



GOBIERNO DEL ESTADO DE
VERACRUZ
2024 - 2030

SEV
SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN
DE VERACRUZ

SEMSyS
SUBSECRETARÍA DE
EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR Y SUPERIOR

TEBAEV
Telebachillerato de Veracruz

Dirección General de Telebachillerato

Temas selectos de biología II

Juan Carlos Vázquez Cid
Gloria Isabel López Díaz
Mayte Miranda Mondragón

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Norma Rocío Nahle García
Gobernadora del Estado de Veracruz

Claudia Tello Espinosa
Secretaria de Educación de Veracruz

David Agustín Jiménez Rojas
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

Dirección General de Telebachillerato

Director General
Irving Ilhuicamina Mendoza Ruiz

Subdirectora Técnica
Piedad Alcira Hernández Pérez

Jefe del Departamento Técnico Pedagógico
Noel Abraham Velázquez Viveros

Jefa de la Oficina de Planeación Educativa
Ana Flora Angulo Morales

Equipo editorial

Coordinación editorial
Mauro Morales Arellano

Asesoría académica
Irma González Quirasco

Asesoría pedagógica
Arahí Domínguez Martínez

Corrección y estilo
Mauro Morales Arellano

Diseño editorial
Greisy del Carmen Ramos de la Cruz

Formación
Ariadna Janet Ochoa Iserte

Fotografía de la portada
Zaida Ruth García Montes

Temas selectos de biología II

Segunda edición: 2026
ISBN: 978-607-725-569-7

D. R. © 2026. Secretaría de Educación de Veracruz
Km 4.5 Carretera federal Xalapa-Veracruz
Col. Rubi Animas, C.P. 91193, Xalapa, Veracruz
Telebachillerato de Veracruz

Impreso en México

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra.

Nota. Adaptado de Freepik.

Módulo 1

La biodiversidad y sus técnicas de estudio

Progresiones

1. Relaciona la importancia de la biodiversidad y sus técnicas de estudio, con el desarrollo de la sociedad humana, analizando los componentes biológicos que hacen de México un país mega diverso bajo un marco legal de conservación de especies; que le permitan promover en su comunidad, de manera responsable, acciones para la preservación de la vida natural.

Metas de aprendizaje

1. Explica la importancia de la biodiversidad de México, y de su preservación, aplicando las técnicas de estudio necesarias y analizando de manera crítica el papel del ser humano como agente modificador del ambiente.
2. Discrimina de manera consciente e informada, acciones sociales presentes en su comunidad con base en las leyes vigentes de protección al medio ambiente en México, para contribuir a la preservación de la vida natural.

Categorías y subcategorías

Biodiversidad.

- La importancia de la biodiversidad.
- La evolución y sus efectos en el desarrollo de la biodiversidad.
- Técnicas de estudio de la biodiversidad: colecta, conservación y observación.

México como país mega diverso.

- Protección al medio ambiente en México y su marco legal.

La actividad humana y su impacto en la biodiversidad.

- Especies en peligro de extinción y sus causas.

Introducción

En este primer módulo abordarás el concepto de biodiversidad, posteriormente reconocerás su importancia como proveedora de muchos servicios ambientales para el bienestar humano. Asimismo, comprenderás que la evolución es el proceso clave para el surgimiento de la diversidad biológica que existe en el planeta.

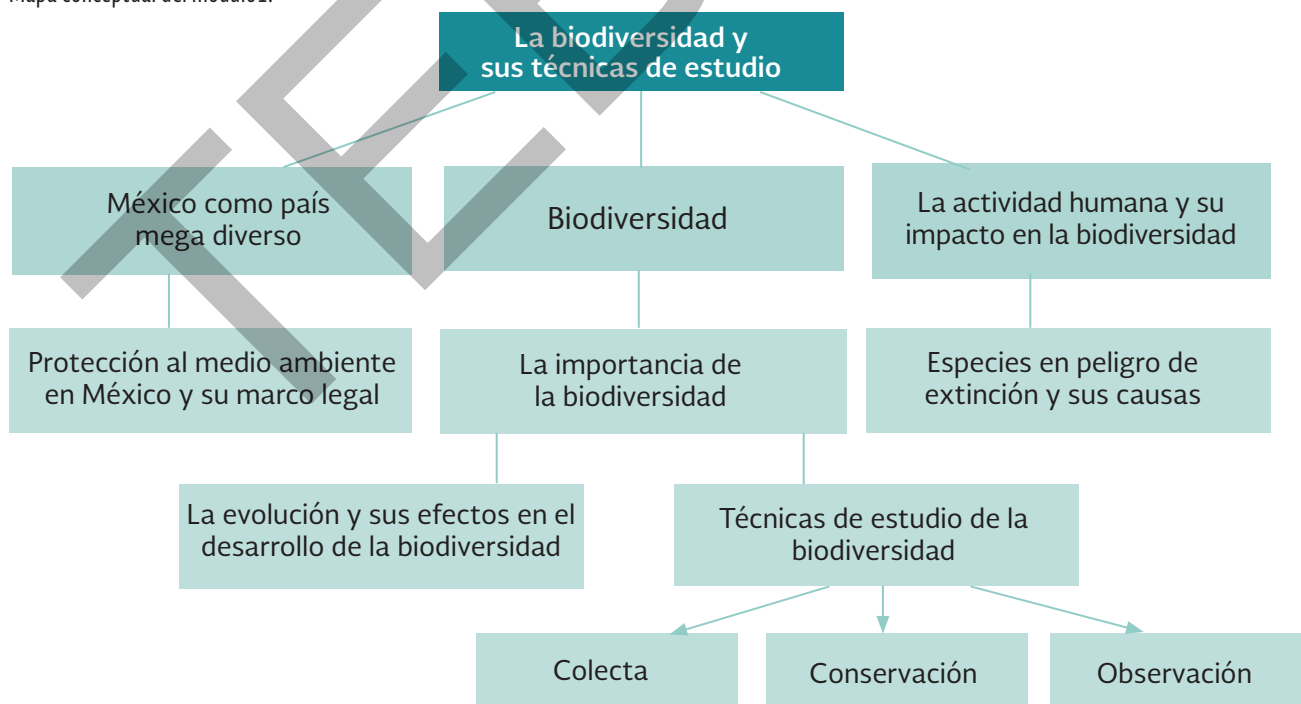
Sumado a lo anterior, conocerás y valorarás las tres técnicas más utilizadas para el estudio de la biodiversidad: colecta, conservación y observación; las cuales son necesarias para comprender la dinámica de las comunidades naturales del planeta, nuestro país y la región donde vives. Valorarás la riqueza biológica de México, considerado uno de los países mega diversos del planeta, gracias a su variedad de climas, condiciones geológicas y geográficas, así como a la existencia de variedades de especies únicas de nuestro país.

En este sentido, será importante que conozcas el marco legal que norma sobre el manejo, preservación y cuidado del medio ambiente, considerando aspectos sobre el manejo de vida silvestre, desarrollo sustentable y cambio climático.

Por último, analizarás aquellas acciones humanas que han provocado la disminución o pérdida de la biodiversidad, señalando causas y consecuencias de dicho fenómeno, asimismo, reflexionarás sobre las acciones sociales que ayudan en la preservación de la naturaleza.

Esquema 1.1

Mapa conceptual del módulo 1.



Nota. Elaboración propia.

Exploro mis saberes

I. Lee atentamente y escribe sobre la línea si el enunciado es verdadero (V) o falso (F).

1. _____ La biodiversidad comprende tres niveles de diversidad: genética, de especies y ecosistemas.
2. _____ La evolución de las especies no tiene relación alguna con la biodiversidad del planeta.
3. _____ La diversidad de especies se refiere a la variedad de organismos que se encuentran dentro de una misma región.
4. _____ Una especie es un conjunto de individuos con características básicas semejantes y que pueden reproducirse entre ellos.
5. _____ La biodiversidad siempre ha sido la misma en la existencia de la Tierra.

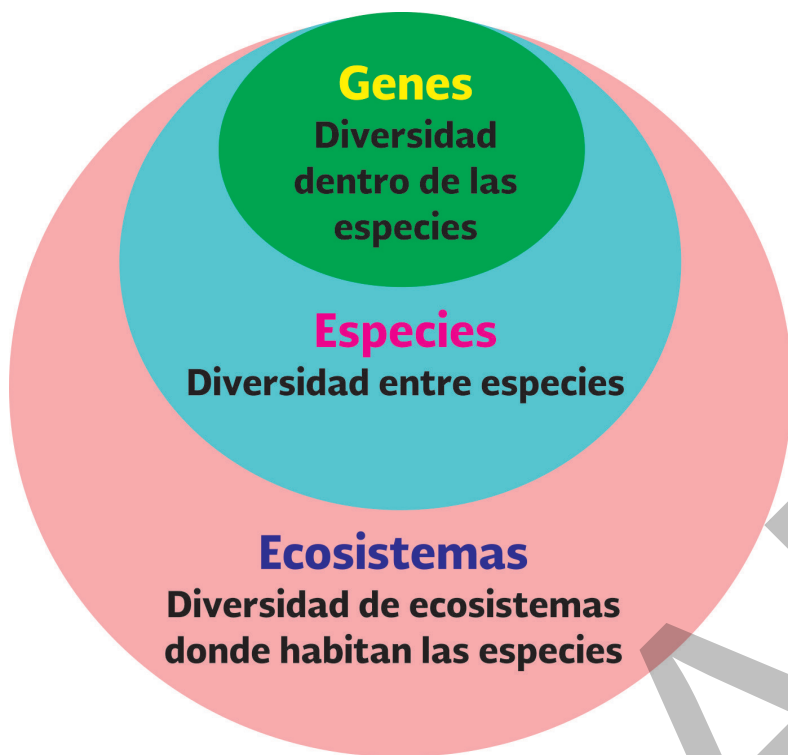
II. Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Qué son los servicios ambientales?
2. ¿Cuáles son las principales causas de la pérdida de biodiversidad?
3. ¿Qué entiendes por especie endémica?, ¿conoces alguna en México? Cita un ejemplo.
4. ¿Qué características presenta un país mega diverso?
5. Menciona los factores que contribuyen al cambio climático.

III. Socializa tus respuestas en plenaria con tus compañeros y profesor.

Figura 1.1

Relación entre genes y ecosistemas de la biodiversidad.



Nota. Adaptado de Freepik.

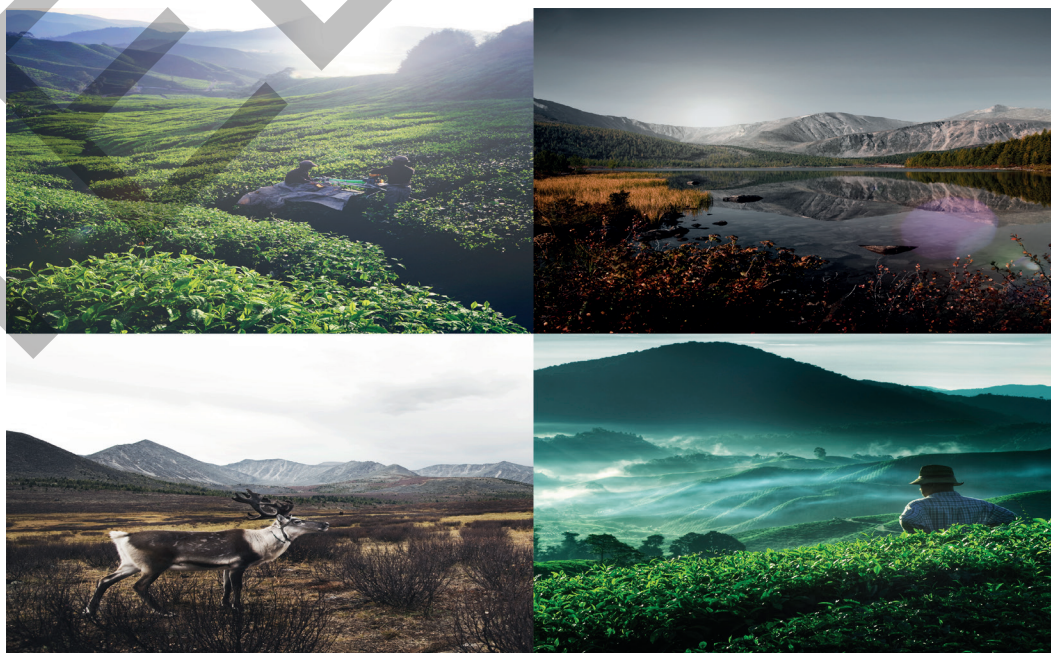
Biodiversidad

Cuando escuchamos la palabra biodiversidad, pensamos en animales como el jaguar, la guacamaya, el elefante o tal vez en algunos ecosistemas como la selva o el bosque. Sin embargo, el concepto es más amplio y su historia se remite a 1985, el término fue propuesto por Walter Rosen durante la primera conferencia del Foro Nacional sobre Biodiversidad celebrado en Estados Unidos, el cual hacía referencia a una forma compacta de llamar a la “diversidad biológica” de nuestro planeta.

Fue hasta 1992 cuando en la Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas se decretó el Convenio sobre Diversidad Biológica y se definió a la biodiversidad como: “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

Figura 1.2

Ejemplo de variedades de ecosistemas en el mundo.



Nota. Elaboración propia.

- La diversidad ecológica o de espacios: corresponde a la variedad de comunidades de especies y el espacio físico donde habitan, es decir, los ecosistemas del planeta, tales como los manglares, las selvas, los desiertos o los bosques tropicales; de igual forma considera aquellos ecosistemas agrícolas donde interactúan especies de plantas y animales con el medio físico y las actividades humanas (figura 1.2).
- La diversidad de especies, también llamada de organismos vivos: se refiere a la variedad de individuos que comparten características evolutivas, ecológicas y biológicas que les permiten reproducirse entre ellos para preservar su especie en el planeta y que habitan un espacio geográfico determinado (figura 1.3); ejemplos de ellos son: el león (*Panthera leo*); el perro (*Canis lupus familiaris*); la abeja (*Apis mellifera*); la bacteria causante de la fiebre tifoidea (*Salmonella enterica*); el árbol de mango (*Mangifera indica*), etcétera.
- La diversidad genética: considera la suma de la información genética que contienen las especies pertenecientes a los diferentes reinos de la vida. Las especies pueden adaptarse a las condiciones del medio ambiente gracias a esta variedad de genes, así mismo, esta adaptación puede perdurar de generación en generación para sobrevivir (figura 1.4).

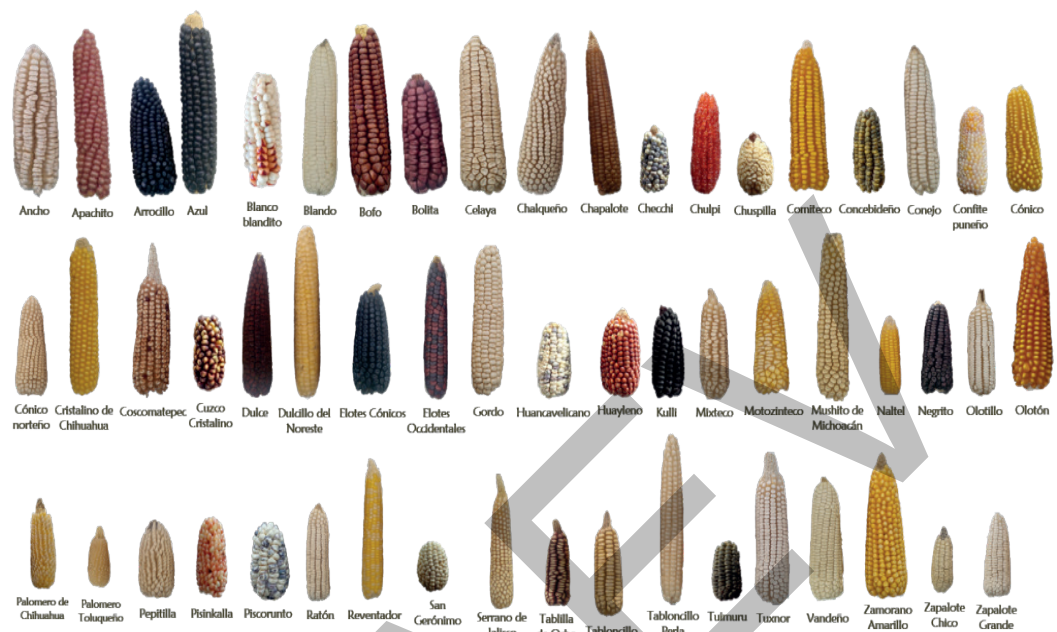
En el 2011, un estudio realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) estimó que en el planeta existen alrededor de 8,7 millones de especies, de las cuales se han descrito aproximadamente entre 1.7 y 2 millones y cada año se descubren entre 16 y 17 mil especies nuevas, aunque se calcula que pueden ser muchas más.

Figura 1.3
Ejemplos de especies biológicas que habitan en el planeta.



Nota. Adaptado de Freepik.

Figura 1.4
Tipos de maíz en México.



Nota. Adaptado de *Tipos de maíz en México, un orgullo nacional* [Fotografía], por Elena Gutiérrez, 2023, Cocina delirante (<https://www.cocinadelirante.com/hogar/tipos-de-maiz-en-mexico-un-orgullo-nacional>).

Aplico lo aprendido

I. En tu libreta de actividades realiza lo siguiente.

1. Elabora un mapa conceptual sobre la biodiversidad.
2. Incorpora las palabras claves sobre el tema, rescatando los niveles de diversidad biológica y algunos ejemplos para cada uno de ellos.

II. Comparte en plenaria tu trabajo con los compañeros y el profesor.

La importancia de la biodiversidad

La biodiversidad cumple un inmenso número de funciones irremplazables que repercuten directamente sobre la calidad de vida de los humanos y de las cuales dependemos como: el aire limpio, el agua que consumimos diariamente, los recursos naturales, médicos, alimentarios, etc. Su importancia radica en la vasta cantidad de servicios ambientales que nos proporcionan (figura 1.5), los que se definen como aquellos que las personas recibimos de los ecosistemas y que mantienen directa o indirectamente el bienestar humano.

Diferentes autores señalan otra clasificación sobre la importancia de la biodiversidad, a partir de su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; por el papel que desempeñan en la cultura o simplemente por el derecho a existir que tiene cualquier especie, independientemente de que sean útiles o no para el humano, y por la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en 2020 retoma la clasificación de servicios ambientales de la evaluación de los ecosistemas del milenio (2005) y señala los siguientes tipos:

1. *De provisión o aprovisionamiento:* son los beneficios materiales que obtenemos de la naturaleza, tales como: alimentos, agua, materias primas y recursos medicinales.
2. *Servicios de regulación:* son los que contribuyen a mantener unas condiciones óptimas del ambiente. Por ejemplo: la regulación local del clima; la protección ante eventos naturales extremos o el almacenamiento de carbono.
3. *Servicios culturales:* son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas, incluyen la apreciación estética, la identidad cultural, la recreación, el sentido de pertenencia y las experiencias espirituales relacionadas con el ambiente natural.
4. *Servicios de soporte:* son los que contribuye a mantener todos los demás servicios. Por ejemplo: los hábitats para especies y el mantenimiento de la diversidad genética.

La pérdida de la biodiversidad conlleva un desgaste de estos servicios que los ecosistemas nos proporcionan de forma gratuita y tiene como consecuencia un deterioro de la salud humana, una mayor inseguridad alimentaria, una mayor vulnerabilidad ante catástrofes y cambios ambientales y, en definitiva, una disminución de nuestra calidad de vida.

Figura 1.5
Tipos de servicios ambientales.

Los servicios ambientales...

son los bienes y procesos naturales que nos proporcionan los ecosistemas de forma gratuita y de los que dependemos.



Nota. Adaptado de Los servicios ambientales [Ilustración], por Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, s.f., SEMARNAT (https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/infografias14/info7/7_1.html).

Aplico lo aprendido

I. Por equipos, realicen las siguientes actividades.

1. Dialoguen sobre la importancia de la biodiversidad en su vida diaria.
2. Completen la siguiente tabla sobre los servicios ambientales que utilizan diariamente.
3. Señalen si es posible, la especie o ecosistema de donde proviene dicho servicio.

Servicios de aprovisionamiento	Servicios de regulación	Servicios culturales	Servicios de soporte

II. Escribe una conclusión sobre la importancia de la biodiversidad en tu comunidad y en la región.

III. Compartan su cuadro y conclusiones ante el grupo y profesor.

¿Sabías que...?

Para atraer a los polinizadores de insectos machos, las flores de algunas especies de orquídeas tienen un notable parecido con las hembras de su especie. Además, la flor también imita el aroma de una hembra fértil. El insecto macho intenta aparearse con la flor, recogiendo polen en el proceso.

La evolución y sus efectos en el desarrollo de la biodiversidad

La biodiversidad en todos sus niveles es el resultado de un largo proceso evolutivo a través de millones de años en nuestro planeta. Para analizar el papel de la evolución sobre la diversidad biológica es importante considerar por separado cada uno de los niveles: genes, especies y ecosistemas.

Diversidad genética

La diversidad genética se refiere a la variación de características hereditarias de las especies, que les permiten responder a las condiciones cambiantes del ambiente. Es sumamente importante en los procesos evolutivos, porque si todos los individuos de una población o especie fueran genéticamente idénticos y produjesen descendencia, entonces no habría cambio evolutivo ni diversidad.

Hay dos tipos de procesos que afectan a la diversidad genética disponible en una población o especie: la evolución adaptativa y la neutral. La **evolución adaptativa** ocurre cuando la selección favorece la fijación de genes que controlan caracteres fenotípicos capaces de optimizar el desempeño ecológico y reproductivo de una población en un determinado contexto espacial y temporal.

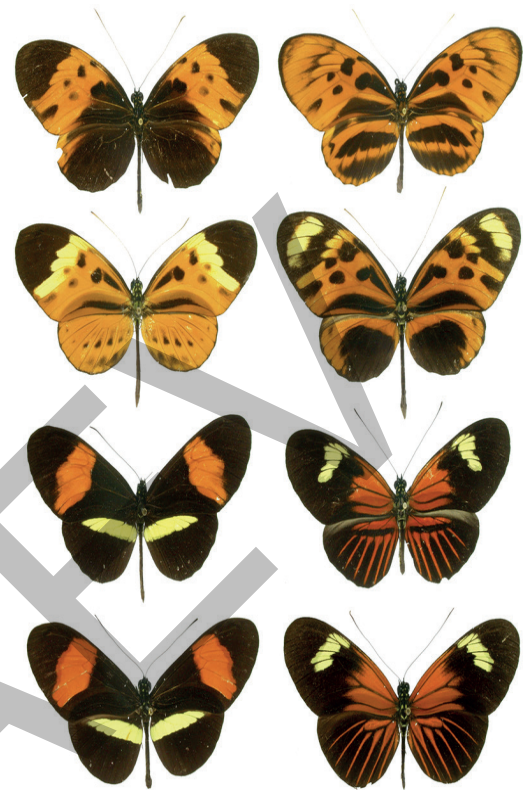
Existen tres tipos de adaptaciones de los organismos a su medio ambiente:

- Morfológicas, son aquellas donde el individuo modifica su estructura externa para confundirse con el entorno, imitando formas y colores para así escapar de sus depredadores o atacar sorpresivamente a sus presas. Los principales ejemplos son: el camuflaje, donde los organismos se hacen poco visibles ya que adoptan colores y formas del lugar donde viven confundiendo con el entorno. Por otro lado, el mimetismo, es una estrategia que desarrollan ciertos organismos para parecerse a otros que son peligrosos o desagradables, con lo que evitan ser atacados.
- Fisiológicas, son aquellas que se refieren a cambios en el funcionamiento interno del organismo para sobrevivir ante alguna situación en el ambiente. Un ejemplo de esto es la hibernación, el cual es un estado de letargo que realizan algunas especies de sangre caliente durante el invierno, principalmente mamíferos. Esta implica una inactividad del individuo, manteniendo una temperatura corporal inferior a la normal.
- Conductuales, son aquellas que implican un cambio de comportamiento en los individuos por diferentes razones, tales como la reproducción, búsqueda de alimento, huir de depredadores o cambiar de lugares periódicamente. Un ejemplo de ello es la migración de algunas especies durante ciertas épocas del año para reproducirse; las mariposas monarca son un claro referente de este tipo de adaptación.

La **evolución neutral** ocurre debido al mecanismo de la deriva génica, es decir, a fluctuaciones aleatorias en las frecuencias de los alelos de una generación a otra, debido a sucesos aleatorios. Esta puede causar que ciertos rasgos pasen a ser dominantes o desaparezcan de una población, provocando cambios no adaptativos en la constitución genética de las poblaciones, en contraposición a la selección natural que favorece o elimina variantes genéticas en función de su eficacia biológica (figura 1.6).

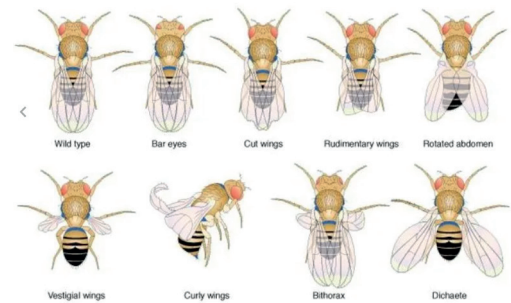
Ahora bien, la pérdida de diversidad genética puede contrarrestarse mediante dos procesos: la mutación y el flujo génico. La mutación puede ser heredada e incrementa la variación de las poblaciones. Son beneficiosas cuando ayudan a los organismos a adaptarse al ambiente y aumentan sus posibilidades de reproducirse; mientras que otras podrían considerarse dañinas si provocan alguna malformación, enfermedad genética o cáncer (figura 1.7).

Figura 1.6
Variaciones morfológicas en mariposas del género *Heliconius*.



Nota. Adaptado de *Heliconius* [Fotografía], por Wikimedia Commons, 2022, mimicy.org (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heliconius_mimicy.png). CC BY 2.5.

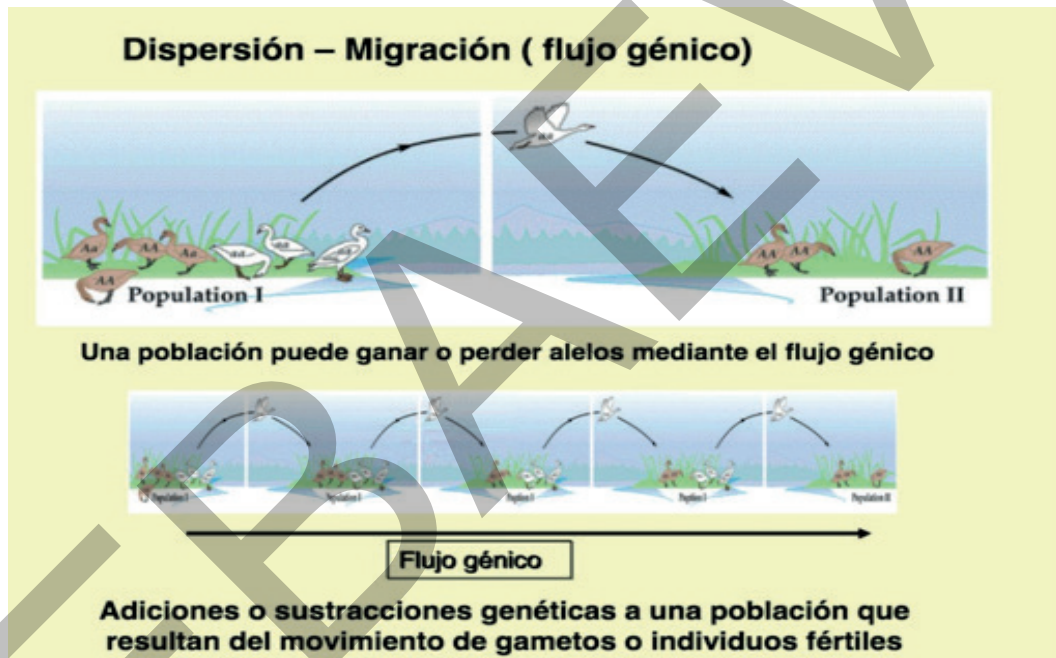
Figura 1.7
Mutaciones presentadas en ejemplares de abejas (*Apis mellifera*).



Nota. Adaptado de *Las mutaciones* [Ilustración], por Biología y geología, s.f., ESO (<https://soclalluna.com/2o-bachillerato/2o-bach-anatomia-humana/ud05-el-avance-de-la-genetica/las-mutaciones/>). CC BY 4.0

El flujo génico introduce cambios en las frecuencias alélicas de las poblaciones a través del flujo o migración de individuos entre poblaciones, siendo la fuerza que compensa la pérdida de diversidad debido a la deriva genética. Si el flujo es reducido, la deriva y la selección acabarán produciendo diferenciación entre poblaciones locales, aumentando la diversidad en la especie. También puede representar un límite a la adaptación en poblaciones locales, cuando el intercambio de variantes genéticas se produce entre poblaciones bien adaptadas a ambientes muy diferentes, de forma que los genes incorporados pueden resultar poco exitosos en las poblaciones receptoras (figura 1.8).

Figura 1.8
Representación del flujo genético en una población de patos.



Nota. Adaptado de *Salud Mental y Tratamientos* [Fotografía], por Psyciencia, 2018 (<https://www.psyciencia.com/la-oms-declara-a-la-demencia-como-una-prioridad-para-la-salud-publica-infografia/>). Obra de Dominio Público..

Diversidad de especies

Especiación

Proceso por el que se forman las especies nuevas, ocurre cuando los grupos de una especie se aíslan reproductivamente y divergen.

Este término se refiere a la variabilidad de especies en un espacio determinado, considerando dos características principales: la riqueza de especies, es decir cuántas especies diferentes hay en un lugar; la heterogeneidad, que señala la abundancia de cada especie existente en un área. En este sentido, es importante reconocer el proceso de **especiación** como el más importante que conlleva a la diversificación de las especies de la Tierra.

Los fenómenos evolutivos se dan a nivel **microevolutivo** y **macroevolutivo**. El nivel microevolutivo hace referencia a cambios en la frecuencia génica de una población a pequeña escala y en un periodo de tiempo que incluye a pocas generaciones. Por ejemplo el fenómeno llamado “melanismo industrial” en las polillas *Biston betularia*, es un cambio de coloración similar a lo que ocurre con el cabello de los humanos,

que pueden tener el cabello castaño o rubio, esta polilla puede presentarse en dos formas: negro o blanco, es decir, la misma especie posee coloraciones alternativas (figura 1.9).

Mientras que el nivel macroevolutivo hace referencia a un proceso de mayor escala, no sólo a una especie, sino a todo un grupo taxonómico en un periodo de tiempo mucho mayor. Un ejemplo de este nivel es la radiación adaptativa, que se refiere a la adaptación de una o varias especies para cubrir varios nichos ecológicos (figura 1.10).

Figura 1.9

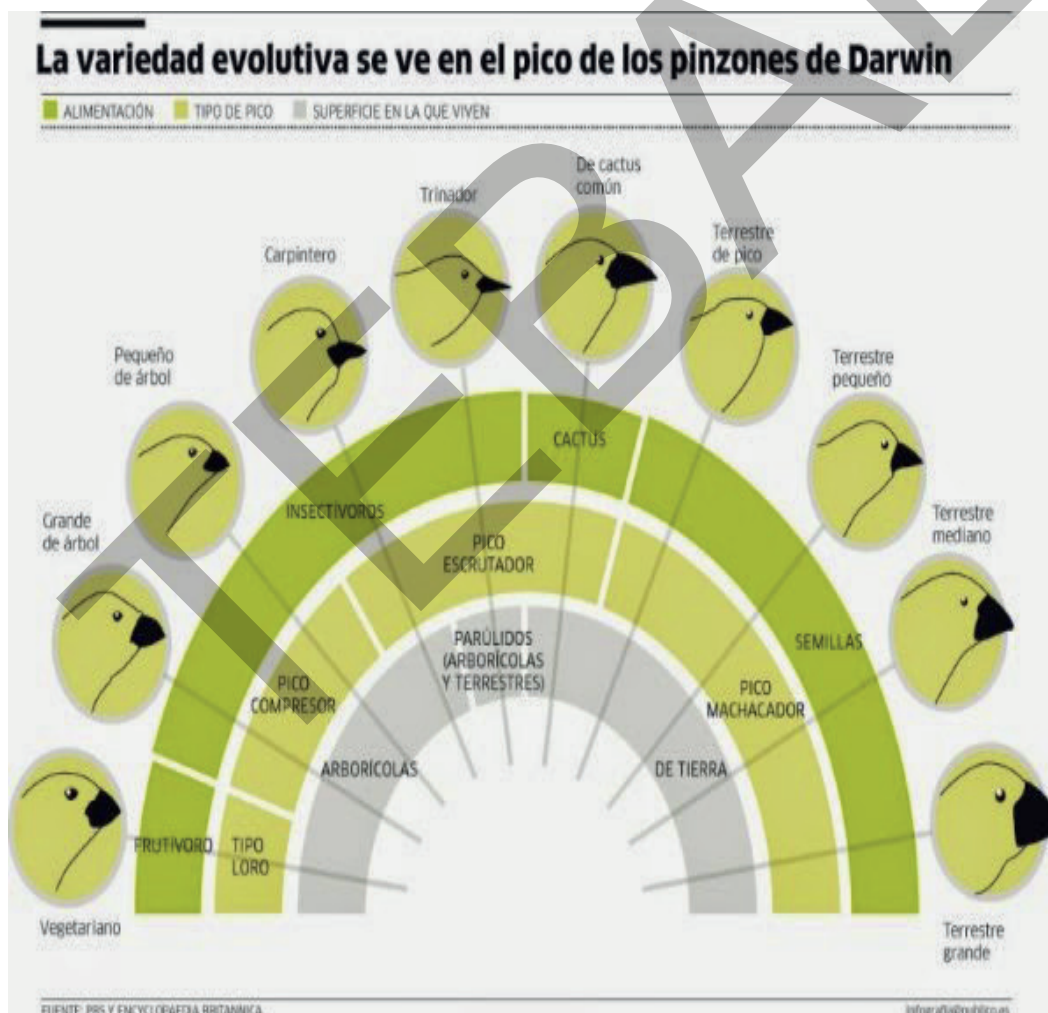
Las dos formas -clara y oscura- de la polilla *Biston betularia*.



Nota. Adaptado de Google Gemini.

Figura 1.10

Representación de la radiación adaptativa de taxones de pinzones.



Nota. Adaptado de *Apuntes de la evolución* [Blog], por Theodosius Dobzhansky, 2014, (<https://evolucionbiologica-apuntes.blogspot.com/2014/11/que-paso-despues-de-la-publicacion-de.html>).

Taxón

Agrupación de organismos emparentados, a quienes se les da un nombre bajo una clasificación taxonómica.

La especiación actúa como un puente entre estos dos tipos de niveles, puede considerarse como el producto resultante de la suma de los procesos microevolutivos.

El surgimiento de una nueva especie ocurre a lo largo de miles o millones de años, teniendo como base la herencia de genes de padres a hijos, de una generación a otra. Asimismo, una especie se relaciona con su pasado a través de los árboles filogenéticos, donde se colocan los **taxones** o especies ancestrales en la base y los descendientes o las nuevas especies en las ramas. Investigaciones recientes han demostrado que existen ciertos taxones con mayor diversidad que otros, siendo que estos tienen características que los hacen más susceptibles a la diversificación, tales como los rasgos de competitividad para reproducirse u obtener alimentos.

Diversidad de ecosistemas

Este término se define como la variabilidad de ecosistemas presentes en el planeta con factores abióticos que condicionan la vida en ellos, por lo que en cada ecosistema habitan determinadas especies. Se consideran dos tipos de ecosistemas: acuáticos terrestres.

Los ecosistemas acuáticos se pueden subdividir según la concentración de sales presentes en el agua: de agua salada (mares y océanos), salobres (estuarios) y de agua dulce (ríos, lagos, lagunas, estanques, pantanos, humedales, arroyos y manantiales).

Los ecosistemas terrestres se clasifican según la zona climática y pueden ser: tundra, taiga, bosque templado, estepa, selva, sabana y desierto. En estos biomas, la temperatura y la humedad influyen en gran medida en el clima y por ende en la distribución de las especies.

Figura 1.11

Bióloga documentando ejemplares vegetales.



Nota. Adaptado de Freepik.

Técnicas de estudio de la biodiversidad: colecta, conservación y observación

La situación ambiental actual pone de manifiesto la necesidad de implementar técnicas de estudio de la biodiversidad como parte de las estrategias para su conservación y preservación (figura 1.11).

El estudio de la biodiversidad en la mayoría de las ocasiones implica trabajo de campo, para obtener datos y muestras biológicas que, en general, representan una gran inversión de tiempo, esfuerzo y disciplina. Esto involucra el traslado del investigador hasta el área de estudio, los materiales adecuados, el transporte del equipo de trabajo y los medios especiales para la conservación de las muestras obtenidas.

Existen muchos tipos de técnicas e instrumentos que son utilizados según el tipo de diversidad analizada y la finalidad de dicho estudio. Para fines de este subtema nos enfocaremos en sólo la colecta, la conservación y la observación de especies.

En México, han existido grandes personalidades que dedicaron su vida a estas técnicas de estudio con el propósito de aportar conocimiento biológico sobre nuestro país, tal es el caso de Helia Bravo Hollis, primera bióloga mexicana reconocida por su labor en la conservación de cactáceas endémicas de México.

Conoce a...

Figura 1.12

Helia Bravo - Hollis



(1901 - 2001)

Nació un 30 de septiembre de 1901, fue la primera mujer en graduarse de la carrera de biología en México; su contribución más destacada fue el conocimiento en la taxonomía de los cactus. Ella consiguió clasificar hasta 700 especies endémicas mexicanas, descubriendo entre ellas especies, variedades y géneros nuevos. Fundó la Sociedad Mexicana de Cactología y gracias al esfuerzo conjunto de quienes conformaban esta sociedad se logró fundar el Jardín Botánico de la UNAM. Hoy en día es el segundo con más antigüedad en México y alberga más de 1600 especies de plantas. Entre estas, más de 300 se encuentran en peligro de extinción. Su mérito, además de ser pionera en la botánica mexicana y en el estudio y clasificación de los cactus, se extiende a otros campos de la biología a nivel mundial, ya que también destacan sus investigaciones en campos de la protozoología, la flora acuática, la flora y la vegetación de zonas tropicales y áridas. Helia Bravo falleció el 26 de septiembre de 2001, a la edad de 99 años.

Nota. Adaptado de Herbario CIB [Fotografía], por Universidad Veracruzana, 2025 (<https://www.uv.mx/herbariocib/2020/03/08/helia-bravo-hollis/>).

Figura 1.13

Ejemplo de herbario.



Nota. Adaptado de *Imagen de mamá, hija y madre* [Fotografía], por Pixabay, 2018 (<https://pixabay.com/es/illustrations/mam%C3%A1-hija-madre-familia-ni%C3%B1o-ni%C3%B1a-3273202/>). Obra de Dominio Público.

Colecta

Definida por La Ley General de Vida Silvestre (2018) de nuestro país como la extracción de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre del hábitat en que se encuentran. En este caso pueden ser especímenes de plantas o partes de ellas como flores, frutos, hojas y corteza; animales u hongos usados para su posterior estudio. Para cada tipo de ser vivo existe una forma específica de llevarla a cabo.

Técnica de colecta botánica: se refiere a las muestras o ejemplares tomados en una sola planta (árbol, arbusto, herbácea, epífita o liana) para ser depositadas en un herbario (figura 1.13).

Las flores y frutos que presenten los ejemplares se deben colocar en bolsas o pequeños sobres de papel perfectamente sellados para evitar la contaminación por hongos. Además, se pueden extraer pedazos de corteza o viruta, los cuales se guardan en bolsas de papel con gel de sílice.

Se necesita una serie de utensilios, materiales y equipo para llevar a cabo la colecta botánica, como se muestran en las figuras 1.14a y 1.14b.

Figura 1.14a

Material para colecta de vegetación.

**Cartón corrugado****Bolsa de papel****Tijeras para podar****Papel periódico****Cuerda****Prensa botánica**

Nota. Elaboración propia

Figura 1.14b

Equipo para colecta, observación y registro de vegetación.



Cámara fotográfica



Gel de sílice



Binoculares



Libreta de notas



Plumón indeleble



Machete

Nota. Elaboración propia.

Toda colecta debe ir acompañada por un “código de colecta” que consiste en las iniciales del nombre y apellidos del colector, así como el número progresivo de sus colectas botánicas. Por ejemplo: “RGL 138” significa que es la colecta 138 de Rodrigo García López. Es importante mencionar que nunca debe haber dos colectas distintas para el mismo código, si se presentase una duplicación del número de colecta, se puede aclarar usando “a, b, c, etcétera”.

Adicionalmente, siempre debe acompañarse con datos acerca de la colecta y fotografías. Tales datos son:

- Nombre común de la planta (si se conoce).
- Nombre científico (si se conoce).
- Código de colecta que incluye nombre del colector y número de esta.
- Localidad donde se colectó.
- Fecha de colecta: día, mes y año.
- Indicaciones sobre el lugar (clima, altitud), ecología de las plantas, color de la flor, fruto, tipos de hojas y tallo, tipo de suelo, tipo de vegetación (bosque, selva, acahual, manglar, etcétera).

Técnica de colecta de algas: cuando se realiza este proceso es imprescindible contar con un diario de campo donde se anoten todas las observaciones sobre el lugar donde se lleva a cabo la colecta, ubicación geográfica, fecha, descripción física del lugar (temperatura, clima, precipitación y pH del agua).

También es importante contar con un catálogo de colecta donde se registren en orden cronológico los ejemplares con ciertas características como: nombre vulgar o científico si se conoce, coloración natural, sustrato donde se encontraba el espécimen, sus medidas, hasta las coordenadas geográficas del punto de colecta.

El material y equipo utilizado para la colecta de algas es el siguiente:

- Frascos de vidrio con capacidad de 50, 100 cm³ y hasta más grandes dependiendo de las muestras; de boca ancha, con tapa de rosca de material inoxidable.
- Bolsas de polietileno de varios tamaños.
- Espátula para el raspado; cucharón, pinzas, una navaja o cuchillo de hoja gruesa y punta fina.
- Red de fitoplancton del número 20 o del 25.
- Fichas de papel resistente al agua, para anotaciones que acompañan a las muestras.
- Libreta de campo para las anotaciones en el mismo lugar de colección.
- Ácido acético glacial.
- Glicerina pura.
- Solución de formol al 5% para la preservación en líquido.
- Solución fijadora F.A.A, hecha con: Formol al 40% (10cm³), ácido acético glacial (5cm³), alcohol etílico al 95% (50 cm³), agua destilada (35 cm³).
- Termómetro en grados centígrados.
- Kit de medir pH.
- Lupas hasta de 20 aumentos.

La colección de estas muestras se efectúa usualmente a mano, colocando los ejemplares en frascos por separados. Para la obtención de una muestra de fondo de aguas tranquilas no muy profundas y para especies microscópicas, se usa un cucharón común que introducido se saca con cuidado, a fin de lograr la mayor cantidad de material.

Por otro lado, la recolección de plancton marino requiere usar redes especiales de punto fino, que permiten atrapar el material biológico que se encuentra suspendido en el agua. De igual forma, las muestras planctónicas de los lagos y lagunas se obtienen empleando una red de fitoplancton del número 20 o del 25. Esta red es jalada superficialmente desde la orilla o desde una pequeña embarcación que se desplaza con cierta velocidad, el material planctónico se acumula en el frasco sujeto a la parte terminal de la red.

Técnica de colecta de hongos: dependiendo del tipo de hongos es la forma como se realiza su colecta, por ejemplo, en el caso de los macromicetes se recolecta el ejemplar completo; aquellos que crecen en el suelo o en la corteza de los árboles y poseen un pie, se cava con un cuchillo alrededor del mismo y se le extrae con parte del sustrato. En el caso de los micromicetes, se suelen recolectar con parte del sustrato para no romperlos y poder manipularlos con mayor facilidad.

Entre los materiales necesarios para recolectar hongos están: cajas y bolsas de papel; cuchillo y palita de jardín; etiquetas adhesivas; frascos plásticos; lápiz; libreta de campo; marcador indeleble; cámara fotográfica; lupa de mano y geoposicionador satelital (GPS).

Para cada ejemplar recién colectado se registra una serie de características como: color, olor, consistencia, tamaño y forma, ya que se alteran al deshidratarse.

Además, es recomendable tomar fotografías de los ejemplares frescos y posteriormente colocarlos en cajas, frascos de boca ancha o en bolsas de papel encerado perfectamente etiquetados y acompañados de una ficha de datos (lugar de colecta, fecha, recolector, hábitat, hospedante y sustrato).

Es importante señalar que las colectas se hacen solo de hongos maduros ya que en éstos se encuentran las principales estructuras utilizadas para la identificación de las especies.

Técnica de colecta de fauna: se considera la extracción de animales de su hábitat con fines de investigación, conservación y/o preservación de las especies (figura 1.15).

Figura 1.15
Especialistas con equipo para colecta de fauna.



Nota. Adaptado de *Buscan reducir la muerte de animales en carretera para conservar la fauna y mejorar la seguridad vial* [Fotografía], por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Paraguay (2019), (<https://www.conacyt.gov.py/buscan-reducir-muerte-animales-carretera-conservar-fauna-mejorar-seguridad-vial>).

Resulta muy importante dentro de este proceso de muestreo, tomar todos los datos sobre el contexto que rodea al organismo bajo estudio; para esto se necesita una hoja de registro, además de un sistema de identificación para llevar un control cronológico de las muestras colectadas, donde se incluyan las iniciales o abreviaciones de los nombres científicos de las especies, la fecha y hora y el municipio o localidad donde se esté trabajando.

Para la colecta de fauna es importante contar con equipo especializado como: redes (ornitológicas, de niebla, de caída, etc.) (figuras 1.16 y 1.17); jaulas (1.18), trampas, guía taxonómica de la

Figura 1.16
Red de niebla para colecta de aves y murciélagos.



Nota. Adaptado de *Redes de niebla de murciélago para prevenir murciélagos de huerto* [Fotografía], por Alibaba.com, 2025, (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/Bat-Mist-Nets-for-People-to-1600428576773.html?spm=a2700.7724857.0.0.4d57210a6Tbdae>).

especie bajo estudio, densímetro, guantes, lámpara de mano y/o linterna minera, navaja, binoculares, cámara fotográfica, dispositivo GPS, libreta de campo, lápiz, frascos de plástico, alcohol al 70% y formol al 10%.

Figura 1.17

Tipos de redes para la colecta de insectos.



Nota. Adaptado de *Trampa aérea* [Fotografía], Entomopraxis, 2022, (<https://entomopraxis.com/tienda/es/dispositivos-de-captura-de-insectos-que-ocasionan-plagas/380-trampa-aerea-trampa-ventana-window-trap.html>). Red para captura [Fotografía], por (<https://entomopraxis.com/tienda/es/trampas-de-luz/1730-redes-para-captura-con-luz-160x160x180-cm.html>). Herramientas para la recolección de evidencia entomológica [Fotografía], por Laboratorio de entomología, 2017, (<https://entomologiafcyt.wordpress.com/2017/12/01/herramientas-para-la-recoleccion-de-evidencia-entomologica/>). Red telescópica de mariposa, red de pesca plegable para atrapar insectos, mango de acero inoxidable que se extiende de 15 pulgadas a 59 pulgadas [Fotografía], por Amazon, 2025, (<https://www.amazon.com/-/es/telesc%C3%B3pica-mariposa-plegable-insectos-inoxidable/dp/B07QTKHCPX>).

Figura 1.18

Jaula para capturar mamíferos pequeños (roedores o ardillas).



Nota. Adaptado *trampa de jaula para animales vivos* [Fotografía], por Grainer, 2025, (https://www.grainer.com.mx/producto/kness-pest-defense-trampa-de-jaula-para-animales-vivos-36-l/p/45dv76?srsId=AfmB0orifYDKhLpBQnayTU9fHLboUulmh7annq3GC-Jn2M0Ax5Ghaic_G).

Técnica de colecta de organismos acuáticos (peces, moluscos y esponjas): al momento de las colectas de este tipo de especies se deben tomar datos que describan el ambiente acuático, por ejemplo: pH del agua, oxígeno disuelto, profundidad y temperatura.

Los peces pueden ser colectados de diversas formas, incluyendo anzuelos, redes, trampas, dependiendo de su tamaño y del cuerpo de agua donde se encuentren. Es necesario determinar las dimensiones de las redes o mallas a emplearse, precisar el número de lances y el tiempo-esfuerzo empleado en las colectas. Por otro lado, existe un método de muestreo de peces mediante electricidad llamado electropesca, con equipos especializados (electrofisher) cuyo campo eléctrico modifica el comportamiento del pez y facilita su captura.

Los moluscos son colectados manualmente, sobre todo moluscos marinos grandes. Como las playas son el lugar de depósito de muchos restos, incluyendo conchas de moluscos, la mejor recolección se realiza durante la marea baja, ya que hay más terreno expuesto. En zonas arenosas pueden ser extraídos manualmente o con un **nucleador**, mientras que en los manglares se encuentran en las raíces y el fango cercano.

Otra técnica usada para colectar moluscos en el fondo marino es el dragado, a través del cual se extrae material del fondo del mar o de lagos, para luego pasarlo por tamices. Este método es muy usado para la colecta de gasterópodos (caracoles, babosas, liebres de mar, etcétera).

También se recomienda usar una red de arrastre planctónica a unos 2 o 3 nudos durante 10 a 15 minutos para colectar moluscos adultos y larvas que viven en el plancton. Mientras que para colectar ciertas especies de **bivalvos marinos** (ostras, mejillones, almejas, etc.) que viven dentro de piedras, es necesario usar un cincel y un martillo para romper rocas y troncos en los que se observen perforaciones.

En el caso de las esponjas, la colecta se realiza manualmente con ayuda de un cuchillo cuando no se encuentran en zonas profundas. Los ejemplares colectados siempre deben mantenerse húmedos, a baja temperatura, a la sombra, con agua de su medio en constante circulación para que se provean de oxígeno o se recomienda cambiar el agua constantemente.

Tanto en la colecta de flora y de fauna silvestre es muy importante mantener en óptimas condiciones los ejemplares muestreados hasta que lleguen al lugar donde serán depositados permanentemente; ya sea para su conservación o para una investigación científica sobre la especie.

Conservación

Definida por la Ley General de Vida Silvestre de México (2018) como: la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las 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. Los jardines botánicos son un ejemplo de áreas de conservación de la biodiversidad vegetal (figura 1.19).

Figura 1.19

Jardín botánico de Xalapa, Veracruz.



Nota. Adaptado de Jardín botánico Francisco Javier Clavijero [Fotografía], por Programa destinos turísticos, 2022 (<https://programadestinosmexico.com/que-ver/destinos-mexico/jardin-botanico-francisco-javier-clavijero-xalapa.html>).

Existen dos formas de conservación de la biodiversidad: la *in situ* y la *ex situ*.

La conservación *in situ* se refiere al mantenimiento de la diversidad de organismos vivos, sus hábitats y las interrelaciones entre especies y su entorno. Esta puede ser considerada la forma más eficaz para garantizar la continuidad de los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas. Este tipo de estrategia es ideal para conservar la diversidad genética, siendo un ejemplo muy conocido las Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales constituyen porciones del territorio terrestres o acuáticas, son representativas de los diferentes ecosistemas y su biodiversidad, donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por actividades humanas y están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, respetando los recursos culturales asociados a dichos espacios.

Según el Convenio por la *Diversidad Biológica* firmado por 168 países inicialmente en 1992, la conservación *in situ* considera:

- Establecer un sistema de áreas protegidas o espacios donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica.
- Elaborar cuando sea necesario, normas para la selección, el establecimiento y el ordenamiento de áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la biodiversidad.
- Reglamentar o administrar los recursos biológicos importantes para la conservación, ya sea dentro o fuera de las áreas protegidas, para garantizar su preservación y utilización sostenible.

- Promover la protección de ecosistemas, de hábitats y el mantenimiento de poblaciones de especies en entornos naturales.
- Promover un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en zonas adyacentes a las áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de esas zonas.
- Rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados; promover la recuperación de especies amenazadas mediante la elaboración y la aplicación de planes u otras estrategias de protección.
- Establecer o mantener medios para regular, administrar o controlar los riesgos derivados de la utilización y la liberación de organismos genéticamente modificados (OGM) como resultado de la biotecnología, es probable que tengan repercusiones ambientales adversas que puedan afectar a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana.
- Impedir que se introduzcan, controlar o erradicar las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies.
- Procurar establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilidades actuales con la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes.
- Respetar, preservar y mantener los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica; promover su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de dichos grupos indígenas o locales y fomentar que los beneficios se compartan equitativamente.
- Establecer o mantener la legislación necesaria y otras disposiciones de reglamentación, para la protección de especies y poblaciones amenazadas.
- En México existen diversos tipos de ANP: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas. Hasta el año 2019 se tenían registradas 182 a nivel federal, a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) con una clasificación específica como se puede apreciar en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Listado que muestra el total de áreas naturales protegidas en México.

Tipo de área natural protegida a nivel federal	Número registrado en México
Reservas de la biosfera.	44
Parques nacionales.	67
Monumentos naturales.	5
Áreas de protección de recursos naturales.	8
Áreas de protección de flora y fauna.	40
Santuarios.	18

Nota. Elaboración propia.

¿Sabías que...?

El estado de Veracruz ocupa el tercer lugar nacional en biodiversidad principalmente por la riqueza de especies. Gracias a su compleja orografía, contamos con altas montañas, sinuosos cañones, cascadas, ríos, costas, selvas, manglares y bosques, todos ellos dotados de una gran cantidad de flora y fauna.

En el estado de Veracruz contamos con dos Parques Nacionales de gran relevancia: el Parque Nacional Cofre de Perote y el Parque Nacional Pico de Orizaba (figura 1.20), este último, decretado en 1937, tiene una extensión de 55,960 hectáreas, siendo de los ecosistemas representativos del bosque de pino y pino-encino. Comparte su ubicación entre los municipios de Calchahuaco y La Perla en el estado de Veracruz; y Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla en el estado de Puebla.

Mientras que el Parque Nacional Cofre de Perote fue decretado también en 1937, tiene una extensión de 11,700 hectáreas, es el ecosistema representativo del bosque de pino y oyamel. Está ubicado entre los municipios: Perote, Xico, Acajete y Ayahualulco.

Figura 1.20

Cofre de Perote y Pico de Orizaba.



Nota. Adaptado de *Sabías que en Veracruz existen dos de las montañas más altas de México* [Fotografía], por Edgar Reyes, 2023, El Sol de Orizaba (<https://oem.com.mx/elsoldeorizaba/tendencias/pico-de-orizaba-y-cofre-de-perote-dos-de-las-6-montanas-mas-altas-de-mexico-13223316>).

La conservación *ex situ* considera el mantenimiento de los componentes de la diversidad biológica que viven físicamente retirados de su hábitat original. Un objetivo central es reducir el riesgo de extinción de especies o poblaciones, en algunos casos con el propósito de restablecer poblaciones nuevas en el hábitat natural.

En general, los esfuerzos para la conservación *ex situ* se han desarrollado en dos vertientes independientes entre sí: la flora y la fauna. La primera incluye los jardines botánicos, los recursos genéticos forestales (semilleros, plantaciones y bancos de semillas) y recientemente los laboratorios de cultivo de tejidos. La segunda la han desarrollado sobre todo en zoológicos, acuarios y criaderos y, en menor grado, bancos de semen, óvulos y embriones.

Métodos de conservación *ex situ* de plantas:

- Almacenamiento de cultivos de tejidos: estos pueden ser somáticos y semillas que se propagan *in vitro*, usados para la proliferación de plantas clonales y producción controlada de semillas (fig. 1.21).

Figura 1.21
Cultivo de vegetales en laboratorio.



Nota. Adaptado de Dreamstime (<https://es.dreamstime.com/estantes-de-recolecci%C3%B3n-cultivos-tejidos-vegetales-en-el-laboratorio-ciencias-la-sala-cultivo-t%C3%A9cnicas-utilizadas-para-mantener-image222178606>).

- Banco de semillas: estas son almacenadas en condiciones de baja humedad y temperatura; usado rutinariamente para semillas de cultivos ortodoxos y especies silvestres (figura 1.22).

Figura 1.22
Banco de semillas.



Nota. Adaptado de *Nuevo banco de semillas para sustentar la agricultura del futuro* [Fotografía], por Emilio Godoy, 2020, IPS (<https://ipsnoticias.net/2022/03/nuevo-banco-de-semillas-para-sustentar-la-agricultura-del-futuro/>).

- Banco de genes de campo: extensiva plantación a cielo abierto para mantener la diversidad genética de una especie, usado con frecuencia en especies de importancia maderable (figura 1.23).

Figura 1.23

Cultivo de tejidos vegetales en laboratorio.



Nota. Adaptado de *Introducción al cultivo in vitro de tejidos vegetales* [Fotografía], por Mayra Janeth Esparza Araiza, 2020, Fundación Produce Sinaloa (<https://www.fps.org.mx/portal/index.php/agrobiotecnologia/2067-introduccion-al-cultivo-in-vitro-de-tejidos-vegetales>). Licensed under SIL OFL 1.1

- Cultivo especializado en ambiente controlado: plantas cultivadas en ambientes artificiales, por ejemplo, especies tropicales dentro de invernaderos con calefacción en regiones templadas (figura 1.24).

Figura 1.24

Orquidario de la Ciudad de México



Nota. Adaptado de *El precioso e intrigante orquideario del Parque Bicentenario* [Fotografía], por MCX, 2023, (<https://mxc.com.mx/2023/01/09/el-precioso-e-intrigante-orquideario-del-parque-bicentenario/>).

- Cultivo en exhibiciones mixtas o colecciones de referencia: plantas cultivadas como parte de una colección de referencia en condiciones ambientales. La mayoría de los ejemplares se encuentra en jardines botánicos (figura 1.25) y arboreta, mantenidos dentro de colecciones más grandes, donde el enfoque es la representación taxonómica o exhibición hortícola.

Figura 1.25

Jardín etnobotánico de la ciudad de Oaxaca.



Nota. Adaptado de *Jardín etnobotánico de Oaxaca* [Fotografía], por Moblaje, 2024, (<https://moblaje.mx/category/estilo-de-vida/blog/la-riqueza-botanica-de-mexico#>).

Figura 1.26

Cícada “Palma de la virgen” (*Dioon edule*).



Nota. Adaptado de *Dioon edule* [Fotografía], por Wikipedia, 2025 ([https://es.wikipedia.org/wiki/Dioon_edule#/media/Archivo:Palma_de_la_Virgen_\(Dioon_edule\),_Jard%C3%ADn_Bot%C3%A1nico,_M%C3%BAnich,_Alemania_2012-04-21,_DD_01.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Dioon_edule#/media/Archivo:Palma_de_la_Virgen_(Dioon_edule),_Jard%C3%ADn_Bot%C3%A1nico,_M%C3%BAnich,_Alemania_2012-04-21,_DD_01.JPG)). Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0;

- Cultivo en instalaciones dedicadas a la conservación: es un espacio dedicado a plantas cultivadas en regímenes hortícolas específicos al taxón, con el objetivo de propagar especies amenazadas (figura 1.26).
- Criopreservación: es un método para el almacenamiento a largo plazo de semillas, polen o tejidos congelados en nitrógeno líquido, principalmente de importancia agrícola, hortícola y para especies silvestres (figura 1.27).
- Jardín comunal: son cultivos de un grupo comunitario (pueblo o familia) como parte de su agricultura tradicional para producir vegetales útiles, por ejemplo, plantas medicinales (figura 1.28).

Métodos de conservación *ex situ* de animales:

- Zoológicos: son colecciones vivas de fauna silvestre abiertas al público, donde los ejemplares están confinados en un ambiente controlado y en los que se reproducen algunas especies para su conservación, además de contribuir a la educación ambiental.
- Acuarios: son colecciones vivas de fauna marina o dulceacuícola, abiertas al público, donde los ejemplares están confinados en un ambiente controlado y en los que se reproducen algunas especies para su conservación (figura 1.29).

Figura 1.27

Criopreservación.



Nota. Adaptado de *Vitrificación: una perspectiva integral y oportunidades profesionales en el ámbito de la criopreservación* [Fotografía], por Fundación Pablo de Olavide, 2024, (<https://www.upo.es/formacionpermanente/vitrificacion-una-perspectiva-integral-y-oportunidades-profesionales-en-el-ambito-de-la-criopreservacion/>).

Figura 1.29

El acuario de Veracruz es un ejemplo de conservación *ex situ*.



Nota. Adaptado de *Pristila, el último pez sierra de Latinoamérica en el Aquarium de Veracruz* [Fotografía], por Heidi Castellanos, 2023, E-consulta.com (<https://e-veracruz.mx/nota/2023-08-22/ecologia/pristila-el-ultimo-pez-sierra-de-latinoamerica-en-el-aquarium-de-veracruz>).

Figura 1.28

Jardín Quetzalapan, en Xalapa, Veracruz.



Nota. Adaptado de *Quetzalapan: un parque "oculto" en Xalapa rodeado de calma y vegetación, ¿cómo llegar?* [Fotografía], por Misael Viveros, 2024, Diario de Xalapa (<https://oem.com.mx/diariodexalapa/ciencia-y-salud/parque-lineal-quetzalapan-en-xalapa-donde-se-ubica-y-que-se-puede-encontrar-13407633>).

- Criaderos: son centros de reproducción de una o pocas especies con el objetivo de incrementar su número para el comercio o reintroducción al medio silvestre.
- Reproducción en cautiverio: consiste en trasladar individuos de una especie a condiciones confinadas y controladas para su reproducción, incrementando el tamaño poblacional de la especie. Por ejemplo, en China se lleva a cabo la reproducción en cautiverio del oso panda, una especie en peligro de extinción (figura 1.30).

Figura 1.30
Reproducción en cautiverio del oso panda..



Nota. Adaptado de *Osos panda: el lado oscuro de los planes para salvarlos de la extinción* [Fotografía], por Mara Hvistendahl y Joy Dong, 2025, Clarín (https://www.clarin.com/viva/osos-panda-lado-oscuro-planes-salvarlos-extincion_0_jvT6eS4U7f.html).

- Reproducción asistida: se refiere a la reproducción en cautiverio para incrementar el éxito reproductivo mediante la fecundación in vitro, la inseminación artificial o la implantación de embriones. Se han obtenido casos exitosos de reproducción asistida del Águila Real en nuestro país.
- Bancos de genes: son espacios para el almacenamiento de espermatozoides, óvulos y embriones obtenidos de individuos vivos o recientemente muertos, para almacenarlos congelados en nitrógeno líquido para su uso posterior en reproducción asistida.

Por otro lado, existen grupos de organismos que, por su biología particular, requieren un tipo especial de infraestructura y técnicas para su conservación. Es el caso de levaduras marinas, microalgas, cepas de hongos, cianobacterias, dinoflagelados marinos, líquenes y briofitas, entre otros. Recientemente se han incrementado colecciones ex situ de ADN como herramientas para el análisis genético, que al igual que los ejemplares de un museo o de un herbario constituyen valiosos recursos para la investigación, sin fines de propagación o reproducción.

Observación

Se define como el estudio espontáneo de algún fenómeno natural usando los sentidos humanos o en ocasiones con ayuda de aparatos técnicos (figura 1.31). El rol de la observación en la investigación sobre la biodiversidad es muy importante ya que proporciona los hechos que determinan la comprensión del fenómeno bajo estudio.

El primer paso dentro de la observación es determinar con claridad lo que nos interesa observar, es decir, hacer una selección de aquello que deseamos analizar, esto nos brindará un objetivo de investigación.

Existen dos tipos de observación, cuya diferencia principal radica en la intencionalidad:

- Científica: significa observar un objetivo claro, definido y preciso; el investigador sabe que es lo que desea observar y para que quiere hacerlo, lo cual implica un proceso de planificación previo al empleo de esta técnica.
- No científica: significa observar sin intención, sin objetivo definido y, por tanto, sin preparación previa.

Figura 1.31
La observación de aves.



Nota. Adaptado de *Observar aves baja la ansiedad y desarrolla la atención* [Fotografía], por Organización Siempre Verde Venezuela, 2019 (<https://siempre-verde-venezuela.blogspot.com/2019/06/observar-aves-baja-la-ansiedad-y.html>).

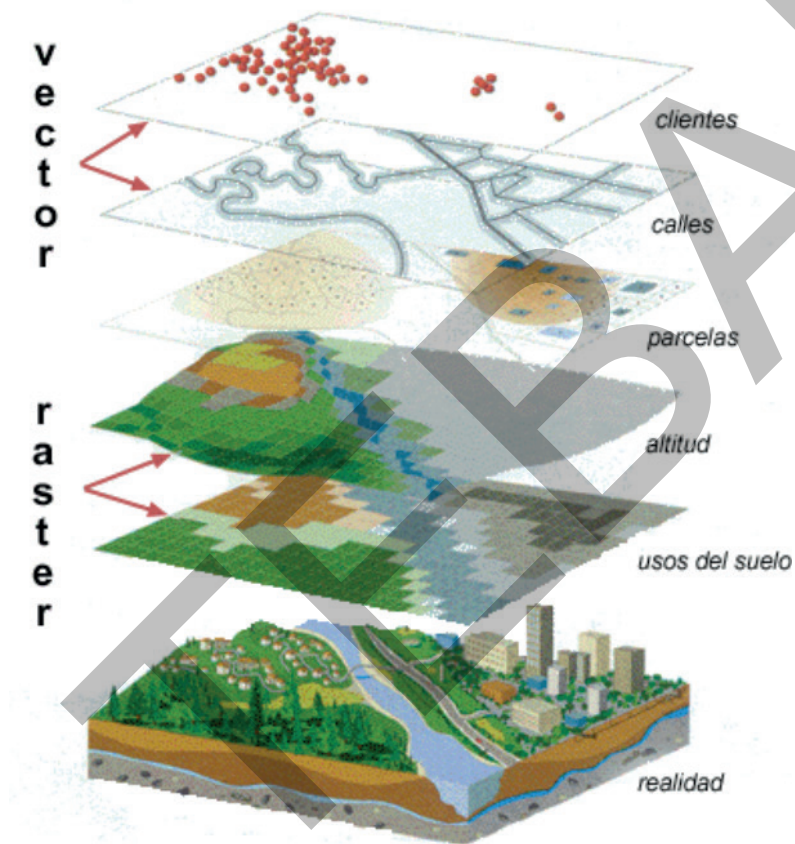
Los pasos claves de la observación son:

- Determinar el objeto, situación, caso que se va a observar.
- Determinar los objetivos de la observación (para que se va a observar)

- Determinar la forma con que se van a registrar los datos.
- Observar cuidadosa y críticamente.
- Registrar los datos observados.
- Analizar e interpretar los datos.
- Elaborar conclusiones.
- Elaborar el informe de observación.

Ahora bien, para estudios sobre biodiversidad se utiliza la observación científica, la cual tiene su aplicación primordial durante la etapa de campo, es decir, cuando nos encontramos en la zona de estudio donde habitan las especies de interés. Se deben considerar los siguientes aspectos:

Figura 1.32
Descripción del paisaje y los ecosistemas.



Nota. Adaptado de *El concepto de capas* [Ilustración], por UAH, s.f. (<http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.htm>).

Fotointerpretación

Proceso de examinar imágenes fotográficas, con el propósito de identificar objetos o condiciones y apreciar su significado.

- Observaciones generales y detalladas del paisaje con la interpretación de imágenes de satélite para la corroboración y ajuste de líneas de **fotointerpretación** y validación de las mismas (figura 1.32).
- Observaciones acerca de los usos del suelo (actividades productivas y extractivas) y del grado de intervención y transformación de la cobertura vegetal original (figura 1.33).
- Observaciones generales y detalladas sobre los rasgos geomorfológicos del relieve (tipo y grado de las pendientes, grado de erosión, clase de laderas y configuración general del relieve) (figura 1.34).

Figura 1.33

Tipos de suelo en el paisaje.



Nota. Adaptado de *Tipos de suelo ¡Todo lo que debemos saber!* [Fotografía], por CMYK, 2022 (<https://cmyk-arq.es/tipos-de-suelo/>)

Figura 1.34

Alto grado de erosión.



Nota. Adaptado de *Erosión* [Fotografía], por Wikipedia, 2025 (https://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n#/media/Archivo:Im_Salar_de_Uyuni.jpg) Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0

- a) Descripción geográfica regional y local de la ubicación de los sitios específicos de observación y muestreo. Es conveniente que esta descripción sea detallada, de modo que las evidencias físicas colectadas queden bien documentadas.

Los materiales necesarios para la observación de la biodiversidad son principalmente: binoculares, cámara fotográfica, libreta de campo, lápiz, grabadora portátil, linterna, lupa.

Entre los recursos auxiliares para una completa observación están:

- Fotografías,
- Grabaciones,
- Registros anecdóticos,
- Listas de cotejo,
- Guía de campo sobre la especie bajo estudio,
- Mapas a diferentes escalas,
- Fichas de registros.

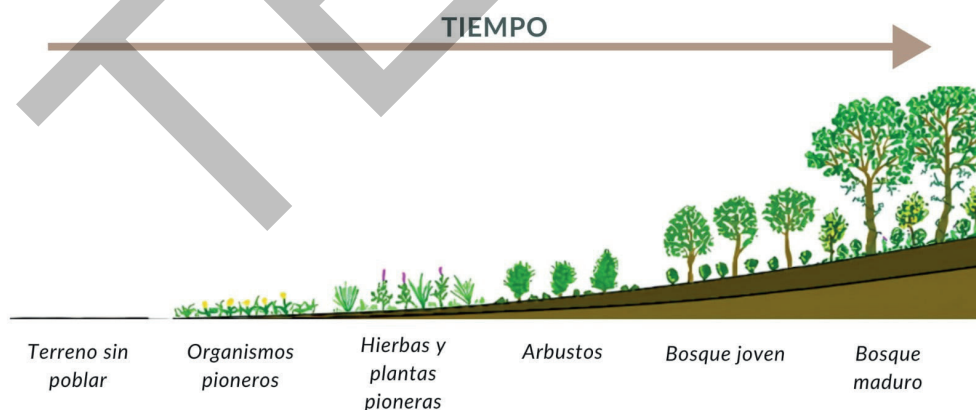
Estos recursos ayudarán a obtener mayor cantidad de datos, para su posterior análisis y valoración.

En el caso de la flora, la observación brinda la oportunidad de crear perfiles de vegetación para describir con exactitud la comunidad vegetal del ecosistema bajo estudio. Un perfil de vegetación es un esquema de una franja que pretende representar mediante dibujos el número de estratos, su altura y cobertura para identificar las especies presentes en una comunidad vegetal (figura 1.35), a la vez que permite reconocer la organización espacial de las plantas. Se recomienda su elaboración a partir de un **transecto** de 10 metros de largo.

Transecto

Técnica de observación y registro de datos; se establece donde haya una transición clara – o supuesta – de la flora y la fauna o de parámetros ambientales; es útil hacer un estudio detallado a lo largo de una línea (real o imaginaria) que cruce a través de la zona

Figura 1.35
Perfil de vegetación.

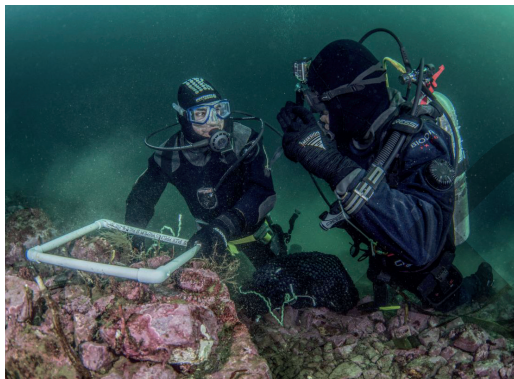


Los estratos que se describen son:

- Herbáceo. Es el estrato hasta los 1.5 m de altura desde el suelo; presenta una cobertura aproximada del 80%.
- Estrato arbustivo. Se encuentra entre los 1.5 y 5 m de altura; presenta una cobertura del 50%.
- Estrato subarbóreo. Se encuentra entre los 5 y 12 m de altura con una cobertura aproximada del 50%.
- Estrato arbóreo inferior. Se encuentra entre 12 y 25 m de altura y presenta una cobertura aproximada del 70%.
- Estrato arbóreo superior. Presenta individuos entre los 25-28 m de altura; su cobertura es del 20-30%.

Es importante que los dibujos del perfil de vegetación señalen fielmente las características físicas de las plantas y si es posible registrar el nombre de estas; para lo cual será valioso contar con una guía de campo que proporcione información sobre las especies vegetales de la zona de estudio.

Figura 1.36
Observación subacuática.



Nota. Adaptado de *Operaciones submarinas III: buceo científico* [Fotografía], por Cristian Arroyo, 2019, OCEANA (<https://chile.oceana.org/blog/operaciones-submarinas-iii-buceo-cientifico/>).

Figura 1.37
Observación de aves.



Nota. Adaptado de *Aves y cartografía de zonas peligrosas para drones* [Fotografía], por Gis & beers, 2018 (<https://www.gisan-beers.com/aves-y-cartografia-de-zonas-peligrosas-para-drones/>) Creative Commons.

En cuanto a la observación de fauna, existen varios grupos taxonómicos que son atractivos para llevar esta técnica, principalmente las aves. Mientras que los avances tecnológicos han sido de gran ayuda actualmente para estudios a escala continental o global como veremos más adelante.

Los esfuerzos por la conservación de la biodiversidad a nivel mundial han llevado a la toma de acciones en conjunto, tal es el caso del Sistema Global de Observación de Océanos, que es responsable de la Red de Observación de la Biodiversidad Marina Polo a Polo (P2P MBON) cuyo proyecto pretende documentar los cambios que están sucediendo en la biodiversidad marina a lo largo de las costas de América, desde el Ártico hasta la Patagonia y la Antártida, esto mediante herramientas de sensores remotos y un sistema de información biogeográfica de los océanos (OBIS) para la identificación de la biodiversidad marina (figura 1.36).

De igual forma existe la Red Europea de Observación de la Biodiversidad (EBONE) que con ayuda de sistemas de teledetección ha creado un sistema de clasificación de hábitats para evaluar su calidad, la dinámica de las especies presentes. Este proyecto por ahora se ha extendido más allá de Europa, hacia India, Nepal y China, aunque se pretende que los beneficios sean globales.

Particularmente, en nuestro estado, el Instituto de Ecología (INECOL) ubicado en la ciudad de Xalapa, desde 2015 utiliza drones para la observación aérea de animales en sus hábitats naturales (figura 1.37). Aunque es algo nuevo,

se tienen dos regiones bajo estudio: el municipio de Actopan, Veracruz y la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca, para probar el desempeño de esta tecnología al monitorear especies como el venado cola blanca y su hábitat en UMA extensivas.

Aplico lo aprendido

I. Indicación: Lee el siguiente artículo de forma individual y responde las siguientes preguntas.

Los drones en el monitoreo de la biodiversidad.

En los últimos 15 años ha ido en aumento el empleo de aviones no tripulados, también conocidos como drones, para el monitoreo de fauna silvestre y sus hábitats. Si bien en sus orígenes los drones fueron desarrollados y empleados para fines militares, actualmente se utilizan para muchas otras tareas y objetivos como: la realización de mapas de alta resolución, en la agricultura, para el control de incendios, para conocer el estado atmosférico, para la evaluación del impacto de obras y planificación urbanística, para vigilancia, entre otros.

En el caso del monitoreo biológico, los drones se están empleando para observar y cuantificar desde el aire diversas especies de fauna y flora, para identificar nidos y camas en los árboles elaborados por orangutanes para pernoctar, para detectar ciertos tipos de madrigueras o montículos que hacen varias especies de roedores, etc. Algunas especies en las que se han aplicado son: cocodrilos, manatíes, delfines, ballenas, patos, gansos, canguros, elefantes, rinocerontes y otros. De igual manera, se han usado para la descripción del paisaje y las actividades humanas que los impactan, para conocer los sitios de forrajeo del ganado el cual en muchos casos invade el hábitat y compite con las especies nativas e incluso se están empleando para detectar cacería furtiva.

Los drones permiten conocer y documentar algunos aspectos del hábitat a una resolución y detalle particularmente interesantes; asimismo, se pueden utilizar en cualquier época del año, lo que es una ventaja con respecto a la información satelital, la cual puede llegar a ser cara, o bien no estar a la resolución y en las temporadas que se desean.

1. ¿En qué técnica de estudio de la biodiversidad se podrían utilizar los drones?, ¿por qué?
2. ¿Qué ventajas y desventajas se pueden presentar al utilizar este tipo de tecnología? Menciona al menos 3 de cada una.
3. ¿Cuál es tu opinión sobre el uso de los drones para el monitoreo de la biodiversidad?

Aplico lo aprendido**II. Realiza las siguientes actividades.**

1. El profesor (a) dividirá el grupo en tres equipos y asignará, a cada uno, una técnica de estudio de la biodiversidad, para crear una exposición con diapositivas de *PowerPoint*. Considera al menos una diapositiva para cada uno de los siguientes aspectos:

- a) Portada.
- b) Introducción.
- c) Definición de técnicas de estudio.
- d) Características de cada técnica de estudio.
- e) Ejemplo práctico del uso de cada técnica con algún grupo taxonómico.
- f) Conclusión.

III. Realicen la exposición del tema ante el grupo para su retroalimentación..**México como país mega diverso**

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicó un listado de los 12 países que poseen una riqueza biológica sobresaliente, en virtud de la cual han sido llamados “mega diversos”, ubicados geográficamente en las zonas tropicales de América y Asia, ellos son: Australia, Brasil, China, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, India, Indonesia, Madagascar, México, Perú y República Democrática del Congo. Dichos países en su conjunto representan 10% de la superficie terrestre y albergan cerca del 70% de las especies del planeta.

México cuenta con una riqueza biológica impresionante (figura 1.38), que lo cataloga como el quinto país con más biodiversidad del planeta, tan solo superado por Brasil, Colombia, China e Indonesia; esto se debe principalmente a su compleja fisiografía, historia geológica y ubicación geográfica, lo que genera condiciones ambientales diversas de clima y relieve que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal; provocando también que con el paso del tiempo ocurra una diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales, costeras y oceánicas de nuestro territorio.

Figura 1.38
Diversidad biológica de México.



Nota. Adaptado de Mapa de biodiversidad de México [Ilustración], por Pínteres, s.f. (<http://mx.pinterest.com/pin/615656211540039088/>).

Tan solo en México habita aproximadamente 12 % de las especies del planeta, de las cuales se conocen cerca de 65 mil especies de invertebrados y 5,512 especies de vertebrados; aunado a estos datos se estima la existencia de 25 mil especies de plantas en nuestro país que equivalen a 9.1% de las especies vegetales descritas en el mundo, como lo muestra la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Riqueza de especies en México.

Grupo taxonómico	Número aproximado de especies
Insectos	48,000
Peces	2,716
Aves	1,096
Reptiles	804
Mamíferos	535
Anfibios	361
Plantas vasculares	25,000

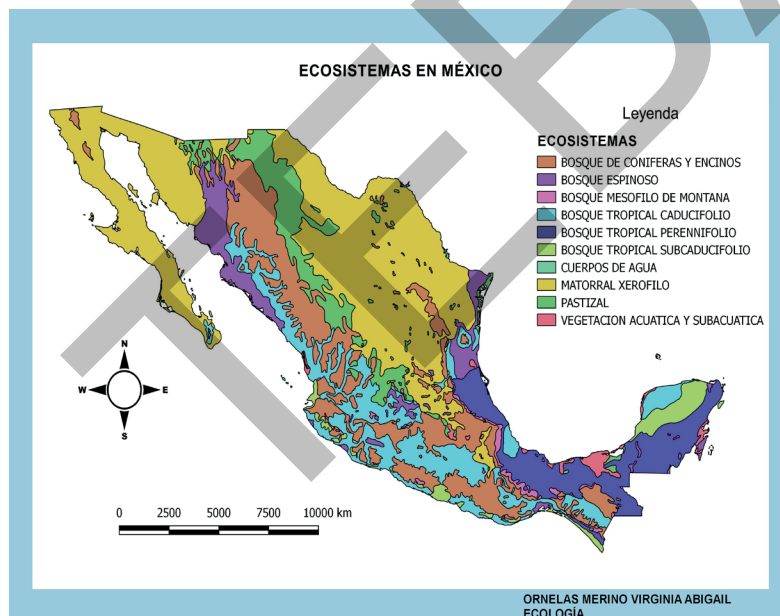
Nota. Elaboración propia.

La distribución de la biodiversidad en México sigue el patrón del gradiente latitudinal global como ocurre en todo el planeta, es decir, la diversidad biológica va incrementando desde los polos hacia el ecuador; por lo tanto, no se distribuye de manera homogénea en el territorio. Aunado a esto, existen zonas de transición entre las regiones Neártica y Neotropical como son el Eje Neovolcánico, las Sierras Madre Oriental y Occidental donde hay un mayor número de especies endémicas. Todo esto complementa de forma importante la riqueza biológica de México.

El Dr. José Sarukhán, coordinador nacional de la CONABIO, en 2009 señaló que se calcula que entre 50 y 60% de las especies de plantas vasculares que se conocen en el país son endémicas. Las orquídeas y cactáceas son algunas de las familias que cuentan con mayor porcentaje de especies endémicas (60 y 50%, respectivamente). Por otra parte, de las 535 especies de mamíferos, 161 son endémicas (30%) y de las 1,096 especies de aves, 125 son endémicas (11%). De igual forma, el botánico J. Rzedowski en 1998 señaló claramente que si se analiza la distribución de las especies endémicas por tipo de vegetación, se puede apreciar que en los matorrales xerófilos y en los bosques de coníferas, más del 60% de las especies son endémicas, mientras que sólo 5% de las especies del bosque tropical perennifolio tienen este carácter. Estos datos nos llevan a reconocer la importancia de la diversidad de ecosistemas en nuestro país.

México cuenta con el 50% de especies de pinos que existen en el mundo, estas especies vegetales habitan en los bosques de pino-encino y colocan a nuestro país como el más diverso en este grupo taxonómico.

Figura 1.39
Ubicación geográfica de la selva tropical en México.



Nota. Adaptado de *Ecosistemas de México* [Ilustración], por Abigail Ornelas, 2019, Ecología 2TM2 (<https://biologaabigail.home.blog/2019/02/20/ecosistemas-de-mexico/>).

En nuestro país también encontramos selvas tropicales húmedas o selvas altas, las cuales se ubican principalmente en las regiones más calientes y húmedas. La vegetación en la selva tropical húmeda se mantiene siempre verde, de ahí que también se le conozca como selva alta perennifolia. Este ecosistema se cataloga como uno de los más diversos de la Tierra y se estima que en él habitan más de la mitad de las especies terrestres conocidas.

Las selvas tropicales secas, también conocidas como bosques tropicales de hoja caduca, se encuentran principalmente en las costas del océano pacífico mexicano y se caracterizan porque la vegetación pierde sus hojas en la época seca. En este tipo de selva habita una gran diversidad de especies de plantas y animales endémicos. Estas selvas son de los ecosistemas más ricos y poco estudiados del mundo (figura 1.39).

Por otro lado, los desiertos ocupan alrededor de la mitad del territorio mexicano (figura 1.40); su importancia radica en ser las principales zonas de diversidad y evolución de los cactus en el planeta. México alberga 669 especies de cactáceas, es decir, cerca del 50% de las especies del mundo.

Aunado a los ecosistemas terrestres, es importante reconocer la superficie marina. México cuenta con una extensión 1.6 veces mayor que su área terrestre, lo que lo hace uno de los países con mayor extensión de costas, tanto en los océanos Atlántico y Pacífico como en el mar Caribe (figura 1.41). Y es el único que posee un mar exclusivo, el Golfo de California, donde habita la vaquita marina (*Phocoena sinus*), también especie endémica.

Si observamos la distribución de la biodiversidad por estados del país, apreciamos que Oaxaca, Veracruz y Chiapas son los más ricos a nivel nacional en especies de vertebrados, plantas vasculares y artrópodos (figura 1.42). Mientras que en las zonas áridas de los estados del norte se ha registrado un número importante de especies de vertebrados.

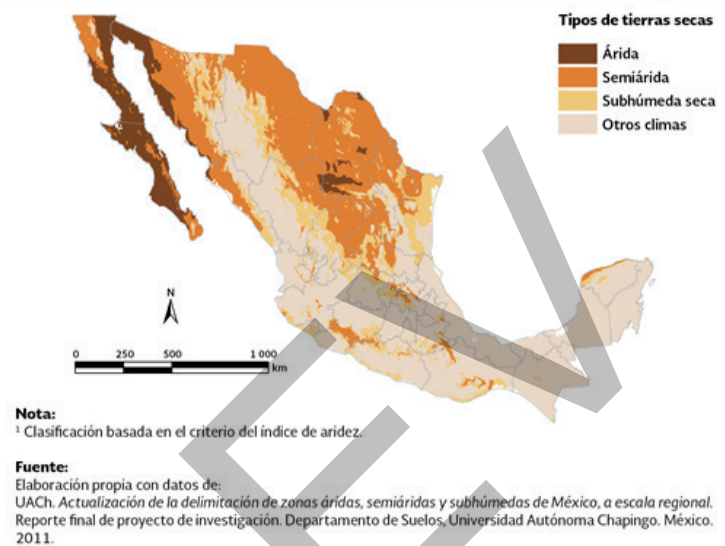
En lo que respecta a la diversidad genética, en México, se tienen estudios de alrededor de 200 especies, que incluyen algunos microorganismos como bacterias fijadoras de nitrógeno, patógenos como *Escherichia coli*, el protozooario *Trypanosoma cruzi* causante de la enfermedad de Chagas y otras especies de coníferas, encinos, epífitas, agaves, cactáceas, hongos, insectos de importancia agrícola, aves y mamíferos marinos.

Figura 1.40

Ubicación geográfica de zonas desérticas en México.

Distribución de las tierras secas de México¹

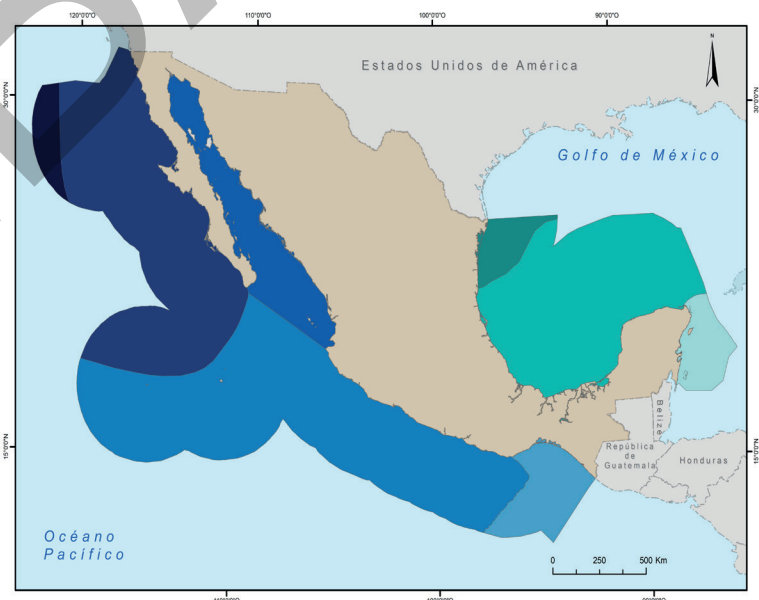
Mapa 3.11



Nota. Adaptado de *El problema de la desertificación* [Ilustración], por SEMARNAT, 2012 (https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/03_suelos/cap3_3.html).

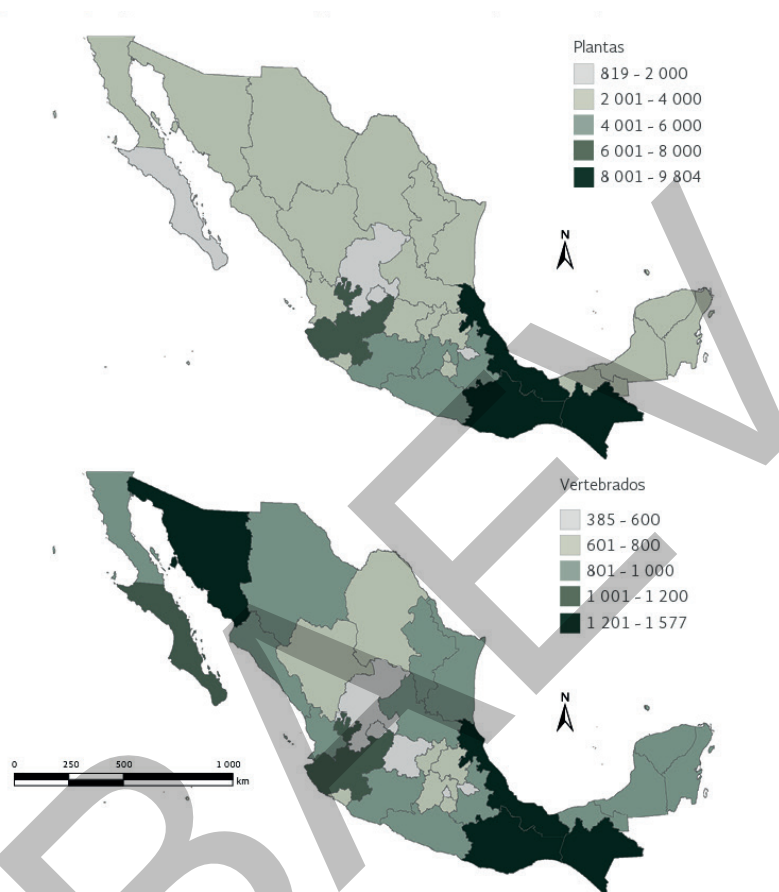
Figura 1.41

Ecosistemas marinos de México.



Nota. Adaptado de *Diagnóstico general de los ecosistemas de México* [Ilustración], por SEMARNAT, 2016 (<https://www.gob.mx/semarnat/restauracionambiental/es/articulos/diagnostico-general-de-los-ecosistemas-de-mexico>).

Figura 1.42
Distribución de plantas vasculares y vertebrados en México.



Fuente: Conabio (comp.). Catálogos de autoridades taxonómicas de las especies de México. Bases de datos SNIB-Conabio, México, 2014.

Nota. Adaptado de *Biodiversidad* [Ilustración], por Gobierno de México, s.f. (<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap4.html>).

Aplico lo aprendido

I. Realiza las siguientes actividades.

Elabora un folleto informativo sobre las características que definen a México como un país mega diverso.

II. Comparte en plenaria tu trabajo con tus compañeros y el profesor para ser retroalimentado.

Protección al medio ambiente en México y su marco legal

El marco normativo en materia de protección al ambiente en México considera una serie de leyes, reglamentos, tratados, convenios y estatutos, así como acuerdos internacionales que promueven la conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica, la gestión del ambiente, y de manera importante el control de la contaminación.

La legislación ambiental en nuestro país se rige por lo señalado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, en la cual destacan los siguientes artículos:

- Artículo 4: el principio de proteger un medio ambiente adecuado para que toda persona pueda disfrutar de desarrollo y bienestar.
- Artículo 25: incorpora el concepto de sustentable, con lo cual se establece la base constitucional del desarrollo sustentable en nuestro país.
- Artículo 27: la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.
- Artículos 115 y 124: exponen las normas secundarias que regulan la conducta humana y social frente a los recursos naturales y los ecosistemas, y se establece la competencia y participación de los gobiernos estatales y municipales en la temática ambiental.

En 1988 fue decretada la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que en su artículo primero señala el objetivo principal de dicha enmienda:

“La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 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.”

La LGEEPA destaca un factor importante: el desarrollo sustentable, como un conjunto de acciones que garanticen a toda persona vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Adicionalmente, esta ley se considera como un instrumento de política ambiental, ya que es la base para la creación de normas oficiales mexicanas e instrumentos de protección, preservación y restauración del ambiente. Rescata la importancia del ordenamiento ecológico del territorio, la regulación de asentamientos humanos y la evaluación del impacto ambiental.

La LGEEPA se complementó y enriqueció con el Convenio por la Diversidad Biológica (CDB), un acuerdo internacional firmado por México en 1992 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, mejor conocida como Cumbre de la Tierra en Rio de Janeiro, Brasil; entrando en vigor en diciembre

¿Sabías que...?

El derecho al medio ambiente se instituyó en 1999 en el Artículo 4° Constitucional, estableciendo que: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.”

Fuente: elaboración propia.

Derechos humanos

de 1993. El CDB considera a la biodiversidad como un asunto de importancia global, expone la preocupación ante su deterioro y reconoce su importancia para la vida en la Tierra y el bienestar humano.

Con este antecedente en 1996 la LGEEPA incorporó aspectos referentes a la biodiversidad considerando la normatividad para la creación de Áreas Naturales Protegidas, con la intención de preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

Esta ley logra conjuntar la normatividad para la conservación, manejo y aprovechamiento de flora y fauna terrestre, así como de la biodiversidad marina. También señala la regulación y aprovechamiento de cuerpos de agua, el suelo y la atmósfera.

Posteriormente, en 2000 se publicó la Ley General de Vida Silvestre, cuyo objetivo es establecer la distribución de competencias a nivel Federal, de los Estados y de los Municipios en lo relativo 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. Además, señala que el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables, y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente fue decretada en 2018, la cual expone el procedimiento para regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable (figura 1.43).

Figura 1.43
Manejo sustentable de especies forestales en México.



Nota. Adaptado de CCMSS [Blog], por Ceiba, s.f. (<https://ceiba.org.mx/que-hacemos/blogs-opinion-editorial/ccmss/>).

La Ley de Aguas Nacionales, decretada en 1992 tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Las presas hidrológicas son una estrategia para el aprovechamiento del agua en nuestro país.

Por último, es importante señalar el surgimiento de la Ley General de Cambio Climático, publicada en 2012 que propone la normatividad para regular las emisiones de gases

de efecto invernadero en México y mantener niveles de concentraciones en la atmósfera que no representen un riesgo a la salud humana y ambiental (figura 1.44), esto según los acuerdos internacionales en los que participa.

De igual forma, plantea varias acciones y compromisos, tales como:

- Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno.
- Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático.
- Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, respecto de los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Esta Ley cobra relevancia en el contexto ambiental actual, debido al impacto que está generando el cambio climático sobre la biodiversidad en todo el planeta.

Por otro lado, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas expedidas por alguna dependencia gubernamental que establecen las reglas, especificaciones, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistemas, actividad, servicio o método de producción u operación. En el ámbito de la protección ambiental, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la responsable de hacer valer dichas normas, entre las que podemos mencionar:

- NOM 001, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM 012, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.
- NOM 059, establece las categorías de riesgo de especies mediante la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México.

Figura 1.44
Acumulación de gases de efecto invernadero.



Nota. Adaptado de *Los gases de efecto invernadero ya son los más altos de la historia de la humanidad* [Fotografía], por INFOBAE, 2022
(<https://www.infobae.com/resizer/v2/O25QLCWP6ZAHFEHUBDI3BDTMYM.jpg?auth=42cc4b6df989e2a5c05b359356052d29a217abba05da2cbecaf4a980d3bcc06c&smart=true&width=992&height=558&quality=85>).
(<https://www.infobae.com/resizer/v2/O25QLCWP6ZAHFEHUBDI3BDTMYM.jpg?auth=42cc4b6df989e2a5c05b359356052d29a217abba05da2cbecaf4a980d3bcc06c&smart=true&width=992&height=558&quality=85>).

- NOM 061, establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
- NOM 062, establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad, ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.
- NOM 083, establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- NOM 085, Establece los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire.

Aplico lo aprendido

I. En binas realiza las siguientes actividades.

1. Realicen la búsqueda de una noticia que aborde alguna situación de daño ambiental, recurran a fuentes de información impresas o en internet.
2. Analicen la situación detectada.
3. Examinen cómo actuaría el marco legal de la protección al ambiente en México sobre dicha situación.

II. Respondan las siguientes preguntas.

- 1.Cuál es el problema ambiental que señala la noticia?
2. Según el marco legal ¿qué ley mexicana de protección al ambiente tiene incidencia sobre el problema? ¿Por qué?
3. Cuáles serían las consecuencias de una ausencia de legislación ambiental en México y en el mundo

III. Comenten en plenaria sus respuestas con los compañeros y el profesor.

La actividad humana y su impacto en la biodiversidad

En los últimos 50 años la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas del mundo han cambiado más rápidamente que en ningún otro período de la historia de la humanidad.

La CONABIO señala que la pérdida y deterioro de hábitats constituye la principal causa de la disminución de la biodiversidad a nivel mundial (figura 1.45). Tan solo en México se estima que se ha perdido 50% de los ecosistemas naturales.

A su vez la pérdida de hábitats tiene sus orígenes en actividades humanas, la principal es el cambio de uso de suelo con fines de expandir los terrenos agrícolas y ganaderos (figura 1.46); la fragmentación de hábitats ocasionada por la agricultura ha provocado la extinción del 85% de las aves y del 47% de los mamíferos del total registrado en el planeta. De igual manera, los asentamientos urbanos y el crecimiento de las ciudades, así como la construcción de infraestructura (presas, caminos, autopistas, puentes) provocan altas tasas de deforestación y con ello la pérdida de biodiversidad en sus tres niveles: los ecosistemas presentes, las especies que en ellos habitan y su diversidad genética.

Una de las amenazas más críticas a la que nos enfrentamos es la desertificación causada por el sobrepastoreo, el sobrecultivo y la deforestación, que a su vez provocan la erosión del suelo y limitan su capacidad de restauración (figura 1.47); afecta esencialmente a las zonas áridas del planeta, de las que 70% se encuentran degradadas.

Mientras que los hábitats acuáticos de agua dulce han sufrido una transformación, hasta el punto que la mitad de ellos han sido acondicionados para uso humano. 60% de los principales ríos del planeta ha sido fragmentado por presas o canalizaciones cuyo aspecto negativo es la modificación de los ecosistemas adyacentes; además, 50% de los humedales ha sido eliminado. Esto ha provocado la extinción del 75% de los peces de agua dulce.

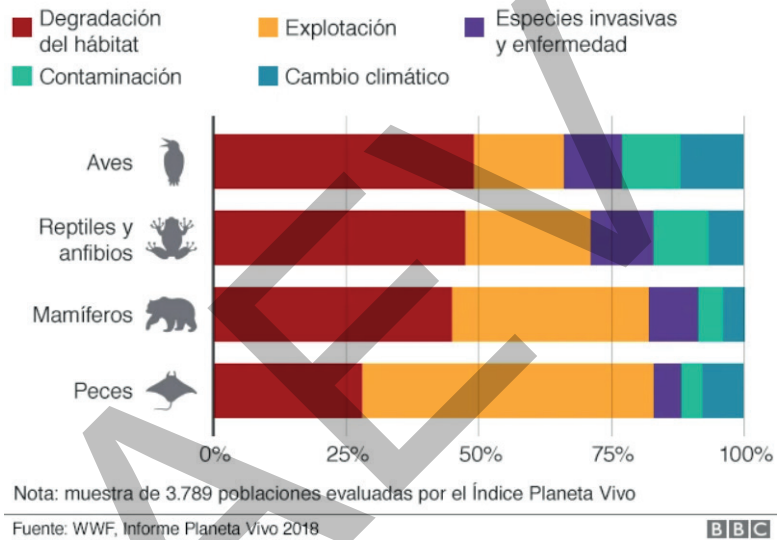
A nivel global son la caza, la pesca y la industria maderera las actividades que más contribuyen a la sobreexplotación de los recursos biológicos. La caza de animales salvajes aún se practica y se ha convertido en una actividad con fines comerciales o recreativos, altamente insostenible en continentes como África y América.

Figura 1.45

Factores que repercuten en la pérdida de especies según el grupo taxonómico.

La pérdida del hábitat es una gran amenaza para la biodiversidad

El Informe Planeta Vivo evalúa los principales causantes de la pérdida de especies



Nota. Adaptado de 4 gráficos que muestran la "alarmante" degradación de la biodiversidad del planeta [Fotografía], por Redacción, 2019, BBC (https://ichef.bbci.co.uk/ace/ws/640/cpsprodpb/D715/production/_106816055_perdida_de_especies_640-nc.png.webp).

Figura 1.46

Deforestación de ecosistemas con fines antrópicos.



Nota. Adaptado de *Perturbaciones antrópicas, reordenamientos biológicos y prestación de servicios ecosistémicos en los bosques tropicales* [Fotografía], por Marcelo Tabarelli, Inara R. Leal, 2021, SCME (<https://i0.wp.com/scme.mx/wp-content/uploads/2021/02/fig1.jpg?resize=800%2C420&ssl=1>).

Figura 1.47

Abuso del suelo para la agricultura y ganadería.



Nota. Adaptado de *¿De verdad necesitamos afrontar los impactos de las macrogranjas para alimentarnos?* [Fotografía], por Joaquín Hortal, 2020 Jhortal (https://jhortal.com/wp-content/uploads/2022/01/799px-Vacas_en_Penalara.jpg).

Figura 1.48

Pesca de arrastre.



Nota. Adaptado de *La pesca de arrastre reduce la absorción de CO₂ por los océanos* [Fotografía], por Redacción, 2025, Ecoavant (https://www.ecoavant.com/uploads/s1/40/16/36/pesca-de-arrastre_5_640x307.webp).

En los mares, desde 1980 se han destruido 35% de los manglares y 20% de los arrecifes de coral, quedando otro 20% gravemente dañado. Además, prácticas como la pesca de arrastre (figura 1.48) producen daños irreparables en los fondos marinos, lugares poco conocidos y estudiados pero que son de gran importancia por la diversidad biológica que presentan. Es urgente la aplicación de un marco legal para desarrollar una pesca sustentable.

La sobrepesca supone actualmente la mayor amenaza para los mares. Las capturas de peces crecieron 50% desde 1987 a 2005 como consecuencia de un aumento en la demanda global. La capacidad de la flota pesquera con la que contamos globalmente es 250% mayor que la capacidad de los océanos para proporcionarnos alimento de forma sostenible.

La sobreexplotación de recursos naturales también afecta negativamente a la biodiversidad, ya que la demanda sobre un determinado recurso biológico supera la capacidad de los ecosistemas para satisfacerla de forma sostenible. Esto pone en riesgo su recuperación para continuar brindando dicho recurso en las mismas condiciones que en las actuales.

Además, es importante considerar que también existe una sobreexplotación en relación con la capacidad de los ecosistemas para absorber los contaminantes y residuos de las actividades humanas. Cuando el ritmo de emisión de contaminantes es mayor que el de su absorción, éstos se acumulan, dando lugar a la contaminación. Los tiraderos de basura al aire libre (figura 1.49) son comunes en países en vías de desarrollo y se consideran un foco de contaminación y daño a la salud.

Figura 1.49

Tiradero de basura al aire libre.



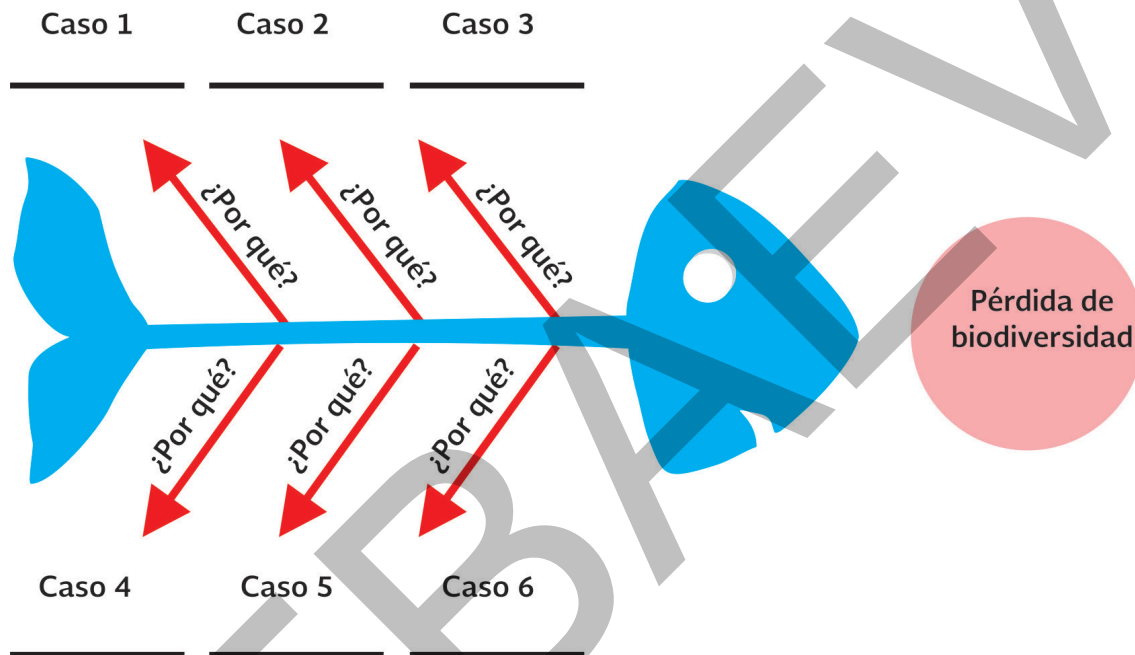
Nota. Adaptado de *Guanaceví tira su basura al aire libre* [Fotografía], por Yulma Alvarado, 2017, El siglo de Durango (<https://tecolotito.elsiglodurango.com.mx/cdn-cgi/image/format=auto,width=1024/i/2017/12/644883.jpeg>).

Aplico lo aprendido

Realiza de manera individual la siguiente actividad.

Efectúa el llenado del siguiente diagrama de Ishikawa sobre las causas que ocasionan la pérdida de biodiversidad en el mundo.

Figura 1.50
Diagrama de Ishikawa.



Nota. Elaboración propia.

Especies en peligro de extinción y sus causas

Se considera que una especie se encuentra en riesgo cuando sus poblaciones han disminuido de manera contundente debido a actividades antrópicas a tal grado que se considera necesario protegerlas. En México se utilizan cuatro categorías para las especies que se encuentran en riesgo, señaladas en la NOM-059. En 2019 se publicó la actualización del listado, llegando a un total de 2,678 especies (figura 1.51). El ritmo de desaparición de especies aumenta a medida que los seres humanos explotamos los recursos naturales de forma irracional.

Las categorías son:

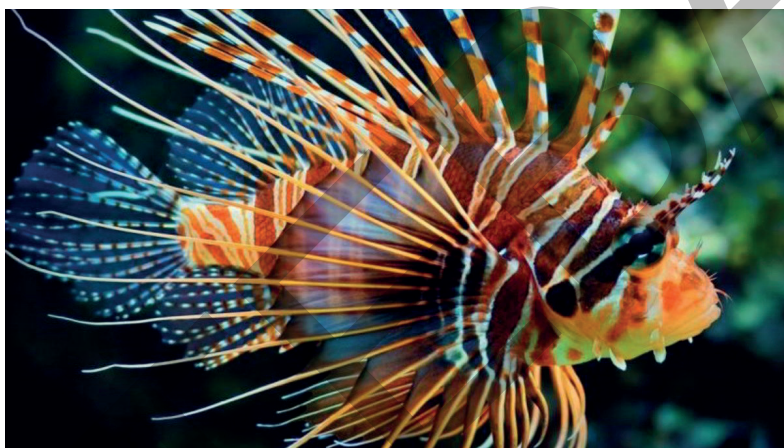
1. Probablemente extinta en el medio silvestre: hace referencia a las especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional

Figura 1.51

Especies de México en peligro de extinción.



Nota. Adaptado de *En México, al menos 20 especies en peligro de extinción* [Fotografía], por Capital 21 web, 2020 (https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/wp-content/uploads/2020/10/animales-mexicanos-en-peligro-de-extincion_01-min.jpg).

Figura 1.52Pez león (*Pterois antennata*).

Nota. Adaptado de *El temido, invasor y peligroso pez león* [Fotografía], por Raúl Brito, 2017, Notitarde (https://www.bigfish.mx/img/2017/05/23/pez-leon-03.jpg?__scale=w:1200,h:675,t:2).

han desaparecido y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos fuera del territorio mexicano.

2. En peligro de extinción: engloba a las especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a la pérdida de su hábitat, a la caza furtiva, extracción de ejemplares, enfermedades o depredación, entre otros.
3. Amenazadas: considera a especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo debido al deterioro o modificación de su hábitat.
4. Sujetas a protección especial: se refiere a las especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la de especies asociadas.

Otra causa importante de extinción es la introducción de especies exóticas también llamadas especies invasoras, como el pez león, ejemplo de especie invasora en los ecosistemas marinos de muchas partes del planeta (figura 1.52). En los últimos años este fenómeno se ha incrementado debido al aumento del comercio internacional y de la movilidad de las personas, resultando en lo que se conoce como la globalización de la naturaleza.

Las especies invasoras compiten con las especies nativas por el nicho ecológico y los alimentos, además de enfrentarse a enfermedades asociadas a las nuevas especies, lo cual muy a menudo provoca la extinción de la especie nativa y la naturalización de la especie exótica; desencadenando así una serie de consecuencias a nivel ecosistema, por ejemplo: su homogeneización y la consiguiente pérdida de diversidad ecológica. Se distorsionan también los servicios ambientales, pudiéndose ver alterados los regímenes de nutrientes, el régimen de incendios, la hidrología, la cubierta vegetal o la distribución y abundancia de especies interrelacionadas con la extinguida, hasta el punto de producirse extinciones masivas.

Nuestro país cuenta con el “Sistema de Información de Especies Invasoras en México (SIEIM)”, que reconoce a 357 especies invasoras establecidas en territorio nacional, en su mayoría plantas (173 especies) y peces (63 especies) entre otras (figura 1.53).

De igual manera, la sobreexplotación de especies también contribuye a su extinción. Esto ocurre cuando se realiza una extracción de organismos mayor a la capacidad reproductiva de la especie, con lo cual su población disminuye, como en el caso de las orquídeas y bromelias, práctica común en regiones de bosque templado (figura 1.54).

No todas las especies se comportan de la misma forma, algunas son más vulnerables que otras por sus características biológicas: su distribución geográfica restringida, abundancia baja, alta tasa de mortalidad y baja tasa de reproducción. La CONABIO señala que las actividades de cacería, tala, pesca, comercio ilegal de especies con distintos fines, afectan a las especies al sobreexplotar sus poblaciones. Los compradores de organismos y productos ilegales en muchos países tropicales, son cómplices de la sobreexplotación, sin importar las consecuencias al ecosistema.

Otro factor de extinción de especies es la contaminación ambiental (atmosférica, agua y suelo), debido al daño que produce en los hábitats por la acumulación de desechos, emisión de gases, derrames de petróleo, deforestación, uso de fertilizantes y plaguicidas, etcétera, y los procesos que puede desencadenar; tales como la degradación de la capa de ozono, la lluvia ácida, la acidificación de los océanos, la **eutrofización** de los ríos, erosión, suelos infértiles, falta de oxígeno en las aguas de los ecosistemas costeros marinos o el propio cambio climático (fig. 1.55).

En la actualidad, el cambio climático está provocando variaciones en el régimen de lluvias y temperatura de todos los ecosistemas del planeta, con lo que se está viendo afectada la distribución de las especies. En 2019 se observaron osos polares en zonas urbanas y bosques templados, diferentes a su habitat natural (fig. 1.56).

Figura 1.53
Especies invasoras presentes en el país.



Nota. Adaptado de México ya cuenta con una primera lista de especies invasoras [Fotografía], por Nelly Toche, 2019, El Economista (https://imagenes.eleconomista.com.mx/files/image_1000_1000/uploads/2019/09/26/66e94fad21f23.jpeg).

Figura 1.54
Plantas de orquídeas y bromelias.



Nota. Adaptado de Historia territorial de México, [Fotografía] por WIKIPEDIA, 2025, (https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_territorial_de_México#) CC BY Atribución-CompartirIgual 4.0.

Eutrofización

Es un proceso de contaminación de cuerpos de agua; provocado por el exceso de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, procedentes mayoritariamente de la actividad del hombre.

Figura 55

Consecuencias de la contaminación ambiental.



Nota. Adaptado de *Reducir la contaminación ambiental, clave para reducir las RAM* [Fotografía], por Diariofarma, 2023 (https://diariofarma.com/wp-content/uploads/2023/02/Depositphotos_37902497_XL1-1200x800.jpg).

Al aumentar la temperatura global, también se incrementa el rango de distribución de los organismos, muchas especies se distribuyen en altura en virtud del rango de temperaturas más adecuado para su supervivencia, pero cuando este cambio ocurre muy rápidamente, las especies con poca movilidad, como plantas o anfibios, no pueden desplazarse al mismo ritmo que lo hace su franja de temperatura, por lo que no pueden sobrevivir.

Lo mismo ocurre con la repartición de las especies en latitud, la temperatura condiciona fuertemente su distribución desde los polos terrestres al ecuador. Al cambiar ésta, las especies se ven obligadas a desplazarse y cuando no es posible, la especie se extingue. Si logra trasladarse a nuevas zonas puede afectar a los ecosistemas a los que llega. Sumado a esto, se puede esperar una ampliación de enfermedades a zonas donde antes no se tenía registro, como la malaria o el dengue. En el mapa se observa la simulación de la distribución del mosquito que que ocasiona el dengue en los próximos 60 años. (figura 1.57).

La temperatura es, además, determinante en los ciclos vitales de los seres vivos, y el cambio climático los está alterando, descompasándolos. Podemos ver a lo largo del globo cientos de especies de plantas que adelantan su floración o el brote de sus hojas, aves que alteran sus períodos de migración y cría, peces o insectos que cambian su distribución, etc. Un ejemplo es la orquídea *Laelia gouldiana* nativa de México que se considera extinta de forma natural (figura 1.58).

Figura 1.56

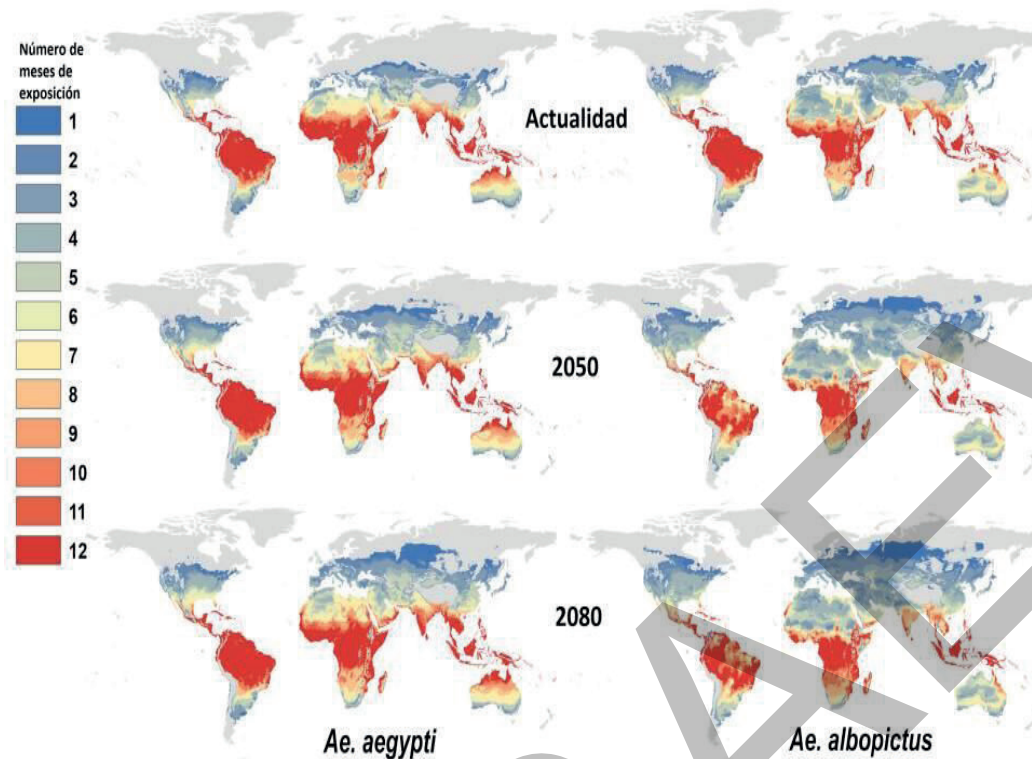
Oso polar en Siberia, Rusia.



Nota. Adaptado de *Demacrado y hambriento: la imagen de un oso polar buscando comida en una ciudad rusa* [Fotografía], por Rina Yarinskaya, 2019, Semana (<https://www.semana.com/resizer/v2/FHB3ZTJ45VDCVCYBIKZDEXQ03A.jpg?auth=0ace17c1c0af4de1f56a65eeb46e32b8b150f48a45c-74d62c52e4e3505951586&smart=true&quality=75&width=1280&height=720>).

Figura 1.57

Simulación de expansión del mosquito del dengue y zika.



Nota. Adaptado de *Así avanzarán los mosquitos del dengue y del zika por el cambio climático* [Ilustración], por Pablo Linde, 2019, El País (<https://imagenes.elpais.com/resizer/v2/IMFXS2HK746DB7B6MLILLNOFE4.jpg?auth=61df1410fb552adf0a5b590dad17c3385a5518fb24370fb4ce4c4c16ec0dce4c&width=980>).

Figura 1.58

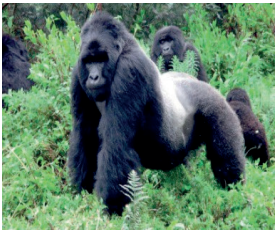
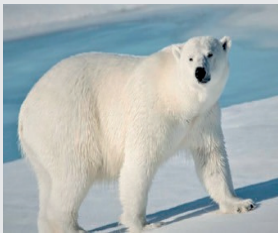
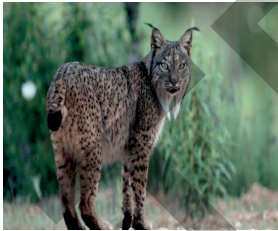
Orquídea *Laelia gouldiana*, nativa de México.

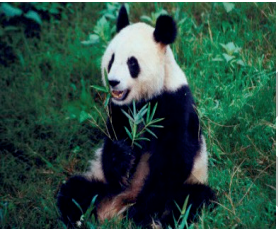
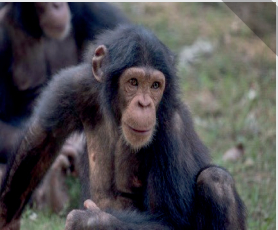
La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) señalan un listado a nivel mundial de las especies en peligro de extinción o amenazadas, que para fines didácticos solo mencionamos las diez principales: el gorila de montaña, el oso polar, el lince ibérico, el tigre de Sumatra, el rinoceronte blanco, el leopardo de las nieves, el oso panda, el chimpancé común, el pangolín, el orangután de Borneo, el ajolote y el atún rojo (tabla. 1.3).

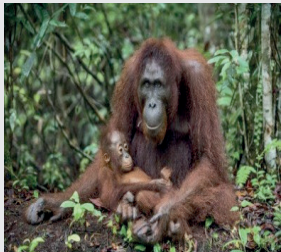


Nota. Adaptado de *Flor de muertos* (*Laelia x gouldiana*) [Fotografía], por InaturalistMX s.f. (<https://mexico.inaturalist.org/taxa/204936-Laelia-gouldiana>). Creative Commons Attribution-Share-Alike License 3.0.

Tabla 1.3 Principales especies en diferentes categorías de riesgo en el mundo a causa de actividades humanas que provocan la pérdida de su hábitat.

Espece y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Gorila de montaña. <i>Gorilla beringei beringei</i> .	En peligro de extinción (crítico).	1,063 individuos aproximadamente.	La pérdida de hábitat (a través de la construcción de carreteras, la deforestación para la agricultura y la tala de árboles); la caza furtiva; las enfermedades como el ébola y otras transmitidas por el humano; y la guerra.
 Oso polar. <i>Ursus maritimus</i> .	Amenazada (vulnerable con población decreciente).	Entre 22,000 y 31,000 individuos aproximadamente.	El calentamiento global que provoca el deshielo de los polos y con esto la pérdida de hábitat; la contaminación industrial y la explotación petrolera. La caza furtiva..
 Lince ibérico. <i>Lynx pardinus</i> .	En peligro de extinción (crítico).	700 individuos aproximadamente.	La reducción de las poblaciones de conejos, su presa principal. La fragmentación del hábitat por la construcción de carreteras y atropellamientos. La caza furtiva.
 Tigre de Sumatra. <i>Panthera tigris sumatrae</i> .	En peligro de extinción (crítico).	500 individuos aproximadamente.	La caza furtiva y la explotación forestal que provoca la pérdida de su hábitat.

Especie y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Rinoceronte blanco. <i>Ceratotherium simum</i> .	Casi amenazado.	20,000 individuos aproximadamente.	Caza furtiva y el tráfico ilegal para su comercio ilegal y uso en la medicina tradicional.
 Leopardo de las nieves. <i>Panthera uncia</i> .	En peligro de extinción.	4,000 individuos aproximadamente.	Caza furtiva y el tráfico de especies. La pérdida de hábitats debido al aumento de áreas para ganadería y la urbanización. Cambio climático.
 Oso panda. <i>Ailuropoda melanoleuca</i> .	Amenazado (vulnerable).	1,864 individuos aproximadamente.	Deforestación y fragmentación de su hábitat. Cambio de uso de suelo a agrícola, construcciones para el aprovechamiento de energía hidráulica, minería y construcción de carreteras. Caza furtiva.
 Chimpancé común. <i>Pan troglodytes</i> .	En peligro de extinción.	300,000 individuos aproximadamente.	Pérdida y degradación de su hábitat, a causa del cambio de uso de suelo con fines ganaderos, uso de extracción mineral y tala inmoderada. Caza furtiva para el consumo de su carne. La transmisión de enfermedades humanas como el ébola.

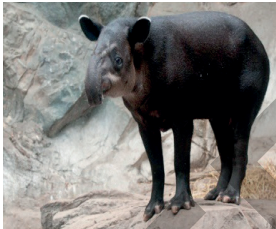
Especie y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Pangolín chino. <i>Manis pentadactyla</i>.	En peligro de extinción (crítico).	No reportado.	Caza furtiva y tráfico ilegal para el consumo humano, principalmente para la obtención de carne y como remedio contra el asma, reumatismo y artritis reumatoide.
 Orangután de Borneo. <i>Pongo pygmaeus</i>.	En peligro de extinción (crítico).	104, 700 individuos aproximadamente.	Pérdida de su hábitat debido a la explotación forestal. El cambio de uso de suelo a agrícola. La extracción mineral. Caza furtiva de hembras principalmente y tráfico ilegal.
 Ajolote. <i>Ambystoma mexicanum</i>.	En peligro de extinción (crítico).	Menos de 4,000 individuos aproximadamente.	Desecación de su hábitat. Contaminación del agua. Sobrecaptura y tráfico ilegal.
 Atún rojo. <i>Thunnus thynnus</i>.	En peligro.	No reportado.	Sobrecaptura y explotación pesquera legal e ilegal para el consumo humano.

Mientras que en México las especies en peligro de extinción o amenazadas según la WWF y la Norma Mexicana 059 de la SEMARNAT son: el ajolote, el jaguar, el lobo mexicano, el oso negro, la vaquita marina, la tortuga caguama, la guacamaya roja, el ocelote, el manatí y el tapir (tabla 1.4).

Tabla 1.4 Listado de especies en diferentes categorías de riesgo en México a causa de actividades humanas

Especie y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Vaquita marina. <i>Phocoena sinus</i> .	En peligro de extinción.	10 individuos aproximadamente.	Degradación de su hábitat. Pesca incidental con el uso de redes de arrastre. Caza ilegal. Contaminación del medio marino.
 Ajolote. <i>Ambystoma mexicanum</i> .	En peligro de extinción.	Menos de 4,000 individuos aproximadamente.	Desección de su hábitat. Contaminación del agua. Sobrecaptura y tráfico ilegal.
 Jaguar. <i>Panthera onca</i> .	En peligro de extinción.	4,800 individuos aproximadamente.	Destrucción y pérdida de su hábitat. Caza furtiva. Cambio de uso de suelo para ganadería. Caza ilegal de sus presas.

Especie y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Lobo mexicano. <i>Canis lupus subsp. Baileyi</i>.	Probablemente extinto en el medio silvestre.	Menos de 400 individuos aproximadamente.	Pérdida y fragmentación de su hábitat por cambio de uso de suelo a agrícola. Caza furtiva. Captura y envenenamiento. Reducción de población de sus presas.
 Oso negro. <i>Ursus americanus</i>.	En peligro de extinción.	122 individuos aproximadamente.	Fragmentación de su hábitat. Deforestación. Cambio de uso de suelo a agrícola. Caza furtiva y comercio ilegal.
 Tortuga caguama. <i>Caretta caretta</i>.	Amenazada.	60,000 hembras reproductoras aproximadamente.	Presión turística en las zonas de puesta de huevos. Pesca incidental. Contaminación del medio marino. Pérdida y degradación de su hábitat para construir espigones y así evitar la erosión en las playas. Caza de tortugas. Cambio climático.
 Guacamaya roja. <i>Ara macao</i>.	En peligro de extinción.	200 individuos aproximadamente.	Pérdida de su hábitat por deforestación. Caza ilegal y comercialización de los ejemplares completos o sus plumas. Destrucción de nidos.

Especie y su nombre científico	Categoría de riesgo	Población actual	Causa principal de su extinción
 Ocelote. <i>Leopardus pardalis</i>.	En peligro de extinción.	1,500 individuos aproximadamente.	Caza furtiva. Comercio ilegal. Degradación de su hábitat por cambio de uso de suelo a agrícola. Deforestación. Fragmentación de su hábitat para la construcción de carreteras.
 Manatí. <i>Trichechus manatus</i>.	Amenazada.	1,000 individuos aproximadamente.	Caza ilegal para la comercialización de su grasa y carne. Contaminación del medio marino.
 Tapir. <i>Tapirus bairdii</i>.	En peligro de extinción.	1,500 individuos aproximadamente.	Caza furtiva. Comercialización de su carne. Tráfico ilegal. Cambio de uso de suelo para uso agrícola, ganadero y urbanización. Deforestación.

Aplico lo aprendido**I. Realiza en trinas las siguientes actividades.**

1. Lleven a cabo una investigación sobre las transformaciones ambientales que han ocurrido en su comunidad, para determinar cambios sobre la abundancia de la biodiversidad.
2. Diseñen una entrevista dirigida a personas mayores como sus abuelos o conocidos que hayan radicado toda su vida en la comunidad.
3. Consideren preguntas como:
 - a) ¿Cómo recuerda su localidad cuando era niño?
 - b) ¿Qué cambios percibe del entorno?
 - c) ¿Visitaba algunos lugares naturales como ríos, lagunas, bosque o montañas? ¿Cuáles? ¿Cómo han cambiado?
 - d) ¿Recuerda algunos animales o plantas que antes había y ahora hay menos o han desaparecido? ¿Cuáles? ¿A qué cree que se deba esto?
4. Incorporen más preguntas sobre el tema, si lo creen conveniente.
5. Realicen un análisis de las respuestas obtenidas y escriban una conclusión sobre las causas de la extinción de las especies que habitaban en su comunidad.

II. Presenten ante el grupo sus respuestas y comenten las ideas que coincidan para llegar a una conclusión grupal sobre el tema.

1. Cuál es el problema ambiental que señala la noticia?
2. Según el marco legal ¿qué ley mexicana de protección al ambiente tiene incidencia sobre el problema? ¿Por qué?
3. Cuáles serían las consecuencias de una ausencia de legislación ambiental en México y en el mundo.

III. Elabora, de manera individual, un collage de tamaño doble carta sobre las especies en peligro de extinción y sus categorías de riesgo.