiológicos similares.

Robert Whittaker, biólogo estadounidense, propuso que los seres vivos se pueden clasificar en cinco reinos:

1. Reino mineral, incluye organismos unicelulares, procariontes; algunos de ellos forman colonias, su reproducción es por bipartición, habitan en todos los lugares conocidos. La mayoría son heterótrofos aunque algunos utilicen luz solar o bien energía que prende durante los procesos de descomposición de compuestos orgánicos o inorgánicos. Algunas bacterias son:

- a) cocos Estafilococos:- Estreptococos:
- b) Bacilos lactobacilos
- c) Espirilos

También existen bacterias que son importantes para todos los seres vivos llamadas que son fijadoras del nitrógeno (N₂). Estas bacterias, que intervienen en el **ciclo del nitrógeno** son:

1. Cianobacterias.- Organismos unicelulares que habitan las aguas oceánicas y continentales; la mayoría posee clorofila y por lo tanto son autótrofos. Entre ellos se encuentran las algas, la mayoría microscópica y tienen una gran importancia alimenticia. También hay un grupo muy importante desde el punto de vista ecológico, que son las bacterias desintegradoras de materia orgánica.

2. Reino Aotista. Organismos unicelulares y pluricelulares (algunos autores los clasifican en el reino animal). De acuerdo a su locomoción (forma de desplazarse) se dividen en flagelados y ciliados. Habitan en ríos, lagos, océanos, algunos son parásitos, unos de los más importantes son los protozoarios.

3. Reino Fungi. Hay pluricelulares y unicelulares: Procariontes, eucariontes. Forman esporas para poder dispersarse y reproducirse, son heterótrofos, existen hongos, aerobios y anaerobios. Carecen de pigmentos como la clorofila.

Tienen importancia médica porque provocan enfermedades en otros seres vivos, animales o plantas, por ejemplo; en las cosechas; algunos producen medicamentos como la penicilina. También tienen importancia alimenticia, ya que muchos son fuente de alimento. Los hongos habitan por lo general en donde hay mucha humedad, en lugares oscuros y templados, están formados por organismos pluricelulares.

4. Reino Plantae. Organismos unicelulares, pluricelulares, eucariontes, autótrofos, presentan pigmentos como la clorofila, generalmente son terrestres,

pero algunos son acuáticos (algas). Tienen gran importancia debido a que proporcionan el oxígeno a todos los seres vivos, asimismo son una importante fuente alimenticia y participan en las diferentes cadenas alimenticias.

Existen otras plantas, entre ellas el musgo, que tiene importancia ecológica. En orden evolutivo otro grupo son los helechos, que también tienen importancia en los ecosistemas. El grupo llamado gimnospermas, entre los que se encuentran los pinos o aquellas plantas que producen conos, pinas, etc. Finalmente, como adaptación evolutiva de todas las plantas surgen las que presentan flor en alguna época de su vida, denominadas Angiospermas.

5. Reino Animal. Constituido por seres pluricelulares heterótrofos, eucariontes. Tienen importancia dentro de las cadenas alimenticias; son fuente de alimento para otros seres vivos. Algunos tienen importancia médica debido a que son parásitos de otros seres vivos.

Tiene una gran biodiversidad: desde organismos microscópicos unicelulares; entre ellos: esponjas, hasta pluricelulares corales, estrellas de mar, crustáceos, erizos, pulpos, calamares, medusas; un grupo muy importante son los artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos); finalmente animales con columna vertebral, como los peces cartilaginosos (tiburones y mantarrayas).

V. Biodiversidad y evolución

La **biodiversidad** que hoy se encuentra en la Tierra es resultado de 4,000 millones de años de evolución: Un proceso de transformaciones a lo largo del tiempo, es decir, es una consecuencia del *proceso evolutivo que se ha dado a lo largo de la historia de la tierra*. El *proceso evolutivo* es el conjunto de cambios o transformaciones (procesos de mutación, recombinación y flujo genético entre especies), que han experimentado los seres vivos desde su aparición sobre la Tierra y que modifican la información genética que se transmite de una generación a otra, dándoles ciertas características. Estas transformaciones se basan principalmente en interacciones con el ambiente y con otras especies.

Muchos científicos sostienen que la vida empezó en el mar. De allí surgieron los primeros organismos: bacterias y otros seres unicelulares. Después, aparecieron organismos que aprovechaban la energía del Sol para vivir, lo que con el paso de muchos miles de años permitió a algunas especies salir del mar y adaptarse a tierra firme.

Durante ese largo período, las condiciones de los ambientes terrestres

y el clima fueron variando y los continentes se fueron desplazando. Muchas especies se mantuvieron iguales; otras evolucionaron y dieron lugar a nuevas formas de vida, mejor adaptadas al nuevo ambiente y transmitieron a sus descendientes, por vía genética, sus caracteres favorables. Así, se puede afirmar que los organismos proceden de una forma común muy antigua. Las especies se originan de otras especies.

Aunque el origen de la vida no se puede datar con precisión, la evidencia sugiere que se inició hace unos 100 millones de años después de la formación de la Tierra y hasta hace aproximadamente 600 millones de años, toda la vida consistía en bacterias y microorganismos.

La historia de la diversidad biológica durante el Fanerozoico -últimos 540 millones de años- comenzó durante la explosión cámbrica, cuando aparecieron por primera vez los *phylum* de organismos multicelulares. Durante los siguientes 400 millones de años la biodiversidad global mostró un relativo avance, pero estuvo marcada por eventos puntuales de extinciones masivas.

La biodiversidad que muestran los registros fósiles sugiere que unos pocos millones de años recientes incluyen el período con mayor biodiversidad de la historia terrestre. Sin embargo, no es fácil determinar si el abundante registro fósil se debe a una explosión de la biodiversidad, o -simplemente- a la mejor disponibilidad y conservación de los estratos geológicos más recientes.

Algunos científicos como Alcoy, piensan que mejorando la toma de muestras, la biodiversidad moderna no difiere demasiado de la de 300 millones de años atrás. Las estimaciones sobre las especies macroscópicas actuales varían de 2 a 100 millones, con un valor lógico estimable en 10 millones de especies, aproximadamente.

La mayoría de los biólogos coinciden sin embargo, en que el período desde la aparición del hombre forma parte de una nueva extinción masiva, el evento de extinción holocénico, causado especialmente por el impacto que los humanos tienen en el ecosistema. Aunque se calcula que las especies extinguidas por la actividad humana es todavía menor que las observadas durante las extinciones masivas de las eras geológicas anteriores, muchos opinan que la tasa actual de extinción es suficiente para crear una gran extinción masiva en menos de 100 años. Quienes están en desacuerdo con esta hipótesis sostienen que la tasa actual de extinción puede mantenerse por varios miles de años, antes que la pérdida de biodiversidad supere el 20% de las extinciones masivas pasadas.

Se calcula que el número de especies que han poblado la tierra en toda su historia es de 500 millones. Actualmente se conocen alrededor de 1.700.000 especies, pero algunos científicos estiman que hay unos 5 millones

de especies distintas en la tierra, ya que hay muchas especies no conocidas todavía, pues hay muchas zonas climáticas y ecosistemas que aún no se han estudiado a fondo, como son las selvas tropicales, donde hay una gran riqueza en seres vivos.

Se descubren regularmente nuevas especies -un promedio de tres aves por año- y muchas, ya descubiertas, no han sido aún clasificadas: se estima por ejemplo, que el 40% de los peces de agua dulce de Sudamérica permanecen sin clasificación.

V.1. Adaptación. Hemos mencionado la importancia del proceso evolutivo en la creación de especies de diversos tipos (diversidad). En éste, juega un papel muy importante la adaptación de las especies al medio y al resto de los seres vivos que los rodean.

Los individuos de una especie tienen características conferidas a través de su material genético. Si el ambiente cambia, estas características podrán ser favorables o desfavorables para esos individuos. Si los organismos poseen características para los cuales el nuevo ambiente es favorable, sobrevivirán, ya que podrán adaptarse. Pero si las condiciones resultan desfavorables, desaparecerán. De esta manera, puede darse la extinción de especies, y la aparición o supremacía de otras, habiéndose dado una "*selección*".

Esta selección determinada por las condiciones ambientales es lo que Charles Darwin denominó "*Selección Natural*", por cuya acción, los individuos se ajustan a las condiciones de un ambiente particular.

La **adaptación** se puede definir como "*el proceso del cambio evolutivo mediante el cual el organismo procura una "solución" cada vez mejor a un "problema" dado*".

VI. Importancia de la biodiversidad

El concepto de **biodiversidad** se refiere en general a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre especies y dentro de cada una. Existe además una interdependencia muy estrecha entre todos los seres vivos y entre los factores de su hábitat; por lo tanto, una alteración entre unos seres vivos modifica también a su hábitat y a otros habitantes.

El valor esencial de la biodiversidad reside en que es resultado de un proceso histórico natural de gran antigüedad. Por esta sola razón, podríamos considerar que la diversidad biológica tiene el inalienable derecho de

continuar su existencia. El hombre y su cultura, como producto y parte de esta diversidad, debe entonces protegerla y respetarla.

Además la biodiversidad es garante de bienestar y equilibrio en la biosfera. Los diversos elementos que componen la biodiversidad conforman verdaderas unidades funcionales, que aportan y aseguran muchos de los “servicios” básicos para nuestra supervivencia, entre ellos la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelo y control de la erosión, la fijación del nitrógeno, el incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de dióxido de carbono y muchos más.

Finalmente desde nuestra condición humana, la diversidad también representa un capital natural. El uso y beneficio de la biodiversidad ha contribuido de muchas maneras al desarrollo de todas las culturas humanas, y representa una fuente potencial para subvenir nuestras necesidades presentes y futuras.

La pérdida de la biodiversidad equivale a la pérdida de la calidad de nuestra vida como especie y, en caso extremo, nuestra propia extinción.

Es posible agrupar los argumentos a favor del respeto y la conservación de la biodiversidad en tres categorías:

El papel ecológico. Hace referencia al papel de la diversidad biológica desde el punto de vista sistémico y funcional (ecosistemas). Por ser indispensables para nuestra propia supervivencia, muchas de estas funciones suelen ser llamadas “servicios”:

Los elementos que constituyen la diversidad biológica de un área son los reguladores naturales de los flujos de energía y de materia. Cumplen una función importante en la regulación y estabilización de las tierras y litorales. Por ejemplo, en las laderas montañosas, la diversidad de especies en la capa vegetal conforma verdaderos tejidos que protegen las capas inertes subyacentes de la acción mecánica de los elementos como el viento y las aguas de escorrentía. La biodiversidad juega un papel determinante en procesos atmosféricos y climáticos. Muchos intercambios y efectos de las masas continentales y los océanos con la atmósfera son producto de los elementos vivos (efecto albedo, evado-transpiración, ciclo del carbono, etc.). La diversidad biótica de un sistema natural es uno de los factores determinantes en los procesos de recuperación y reconversión de desechos y nutrientes. Además algunos ecosistemas presentan organismos o comunidades capaces de degradar toxinas, o de fijar y estabilizar compuestos peligrosos de manera natural.

Aun con el desarrollo de la agricultura y la domesticación de animales, la

diversidad biológica es indispensable para mantener los agro-ecosistemas. La regulación trofo-dinámica de las poblaciones biológicas sólo es posible respetando las delicadas redes que se establecen en la naturaleza. El desequilibrio en estas relaciones ya ha demostrado tener consecuencias negativas importantes. Esto es aún más evidente con los recursos marinos, donde la mayoría de las fuentes alimenticias consumidas en el mundo son capturadas directamente. La respuesta a las perturbaciones (naturales o antrópicas) tiene lugar a nivel sistémico, mediante respuestas que tienden a volver a la situación de equilibrio inicial. Sin embargo, las actividades humanas han aumentado dramáticamente en cuanto a la intensidad, afectando irremediablemente la diversidad biológica de algunos ecosistemas, vulnerando en muchos casos esta capacidad de respuesta con resultados catastróficos.

La investigación sugiere que un ecosistema más diverso puede resistir mejor la tensión medioambiental y por consiguiente es más productivo. Es probable que la pérdida de una especie disminuya la habilidad del sistema para mantenerse o recuperarse de daño o perturbación. Igual que una especie con diversidad genética alta, un ecosistema con biodiversidad alta puede tener una oportunidad mayor de adaptarse al cambio medioambiental. En otros términos, mientras más especies comprenden un ecosistema, es más probable que sea más estable. Los mecanismos que están debajo de estos efectos son complejos y muy debatidos; sin embargo, en años recientes, se ha puesto en claro que hay efectos realmente ecológicos de biodiversidad.

Una mayor biodiversidad permite a un ecosistema resistir mejor a los cambios ambientales mayores, haciéndolo menos vulnerable, más resiliente por cuanto el estado del sistema depende de las interrelaciones entre especies, y la desaparición de cualesquiera de ellas es menos crucial para la estabilidad del conjunto que en ecosistemas menos diversos y más marcados por la dominancia.

El papel económico. Para todos los seres humanos, la biodiversidad es el primer recurso para la vida diaria. Un aspecto vital es la agro-biodiversidad. Lamentablemente la mayoría de las personas aún piensa en la biodiversidad como un depósito de recursos útil para la fabricación de alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos. Este es el origen de muchos conflictos que tratan con las reglas de división y apropiación de los recursos naturales. Este concepto egoísta y equivocado, también explica la mayoría de los temores de desaparición de los recursos, pues algunos de los artículos económicamente importantes que la biodiversidad proporciona a la humanidad son:

- Alimentos: cosechas, ganado, silvicultura, piscicultura, medicinas. Desde

La prehistoria se han usado especies de plantas silvestres para propósitos medicinales. Por ejemplo, la quinina proviene del árbol de la quina (trata la malaria), el digital de la planta Digitalia (problemas de arritmias crónicas), y la morfina de la planta de amapola (anestesia). Se estima que de las 250,000 especies de plantas conocidas, sólo se han investigado 5,000 para posibles aplicaciones médicas.

- Industria: por ejemplo, fibras textiles y madera. La biodiversidad puede ser una fuente de energía (como la biomasa) y encierra además la mayor reserva de compuestos bioquímicos imaginable, debido a la variedad de adaptaciones metabólicas de los organismos. Otros productos industriales que obtenemos actualmente son aceites, lubricantes, perfumes, tintes, papel, ceras, caucho, látex, resinas, venenos, corcho, etc.
- Los suministros de origen animal incluyen lana, seda, piel, cuero, lubricantes y ceras. También los animales son utilizados como transporte.
- Turismo (ecoturismo) y recreación al aire libre: la biodiversidad es una fuente de riqueza en muchas áreas, como parques y bosques donde es una fuente de belleza y alegría para muchas personas. Asimismo, una gran parte de nuestra herencia cultural en diversos ámbitos (gastronómico, educativo, espiritual) está íntimamente ligada y lo seguirá estando, a la diversidad local o regional.

Los ecólogos y activistas ecológicos fueron los primeros en insistir en el aspecto económico de la protección de la diversidad biológica. Así, E. O. Wilson escribió en 1992: *"La biodiversidad es una de las riquezas más grandes del planeta, y no obstante la menos reconocida como tal..."*.

La estimación de valor de la biodiversidad es una condición previa a cualquier discusión sobre la distribución de sus riquezas. Este valor puede ser discriminado entre valor de uso (directo como el turismo o indirecto como la polinización) y valor intrínseco. El valor de los recursos biológicos es además creciente, porque es posible desarrollar nuevos productos con la biotecnología, los avances tecnológicos y los nuevos mercados.

Desgraciadamente, la explosión demográfica y económica de la especie humana está propiciando una extinción masiva, de dimensiones incomparablemente mayores que las de cualquier extinción anterior, debido a la desaparición indiscriminada de ecosistemas, por la tala de bosques, la degradación de los suelos, la contaminación ambiental, la caza y la pesca excesivas, etc. La comunidad científica juzga, en general, que tal extinción de recursos naturales representa una amenaza para la capacidad de la biosfera para sustentar la propia vida humana.

El papel científico. La biodiversidad también es importante porque cada especie puede darnos una pista sobre la evolución de la vida. Además, la biodiversidad ayuda a la ciencia a entender cómo funciona el proceso vital y el papel que cada especie tiene en el ecosistema.

Provecho humano. Gran parte de los alimentos que consumimos proviene de plantas domesticadas a lo largo de los años; plantas que por selección humana son capaces ahora de soportar climas más extremos o son más resistentes a algunas plagas. Sin embargo, también son más vulnerables a otros factores. Los genetistas intentan encontrar especies que resistan las nuevas plagas o se adapten a nuevos climas, pero resulta necesaria la existencia de la mayor cantidad de especies, tanto silvestres como domesticadas y no dejar que desaparezcan por homogenización de cultivos, etc. Además es importante mantener las especies silvestres porque muchas veces contienen genes que las especies domesticadas ya perdieron.

También muchas de las medicinas (penicilina, aspirina) y productos químicos (caucho, papel), se obtienen de plantas y microorganismos. Sabiendo que hay muchas especies que no han sido investigadas aún, sería irresponsable dejar que desaparecieran, pues podrían contribuir a encontrar nuevas medicinas para enfermedades que hoy en día son incurables o productos innovadores que mejoraran nuestra calidad de vida.

Relaciones ecosistémicas. En un ecosistema no podemos considerar cada especie por separado, pues están todas relacionadas entre sí; unas dependen de otras para sobrevivir, alimentarse o reproducirse. Esta es la razón por la que la desaparición de una sola especie puede acarrear la extinción de otras muchas y los consiguientes problemas para los ecosistemas.

Razones éticas. Lo que verdaderamente debiera preocuparnos es mantener los ecosistemas indemnes, pues son los que sustentan la vida en el planeta. Solo así se puede mantener la biodiversidad. Además, no tenemos ningún derecho de depredar a la naturaleza.

VII. La evaluación de la biodiversidad

La diversidad es una propiedad fenomenológica que pretende expresar la variedad de elementos distintos. El desarrollo de una medida que permita expresar de manera clara y comparable la diversidad biológica presenta dificultades y limitaciones, pues no se trata simplemente de medir una variación de uno o varios elementos comunes, sino de cuantificar y ponderar cuantos elementos o grupos de elementos diferentes existen. Las medidas

de diversidad existentes, no son más que modelos cuantitativos o semi-cuantitativos de una realidad cualitativa con límites muy claros en cuanto a sus aplicaciones y alcances. Las medidas de diversidad más sencillas consisten en índices matemáticos que expresan la cantidad de información y el grado de organización de la misma. Básicamente las expresiones métricas de diversidad tienen en cuenta tres aspectos:

- Riqueza: El número de elementos. Según el nivel, se trata del número de alelos o heterocigosis (nivel genético), número de especies (nivel específico), o del número de hábitats o unidades ambientales diferentes (nivel ecosistémico);
- Abundancia relativa: Incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás;
- Diferenciación: Grado de diferenciación genética, taxonómica o funcional de los elementos.

Cada uno de estos índices de la diversidad es unidimensional y de lectura limitada. Las comparaciones y valoraciones de la diversidad biológica son forzosamente incompletas en estos términos. Se usan por su carácter práctico y sintético, pero resultan insuficientes frente a modelos analíticos alternativos multiescalares y multidimensionales. Así, la modelación bidimensional (riqueza y abundancia relativa) puede considerarse como el estándar "clásico" de medida y expresión de la diversidad. De acuerdo a la escala espacial en la que se mide la diversidad biológica, se habla de diversidad *alpha* (diversidad puntual, representada por α), *beta* (diversidad entre hábitats, representada por β) y *gamma* (diversidad a escala regional, representada por γ). Estos términos fueron acuñados por Robert Whittaker en 1960.

Dinámica. La biodiversidad **no** es estática: es un sistema en evolución constante, tanto en cada especie, así como en cada organismo individual. Una especie actual puede haberse iniciado hace 1-4 millones de años, y el 99% de las especies que alguna vez han existido en la Tierra se han extinguido. Además, la biodiversidad no se distribuye uniformemente en la tierra. Es más rica en los trópicos, y conforme uno se acerca a las regiones polares se encuentran poblaciones más grandes y menos especies. La flora y fauna varían, dependiendo del clima, altitud, suelo y la presencia de otras especies.

VIII. Unidades espaciales y biodiversidad

La distribución de la diversidad biológica actual es resultado de los procesos evolutivos, biogeográficos y ecológicos a lo largo del tiempo desde la aparición de la vida en la tierra. Su existencia, conservación y evolución depende de factores ambientales. Cada especie presenta requerimientos ambientales específicos, sin los cuales no podría sobrevivir. Aunque los cambios orográficos y oceanográficos; altitudinales y latitudinales permiten definir unidades de paisaje con bastante aproximación, la componente específica de las especies presentes es la que finalmente permite identificar áreas relativamente homogéneas en cuanto a las características que ofrece para las poblaciones biológicas.

Estas unidades de **biosfera** (unidades de biodiversidad), pueden ser identificadas según diferentes criterios: por ejemplo, el número de endemismos, riqueza específica, ecosistémica o filogenética. Estas unidades espaciales de diversidad biológica son, por definición, independientes de los límites o barreras geopolíticas.

Dos de las unidades espaciales vigentes más relevantes son las eco-regiones de Global 200 identificadas por la WWF y los “puntos calientes de biodiversidad” de CI:

Global 200 identifica las eco-regiones más importantes del planeta, tanto marinas, como continentales -cuerpos de agua dulce y terrestre,- de acuerdo con la riqueza específica, -el número de endemismos y los estados de conservación;

El término “*punto caliente de biodiversidad*,” acuñado por el Dr. Norman Myers en 1998, identifica regiones biogeográficas terrestres importantes según el número de endemismos y el grado de amenaza sobre la biodiversidad.

IX. Amenazas

Durante el siglo XX pudo observarse la erosión cada vez más acelerada de la biodiversidad. Las estimaciones sobre las proporciones de la extinción son variadas, entre muy pocas y hasta 200 especies extinguidas por día, pero todos los científicos reconocen que la proporción de pérdida de especies es mayor que en cualquier época de la historia humana.

En el reino vegetal se estima que se encuentran amenazadas aproximadamente un 12.5 % de las especies conocidas. Desafortunadamente las pérdidas se deben a la actividad humana, incluyendo la destrucción directa

de plantas y su hábitat y la introducción, por parte del hombre, de especies exóticas en hábitats determinados, alterando así la cadena trófica.

IX.1. Factores que inciden en el deterioro de la biodiversidad mundial. Durante la historia de la tierra siempre ha habido especies que desaparecen y otras que irrumpen con mucha fuerza, por lo que se puede tomar la extinción como un fenómeno natural. Pero en los últimos tiempos, debido a la acción humana y a los cambios que ha producido en el medio ambiente, el ritmo de extinción de especies se ha acelerado.

El ser humano es hoy el principal factor en la disminución de la biodiversidad, aunque persisten extinciones naturales que no tienen nada que ver con la actividad humana. Se cree que desaparecen cada año miles de especies y que para el 2025 podrían hacerlo la mitad de las especies que actualmente habitan en la tierra. Los principales factores en el deterioro de la biodiversidad son:

- **Crecimiento acelerado y no sustentable de la población y el consumo de recursos naturales.** La superficie de los ecosistemas no perturbados se ha reducido extraordinariamente en las últimas décadas a medida que aumentaban la población y el consumo de los recursos. Adicionalmente, importantes ecosistemas con una gran biodiversidad, como la selva tropical, los arrecifes de coral, humedales, pantanos y marismas, están siendo destruidos.
- **Alteración y destrucción de ecosistemas.** En los ecosistemas de agua dulce, las presas han destruido grandes sectores del hábitat de ríos y arroyos. En los ecosistemas marítimos, el desarrollo costero ha eliminado comunidades de arrecifes. En los bosques tropicales, una de las principales causas de deterioro ha sido la expansión de la agricultura marginal (quemar trozos de bosque para que las cenizas actúen como abono para los cultivos). Cuando la tierra deja de producir, van a otra zona y repiten el proceso). En determinadas regiones la producción comercial de madera causa problemas todavía mayores.
- **Introducción de especies.** Se utiliza sobre todo para combatir plagas, pero provoca la extinción de especies registradas, especialmente en islas y lagos, donde hay muchas especies endémicas (zonas que han estado aisladas). En esos ecosistemas aislados, un nuevo depredador competidor, o agente patógeno, puede poner en peligro rápidamente a especies que no pueden desarrollarse conjuntamente con los intrusos, pues no están acostumbrados a ellos.

- **Explotación excesiva de especies de plantas y animales. Caza y exterminio.** Caza de especies consideradas un peligro para el ganado, como lobos, osos, zorros y linces. Numerosos bosques, recursos y pesquerías han sido explotados en exceso, en algunos casos hasta la extinción. En otros casos la extinción se ha debido al interés en obtener alimentos, a la búsqueda de bienes preciados, al comercio de especies exóticas, coleccionismo, captura de especies con propiedades curativas y turismo también han afectado a diversas poblaciones y aniquilado a otras.
- **Contaminación de suelo, agua y atmósfera.** Los productos contaminantes deterioran los ecosistemas y pueden reducir o eliminar la población de especies sensibles. En algunos casos la contaminación puede introducirse en la cadena alimenticia. Los metales pesados utilizados en procesos industriales, la agricultura intensiva (produce salinización), la lluvia ácida y la contaminación del aire dañan irremediablemente lagos, ríos, estuarios, zonas costeras y bosques, entre otros.
- **Modificación del clima mundial.** En las próximas décadas el calentamiento mundial del planeta ("subefecto" de la contaminación del aire), podría causar estragos en muchas especies. El incremento causado por el hombre de los gases que causan el efecto invernadero determinará probablemente un aumento de la temperatura del planeta de entre 1° C y 3° C en el próximo siglo, con lo cual el nivel del mar aumentaría entre 1-2 metros. Esto produciría grandes cambios climáticos y de nivel del mar que pondrían en peligro islas y zonas costeras. Muchas especies no estarían en condiciones de redistribuirse con suficiente rapidez para adaptarse a esos cambios, y es probable que se produjeran considerables alteraciones en los ecosistemas.
- **Prácticas agrícolas y ganaderas.** Hasta el presente siglo, los agricultores y ganaderos criaban y mantenían una enorme diversidad de variedades de cultivos y animales de cría en todo el mundo. Esa diversidad se está reduciendo rápidamente debido al uso de pesticidas y plaguicidas, junto con la selección de especies con el fin de lograr la mayor productividad posible; se tiende al monocultivo y se dejan de cultivar ciertas especies que no son tan productivas y rentables. También hay que tener en cuenta la conversión de ecosistemas en tierras de cultivo.

De lo anterior se desprende que las principales **amenazas** a la biodiversidad son:

- Alteración de hábitats, comúnmente por un cambio de ecosistemas a

agrosistemas (a menudo monocultivos). Es la amenaza más importante relacionada con cambios en el uso del suelo.

- Sobreexplotación; extracción de individuos a una tasa mayor que la que puede ser sostenida por la capacidad reproductiva natural de la población que se está aprovechando.
- Contaminación química. Desequilibrios ecológicos producidos por sustancias tóxicas provenientes de fuentes industriales, como óxidos de azufre, de nitrógeno, oxidantes, lluvia ácida; agroquímicos y metales pesados en los cuerpos de agua, el suelo, la atmósfera y en la vida silvestre, incluyendo al hombre.
- Cambio climático. El incremento de bióxido de carbono, que produce alteraciones regionales como *El Niño* y *La Niña*, y efectos locales como la desertización. Afecta drásticamente los biomas mundiales como bosques boreales, arrecifes de coral, manglares y humedales.
- Especies introducidas, que no son locales y, en muchos casos, reemplazan prácticamente a las especies nativas. Por ejemplo, introducción de especies como la mojarra.
- Incremento de la población humana, que trae consigo mayores demandas de bienes y servicios.
- Sequías, inundaciones, incendios, vulcanismo, huracanes, terremotos, etc.

IX.2. Actividades humanas que pueden afectar la biodiversidad.

Las especies se extinguen y aún se desconocen, en mayor o menor grado, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que soportan la vida en nuestro planeta. Los cambios efectuados por el hombre sobre el ambiente, en algunos casos tienen profundos efectos negativos, a veces irreversibles, por eso es fundamental la participación de todos: lo que hagamos permitirá salvar parte de la biota actual, porque de seguir este ritmo depredador, posiblemente la cuarta parte de las especies se perderá durante las próximas tres décadas.

Algunos otros ejemplos de actividades humanas que pueden tener significativas consecuencias negativas para la diversidad biológica son:

- Proyectos agrícolas y ganaderos que impliquen el desmonte de tierras, la eliminación de tierras húmedas, la inundación para reservorios para riego, el desplazamiento de la vida silvestre mediante cercos o ganado doméstico, el uso intensivo de pesticidas.
- Proyectos de piscicultura que comprendan la conversión, para la acuicultura o maricultura, de importantes sitios naturales de reproducción o crianza.

- Proyectos forestales que incluyan la construcción de caminos de acceso, establecimiento de industrias para productos forestales que generan más desarrollo cerca del sitio del proyecto.
- Proyectos de transporte que incluyan construcción de caminos principales, puentes, caminos rurales, ferrocarriles o canales, que faciliten el acceso a áreas naturales y a la población de las mismas.
- Canalización de ríos.
- Actividades de dragado y relleno en tierras húmedas costeras o del interior.
- Proyectos hidroeléctricos que impliquen grandes desviaciones de agua, inundaciones u otras importantes transformaciones de áreas naturales acuáticas o terrestres, con la reducción o modificación del hábitat y la probable alteración de la capacidad de mantenimiento.
- Riego y otros proyectos de agua potable que puedan drenar los hábitats en tierras húmedas o eliminar fuentes vitales de agua.
- Exploración y explotación intensiva minera.
- Conversión de recursos biológicos en combustibles o alimentos a escala industrial.
- Urbanización, cacería y tráfico de especies.

Ahora bien, todas las especies sobrevivientes se han adaptado a su medio y si éste cambiara simplemente perecerían. Entonces, el motivo de la desaparición de las especies es la alteración o desaparición de su hábitat.

La pérdida de biodiversidad representa inevitablemente la reducción de la población de especies, la consecuente pérdida de diversidad genética y el incremento de la vulnerabilidad de especies y poblaciones a enfermedades, cacería, y cambios fortuitos.

La **extinción** de especies es una de las consecuencias más dramáticas de la pérdida de la biodiversidad. Aun cuando la extinción es un proceso natural, la intensa transformación del hombre sobre el medio natural (procesos antropogénicos), la puede provocar o acelerar.

La rápida destrucción de los ecosistemas, especialmente en los trópicos, ha llevado a los expertos a concluir que probablemente una cuarta parte de la totalidad de la diversidad biológica del planeta está en serio peligro de extinción durante los próximos 20-30 años.

X. ¿Qué está ocurriendo con la biodiversidad?

Actualmente las actividades humanas han reducido la biodiversidad a escala mundial, nacional y regional y esta tendencia continúa, lo que se manifiesta en la pérdida de poblaciones vegetales y animales, en la extinción y el agotamiento de especies y en la simplificación de comunidades y ecosistemas.

El análisis de restos animales (sobre todo huesos y conchas de moluscos) y de datos históricos revela que desde el comienzo del siglo XVII se han extinguido unas 600 especies. Además, otras muchas especies se han extinguido sin que la humanidad tenga conocimiento de ello. Cerca de las $\frac{3}{4}$ partes de estas extinciones han ocurrido en islas, como consecuencia de la ocupación por colonos. Pero las extinciones registradas aumentaron mucho desde principios del siglo XIX hasta mediados del XX, y han disminuido desde entonces (este descenso podría ser consecuencia de las iniciativas de conservación adoptadas en el curso de las últimas décadas). Además, se han redescubierto varias especies que se consideraban extinguidas.

Cerca de 6,000 especies animales se consideran amenazadas de extinción, porque está disminuyendo el número de individuos que las forman, porque se están destruyendo sus hábitats, o porque se ha limitado mucho su área de distribución. Aunque es un número considerable, el estado de conservación de la mayor parte de las especies sigue sin ser evaluado. Se han estudiado las cerca de 9,700 especies de aves que hay en el mundo, pero quizá sólo la mitad de los 4,630 mamíferos y proporciones pequeñas de otros vertebrados. Se ha examinado un número relativamente reducido de las más de 250,000 especies de plantas superiores y, aunque se dispone de cierta información sobre mariposas, libélulas y moluscos, no se ha evaluado ni una sola de los muchos millones de especies de invertebrados que viven en la Tierra.

Observaciones de campo han confirmado que hay una relación entre el tamaño de un área y el número de especies que contiene, lo que sugiere que si una mancha de hábitat se reduce hasta la décima parte de su superficie original, es probable que pierda la mitad de las especies que tenía. Como la mayor parte de las especies viven en las selvas tropicales húmedas, suscita especial inquietud la influencia que la tala y la modificación de estos hábitats pueda ejercer sobre la extinción de especies nativas. Si se toman como punto de partida las estimaciones más elevadas de riqueza de especies de los trópicos húmedos, la relación entre especies y área sugiere que las tasas mundiales de extinción podrían ser extremadamente altas.

Numerosos individuos, organizaciones y países han trabajado en las

últimas décadas para identificar poblaciones, especies y hábitats amenazados de extinción o degradación. Los objetivos comunes son gestionar más eficazmente el mundo natural para mitigar la influencia de las actividades humanas y, al mismo tiempo, mejorar las opciones de desarrollo de los pueblos desfavorecidos. Muchos conservacionistas esperan que la historia demuestre que el año 1992 fue un punto de inflexión. En junio de ese año se presentó a la firma el Convenio sobre Diversidad Biológica en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro. El Convenio entró en vigor a finales de 1993, y a principios de 1995 lo habían firmado más de cien países. Los objetivos generales del Convenio son:

- conservar la diversidad biológica,
- utilizar una biodiversidad sostenible a largo plazo y
- compartir lealmente las ventajas del uso de los recursos genéticos (en selección vegetal y biotecnología, por ejemplo).

Las dificultades son muchas, pero el Convenio es el único marco mundial para planificar y emprender las acciones necesarias. En él se declara explícitamente que, aun cuando los países tienen la responsabilidad de la biodiversidad dentro de sus fronteras, la planificación eficaz exige tener en cuenta el contexto mundial y que los países en desarrollo necesitarán el apoyo de todos los demás.

Nadie sabe realmente cuántas especies habitan en la tierra. Se estima una tasa de 2 millones a 100 millones de especies diferentes, pero los expertos optan por acercarse a una cifra de 10 millones. De éstas, sólo 1.4 millones han sido nombradas y clasificadas, y sólo un pequeño porcentaje de éstas han sido estudiadas en detalle.

La lista roja de la Unión de Conservación Mundial muestra que 18% de todos los vertebrados clasificados en el 2002 están en peligro de extinción. Esto incluye un 24% de mamíferos, 12% de aves, 25% de reptiles, 21% de anfibios y un 30% de peces. Un 49% de las plantas clasificadas en el 2002 están en peligro de extinción. Se estima que la tasa anual de pérdida de especies fluctúa entre 1,000 y 10,000 veces más alta que la pérdida natural de éstas. Estadísticas como éstas han hecho pensar a muchos medioambientalistas que estamos en un proceso de extinción masiva de especies.

XI. Aspectos socioculturales

Eugenio Reyes Naranjo define la Biodiversidad Cultural como **diversidad de saberes** que los seres humanos han desarrollado a través de la historia en su relación con la biodiversidad.

Esto incluye creencias, mitos, sueños leyendas, lenguaje, conocimientos científicos, actitudes psicológicas en el sentido más amplio posible, manejos aprovechamientos, disfrute y comprensión de entorno natural. Trata de comprender la evolución biológica teniendo en cuenta todos los aspectos de la intervención humana.

Recientes trabajos sobre biodiversidad biológica están incorporando el estudio, fomento y protección de la biodiversidad cultural, además de la biodiversidad específica, de ecosistemas y la genética.

XII. Medidas para el uso sustentable de la Biodiversidad

Las políticas de conservación y manejo de la biodiversidad biológica deben ser definidas considerando los tres niveles básicos de organización ya comentados:

1. Genético;
2. Niveles de organización de la biodiversidad, y
3. Áreas silvestres Genético Especies/Poblaciones

Por otro lado, debido a que existe una diversidad de presiones que el hombre ejerce en todos los niveles de organización, éstas deberán ser agrupadas, sistematizadas, jerarquizadas y analizadas de acuerdo con el nivel de organización biológica que estemos tratando.

Para mantener la biodiversidad hay que tener especial cuidado con aquellas actividades que afectan más directamente a la existencia de ésta, como la explotación de los recursos naturales, en el más amplio sentido de la palabra. Para ello, hay que hacer un uso sustentable de los recursos naturales. Cabe destacar que el mantenimiento de las especies de importancia alimenticia para los seres humanos requiere:

- Conservar la diversidad genética de las especies domésticas,
- Identificar y conservar especies silvestres (tanto su hábitat como genéticamente) para así poder crear nuevas especies más resistentes a

- distintos factores como plagas o climas extremos entre otros, y
- Minimizar los impactos adversos de las prácticas agrícolas sobre los ecosistemas.

XIII. Biodiversidad en México

La diversidad de especies en el planeta ha sido estimada entre 5 y 50 millones o más, aunque a la fecha sólo se han descrito alrededor de 1.4 millones. México es uno de los países con mayor diversidad biológica del mundo: entre 10 y 12% de las especies del planeta se encuentran en nuestro territorio, lo que representa más de 200 mil especies (Mittermeier y Goettsch, 1992). Además, muchas de las especies que tienen importancia agrícola tuvieron su origen en nuestro territorio, pues se estima que nuestros antepasados participaron en la domesticación de cerca de 80 especies.

Considerado entre los diez países más ricos del mundo en especies animales y vegetales, Después de Brasil, Colombia e Indonesia, México ocupa el cuarto lugar entre los países llamados megadiversos. Una de las condiciones que más destacan de esta biodiversidad es que del 30 al 50% de esas especies son endémicas, y aunque México ocupa el decimocuarto lugar mundial en cuanto a superficie, posee más especies que muchos países de Europa y Norteamérica juntos.

México está dividido en dos partes por las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical cerca de su centro, donde se conjuntan flora y fauna boreales, propias de las regiones montañosas, de clima templado y frío, con especies tropicales de climas cálidos, secos y húmedos.

Esta diversidad biológica también resulta de los variados ambientes, constituidos por planicies, cañadas, costas, desiertos, sierras y cumbres con más de 3,000 m de altitud a todo lo largo del país.

El número total de especies conocidas en México es de 64,878 aproximadamente. México ocupa el primer lugar mundial en variedad de cactáceas. Ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles (707), el segundo en mamíferos (491) y el cuarto en anfibios (282) y plantas (26,000). Es el país con mayor diversidad ecológica de América Latina y el Caribe al estar presentes dentro de sus límites políticos los cinco tipos de ecosistemas, 9 de los 11 tipos de hábitats (82%) y 51 de las 191 eco-regiones identificadas. La franja del Trópico de Cáncer y la posición entre dos océanos, explica en cierta medida, que el grupo de vertebrados mejor representado en el territorio nacional sean los reptiles o herpetofauna (lagartijas, serpientes, tortugas y

cocodrilos), situación que coloca al país en primer lugar en diversidad a escala mundial. En el cuadro siguiente se muestra el lugar que ocupa nuestro país con respecto a algunos vertebrados y plantas.

Grupo	País	Número de especies
Plantas	• Brasil	• 55,000
	• Colombia	• 45,000
	• China	• 30,000
	• México	• 26,000
	• Australia	• 25,000
Anfibios	• Brasil	• 516
	• Colombia	• 407
	• Ecuador	• 358
	• México	• 282
	• Indonesia	• 270
Reptiles	• México	• 707
	• Australia	• 597
	• Indonesia	• 529
	• Brasil	• 462
	• India	• 433
	• Indonesia	• 519
Mamíferos	• México	• 439
	• Brasil	• 421
	• China	• 410
	• Zaire	• 409

Actualmente México tiene 17 millones de hectáreas consideradas como *Áreas Naturales Protegidas (ANP)*, que funcionan como reguladoras del clima, protegen las cuencas hidrológicas; evitan deslaves y aluviones; protegen los suelos contra la erosión y control de sedimentos; captan la lluvia, la almacenan, regulan y retienen, y sirven de transporte, así como de mecanismo de saneamiento del agua superficial y subterránea. Las **ANP** en México son:

- 34 reservas de la Biosfera. Representativas de uno o más ecosistemas no alterados por la acción del ser humano, o que requieren ser protegidos, manejados y restaurados, en las cuales habitan especies distintivas de la

biodiversidad nacional y donde se incorpora a las comunidades humanas en programas y proyectos relativos.

- 67 parques naturales: Ecosistemas que se destacan por su belleza escénica, su valor científico educativo, de recreo o histórico; por la existencia de flora y fauna excepcionales; por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones análogas de interés general.
- 4 monumentos naturales: Que por su carácter único, valor estético, histórico, emblemático o científico, se incorporaron a un régimen de protección estricta para su disfrute permanente.
- 26 Áreas de Protección de Flora y Fauna: Contienen los hábitats de cuya conservación depende la existencia, evolución y desarrollo de especies de flora y fauna silvestre, con la participación de los dueños de la tierra.
- 4 Áreas de Protección de Recursos Naturales: destinadas a la conservación del suelo, cuencas hidrográficas, aguas y, en general, bienes y servicios ambientales o ecosistémicos en terrenos de aptitud preferentemente forestal, para evitar el cambio de la vocación natural del terreno.
- 17 Santuarios: zonas caracterizadas por una considerable riqueza o abundancia permanente o estacional de flora o fauna.

Pese a estos esfuerzos, en México lamentablemente existe una fuerte presión sobre la biodiversidad. Las principales amenazas son la conversión de los ecosistemas naturales a sistemas productivos (agrícolas o ganaderos), la urbanización, la contaminación, el cambio climático, la sobreexplotación de poblaciones y la introducción de especies exóticas.

Hablar de conservación de la naturaleza significa realizar un aprovechamiento que no destruya la capacidad del medio ambiente para regenerarse.

XIII.1. Diversidad de ecosistemas en México. Selvas, desiertos, bosques y mares forman parte de la diversidad de ecosistemas que podemos encontrar en México, entre los que se distinguen:

Bosque de Pino y Encino. Principalmente en las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur, las sierras de Chiapas, Oaxaca y Baja California. Es uno de los ecosistemas que presenta mayor diversidad de especies, lamentablemente es uno de los menos protegidos; se encuentra amenazado por incendios forestales (naturales y accidentales) y deforestación para aprovechamiento de madera comercial o de subsistencia. México posee el récord mundial en diversidad de pinos, con ejemplares de más del 50% de las especies de pinos que existen en el mundo.

Bosque de niebla (mesófilo o de montaña). Puede encontrarse en forma de islas a lo largo de la Sierra Madre Oriental y Occidental. Se caracteriza por estar envuelto casi constantemente por neblina. En ellos se puede encontrar alrededor del 11 % de las especies de plantas de todo el país, pero las áreas de estos bosques se han reducido en por lo menos 50%, catalogándose por algunos investigadores como "hábitat en peligro de extinción". También a nivel mundial los bosques de neblina son uno de los ecosistemas más amenazados. Entre las actividades humanas que más los afectan están el cultivo del café y árboles frutales, así como la ganadería extensiva.

Desierto. Ocupa alrededor de la mitad del territorio mexicano. Ha sido el centro de origen y evolución de varios grupos de organismos. A nivel mundial los desiertos mexicanos son reconocidos como uno de los centros de evolución más importantes de cactus. En los desiertos mexicanos se encuentra más del 60% de las especies endémicas del país, que sólo habitan en zonas áridas y semiáridas.

Selva tropical húmeda (selva alta o selva tropical perennifolia). Principalmente en las regiones más calientes y húmedas del país. Cuenta durante casi todo el año con provisión constante de agua, y por ello la vegetación es exuberante. A diferencia de la selva tropical seca que pierde sus hojas en la época de sequía, la vegetación en la selva tropical húmeda siempre está verde, en una penumbra calurosa. Estos ecosistemas están catalogados como uno de los más diversos de la Tierra, donde se calcula que habita más de la mitad de las especies terrestres conocidas. Presenta varios estratos, donde dominan árboles de 30 a 45 m de altura (cedro rojo, ceiba, caoba, ramón, zapote, canshán y guarumo), sin faltar aquellos que se elevan hasta los 60 m; debajo de estos gigantes, donde el factor limitante suele ser la luz, abundan las trepadoras leñosas y lianas, también se desarrollan arbustos que toleran la sombra excesiva, y troncos y ramas son cubiertos por bromelias y orquídeas, helechos, musgos y cactáceas, adaptadas a nichos ecológicos especializados. Entre las principales amenazas a estas selvas encontramos la agricultura y la ganadería, la tala de árboles y los incendios.

Selva tropical seca (bosque tropical de hoja caduca, selva caducifolia o selva tropical decidua). Principalmente en las costas del Pacífico. A diferencia de la selva tropical húmeda (siempre verde), en la selva de hoja caduca (caducifolia), la vegetación pierde sus hojas en la época de sequía. Entonces el paisaje se torna color café y sin hojas, y muchas plantas producen flores; al contrario, en la época lluviosa el horizonte se cubre de un frondoso manto verde. En estas selvas habita una gran diversidad de especies de plantas y animales endémicos. La lluvia escasea durante medio año; ahí la vegetación

alcanza alturas de 15 a 40 m, y más de la mitad de los árboles pierden sus hojas durante la temporada seca.

Para poder sobrevivir durante la larga sequía, algunas especies de plantas almacenan su alimento hasta que llega la época de lluvias. Es uno de los ecosistemas más ricos, que debe ser estudiado y protegido con urgencia, pues lamentablemente es de los menos conocidos y más amenazados por las diversas actividades humanas. Del área que tenía hace más de 400 años, sólo el 6% sigue hoy existiendo. Entre las actividades humanas que más la afectan está la inadecuada explotación de sus recursos.

Praderas. Al noroeste del estado de Chihuahua, en los municipios de Janos y Casas Grandes, constituyen el remanente mejor conservado en México de los pastizales que alguna vez se extendieron ininterrumpidamente desde el sur de Canadá hasta el centro de México. Albergan la mayor colonia de perritos de las praderas (*Cynomys ludovicianus*) de Norteamérica, roedores de hábitos excavadores y coloniales, exclusivos de esta región, claves en el funcionamiento natural de ese ecosistema, ya que con sus hábitos favorecen el ciclo de vida de más de 100 especies animales típicas de los pastizales.

Los pastizales de Janos son también muy importantes, ya que aquí todavía existen poblaciones de muchas especies en riesgo de extinción, como el caso del águila real (*Aquila chrysaetos*), el halcón de la pradera (*Falco mexicanus*), el chorlito llanero (*Charadrius montanus*), el chipe de lucy (*Vermivora luciae*), el puercoespín del norte (*Erethizon dorsatum*), el tejón (*Taxidea taxus*) y la zorra norteña (*Vulpes macrotis*). En algunos rincones de esta zona, todavía se encuentran pequeños grupos del berrendo (*Antilocapra americana*), especie amenazada, y la única manada silvestre de bisontes americanos (*Bison bison*) que hay en México: un pequeño grupo de entre 60 y 80 individuos, cuyo origen no está muy claro, pero que están en peligro de desaparecer. Es además lugar de hibernación de muchas aves migratorias que llegan desde diversos puntos de Norteamérica, como el águila de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el tecolote llanero (*Athene cunicularia*), el aguililla real (*Buteo regalis*), la grulla canadiense (*Grus canadensis*) y varias especies de patos, gansos y gorriones. A pesar de encontrarse todavía en buen estado de conservación, está sufriendo de un rápido proceso de deterioro, debido al manejo inadecuado de los pastizales y a la falta de respeto hacia los animales que los pueblan.

Bosque espinoso. Conjunto de árboles bajos y espinosos en ambientes secos de tierra caliente, así como algunas regiones áridas con agua en el subsuelo, que aprovechan plantas como los mezquites. Predominan las especies espinosas y con frecuencia también existen pastizales y algunas

cactáceas columnares; árboles y arbustos alcanzan tallas entre los 4 y 15 m de altura, y la densidad del arbolado varía, lo mismo que la pérdida de las hojas durante el tiempo seco.

Matorral xerófilo. Incluye arbustos con promedios de 1 m de altura, pero otras veces alcanza de 3 a 4 m, de las regiones con clima seco y semiárido, temperatura y lluvia variables, y condiciones de suelo con cubierta vegetal diversa; se trata del mayor ecosistema vegetal de nuestro país. Hay especies más altas, cuyas plantas dejan amplios terrenos vacíos, ya que crecen espaciadas. Son características las cactáceas como nopales, biznagas y órganos, y otras como lechuguilla, maguey, sotol, guapilla y yucas, así como flora útil: ocotillo, cirio, candelilla y gobernadora, adaptadas para afrontar la escasez de agua. Cuando llueve, plantas efímeras anuales brotan rápidamente de semillas enterradas por largo tiempo y forman una colorida cubierta.

Bosque mesófilo de montaña. Densa masa vegetal de clima templado y húmedo de regiones montañosas, en hábitats similares a los ocupados por encinos y coníferas, aunque son lugares menos fríos, con mayor humedad por la neblina que presentan durante gran parte del año, y se encuentran en altitudes de 400 a 3,000 msnm. Espesos bosques de hoja ancha, de 20 a 45 m de altura con especies que miden hasta 60 m; la mayoría son árboles de hoja caduca, aunque casi siempre están verdes. Vegetación con abundantes lianas, helechos y plantas que crecen sobre los troncos.

Bosques de coníferas. Quizá la vegetación más familiar, de climas templados y semihúmedos en zonas montañosas, formadas con masas puras de coníferas y bosques mixtos de pinos, ocotes, abetos, oyameles, e incluso encinos. En México habita el mayor número de especies de encinos (*Quercus*) del mundo.

Pastizales. Formados por gramíneas, mejor conocidas como pastos o zacates, junto a plantas compuestas, leguminosas y una gran diversidad florística, desde el nivel del mar a los páramos alpinos arriba de los 4,000 msnm; estos zacatonales existen en casi todo México, en regiones semiáridas y con clima templado.

Flora acuática y subacuática. El tular y el carrizal son buen ejemplo de la vegetación acuática de ambientes inundados que dan un aspecto particular a esta flora; sus componentes miden de 1 a 3 m de altura, de tallos cilíndricos y hojas angostas, o sin hojas. El popal que ocupa grandes superficies pantanosas está representado por herbáceas de hasta 3 m de altura, de gran follaje, forma una densa masa sobre el agua. También en aguas dulces se encuentran plantas flotantes de varias especies, como el chichicastle, la lechuga de agua y el lirio; otras plantas se arraigan en el fondo, como las ninfas y los lirios, de

hojas y flores flotantes, mientras que otras viven bajo el agua.

Bosque de galería. Crece agrupado en las orillas de los ríos y está constituido por árboles de ahuehuete o sabino, sauces, otates, zapote de agua y amates.

Manglar. Vegetación costera más común: una comunidad de arbustos y árboles de 2 a 30 m de altura, compuesta por cuatro especies adaptadas con raíces zancudas y otras para respirar fuera del agua; habitan en playas marinas, márgenes de lagunas costeras y desembocaduras de ríos con influencia marina.

Vegetación litoral marina. Formada por algas fijas sobre rocas y el sustrato duro; otras especies notables son los sargazos, que alcanzan hasta 70 m de longitud, y las fanerógamas o pastos marinos de *Thalassia*. No obstante, la flora mejor distribuida son las dunas costeras, con hierbas y arbustos, gramíneas, plantas rastreras y diversas especies de palmas.

Arrecifes coralinos. Sumergidos bajo las aguas cálidas del Golfo de México, y más densamente en aguas del Caribe mexicano, son ecosistemas compuestos por cientos de corales (simbiosis indivisible de planta y animal) pétreos y blandos, esponjas, estrellas de mar y coloridos peces tropicales, de alta productividad biológica y diversidad específica; además de una exquisita belleza y ambiente propicio para actividades deportivas. También hay formaciones arrecifales en el Pacífico, hasta las aguas del sur del Mar de Cortés, pero menores.

XIII.2. Situación actual de la biodiversidad. Hoy desafortunadamente, alrededor del 70% del territorio nacional sufre un crítico grado de deterioro, pues más de la mitad de la cubierta vegetal original se ha perdido. Los indicadores más claros del enorme daño ecológico son la extinción de especies y el aumento de las especies amenazadas.

La fauna silvestre es agredida por la caza y la captura de animales vivos, como aves rapaces, canoras, y especies codiciadas por sus vistosos colores y su gran belleza (loros, pericos, guacamayas, tucanes y halcones); asimismo, cocodrilos, tortugas marinas y terrestres, serpientes e iguanas, ciertos mamíferos marinos y algunos invertebrados, figuran entre los más afectados por el tráfico ilegal. También los cactus, las orquídeas y las cícadas son víctimas del saqueo.

Estudios recientes muestran que, en México, al menos 30 especies de vertebrados se han extinguido en este siglo, entre ellas la nutria marina, la foca monje del Caribe, el carpintero imperial, el salmón del río Colorado, el cóndor de California, el bisonte, el oso gris y posiblemente el castor.

Por si todo eso no fuese suficiente, en México cada año son destruidas alrededor de 500,000 has. de selvas tropicales y subtropicales. Este y otros factores hacen que al menos 285 especies de vertebrados se consideren amenazadas, vulnerables o en peligro de extinción. También las aves figuran entre las especies más dañadas por la influencia humana, igual que peces de aguas dulces, reptiles, anfibios invertebrados.

XIII.3. Algunas especies mexicanas en peligro de extinción. En la actualidad, el grado de rareza de cada especie determina su susceptibilidad a la extinción, ya que una especie de muy amplia distribución geográfica puede estar a punto de extinguirse en algún país pero ser relativamente abundante en otro. El jaguar es un ejemplo, pues existe desde México hasta Argentina, pero mientras aquí es una especie en peligro de extinción, en la Amazonia sudamericana no lo está, aunque sus poblaciones van disminuyendo rápidamente.

No obstante, las especies endémicas de áreas vulnerables al deterioro se encuentran en serio peligro de extinción, y su número puede ser altísimo si consideramos a los invertebrados, algas, musgos, pequeñas plantas, etcétera.

Respecto de aves y mamíferos, Alejandro Sánchez-Vélez (1987), menciona alrededor de 150 especies que se encuentran en peligro de extinción en territorio mexicano, aunque no todas ellas corren el mismo peligro, pues por ejemplo, el berrendo y el perro de las praderas son relativamente abundantes en el territorio de EUA, de donde pueden reintroducirse a territorio mexicano, en tanto que el conejo de los volcanes o la tortuga del desierto son responsabilidad exclusiva de los mexicanos, por ser especies endémicas.

Andrés Vovides (1981) por su parte, menciona más de 200 especies de plantas vasculares que son muy raras, están en peligro de extinción o ya están extintas; entre las que destaca la familia de las cactáceas con casi la mitad de las especies reportadas, de las cuales 47 ya se consideran extintas, pero este trabajo es sólo un listado preliminar.

Se han hecho otros listados de especies raras y amenazadas, pero muchos de ellos son deficientes, ya que con frecuencia se enlistan especies que distan de estar en peligro de extinción.

No obstante, hay acuerdo en que algunas de las especies animales en peligro de extinción son:

- Tortugas marinas
- Gorrión Pecho Amarillo (*Passerina Leclancherii*)

- Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*)
- Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*)
- Raya gavilán (*Rhinoptera bonasus*)
- Lobo Mexicano (*Canis lupus baileyi*), El lobo gris de menor tamaño en el Continente Americano y también el que habita más al sur. Se le ha perseguido intensamente, principalmente mediante cacería ilegal y campañas de envenenamiento. La destrucción de los bosques y pastizales templados del norte de la República Mexicana, que constituyen su hábitat, contribuyó también a que a mediados de los años 70's se volviera muy escaso, llegando prácticamente a desaparecer. Hoy sólo se conoce con certeza la situación de los lobos mexicanos que se encuentran en cautiverio.

XIV. Convención sobre Diversidad Biológica¹

Como hemos visto, la diversidad biológica es el fundamento de la vida en nuestro planeta y uno de los pilares del desarrollo sostenible. La riqueza y la variedad de la vida en la Tierra hacen posibles los servicios indispensables que nos proporcionan los ecosistemas: agua potable, alimentos, cobijo, medicamentos y ropa. Los entornos de una gran diversidad biológica tienen la capacidad de regenerarse después de un desastre natural. Todo esto reviste especial importancia para los ciudadanos más pobres del mundo. Las personas que sobreviven con sólo unos dólares al día dependen de la diversidad biológica para cubrir sus necesidades básicas. Si no conservamos la diversidad biológica y hacemos un uso sostenible de ella, no lograremos cumplir los objetivos de desarrollo del Milenio.

Sin embargo, la diversidad biológica está disminuyendo a un ritmo sin precedentes y ello menoscaba gravemente la capacidad del planeta para albergar vida. Por este motivo, los líderes mundiales que asistieron a la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en **Johannesburgo** en **2002** se comprometieron a conseguir para 2010 una reducción importante del ritmo de pérdida de la diversidad biológica. Ese compromiso se reiteró en la Cumbre Mundial **2005**. Los objetivos en materia de diversidad biológica para **2010** están ya plenamente integrados en el marco de los objetivos de desarrollo del Milenio.²

¹El 22 de mayo, con motivo de la conmemoración de la firma de la Convención sobre Diversidad Biológica se celebra el Día de la Diversidad Biológica.

²La comunidad internacional decidió declarar el año 2010 Año Internacional de la Diversidad Biológica.

También se ha ido poniendo de manifiesto la interrelación entre el cambio climático y la diversidad biológica. En la evaluación de los ecosistemas del mundo y los servicios que proporcionan, al iniciarse el milenio, realizada aplicando las técnicas más avanzadas, se determinó que el cambio climático era una de las principales causas de la pérdida de la diversidad biológica de nuestro planeta, junto con los cambios en las modalidades de uso de la tierra. En un informe publicado recientemente, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático dejó muy claro que el cambio climático es real y que continuará afectando a nuestra vida y a los ecosistemas durante muchos años. Una de sus consecuencias será la extinción de un número cada vez mayor de especies, que contribuirá a la degradación de algunos ecosistemas que ya de por sí son frágiles.

El lema del año **2007** para el Día Internacional de la Diversidad Biológica, “La diversidad biológica y el cambio climático”, es, por tanto, muy apropiado. Sin duda, la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica son elementos esenciales en toda estrategia de adaptación al cambio climático. Los manglares y otros humedales costeros constituyen un baluarte que nos protege de los fenómenos meteorológicos extremos y la elevación del nivel del mar. Ante la aridez y el calentamiento progresivos de las tierras agrícolas, la diversidad del ganado y de los cultivos de cereales podría brindar a los agricultores alternativas para adaptarse a las nuevas condiciones. Los bosques, las turberas y otros ecosistemas absorben dióxido de carbono de la atmósfera y, con ello, contribuyen a mitigar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En virtud del Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la comunidad internacional se comprometió a conservar la diversidad biológica y a luchar contra el cambio climático. La respuesta mundial a estos desafíos tiene que ser mucho más rápida y más firme a todos los niveles —mundial, nacional y local. Por nuestro bien y el de las generaciones futuras, debemos alcanzar los objetivos fijados en esos instrumentos trascendentales.³

XV. Marco jurídico mexicano sobre preservación de la biodiversidad

Como ya quedó indicado, la biodiversidad es la variedad de seres vivientes de cualquier procedencia, incluso los de ecosistemas terrestres y marítimos y de otros ecosistemas acuáticos, y los sistemas ecológicos a los

³Mensaje del Secretario General de la ONU relativo al Convenio sobre la Diversidad Biológica, 19 de mayo de 2007

que pertenecen. Asimismo, comprende también la diversidad que existe dentro de cada especie, entre las distintas especies, y entre los diferentes ecosistemas. En otras palabras, la biodiversidad es la variedad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones,⁴ abarcando desde los seres humanos hasta cualquier otra forma de vida animal, vegetal, etc.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) contiene diversas disposiciones relacionadas con la protección a la **biodiversidad** de nuestro país, tales como las siguientes:

- El derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, previsto en el cuarto párrafo del **artículo 4º** constitucional.
- La facultad del Congreso para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, prevista en la fracción XXIX-G del **artículo 73** constitucional.
- La facultad del Congreso para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de pesca y acuacultura, así como la participación de los sectores social y privado, prevista en la XXIX-L del **artículo 73** constitucional.

En ejercicio de tales atribuciones el Congreso de la Unión ha expedido algunas leyes generales tendentes a cuidar, aprovechar, proteger, salvaguardar, etc., la biodiversidad de nuestra nación. Al respecto, a continuación se mencionan las más importantes en materia de biodiversidad, haciendo especial énfasis en las disposiciones tienen por finalidad la preservación de la biodiversidad.

XV.1. Ley de Biodiversidad de organismos genéticamente modificados. Esta ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana, al medio ambiente, a la diversidad

⁴Fundación Amador, Qué es la biodiversidad, <http://www.biomuseopanama.org/es/biodiversity/index.html>.

biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola.⁵

Cabe hacer mención que por organismo genéticamente modificado debe entenderse cualquier organismo vivo, con excepción de los seres humanos, que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través del uso específico de técnicas de la biotecnología moderna, siempre que dichas técnicas estén establecidas en la ley de la materia o en las normas oficiales mexicanas derivadas de la misma.

Los objetivos de la ley deben estar dirigidos a cumplir, entre otras, con las siguientes finalidades:

- Garantizar un nivel adecuado y eficiente de protección de la salud humana, del medio ambiente, la diversidad biológica y la sanidad animal, vegetal y acuícola, respecto de los efectos adversos que pudiera causarles la realización de actividades con organismos genéticamente modificados.
- Definir los principios y la política nacional en materia de bioseguridad de los Organismos genéticamente modificados y los instrumentos para su aplicación.
- Determinar las competencias de las diversas dependencias de la Administración Pública Federal en materia de bioseguridad de los Organismos genéticamente modificados.
- Establecer las bases para la celebración de convenios o acuerdos de coordinación entre la Federación, por conducto de las Secretarías competentes y los gobiernos de las entidades federativas, para el mejor cumplimiento del objeto de esta Ley.
- Establecer las bases para el funcionamiento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, a través de la cual las Secretarías que la integran deban colaborar de manera coordinada, en el ámbito de sus competencias, en los asuntos relativos.
- Establecer procedimientos administrativos y criterios para la evaluación y el monitoreo de posibles riesgos que puedan ocasionar las actividades con organismos genéticamente modificados en la salud humana, en el medio ambiente, la diversidad biológica, en la sanidad animal, vegetal o acuícola.
- Establecer el régimen de permisos para la realización de actividades de liberación experimental, de liberación en programa piloto y de liberación comercial, de organismos genéticamente modificados, incluyendo la

⁵Véase artículo 1º de la LBOGM

importación de esos organismos para llevar a cabo dichas actividades.

- Establecer el régimen de avisos para la realización de actividades de utilización confinada de organismos genéticamente modificados, en los casos a que se refiere esta Ley.
- Establecer las bases del contenido de las normas oficiales mexicanas en materia de bioseguridad.
- Establecer medidas de control para garantizar la bioseguridad, así como las sanciones correspondientes en casos de incumplimiento.
- Establecer mecanismos para la participación pública en aspectos de bioseguridad.
- Establecer instrumentos de fomento a la investigación científica y tecnológica en bioseguridad y biotecnología.

Las materias de **competencia** de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, son entre otras:

- La bioseguridad de todos los organismos genéticamente modificados obtenidos o producidos a través de la aplicación de técnicas de biotecnología moderna, que se utilicen con fines agrícolas, pecuarios, acuícolas, forestales, industriales, comerciales, de biorremediación, etc.
- La autorización de los organismos genéticamente modificados que se destinen al uso o consumo humano, o al procesamiento de alimentos para consumo humano, para realizar su comercialización e importación.
- La autorización de organismos genéticamente modificados, distintos de los anteriores, que se destinen a una finalidad de salud pública o a la biorremediación.

Quedan **excluidas** de la aplicación de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, las siguientes materias:

- Actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto y liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, cuando la modificación genética de dichos organismos se obtenga por técnicas de mutagénesis tradicional o de fusión celular, incluida la de protoplastos de células vegetales, en que los organismos resultantes puedan producirse también mediante métodos tradicionales de multiplicación o de cultivo in vivo o in vitro, siempre que no supongan la utilización de organismos

- genéticamente modificados como organismos receptores o parentales.
- Utilización de las técnicas de fertilización in vitro, conjugación, transducción, transformación o cualquier otro proceso natural y la inducción poliploide, siempre que no se empleen moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante ni de organismos genéticamente modificados.
 - Producción y proceso de medicamentos y fármacos con organismos genéticamente modificados generados a partir de procesos confinados.
 - Control sanitario de los productos derivados y los procesos productivos confinados en los que intervengan organismos genéticamente modificados, para uso o consumo humano o animal.
 - Genoma humano, cultivo de células troncales de seres humanos, modificación de células germinales humanas y bioseguridad de hospitales.
 - Colecta y el aprovechamiento de recursos biológicos.
 - Propiedad intelectual de los productos y procesos biotecnológicos.

La Ley Federal de Procedimiento Administrativo es **supletoria** de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

Principios en Materia de Bioseguridad. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, establece una serie de principios a que habrán de atenerse tanto la formulación y conducción de la política de bioseguridad, como la expedición de la reglamentación y las normas oficiales mexicanas que deriven de dicha Ley, por ejemplo:

- La Nación Mexicana es poseedora de una de las más amplias biodiversidades del mundo; en su territorio se encuentran áreas que son centro de origen y de diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas, potenciadas y aprovechadas sustentablemente, por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo sustentable del país.
- El Estado tiene la obligación de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su alimentación, salud, desarrollo y bienestar.
- La bioseguridad de los organismos genéticamente modificados tiene como objetivo garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la utilización confinada, la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial, la comercialización, importación y exportación de dichos organismos resultantes de la biotecnología moderna, que puedan tener efectos adversos para la conservación y

utilización sustentable del medio ambiente y de la diversidad biológica, así como de la salud humana y de la sanidad animal, vegetal y acuícola.

- Con el fin de proteger el medio ambiente y la diversidad biológica, el Estado Mexicano deberá aplicar el enfoque de precaución conforme a sus capacidades, tomando en cuenta los compromisos establecidos en tratados y acuerdos internacionales de los que sea parte. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente y de la diversidad biológica.
- La protección de la salud humana, del medio ambiente y la diversidad biológica exigen que se preste la atención debida al control y manejo de los posibles riesgos derivados de las actividades con organismos genéticamente modificados, mediante una evaluación previa de dichos riesgos y el monitoreo posterior a su liberación.
- Los conocimientos, opiniones y experiencia de los científicos, particularmente los del país, constituyen un valioso elemento de orientación para que la regulación y administración de las actividades con organismos genéticamente modificados se sustenten en estudios y dictámenes científicamente fundamentados, por lo cual debe fomentarse la investigación científica y el desarrollo tecnológico en bioseguridad y en biotecnología.
- En la utilización confinada de organismos genéticamente modificados con fines de enseñanza, investigación científica y tecnológica, industriales y comerciales, se deberán observar las disposiciones de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, así como las normas y principios de prevención que establezcan las propias instituciones, centros o empresas, públicos o privados, que realicen dichas actividades.
- Los posibles riesgos que pudieran producir las actividades con organismos genéticamente modificados a la salud humana y a la diversidad biológica se evaluarán caso por caso.
- La liberación de organismos genéticamente modificados debe realizarse "paso a paso" conforme a lo cual, todo organismo genéticamente modificado que esté destinado a ser liberado comercialmente, debe ser previamente sometido a pruebas satisfactorias conforme a los estudios y evaluación de riesgo, los reportes de resultados aplicables en la realización de actividades de liberación experimental y de liberación en programa

piloto de dichos organismos.

- Deben ser monitoreados los efectos adversos que la liberación de los organismos genéticamente modificados pudieran causar a la diversidad biológica, teniendo en cuenta los posibles riesgos para la salud humana.
- Los procedimientos administrativos para otorgar permisos y autorizaciones para realizar actividades con organismos genéticamente modificados, deben ser eficaces y transparentes.
- Es necesario apoyar el desarrollo tecnológico y la investigación científica sobre organismos genéticamente modificados que puedan contribuir a satisfacer las necesidades de la Nación.
- Para el análisis de soluciones a problemas particulares se evaluarán caso por caso los beneficios y los posibles riesgos del uso de organismos genéticamente modificados.
- Se deberá contar con la capacidad y la normativa adecuadas para evitar la liberación accidental al medio ambiente de organismos genéticamente modificados provenientes de residuos de cualquier tipo de procesos en los que se hayan utilizado dichos organismos.
- Todas las figuras normativas contenidas en la Ley de Bioseguridad de organismos Genéticamente Modificados, son la forma en que el Estado Mexicano actúa con precaución, de manera prudente y con bases científicas y técnicas para prevenir, reducir o evitar posibles riesgos que las actividades con Organismos genéticamente modificados pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica.
- La bioseguridad de los productos agropecuarios, pesqueros y acuícolas se encuentra estrechamente relacionada con la sanidad vegetal, animal y acuícola, por lo que la política en estas materias deberá comprender los aspectos ambientales, de diversidad biológica, de salud humana y de sanidad vegetal y animal.
- La experimentación con organismos genéticamente modificados o con cualquier otro organismo para fines de fabricación y/o utilización de armas biológicas, queda prohibida en el territorio nacional.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, establece que las **autoridades competentes** en materia de bioseguridad de organismos genéticamente modificados, son:

- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

- La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- La Secretaría de Salud (SSA)
- La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en lo relativo a la importación de Organismos genéticamente modificados y de productos que los contengan.

Las **atribuciones** de la **SEMARNAT** respecto de actividades con todo tipo de organismos genéticamente modificados, son entre otras:

- Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad.
- Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con organismos genéticamente modificados pudieran ocasionar al medio ambiente y a la diversidad biológica.
- Resolver y expedir permisos para la realización de actividades de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados, así como establecer y dar seguimiento a las condiciones y medidas a las que se deberán sujetar dichas actividades, incluyendo la liberación de organismos genéticamente modificados para biorremediación.
- Realizar el monitoreo de los efectos que pudiera causar la liberación de organismos genéticamente modificados, permitida o accidental, al medio ambiente y a la diversidad biológica.
- Suspender los efectos de los permisos, cuando disponga de información científica y técnica de la que se deduzca que la actividad permitida supone riesgos superiores a los previstos, que puedan afectar negativamente al medio ambiente, a la diversidad biológica, a la salud humana, la sanidad animal, vegetal o acuícola.
- Ordenar y aplicar medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases científicas y técnicas y en el enfoque de precaución.
- Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven.

Las **atribuciones** de la **SAGARPA** respecto de actividades con todo tipo de organismos genéticamente modificados, son entre otras:

- Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad.

- Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con organismos genéticamente modificados pudieran ocasionar a la sanidad animal, vegetal y acuícola, así como al medio ambiente y a la diversidad biológica.
- Realizar el monitoreo de los efectos que pudiera causar la liberación de organismos genéticamente modificados, permitida o accidental, a la sanidad animal, vegetal y acuícola, y a la diversidad biológica.
- Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere la Ley; y, suspender los efectos de los permisos, cuando disponga de información científica y técnica superveniente de la que se deduzca que la actividad permitida supone riesgos superiores a los previstos, que puedan afectar negativamente a la sanidad animal, vegetal, acuícola, la diversidad biológica o la salud humana.
- Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas respectivas.

Dichas atribuciones se ejercerán cuando se trate de actividades con organismos genéticamente modificados en los casos siguientes:

- Vegetales que se consideren especies agrícolas, incluyendo semillas.
- Animales que se consideren especies ganaderas.
- Insumos fitozoosanitarios y de nutrición animal y vegetal.
- Especies pesqueras y acuícolas.
- Organismos genéticamente modificados que se utilicen en la inmunización para proteger y evitar la diseminación de las enfermedades animales.
- Organismos genéticamente modificados que sean hongos, bacterias, protozoarios, virus, viroides, espiroplasmas, fitoplasmas, y otros microorganismos, que tengan fines productivos agrícolas, pecuarios, acuícolas o fitozoosanitarios.

En los casos competencia de la SAGARPA, a la **SEMARNAT** le corresponde:

- Emitir el dictamen de bioseguridad que corresponda, previo a la resolución de la SAGARPA, como resultado del análisis y evaluación de riesgos que realice con base en el estudio que elaboren y presenten los interesados, sobre los posibles riesgos que la actividad con organismos genéticamente modificados de que se trate pueda causar al medio ambiente y a la diversidad biológica, en solicitudes de permisos para

liberación experimental de dichos organismos, o con base en los reportes de resultados y la información que adjunten los interesados a sus solicitudes de permisos para liberación en programa piloto y para liberación comercial.

- Requerir a la SAGARPA la suspensión de los efectos de los permisos que expida, cuando se disponga de información científica y técnica de la que se deduzca que la liberación permitida supone riesgos superiores a los previstos que pueden afectar negativamente el medio ambiente y la diversidad biológica.

Las **atribuciones** de la **SSA** respecto de actividades con todo tipo de organismos genéticamente modificados, son entre otras:

- Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad.
- Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases técnicas y científicas y en el enfoque de precaución.
- Solicitar a la SEMARNAT o a SAGARPA, según se trate, con apoyo en elementos técnicos y científicos, la suspensión de los efectos de los permisos de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados, cuando disponga de información de la que se deduzca que la actividad permitida por esas Secretarías supone riesgos superiores a los previstos que pudieran afectar a la salud humana.
- Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y normas oficiales mexicanas.
- Realizar las acciones de vigilancia sanitaria y epidemiológica de los organismos genéticamente modificados, de los productos que los contengan y de los productos derivados, de conformidad con la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, prevé que la SEMARNAT, la SAGARPA y la SSA efectuarán **conjuntamente** la atribución de imponer, en el caso de liberación accidental de organismos genéticamente modificados, las medidas necesarias para evitar afectaciones negativas a la diversidad biológica, a la salud humana o a la sanidad animal, vegetal y acuícola, según se trate.

Las **atribuciones** de la **SHCP** respecto de la importación de organismos genéticamente modificados y de productos que los contenga, son entre otras:

- Revisar que la documentación que acompañe a los organismos

genéticamente modificados que se importen al país, contenga los requisitos de identificación establecidos en las normas oficiales mexicanas que deriven de la Ley en la materia.

- Participar en la expedición de normas oficiales mexicanas relativas al almacenamiento o depósito de organismos genéticamente modificados o de productos que los contengan en los recintos aduaneros del territorio nacional.
- Dar aviso inmediato a la SEMARNAT, la SAGARPA y/o la SSA, sobre la probable comisión de infracciones a los preceptos de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, en materia de importación de organismos genéticamente modificados.
- Impedir la entrada al territorio nacional de organismos genéticamente modificados y productos que los contengan, en los casos en que dichos organismos y productos no cuenten con permiso y/o autorización, según corresponda, para su importación.

Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). Tiene por objeto formular y coordinar las políticas de la Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad de los organismos genéticamente modificados. Está integrada por los titulares de SAGARPA, SEMARNAT, SSA; Educación Pública (SEP); SHCP y Economía, así como por el Director General del CONACYT.

El **Consejo Consultivo Científico** de la **CIBIOGEM**. Órgano de consulta obligatoria de la propia CIBIOGEM en aspectos técnicos y científicos en biotecnología moderna y bioseguridad de organismos genéticamente modificados. Se integra por un conjunto de expertos en diferentes disciplinas, provenientes de centros, instituciones de investigación, academias o sociedades científicas de reconocido prestigio.

El **Consejo Consultivo Mixto** de la **CIBIOGEM**. Órgano auxiliar de consulta y opinión de la propia CIBIOGEM. Se integra por representantes de asociaciones, cámaras o empresas de los sectores privado, social y productivo. Su función fundamental es conocer y opinar sobre aspectos sociales, económicos, y otros aspectos relativos a las políticas regulatorias y de fomento, así como sobre las prioridades en la normalización y el mejoramiento de trámites y procedimientos en materia de bioseguridad de los organismos genéticamente modificados.

El Ejecutivo Federal tiene la obligación de fomentar, apoyar y fortalecer la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y de biotecnología, a través de las políticas y los instrumentos establecidos en la Ley y en la Ley de Ciencia y Tecnología.

En materia de **bioseguridad** se debe fomentar la investigación para obtener conocimientos suficientes que permitan evaluar los posibles riesgos de los organismos genéticamente modificados en el medio ambiente, la diversidad biológica, la salud humana y la sanidad animal, vegetal y acuícola; para generar las consideraciones socioeconómicas de los efectos de dichos organismos para la conservación y el aprovechamiento de la diversidad biológica, y para valorar y comprobar la información proporcionada por los promoventes.

Programa para el Desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología.

Tiene por finalidad fomentar la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y biotecnología, debiendo contener, cuando menos, diagnósticos, políticas, estrategias y acciones generales y sectoriales en cuanto a nuevos centros de investigación y transferencia tecnológica en áreas primordiales del desarrollo nacional, de acuerdo con las necesidades locales o regionales de conservación y protección ambiental, producción silvícola, agropecuaria e industrial, por ejemplo.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, establece la obligación de obtener permisos para las siguientes actividades:

- La liberación experimental al ambiente, incluyendo la importación para esa actividad, de uno o más organismos genéticamente modificados.
- La liberación al ambiente en programa piloto, incluyendo la importación para esa actividad, de organismos genéticamente modificados.
- La liberación comercial al ambiente, incluyendo la importación para esa actividad, de organismos genéticamente modificados.

La Secretaría que al efecto expida los permisos, tendrá la potestad de establecer medidas de monitoreo, prevención, control y seguridad de los posibles riesgos de la utilización de los organismos genéticamente modificados, en los siguientes aspectos:

- Manejo de los organismos genéticamente modificados.
- Medidas de seguridad para que el posible riesgo se mantenga dentro de los límites de tolerancia aceptados en la evaluación.
- Monitoreo de la actividad de que se trate, en relación con los posibles riesgos que dicha actividad pudiera generar.

Cabe comentar que el titular del permiso estará obligado a observar y cumplir con tales medidas, de lo contrario, dará lugar a la responsabilidad correspondiente.

Está **prohibido** importar organismos genéticamente modificados o

productos que los contengan al territorio nacional, en los casos en que dichos organismos se encuentren prohibidos en el país de origen o estén clasificados en las listas como no permitidos para su liberación comercial o para su importación para esa actividad.

Está **prohibido** también realizar actividades con organismos genéticamente modificados o con cualquier otro organismo cuya finalidad sea la fabricación y/o utilización de armas biológicas.

La solicitud de **permiso** para realizar la liberación experimental al ambiente de organismos genéticamente modificados, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse, entre otra información, de un estudio de los posibles riesgos que la liberación de los organismos genéticamente modificados pudiera generar al medio ambiente y a la diversidad biológica. Además, en los casos competencia de la SAGARPA, el estudio deberá contener lo relativo a los posibles riesgos que la liberación de dichos organismos pudieran causar a la sanidad animal, vegetal o acuícola.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, prevé que en los supuestos de que, con posterioridad al otorgamiento del permiso, en la realización de la liberación experimental de un organismo genéticamente modificado, se produzca cualquier modificación en la liberación que pueda incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica, o bien, que se disponga de nueva información científica y técnica sobre dichos riesgos, entonces el titular del permiso estará obligado a:

- Informar inmediatamente dicha situación a la Secretaría correspondiente.
- Revisar las medidas de monitoreo y de bioseguridad especificadas en la documentación.
- Adoptar las medidas de bioseguridad necesarias.
- Informar a dicha Secretaría los resultados de la (s) liberación (es) realizada (s) en relación con los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica.
- Informar inmediatamente a la Secretaría correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

La solicitud del **permiso** para realizar la liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados en programa piloto, incluyendo su importación para esa actividad, debe acompañarse, entre otra información, de la referencia y consideraciones sobre el reporte de

los resultados de la (s) liberación (es) experimental (es) realizada (s) en relación con los posibles riesgos al medio ambiente y la diversidad biológica y, adicionalmente, a la sanidad animal, vegetal o acuícola en los casos que sean competencia de la SAGARPA.

Una vez otorgado el **permiso**, el titular deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Informar a la Secretaría que lo expidió los resultados de la (s) liberaciones realizadas en relación con los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica.
- Informar inmediatamente a la Secretaría correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

La **evaluación del riesgo** es el proceso por el cual se analizan caso por caso, con base en estudios fundamentados científica y técnicamente, que deberán elaborar los interesados, los posibles riesgos o efectos que la liberación experimental al ambiente de organismos genéticamente modificados pueden causar al medio ambiente y a la diversidad biológica, así como a la sanidad animal, vegetal y acuícola.

Las especies de las que **México** sea **centro de origen**⁶ y **diversidad genética**, así como las áreas geográficas en las que se localicen, son determinadas por acuerdos de la SEMARNAT y la SAGARPA, con base en la información proporcionada por diversos Institutos y Comisiones Nacionales.

En los Centros de origen y de diversidad genética de especies animales y vegetales, sólo se permitirá la realización de liberaciones de organismos genéticamente modificados cuando se trate de organismos genéticamente modificados distintos a las especies nativas, y que su liberación no cause una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, establece la posibilidad de establecer **zonas libres** de organismos genéticamente modificados para la protección de productos agrícolas orgánicos y otros de interés de la comunidad solicitante, conforme a una serie de lineamientos, por ejemplo:

⁶Es aquella área geográfica del territorio nacional en donde se llevó a cabo el proceso de domesticación de una especie determinada

- Se deberá elaborar una solicitud escrita de las comunidades interesadas, que deberá acompañarse de la opinión favorable de los gobiernos estatales y municipales o regiones que se determinarán como zonas libres.
- Además, deben realizarse las evaluaciones de los efectos que los organismos genéticamente modificados pudieran ocasionar a los procesos de producción de productos agrícolas orgánicos o a la biodiversidad, mediante las cuales quede demostrado, científica y técnicamente, que no es viable su coexistencia o no cumplan con los requisitos normativos para su certificación.
- Si se demuestra que se trata de organismos genéticamente modificados de la misma especie, las que se produzcan mediante procesos de producción de productos agrícolas orgánicos, y que científica y técnicamente no es viable su coexistencia, o no cumplen con los requisitos normativos para su certificación, entonces la SAGARPA determinará que dichas zonas son libres de organismos genéticamente modificados.

Los organismos genéticamente modificados objeto de **autorización** son los siguientes:

- Los que se destinen a su uso o consumo humano.
- Los que se destinen al procesamiento de alimentos para consumo humano.
- Los que tengan finalidades de salud pública.
- Los que se destinen a la biorremediación.

La solicitud de **autorización** de un organismo genéticamente modificado deberá acompañarse, entre otros requisitos, de un estudio de los posibles riesgos que el uso o consumo humano del organismo genéticamente modificado de que se trate pudiera representar a la salud humana, en el que se incluirá la información científica y técnica relativa a su inocuidad.

Medidas de Seguridad o de Urgente Aplicación. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, establece que la SAGARPA, la SEMARNAT o la SSA, en el ámbito de su competencia, ordenarán alguna o algunas de las medidas que se establecen en este artículo, en caso de que en la realización de actividades con organismos genéticamente modificados se presenten:

- Riesgos no previstos originalmente, que pudieran causar daños o efectos adversos y significativos a la salud humana, a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola.
- Se causen daños o efectos adversos y significativos a la salud humana, a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola.

- Se liberen accidentalmente organismos genéticamente modificados no permitidos y/o no autorizados al ambiente.

XV.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Reglamentaria de las disposiciones constitucionales que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus objetivos son, entre otros:

- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- La preservación y restauración del suelo, agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Considera de utilidad pública la formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional. Además, menciona que la **biodiversidad** es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Competencia concurrente. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en concordancia con la Constitución Federal, establece que la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Al respecto, las atribuciones de la Federación son, entre otras, las siguientes:

- Aplicación de los instrumentos de política ambiental, así como la regulación de acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción federal.
- Regulación y control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y

residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales.

- Regulación del aprovechamiento sustentable, protección y preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.
- Regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente.

Cabe mencionar que tales atribuciones son ejercidas por conducto de la SEMARNAT, en colaboración con otras dependencias según sea el caso.

Por su parte, las atribuciones de los Estados son, entre otras, las siguientes:

- Aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación.
- Regulación del aprovechamiento sustentable, y prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas.
- Atención coordinada con la Federación de asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más Entidades Federativas, cuando así lo consideren conveniente las Entidades Federativas respectivas.
- Atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Las atribuciones de los Municipios son, entre otras, las siguientes:

- Aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados.
- Aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de

fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que de acuerdo con la legislación estatal corresponda al gobierno del estado.

- Creación y administración de zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas previstas por la legislación local.
- Atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

La Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, podrá suscribir **convenios** o acuerdos de **coordinación**, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, e inclusive con la participación de sus Municipios, ejerzan entre otras, las siguientes funciones:

- Protección y preservación del suelo, flora y fauna silvestre, terrestre y los recursos forestales.
- Control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo terrestre.
- Prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

La **evaluación del impacto ambiental** es el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetarán las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Investigación y Educación Ecológicas. Las autoridades competentes deben promover la incorporación de contenidos ecológicos, conocimientos, valores y competencias, en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud.

El establecimiento de **áreas naturales protegidas**, tiene por objeto:

- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional,

en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

Se consideran **áreas naturales protegidas**, entre otras: las reservas de la biosfera, las áreas de protección de recursos naturales, las áreas de protección de flora y fauna, los santuarios, los parques y reservas estatales, las zonas de preservación ecológica de los centros de población, etc.

En las **áreas naturales protegidas** no podrá autorizarse la fundación de nuevos centros de población.

Dichas áreas naturales protegidas se dividen en tres: zonas de núcleo y zonas de amortiguamiento.

Las **zonas de núcleo** tienen como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación y de colecta científica, educación ambiental, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas.

Las **zonas de amortiguamiento** tienen como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas a largo plazo.

Las zonas de amortiguamiento están conformadas, entre otras, por subzonas de preservación, que son aquellas superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación.

Las **reservas de la biosfera** se constituyen en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Criterios para la preservación y aprovechamiento de la flora y fauna silvestre. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, considera que para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, deben tomarse en cuenta:

- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.
- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies.
- El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.
- La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.
- El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación.
- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.
- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

Criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se deberán considerar, entre otros:

- Que corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.
- Que el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico.
- Que la preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

Criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo. En la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se debe considerar:

- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.

- El uso de los suelos debe hacerse de manera que mantengan su integridad física y su capacidad productiva.
- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural.

Criterios para la protección a la atmósfera. Para la protección a la atmósfera se deben considerar, entre otros:

- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país.
- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Criterios para la prevención y control de la contaminación del agua. Para la prevención y control de la contaminación del agua se deben considerar una serie de criterios, por ejemplo:

- La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.
- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se deben considerar, entre otros, los siguientes criterios:

- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.

- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales.
- Incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Denuncia Popular. Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o ante otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales, o contravenga las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

XV.3. Ley Federal de Sanidad Animal. De observancia general en todo el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto:

- Fijar las bases para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas que afectan a los animales.
- Fijar las bases para procurar el bienestar animal.
- Fijar las bases para regular las buenas prácticas pecuarias aplicables en la producción primaria y establecimientos Tipo Inspección Federal dedicados al sacrificio de animales y procesamiento de bienes de origen animal para consumo humano.
- Fijar las bases para regular los establecimientos, productos y el desarrollo de actividades de sanidad animal y prestación de servicios veterinarios.
- Regular los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

La aplicación de la Ley Federal de Sanidad Animal le corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la cual cuenta, entre otras, con las siguientes atribuciones:

- Prevenir la introducción al país de enfermedades y plagas que afecten a los animales.
- Regular y controlar los agentes etiológicos causantes de enfermedades o plagas de los animales.
- Regular y controlar la producción, importación, comercialización de

substancias para uso o consumo de animales.

- Controlar las medidas zoonosanitarias de la movilización de vehículos, materiales, maquinaria y equipos cuando éstos impliquen un riesgo zoonosanitario.
- Realizar diagnósticos o análisis de riesgo, con el propósito de evaluar los niveles de riesgo zoonosanitario de una enfermedad o plaga a fin de determinar las medidas zoonosanitarias que deban adoptarse.
- Establecer y coordinar campañas zoonosanitarias para la prevención, control y erradicación de enfermedades y plagas de los animales.
- Ordenar la retención, disposición zoonosanitaria o destrucción de las mercancías reguladas, sus empaques y embalajes, cuando exista la sospecha o la presencia de un riesgo zoonosanitario o de contaminación.
- Suscribir los acuerdos interinstitucionales que sean necesarios para lograr la armonización internacional de las medidas zoonosanitarias.

Asimismo, se prevé que las Secretarías de Seguridad Pública, de la Defensa Nacional, de Marina, así como las autoridades estatales y municipales, colaborarán con la SAGARPA, cuando por la naturaleza y gravedad del problema así lo determine.

Medidas zoonosanitarias. Son las disposiciones para prevenir, controlar o erradicar la introducción, radicación o propagación de una plaga o enfermedad; y de los riesgos provenientes de aditivos, contaminantes, toxinas u organismos causantes de enfermedades y daños que afecten a los animales.

Tienen por objeto proteger la vida, salud y bienestar de los animales, incluyendo su impacto sobre la salud humana, así como asegurar el nivel adecuado de protección zoonosanitaria en todo el territorio nacional.

Estas medidas zoonosanitarias podrán comprender, entre otros, requisitos, especificaciones, criterios o procedimientos para:

- Diagnosticar e identificar enfermedades y plagas de los animales.
- Identificar y evaluar factores de riesgo que permitan determinar las medidas de mitigación correspondientes.
- Rastrear animales y bienes de origen animal.
- Prevenir, controlar y erradicar enfermedades y plagas de los animales.
- Inmunizar a los animales para protegerlos y evitar la diseminación de las enfermedades o plagas que los afecten.
- Sacrificar animales enfermos o expuestos al agente causal de alguna enfermedad.
- Cremar o inhumar cadáveres de animales.

- Procurar el bienestar animal.
- Establecer cuarentenas.
- Establecer y aplicar medidas de bioseguridad en materia de sanidad animal.

Bienestar de animales. La SAGARPA establecerá las características y especificaciones que deberán observarse para procurar el bienestar que todo propietario o poseedor de animales debe proporcionarles, a fin de que los inmunice contra las enfermedades y plagas transmisibles que los afecten y les proporcione la alimentación, higiene, transporte y albergue y en su caso entrenamiento apropiados conforme a las características de cada especie animal, con el objeto de evitar su estrés y asegurar su vida y su salud.

La Secretaría está facultada para emitir las disposiciones de sanidad animal que definirán los criterios, especificaciones, condiciones y procedimientos para salvaguardar el bienestar de los animales conforme a su finalidad, tomando en cuenta los siguientes principios básicos:

- Que exista una relación entre la salud de los animales y su bienestar. El bienestar de los animales requiere de proporcionarles alimentos y agua suficientes; evitarles temor, angustia, molestias, dolor y lesiones innecesarios; mantenerlos libres de enfermedades y plagas, y permitirles manifestar su comportamiento natural.
- La utilización de animales para actividades de investigación y educación, que les imponga procedimientos que afecten su salud y bienestar, observará el criterio de reducir al mínimo indispensable el número de animales vivos en experimentación, conforme a la evidencia científica disponible.
- La evaluación del bienestar de los animales se sustentará en principios científicamente aceptados por los especialistas.
- El ser humano se beneficia de los animales de muy diversas maneras, y en ese proceso, adquiere la responsabilidad de velar por su bienestar.

Por su parte, los propietarios o poseedores de animales domésticos o silvestres en cautiverio, tienen la obligación de proporcionarles alimento y agua en cantidad y calidad adecuada de acuerdo a su especie y etapa productiva.

Asimismo, los animales deberán estar sujetos a un programa de medicina preventiva bajo supervisión de un médico veterinario, y deberán ser revisados y atendidos regularmente. También se les proporcionará atención inmediata en caso de enfermedad o lesión.

La SAGARPA determinará los criterios y requisitos que deberán observarse

para el manejo y transporte de animales vivos, para procurar su bienestar, por lo que no entrañará maltrato, fatiga, inseguridad, condiciones no higiénicas, bebida o alimento, evitando el traslado de largas distancias sin periodos de descanso.

El sacrificio humanitario de cualquier animal no destinado al consumo humano, sólo estará justificado si su bienestar está comprometido por el sufrimiento que le cause un accidente, enfermedad, incapacidad física o trastornos seniles, de ser posible previo dictamen de un médico veterinario, con excepción de aquellas especies animales que por cualquier causa, la Secretaría o las Secretarías de Salud o Medio Ambiente y Recursos Naturales, determinen como una amenaza para la salud animal o humana o para el medio ambiente.

Importaciones sujetas a inspección por disposición de sanidad animal.

La Ley Federal de Sanidad Animal prevé que la importación de las siguientes mercancías está sujeta a inspección de acuerdo a las disposiciones de sanidad animal aplicables y a la expedición del certificado zoosanitario para importación en el punto de ingreso al país:

- Animales vivos.
- Bienes de origen animal.
- Agentes biológicos para cualquier uso incluyendo organismos genéticamente modificados de acuerdo con la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.
- Cadáveres, desechos y despojos de animales.
- Productos para uso o consumo animal.
- Otras mercancías que puedan ser portadoras de enfermedades o plagas de los animales.

Al respecto, la SAGARPA tendrá la potestad de reconocer zonas, regiones o países como libres de enfermedades y plagas. Para tales efectos, se prohíbe la importación de animales, bienes de origen animal, desechos, despojos y demás mercancías que sean originarios o procedan de zonas, regiones o países que no han sido reconocidos por la SAGARPA como libres de enfermedades o plagas exóticas o enzoóticas que se encuentren bajo esquema de campaña oficial en territorio nacional, salvo aquellas mercancías que la Secretaría determine que no implican riesgo zoosanitario.

Por otro lado, se prevé que cualquiera que importa las mercancías enunciadas en la Ley Federal de Sanidad Animal, deberá cumplir con la hoja de requisitos zoosanitarios o las disposiciones de sanidad animal que previamente establezca la SAGARPA para la importación.

Para el caso de productos para uso o consumo animal, se deberá cumplir también con el certificado de libre venta del país de origen y proporcionar información con respecto al uso, dosificación y aquella que la SAGARPA determine.

La SAGARPA podrá dejar sin efecto los certificados zoosanitarios para importación que se hayan expedido ante la inminente introducción y diseminación en el territorio nacional de enfermedades y plagas de los animales de declaración obligatoria para México, por notificación oficial, diagnóstico u otro mecanismo científicamente sustentado, así como establecer todas aquellas medidas tendientes a prevenir y controlar la introducción o diseminación en territorio nacional de enfermedades y plagas de los animales de declaración obligatoria, entre otras.

Con objeto de prevenir, controlar o erradicar la presencia de enfermedades y plagas de los animales, y a efecto de mejorar y mantener la condición zoosanitaria en el país, la SAGARPA establecerá **campañas zoosanitarias nacionales** considerando el riesgo zoosanitario y el impacto económico y social de la enfermedad o plaga.

Las disposiciones de sanidad animal en materia de campañas, establecerán la condición zoosanitaria de cada entidad, zona o región, la enfermedad o plaga a prevenir, controlar o erradicar; las especies animales a las que se aplicarán dichas disposiciones; las medidas zoosanitarias aplicables; los requisitos de movilización, los mecanismos de verificación e inspección; los métodos de muestreo y procedimientos de diagnóstico; la delimitación de las zonas; los criterios para evaluar y medir el impacto de las medidas zoosanitarias; el procedimiento para concluir la campaña y demás aspectos técnicos necesarios.

En el supuesto de que exista un riesgo zoosanitario, las unidades de producción, y los establecimientos estarán sujetos a la aplicación de medidas zoosanitarias o **cuarentenas**.

Las **cuarentenas** que se apliquen para enfermedades bajo esquema de campaña o enfermedades enzoóticas que la Secretaría determine de impacto zoosanitario, social o económico deberán especificar entre otros:

- La enfermedad que justifica su establecimiento.
- El objetivo y tipo de la cuarentena.
- El ámbito territorial de aplicación.
- Las mercancías reguladas, unidades de producción o los establecimientos que se declaran en cuarentena.
- Las especies y poblaciones animales, bienes de origen animal y productos para uso o consumo animal susceptibles de riesgo zoosanitario, así

como los vehículos, maquinaria, materiales, equipos y otras mercancías reguladas que estén en contacto con ellos.

- Los procedimientos y requisitos a cumplir para su liberación.

Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal. Cuando se detecte o se tenga evidencia científica sobre la presencia o entrada inminente de enfermedades y plagas exóticas y de notificación obligatoria, erradicadas, desconocidas o inexistentes en el país, que pongan en situación de emergencia zoonosaria a una o varias especies o poblaciones de animales en todo o en parte del territorio nacional, o cuando en una enfermedad endémica se rebase el número de casos esperados, la SAGARPA activará, integrará y operará el Dispositivo Nacional de Emergencia de Salud Animal que implicará la publicación inmediata mediante acuerdo en el Diario Oficial de la Federación y en su caso, expedirá las disposiciones de sanidad animal, que establezcan las medidas de prevención, control y erradicación que deberán aplicarse al caso particular.

También se justificará la activación del dispositivo de emergencia y la aplicación inmediata de medidas de retención, cuando se sospeche o se tenga evidencia científica que los bienes de origen animal exceden los límites máximos de residuos o se encuentre prohibida su presencia o existen contaminantes microbiológicos que pueden afectar a los humanos o animales.

Para la operación del Dispositivo Nacional de Emergencia de Salud Animal, la Secretaría podrá solicitar el apoyo de los servicios veterinarios de otros países u organismos regionales o internacionales.

La SAGARPA podrá realizar **visitas de inspección** para verificar el cumplimiento de la Ley Federal de Sanidad Animal y demás disposiciones que de ella deriven.

Medidas de Seguridad. Cuando exista riesgo inminente de daño, afectación a la salud animal, o diseminación de una enfermedad o plaga por notificación oficial, diagnóstico u otro mecanismo científicamente sustentado, la SAGARPA, fundada y motivadamente, ordenará la aplicación de una o más de las siguientes medidas:

- Aseguramiento precautorio de los animales, y bienes de origen animal, así como de vehículos, utensilios, herramientas, equipo y cualquier instrumento directamente relacionado con la acción u omisión que origine la imposición de esta medida.
- Clausura temporal, parcial o total de los establecimientos, maquinaria o equipos, según corresponda, para el aprovechamiento, almacenamiento o de sitios o establecimientos en donde se desarrollen los actos que generen

riesgo inminente de daño, afectación a la salud animal, o diseminación de una enfermedad o plaga

- Suspensión temporal, parcial o total de la actividad o el servicio que motive la imposición de la medida.
- Suspensión de los certificados zoonosanitarios que se hayan expedido.
- Realización de las acciones necesarias para evitar que se continúen presentando los supuestos que motiven la imposición de la medida de seguridad.

Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal. Es el órgano nacional de consulta en materia de sanidad animal, que apoya al Estado y a la sociedad mexicana para el mejoramiento continuo de las condiciones de la sanidad animal. Se apoya en consejos consultivos estatales que se constituirán en cada entidad federativa de la misma manera que el nacional, invitándose también a representantes de los gobiernos de los Estados, el Distrito Federal y municipios, así como de los organismos auxiliares de sanidad animal.

Premio Nacional de Sanidad Animal. Se instituye para reconocer y premiar anualmente el esfuerzo de quienes se destaquen en la prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas que afecten la vida o la sanidad de los animales, así como en las acciones orientadas a las buenas prácticas pecuarias de los bienes de origen animal.

Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Está a cargo de la SAGARPA, y tiene por objeto realizar la vigilancia, observación, seguimiento, control o evaluación permanente sobre la sospecha o presencia, así como sobre el comportamiento de las enfermedades y plagas endémicas y exóticas en los animales y sus productos, así como aquellas de carácter toxicológico y de residuos tóxicos, para orientar la aplicación de medidas tendientes a la reducción y administración de riesgos zoonosanitarios y de contaminación y para avalar la situación zoonosanitaria nacional, constituyéndose este Sistema en la fuente oficial de información zoonosanitaria en el ámbito nacional e internacional.

Denuncia Ciudadana. Toda persona podrá denunciar ante la SAGARPA los hechos, actos u omisiones que atenten contra la sanidad animal o que causen la contaminación de los bienes de origen animal.

XV.4. Ley Federal del Mar. Protección y Preservación del Medio Marino y de la Investigación Científica Marina. La Ley Federal del Mar contempla que en el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos

Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

En la realización de dichas actividades de investigación científica en las zonas marinas mexicanas, se respetarán todas las leyes y reglamentos pertinentes a la protección y preservación del medio marino.

XV.5. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Tiene por objetivos establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales; asimismo, establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos; establecer las bases para el desarrollo e implementación de medidas de sanidad de recursos pesqueros y acuícolas.; y establecer las bases para la certificación de la sanidad, inocuidad y calidad de los productos pesqueros y acuícolas.

Los tres órdenes de gobierno, Federal, estatal y municipal, cuentan con atribuciones materia de pesca y acuicultura sustentables.

Al respecto, las atribuciones de la Federación son ejercidas por la SAGARPA, y son entre otras:

- Expedir los decretos para establecer y modificar o suprimir y fijar las épocas y zonas de veda.
- Fijar talla o peso mínimo de las especies susceptibles de captura.
- Promover y ejecutar acciones orientadas a la homologación y armonización de medidas con otros países en materia de sanidad, inocuidad y calidad de especies acuáticas.
- Resolver sobre la expedición de concesiones y permisos en materia pesquera y acuícola.
- Fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros y la repoblación de las áreas de pesca, así como regular las zonas de refugio para proteger las especies acuáticas que así lo requieran, y establecer las épocas y zonas de veda.
- Participar en la determinación de niveles de incidencia y el reconocimiento de zonas libres y de baja prevalencia de enfermedades y plagas pesqueras y acuícolas.

Asimismo, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables establece una serie de facultades que la SEMARNAT tendrá que ejercer de manera coordinada con la SAGARPA, para cumplir con los objetivos en materia de preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, tales como:

- Emitir recomendaciones en áreas naturales protegidas sobre los permisos y concesiones de pesca y acuacultura que se pretendan otorgar, así como los volúmenes de pesca incidental.
- Fomentar áreas de protección, restauración, rehabilitación y conservación de los ecosistemas costeros, lagunarios y de aguas interiores.
- Dictar las medidas tendientes a la protección de los quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas sujetas a un estado especial de protección

Las atribuciones de los Estados, son entre otras, las siguientes:

- Diseñar y aplicar la política, los instrumentos y los programas para la pesca y la acuacultura estatal, en concordancia con la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables.
- En los cuerpos de agua dulce continental, con excepción de las aguas continentales que abarquen dos o más entidades federativas, las que pasen de una a otra, y las transfronterizas sujetas a la jurisdicción federal: determinar, de acuerdo con las condiciones técnicas y naturales, las zonas de captura, cultivo y recolección.
- Establecer viveros, criaderos, reservas de especies acuáticas y épocas y zonas de veda.

Las atribuciones de los Municipios son entre otras, las siguientes:

- Diseñar y aplicar la política y los programas municipales para la pesca y la acuacultura.
- Proponer a través del Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura, métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros y la repoblación de las áreas de pesca.
- Promover y fomentar la actividad acuícola, en armonía con la preservación del ambiente y la conservación de la biodiversidad.

La Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables indica que en la

formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables, se deben observar los siguientes **principios**:

- El aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad.
- La investigación científica y tecnológica se consolide como herramienta fundamental para la definición e implementación de políticas, instrumentos, medidas, mecanismos y decisiones relativos a la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas.
- El ordenamiento de la acuicultura a través de programas que incluyan la definición de sitios para su realización, su tecnificación, diversificación, buscando nuevas tecnologías que reduzcan los impactos ambientales y que permitan ampliar el número de especies nativas que se cultiven.
- El uso de artes y métodos de pesca selectivos y de menor impacto ambiental, a fin de conservar y mantener la disponibilidad de los recursos pesqueros, la estructura de las poblaciones, la restauración de los ecosistemas costeros y acuáticos, así como la calidad de los productos de la pesca.
- Con el fin de conservar y proteger los recursos pesqueros y los ecosistemas en los que se encuentran las autoridades administrativas competentes en materia de pesca y acuicultura adoptarán el enfoque precautorio que incluya la definición de límites de captura y esfuerzo aplicables, así como la evaluación y monitoreo del impacto de la actividad pesquera sobre la sustentabilidad a largo plazo de las poblaciones.

Contenido del Programa Nacional de Pesca y Acuicultura. Debe sujetarse a lo previsto por el Plan Nacional de Desarrollo, y debe contener, entre otros aspectos, estudios para identificar los cuerpos de agua susceptibles de ser restaurados para la recuperación de los ecosistemas.

La SAGARPA, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, y en lo que corresponda con los gobiernos de las entidades federativas, tendrá la obligación de fomentar, promover y realizar **acciones** tendientes a:

- Construcción de parques de acuicultura, así como unidades de producción, centros acuícolas y laboratorios dedicados a la producción de

organismos destinados al ornato, cultivo y repoblamiento de las especies de la flora y fauna acuática.

- Investigación científica y tecnológica en pesca y acuicultura.
- Realización de obras de rehabilitación ambiental en sistemas lagunarios costeros.

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). Es un órgano administrativo del gobierno federal encargado de coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuicultura, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector pesquero y acuícola. Para tales efectos cuenta, entre otras, con las siguientes atribuciones:

- Realizar investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, en materia de pesca y acuicultura.
- Coadyuvar en la realización de análisis de riesgo sobre la introducción, establecimiento y diseminación de plagas y enfermedades acuícolas.

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables establece que para practicar la pesca es necesario contar con concesión o permiso. El **permiso** se necesita para la pesca comercial, de fomento, deportivo-recreativa, didáctica, entre otras.

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables tendrá que fomentar el desarrollo de la **acuicultura** como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera; promover la definición de sitios para su realización, su tecnificación y diversificación, orientándola para incrementar su eficiencia productiva reduciendo los impactos ambientales y buscando nuevas tecnologías que permitan ampliar el número de especies que se cultiven; e impulsar el desarrollo de las actividades acuícolas para revertir los efectos de sobreexplotación pesquera.

La SAGARPA debe establecer las medidas para el diagnóstico, prevención y erradicación de enfermedades, y clasificar las patologías de alto riesgo. Asimismo, debe evaluar los daños, restaurar las áreas afectadas y establecer procesos de seguimiento.

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables establece que las **medidas sanitarias** tienen por objeto prevenir, controlar, combatir y erradicar enfermedades y plagas de las especies acuáticas vivas, con la finalidad de proteger su salud y la del hombre.

Corresponde a la SAGARPA, con la opinión del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), la emisión de **normas oficiales** en esta materia, tales como:

- Campañas sanitarias, entendidas como el conjunto de medidas para prevenir, controlar o erradicar enfermedades o plagas de especies acuáticas vivas en un área o zona determinada.
- Cuarentena, medida basada en el aislamiento, observación y restricción de la movilización de especies acuáticas vivas, por la sospecha o existencia de una enfermedad de las mismas, sujeta a control.
- Diagnóstico e identificación de enfermedades y plagas.
- Retención y disposición de especies acuáticas vivas que puedan ocasionar enfermedades o plagas en los mismos.

Por otro lado, el SENASICA, por razones sanitarias y de protección de la salud pública, podrá proponer a la SAGARPA la **prohibición** de la importación de especies acuáticas.

De igual manera, se establece la prohibición a la importación o exportación, temporal o definitiva y el tránsito internacional de organismos acuícolas, derivados, alimentos, deshechos y despojos, cuando sean originarios o procedan de zonas o países que no han sido reconocidos como libres de enfermedades emergentes o endémicas.

Por último, se establece que cuando se detecte o se tenga evidencia científica sobre la presencia o entrada inminente de enfermedades emergentes erradicadas, desconocidas o inexistentes en el país, que pongan en situación de emergencia sanitaria a una o varias especies acuícolas en todo o en parte del territorio nacional, la SAGARPA deberá implementar las medidas sanitarias que deberán aplicarse.

XV.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Entre sus objetivos generales están contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales; desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales. De manera específica establece que sus objetivos serán, entre otros:

- Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales.

- Fortalecer la contribución de la actividad forestal a la conservación del medio ambiente y la preservación del equilibrio ecológico.
- Coadyuvar en la ordenación y rehabilitación de las cuencas hidrológico forestales.
- Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales.
- Promover y consolidar áreas forestales permanentes, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad.
- Regular la prevención, combate y control de incendios forestales, así como de las plagas y enfermedades forestales.
- Promover y regular las forestaciones con propósito comercial.
- Regular el fomento de actividades que protejan la biodiversidad de los bosques productivos mediante prácticas silvícolas más sustentables.
- Promover acciones con fines de conservación y restauración de suelos.

Cabe destacar que esta ley declara de **utilidad pública** la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales, y la ejecución de obras destinadas a la conservación, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales.

Glosario. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable contiene un apartado de conceptos, como los que a continuación se enlistan:

- **Conservación forestal:** Mantenimiento de las condiciones que propician la persistencia y evolución de un ecosistema forestal natural o inducido, sin degradación del mismo ni pérdida de sus funciones.
- **Cuenca hidrológico-forestal:** Unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales, donde el agua fluye por diversos cauces y converge en uno común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.
- **Ecosistema Forestal:** Unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
- **Forestación:** Establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial.

- Manejo forestal: Proceso que comprende el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, cultivo, protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales de un ecosistema forestal.
- Recursos biológicos forestales: Comprende especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad, en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial.
- Restauración forestal: Conjunto de actividades tendentes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución.
- Saneamiento forestal: Acciones técnicas encaminadas a combatir y controlar plagas y enfermedades forestales.
- Sanidad forestal: Lineamientos, medidas y restricciones para la detección, control y combate de plagas y enfermedades forestales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable prevé la existencia del **Servicio Nacional Forestal**, cuyo objeto es la conjunción de esfuerzos, instancias, instrumentos, políticas, servicios y acciones institucionales para la atención eficiente y concertada del sector forestal.

Distribución de Competencias en Materia Forestal. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, contempla que sean la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, quienes ejerzan sus atribuciones en materia forestal.

Las atribuciones de la Federación son entre otras:

- Emitir normas para la reforestación en zonas de conservación y restauración y vigilar su cumplimiento.
- Coordinar las acciones de prevención y combate de incendios forestales; elaborar y aplicar el Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales, con la participación que corresponda a los Estados, Distrito Federal, Municipios y al Sistema Nacional de Protección Civil.
- Establecer medidas de sanidad y ejecutar las acciones de saneamiento forestales.

Por su parte, corresponde a las entidades federativas y al Distrito Federal el ejercicio de diversas atribuciones, tales como:

- Regular el uso del fuego en actividades relacionadas con las actividades agropecuarias o de otra índole, que pudieran afectar los ecosistemas forestales.
- Llevar a cabo acciones de prevención, capacitación y combate de incendios forestales, en congruencia con el programa nacional respectivo.
- Promover y participar en la restauración de los ecosistemas forestales afectados por incendio.
- Realizar y supervisar las labores de conservación, protección y restauración de los terrenos estatales forestales.
- Elaborar y aplicar programas de reforestación y forestación en zonas degradadas que no sean competencia de la Federación, así como llevar a cabo acciones de protección y mantenimiento de las zonas reforestadas o forestadas.
- Llevar a cabo, en coordinación con la Federación, acciones de saneamiento de los ecosistemas forestales, dentro de su ámbito territorial de competencia.

Por otro lado, corresponde a los Municipios ejercer, entre otras, las siguientes atribuciones:

- Participar en las acciones de prevención y combate de incendios forestales.
- Participar en la planeación y ejecución de la reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de los bienes y servicios ambientales forestales.
- Llevar a cabo acciones de saneamiento en los ecosistemas forestales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que la SEMARNAT cuenta, entre otras, con las siguientes **facultades** en materia forestal:

- Formular y conducir la política nacional de desarrollo forestal sustentable y asegurar su congruencia con la política ambiental y de recursos naturales nacional, así como las relacionadas con el desarrollo rural.
- Llevar el registro y cuidar la conservación de los árboles históricos y notables del país.
- Definir las metodologías para la valoración de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas forestales.
- Definir mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales.

- Establecer las medidas de sanidad forestal.
- Llevar a cabo la inspección y vigilancia forestales.
- Elaborar estudios para, en su caso, recomendar al Ejecutivo Federal el establecimiento, modificación o levantamiento de vedas forestales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, contempla la existencia de la **Comisión Nacional Forestal**, organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, cuyo objeto es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de protección, conservación y de restauración en materia forestal. Para tales efectos, cuenta con diversas atribuciones, tales como:

- Ejecutar y promover programas productivos, de restauración, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de ecosistemas forestales y de los suelos en terrenos forestales o preferentemente forestales.
- Constituirse en enlace con otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, para la ejecución de programas de prevención y combate de incendios forestales.
- Ejecutar y promover los programas productivos, de restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de suelos y sus ecosistemas.
- Dirigir, promover y coordinar los programas institucionales de plantaciones forestales comerciales y de desarrollo forestal.
- Formular, coordinar y evaluar los programas y acciones de saneamiento forestal, así como diagnosticar, prevenir, combatir y controlar las plagas y enfermedades forestales.

Principios rectores la Política Nacional en Materia Forestal. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, indica que en materia de política nacional forestal deben acatarse, entre otros, los siguientes principios:

- Fortalecer la capacidad productiva de los ecosistemas.
- Fortalecer las capacidades de decisión, acción y fomento de las comunidades ante las autoridades y otros agentes productivos, de manera que puedan ejercer su derecho a proteger, conservar y aprovechar los ecosistemas forestales, de acuerdo con sus conocimientos, experiencias y tradiciones.
- Desarrollar mecanismos y procedimientos que reconozcan el valor de

los bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales, con el propósito de la que la sociedad asuma el costo de su conservación.

- Crear mecanismos económicos para compensar, apoyar o estimular a los propietarios y poseedores de los recursos forestales por la generación de los bienes y servicios ambientales, considerando a éstos como bienes públicos, para garantizar la biodiversidad y la sustentabilidad de la vida humana.

Criterios obligatorios de política forestal de carácter social. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, prevé que tratándose de política forestal de carácter social, se debe atender al principio de participación de las organizaciones sociales y privadas e instituciones públicas en la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los ecosistemas forestales y sus recursos, entre otros criterios.

Criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que tratándose de política forestal de carácter ambiental y silvícola, será necesario tomar en consideración los siguientes criterios:

- Mejoramiento ambiental del territorio nacional a través de la gestión de las actividades forestales, para que contribuyan a la manutención del capital genético y la biodiversidad, la calidad del entorno de los centros de población y vías de comunicación y que, del mismo modo, conlleve la defensa de los suelos y cursos de agua, la disminución de la contaminación y la provisión de espacios suficientes para la recreación.
- Sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales.
- El uso sustentable de los ecosistemas forestales y el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.
- Protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales a fin de evitar la erosión o degradación del suelo.
- Utilizar el suelo forestal de manera que mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.
- Integración regional del manejo forestal, tomando como base preferentemente las cuencas hidrológico-forestales.
- Captación, protección y conservación de los recursos hídricos y la capacidad de recarga de los acuíferos.
- Conservación de la biodiversidad de los ecosistemas forestales, así como la prevención y combate al robo y extracción ilegal de aquéllos,

especialmente en las comunidades indígenas.

- Conservación prioritaria de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
- Protección de los recursos forestales a través del combate al tráfico o apropiación ilegal de materias primas y de especies.
- Recuperación al uso forestal de los terrenos preferentemente forestales, para incrementar la frontera forestal.
- Uso de especies compatibles con las nativas y con la persistencia de los ecosistemas forestales.

La SEMARNAT tendrá la obligación de emitir **normas oficiales mexicanas** en materia forestal y de suelos, en los términos establecidos en la Ley Federal de Metrología y Normalización, que tengan por objeto entre otros:

- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la conservación, protección, producción, aprovechamiento o restauración de los recursos forestales y sus ecosistemas.
- Prevenir o mitigar la erosión del suelo, así como lo relativo a la conservación o restauración del mismo.
- Regular sistemas, métodos, servicios y mecanismos relativos a la prevención, combate y control de incendios forestales, y al uso del fuego en terrenos forestales o preferentemente forestales.

Manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. A la SEMARNAT le corresponde otorgar las autorizaciones para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales.

Al respecto, los titulares de las autorizaciones para los aprovechamientos forestales y de plantaciones forestales comerciales estarán obligados a:

- Reforestar, conservar y restaurar los suelos.
- Inducir la recuperación natural.
- Establecer plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas.

Tales autorizaciones podrán ser suspendidas, extinguidas, nulificadas y revocadas en términos de la ley General de Desarrollo Forestal y Sustentable.

La **Certificación Forestal** del buen manejo forestal es un medio para acreditar el adecuado manejo forestal, mejorar la protección de

los ecosistemas forestales y facilitar el acceso a mercados nacionales e internacionales preocupados por el futuro de los recursos forestales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece una serie de medidas para la **adecuada conservación forestal**, a saber:

- *Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales.* La SEMARNAT sólo puede autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.
- *Sanidad Forestal.* La Comisión Nacional Forestal debe establecer un sistema permanente de evaluación y alerta temprana de la condición sanitaria de los terrenos forestales y difundir con la mayor amplitud y oportunidad sus resultados. La SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas para prevenir, controlar y combatir las plagas y las enfermedades forestales, así como para evaluar los daños, restaurar el área afectada, establecer procesos de seguimiento y las obligaciones o facilidades para quienes cuenten con programas de manejo vigentes, y las facilidades para quienes no los dispongan.
- *Prevención, Combate y Control de Incendios Forestales.* La SEMARNAT debe dictar las normas oficiales mexicanas que rijan la prevención, el combate y el control de incendios forestales, para evaluar los daños, restaurar el área afectada y establecer los procesos de seguimiento, así como los métodos y formas de uso del fuego en los terrenos forestales y agropecuarios colindantes.
- *Conservación y Restauración.* La SEMARNAT y la Comisión Nacional Forestal, tienen que promover la elaboración y aplicación de programas e instrumentos económicos que se requieran para fomentar las labores de conservación y restauración de los recursos forestales y las cuencas hídricas.
- *Reforestación y Forestación con Fines de Conservación y Restauración.* La reforestación que se realice con propósitos de conservación y restauración, las actividades de forestación y las prácticas de agrosilvicultura en terrenos degradados de vocación forestal, no requieren autorización y solamente estarán sujetas a las normas oficiales mexicanas, en lo referente a no causar un impacto negativo sobre la biodiversidad. Los tres órdenes de gobierno impulsarán la reforestación con especies forestales autóctonas o nativas.

- *Riesgo y Daños Ocasionados a los Recursos Forestales, al Medio Ambiente, Ecosistemas o sus Componentes.* Cuando la SEMARNAT, con base en estudios técnicos, determine la existencia de un riesgo a los recursos forestales, el medio ambiente, los ecosistemas o sus componentes, tendrá la obligación de requerir la realización de las actividades necesarias para evitar la situación de riesgo. En el caso de que se ocasionen daños a los recursos forestales, al medio ambiente, a sus ecosistemas o componentes, el responsable debe cubrir la indemnización económica correspondiente.

XV.7. Ley General de Vida Silvestre. Tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Prevé que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es **supletoria** de la Ley General de Vida Silvestre.<

La Ley General de Vida Silvestre establece un **glosario** de términos, entre los cuales se advierten:

- **Capacidad de carga:** Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.
- **Conservación:** Protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, hábitats, especies y poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.
- **Desarrollo de poblaciones:** Prácticas planificadas de manejo de poblaciones de especies silvestres en vida libre, en áreas delimitadas dentro de su ámbito de distribución natural, dirigidas expresamente a garantizar la conservación de sus hábitats así como a incrementar sus tasas de sobrevivencia, de manera que se asegure la permanencia de la población bajo manejo.
- **Especies y poblaciones en riesgo:** Aquellas identificadas por la SEMARNAT como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.
- **Hábitat:** Sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, una población, una especie o comunidades de especies en un tiempo determinado.

- **Manejo de hábitat:** Se realiza sobre la vegetación, suelo y otros elementos o características fisiográficas en áreas definidas, con metas específicas de conservación, mantenimiento, mejoramiento o restauración.
- **Manejo integral:** Considera de manera relacionada aspectos biológicos, sociales, económicos y culturales vinculados con la vida silvestre y su hábitat.
- **Recuperación:** Restablecimiento de procesos naturales y parámetros genéticos, demográficos o ecológicos de una población o especie, con referencia a su estado al iniciar las actividades de recuperación, así como a su abundancia local, estructura y dinámica en el pasado, para retornar a cumplir con su papel ecológico y evolutivo con la consecuente mejoría en la calidad del hábitat.
- **Vida silvestre:** Organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre.

La Ley General de Vida Silvestre anuncia que es **obligación** de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre establece que el objetivo de la **política nacional** en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable. Señala que en la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre, las autoridades competentes deben prever:

- Conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres.
- Medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales.
- Aplicación del conocimiento científico, técnico y tradicional disponibles, como base para el desarrollo de las actividades relacionadas con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.
- Participación de los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuya la vida silvestre, así como de las personas que comparten su hábitat, en la conservación, restauración y beneficios derivados del aprovechamiento sustentable.
- Procesos para la valoración de la información disponible sobre la biología

de la especie y el estado de su hábitat.

- Mejoramiento de la calidad de vida de los ejemplares de fauna silvestre en cautiverio, utilizando las técnicas y conocimientos biológicos y etológicos de cada especie.

Los Municipios, los gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, así como el Gobierno Federal, cuentan con **atribuciones** en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

Al **Gobierno Federal** le corresponden, entre otras, las siguientes atribuciones en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre:

- Formulación, conducción, operación y evaluación, con la participación que corresponda a las entidades federativas, de la política nacional sobre conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- Reglamentación de la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- Identificación de especies y poblaciones en riesgo y determinación de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.
- Atención de los asuntos relativos a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en zonas que no sean de jurisdicción de las Entidades Federativas.
- Establecimiento y aplicación de las medidas de sanidad relativas a la vida silvestre.
- Regulación y aplicación de las medidas relativas al hábitat crítico y a las áreas de refugio para proteger las especies acuáticas.

Las atribuciones que la Ley General de Vida Silvestre le otorga al Ejecutivo Federal serán ejercidas a través de la SEMARNAT.

A los Estados y al Distrito Federal les corresponde ejercer las siguientes facultades:

- Formulación y conducción de la política estatal sobre conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.
- Emisión de las leyes para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en las materias de su competencia.
- Apoyo, asesoría técnica y capacitación a las comunidades rurales para el desarrollo de actividades de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

- Creación y administración del registro estatal de las organizaciones relacionadas con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

La SEMARNAT debe promover la participación de todas las personas y sectores involucrados en la formulación y aplicación de las medidas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre refiere que el control sanitario de los ejemplares de especies de la vida silvestre debe hacerse atendiendo a las disposiciones de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, de la Ley Federal de Sanidad Animal y las disposiciones que de ellas se deriven.

La Ley General de Vida Silvestre prevé la existencia de **Centros para la Conservación e Investigación de la Vida silvestre**, establecidos y operados por la SEMARNAT, que llevarán a cabo actividades de:

- Recepción, rehabilitación, protección, recuperación, reintroducción, canalización, y cualquiera otra que contribuyan a la conservación de ejemplares producto de rescate, entregas voluntarias, o aseguramientos por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o la Procuraduría General de la República.
- Difusión, capacitación, monitoreo, evaluación, muestreo, manejo, seguimiento permanente y cualquiera otras que contribuyan al desarrollo del conocimiento de la vida silvestre y su hábitat, así como la integración de éstos a los procesos de desarrollo sostenible.

La Ley General de Vida Silvestre contempla la existencia de un **Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre**, que tiene por objeto:

- Conservación de la biodiversidad y hábitat natural de la vida silvestre, así como la continuidad de los procesos evolutivos de las especies silvestres en el territorio nacional.
- Formación de corredores biológicos que interconecten las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre entre sí y con las áreas naturales protegidas, de manera que se garantice y potencialice el flujo de ejemplares de especies silvestres.
- Fomento de actividades de restauración, recuperación, reintroducción, y repoblación, con la participación de organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la conservación de la biodiversidad.
- Aplicación del conocimiento biológico tradicional, fomento y desarrollo

de la investigación de la vida silvestre, y su incorporación a las actividades de conservación de la biodiversidad.

La SEMARNAT tiene obligación de promover e impulsar la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitats críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

Áreas de protección de Especies Acuáticas. La SEMARNAT tiene la potestad de establecer áreas de refugio para proteger especies nativas de vida silvestre que se desarrollan en el medio acuático, con objeto de conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de dichas especies, así como para conservar y proteger sus hábitats, para lo cual elaborará los programas de protección correspondientes.

Vedas. La SEMARNAT tiene la potestad de establecer limitaciones al aprovechamiento de poblaciones de la vida silvestre, incluyendo vedas y su modificación o levantamiento, cuando a través de otras medidas no se pueda lograr la conservación o recuperación de las poblaciones.

Medidas de control. La SEMARNAT debe ejecutar actos de inspección y vigilancia necesarios para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Además, prevé que toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, está obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal.

XV.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Asimismo, tiene la tarea de establecer las bases para:

- Determinar los criterios que deberán ser considerados en la generación y gestión integral de residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.
- Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir criterios a los que se sujetará su remediación.

La Ley en comento considera que en la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos, en la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, se tienen que atender los siguientes principios, entre otros:

- El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.
- Prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas.
- Disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.
- La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente.

La Federación, las entidades federativas, el Distrito Federal y los municipios, están facultados para ejercer atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias.

El gobierno federal, por conducto de la SEMARNAT contará con las siguientes atribuciones:

- Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación.
- Regular aspectos ambientales relativos al transporte de los residuos peligrosos.

- Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes.
- Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos.
- Promover la participación de cámaras industriales, comerciales y de otras actividades productivas, grupos y organizaciones públicas, académicas, de investigación, privadas y sociales, en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos, y llevar a cabo su adecuada gestión integral, así como la prevención de la contaminación de sitios y su remediación.
- Promover la educación y capacitación continua de personas, grupos u organizaciones de todos los sectores sociales, con objeto de modificar los hábitos negativos para el ambiente de la producción y consumo de bienes.
- Diseñar y promover mecanismos y acciones voluntarias tendientes a prevenir y minimizar la generación de residuos, así como la contaminación de sitios.

Por su parte, las entidades federativas contarán con las siguientes facultades:

- Expedir los ordenamientos jurídicos en materia de manejo de residuos de manejo especial, así como de prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos y su remediación.
- Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia y de prevención de la contaminación de sitios con tales residuos y su remediación.
- Participar en el establecimiento y operación, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil y en coordinación con la Federación, de un sistema para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales derivadas de la gestión de residuos de su competencia.
- Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo integral de los residuos de su competencia.
- Promover la educación y capacitación continua de personas y grupos

u organizaciones de todos los sectores de la sociedad, con objeto de contribuir al cambio de hábitos negativos para el ambiente, en la producción y consumo de bienes.

- Coadyuvar en la promoción de la prevención de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y su remediación.

Los municipios tienen a su cargo el manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consiste en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final. Entre otras facultades, coadyuvan en la prevención de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y su remediación.

Al Gobierno del Distrito Federal le corresponde ejercer las mismas facultades y obligaciones conferidas a las entidades federativas y municipios.

La SEMARNAT tiene la obligación de agrupar y subclasificar los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.

Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables. Asimismo, se prevé que los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada.

En materia de residuos se establece como indispensable el contar con **autorización** de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para:

- La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos.
- Acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros.
- Realización de cualesquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros.
- Incineración de residuos peligrosos.
- Transporte de residuos peligrosos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos prevé que debe evitarse la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

Para esos efectos, el **reciclaje** de residuos se debe desarrollar de

conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables.

En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.

La Ley contempla que quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a **reparar el daño causado**.

Asimismo, las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás disposiciones aplicables.

Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes deben imponer las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

XVI. Comentarios finales

Como hemos visto, la **biodiversidad** es el conjunto de todos los seres vivos y especies que existen en la tierra y su interacción. En consecuencia, la **biodiversidad** es la principal riqueza del mundo y desde luego, también de México.

Por ende, preservar la biodiversidad y los ecosistemas que la sostienen resulta de importancia fundamental, pues de otro modo la vida sobre la tierra no será sustentable.

Pese a los esfuerzos que se han realizado a la fecha a nivel global y desde luego en nuestro país, hay un deterioro evidente de los ecosistemas, del cambio climático y de la biodiversidad del planeta.

Es una situación de emergencia que nos compromete a todos, sin excepción, pues de ello depende literalmente la sobrevivencia de todas las especies en la tierra.

Pese a la legislación existente en México a nivel federal, constituida por las ocho leyes que han sido analizadas, lamentablemente continúa el deterioro de nuestros ecosistemas y de nuestra biodiversidad.

No es por lo tanto una cuestión meramente legal, aunque ciertamente nuestro aparato legislativo puede ser mejorado sustancialmente; es una cuestión que tiene aristas económicas, educativas, científicas, tecnológicas y desde luego políticas.

Solamente con auténtica voluntad política, con esfuerzos racionales de cambio y con el uso de nuevas tecnologías limpias será posible detener el deterioro del ambiente y de la biodiversidad.

En ese esfuerzo las normas jurídicas tienen un papel fundamental que jugar: modernizarse permanentemente, ajustarse a las cambiantes circunstancias y regular todos los nuevos fenómenos.

Pero las autoridades tienen que hacer que esas leyes se cumplan y se respeten; por ello, la corrupción y la impunidad son enemigos de la biodiversidad y de los ecosistemas que debemos combatir con firmeza.

Es tiempo de que todos participemos, sin excusas, en una cruzada por la biodiversidad y los ecosistemas, si queremos que nuestros hijos, todos los seres vivos y este planeta (así como lo conocemos) tengan un futuro.

Bibliografía

Legislación consultada (edición más reciente, puede consultarse en la página web de la Cámara de Diputados):

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley Federal de Sanidad Animal
- Ley Federal del Mar
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Páginas de Internet consultadas

es.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad	12/10/07
www.monografias.com/trabajos11/bioltrece/bioltrece.sht	12/10/07
cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/iii.html	12/10/07
mx.geocities.com/alicia	12/10/07

www.biomuseopanama.org/es/biodiversity/index.html	12/10/07
biodiversidad.ecoportal.net/	12/10/07
www.e-mexico.gob.mx/wb2/eMex/eMex_Animales_en_Peligro_de_extincion	22/10/07
www.barrameda.com.ar/animales/biodiver.htm	22/10/07
www.wikilearning.com/problemas_con_la_biodiversidad-wkccp	22/10/07
www.eco2site.com/informes/dia-bio.asp	22/10/07
www.mexicodesconocido.com.mx/notas/2047-Ecosistemas_mexicanos,-m%C3%A1xima-diversidad-biol%C3%B3gica-mundial	22/10/07
www.oei.es/noticias/spip.php?article308	22/10/07
Fundación amador, Qué es la biodiversidad, www.biomuseopanama.org/es/biodiversity/index.html	10/12/07