



# LIBRO

# ECOLOGÍA Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

## LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

### CUARTO CUATRIMESTRE

---

## Marco Estratégico de Referencia

---

### ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tarde.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de

cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## **MISIÓN**

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **VISIÓN**

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## **VALORES**

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

## ESCUDO



El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## ESLOGAN

“Mi Universidad”

## ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

---

## ECOLOGIA Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

---

**Objetivo de la materia:** Proporcionar a los alumnos los conceptos básicos sobre la Ecología y el impacto que genera su carrera profesional con la producción sustentable.

## **UNIDAD I CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ECOLOGÍA**

- 1.1 Introducción a la ecología y conceptos
- 1.2 Factores ambientales
- 1.3 Poblaciones
- 1.4 Crecimiento poblacional
- 1.5 Comunidad
- 1.6 Flujo de energía
- 1.7 Sucesión ecológica
- 1.8 Ecosistema
- 1.9 Biósfera
- 1.10 La Tierra como un todo
- 1.11 Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable
- 1.12 Desarrollo agropecuario sostenible

## **UNIDAD II DESARROLLO SUSTENTABLE**

- 2.1 Concepto de sustentabilidad y principios de sustentabilidad
- 2.2 Principios de sustentabilidad
- 2.3 Dimensiones de la sustentabilidad
- 2.4 Escenario económico de la sustentabilidad
- 2.5 Escenario sociocultural
- 2.6 Escenario natural
- 2.7 Dimensión institucional y política
- 2.8 Visión sistémica de la sustentabilidad
- 2.9 Principios básicos del desarrollo sustentable
- 2.10 Los Objetivos del Desarrollo Sostenible
- 2.11 Inserción de las ciencias veterinarias en la producción sustentable

## **UNIDAD III IMPACTO AMBIENTAL**

- 3.1 Impacto ambiental
- 3.2 Estudios de impacto ambiental
- 3.3 Impactos sobre el medio natural.
- 3.4 Deterioro Ambiental
- 3.5 Calentamiento global
- 3.6 Contaminación
- 3.7 Deforestación
- 3.8 Alteración de la vegetación
- 3.9 Erosión
- 3.10 Desertificación
- 3.11 Alteración hidrológica
- 3.12 Contaminación del agua
- 3.13 Áreas protegidas
- 3.14 El aprovechamiento de los recursos
- 3.15 Conservación de la biodiversidad

## **UNIDAD IV PRODUCCIÓN SUSTENTABLE COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA**

- 4.1 ¿Qué es la Producción Sustentable?
- 4.2 El Agroecosistema como unidad de estudio
- 4.3 Agroecología
- 4.4 Agricultura orgánica
- 4.5 Agricultura sustentable
- 4.6 Manejo de la fertilidad
- 4.7 Manejo de recursos
- 4.8 Ecotecnología
- 4.9 La educación ambiental
- 4.10 La importancia de la conservación en el manejo forestal
- 4.11 Los sistemas agrícolas

## UNIDAD I CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ECOLOGÍA

### I.1 Introducción a la ecología y conceptos

El creciente interés de la opinión pública respecto a los problemas del medio ambiente ha convertido la palabra ecología en un término a menudo mal utilizado. Se confunde con los programas ambientales y el medio ambiente. Aunque se trata de una disciplina científica diferente, la Ecología contribuye al estudio y la comprensión de los problemas del medio ambiente.

La Ecología es una rama de la Biología que estudia las interacciones que determinan la distribución, abundancia, número y organización de los organismos en los ecosistemas. En otras palabras, la ecología es el estudio de la relación entre las plantas y los animales con su ambiente físico y biológico.

Otra definición de Ecología, es la ciencia que estudia las relaciones entre los organismos vivos y su medio ambiente, lo que implica una forma de pensamiento complejo, ya que el medio ambiente se refiere no sólo a los recursos naturales, comprende el conjunto de factores físicos, biológicos, tecnológicos y sociales que influyen en la vida de los organismos, así como el impacto de las actividades humanas sobre estos factores.

Medio ambiente: Conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales capaces de causar efectos directos e indirectos a corto o largo plazo sobre los seres vivos y las actividades humanas.

#### Historia de la ecología

En el siglo IV antes de Cristo, las ideas escritas por Aristóteles sobre la naturaleza y los organismos tuvieron tal trascendencia, que hoy es considerado como uno de los precursores de la biología y la ecología.

En 1866 Ernst Haeckel, utilizó por primera vez el término ecología, para definir las relaciones entre los seres vivos y sus hábitats, la palabra ecología proviene de los vocablos griegos.

La ecología, como nueva ciencia, surge a partir de los trabajos interdisciplinarios (biología, paleontología, geografía, oceanografía, geología, etc.), realizados en la segunda mitad del siglo XIX.

A finales del siglo XIX, Henry CH. Cowles, en 1899, incorporó la idea de sucesión ecológica en la cual propuso que en las comunidades se da una sucesión en el espacio y en el tiempo, con ello se inició la polémica sobre las características de una comunidad.

#### Campo de estudio de la ecología

Abarca todos los aspectos vitales de las plantas y animales que están bajo observación, su posición sistemática, sus reacciones frente al ambiente y entre sí y la naturaleza física y química de su entorno, así como también se relaciona con los niveles de organización de la materia más complejos.

### Ramas de la ecología

La ecología se divide en ramas que facilitan el estudio de fenómenos ecológicos, para desarrollar una metodología adecuada que nos lleve a la comprensión de su campo de estudio.

- Autoecología: Estudio de las relaciones entre un solo tipo de organismo (una especie) y el medio en que vive.
- Sinecología: Estudio de las relaciones entre diversas especies pertenecientes a un mismo grupo y el medio en que viven.
- Dinámica de poblaciones: Estudia las causas y modificaciones de la abundancia de especies en un medio dado.
- Ecología aplicada: Representa la tendencia moderna de protección a la naturaleza y el equilibrio de ésta en el medio ambiente humano rural y urbano.
- Ecología de sistemas: Es la rama más moderna de esta ciencia; utiliza las matemáticas aplicadas en modelos matemáticos y de computadora para lograr la comprensión de la compleja problemática ecológica.

### CONCEPTOS

A fin de aclarar el significado de algunos términos, presentamos un breve

Glosario.

- Ecología: ciencia que estudia las interrelaciones de los organismos vivientes entre sí y con su ambiente abiótico
- Medio Ambiente: sistema con componentes físicos, químicos, biológicos, sociales y económicos en interacción permanente
- Educación Ambiental: proceso integral de formación para desarrollar mecanismos participativos en el manejo adecuado del ambiente
- Conservación: manejo que asegura que el uso humano de los organismos o ecosistemas sea sostenible.

Sus objetivos específicos son:

- . Mantener los procesos ecológicos y los sistemas vitales esenciales.

- . Preservar la diversidad genética.
- . Permitir el aprovechamiento sostenible de las especies y de los ecosistemas

También se utiliza la expresión "conservación de la naturaleza" en relación a la protección de un ambiente natural contra cambios indeseables

- Preservación: mantener algo en el presente estado
- Protección: asegurar algo con un propósito determinado - Rehabilitación: retorno de un ecosistema o población degradada a un estado no degradado, que puede ser diferente a su condición original
- Restauración: retorno de un ecosistema o población degradado a su condición original
- Sustentabilidad: característica de un proceso o estado que puede ser mantenido indefinidamente .

Si bien el término sustentabilidad es, en general, adjetivo de otros (uso sostenible, desarrollo sostenible, economía sostenible), es también usado como expresión de un paradigma que se refiere al uso integral de los recursos renovables por tiempo indefinido.

- Uso sostenible: uso de un organismo, ecosistema, u otro recurso renovable a una tasa que no sobrepase su capacidad de renovación.

## **1.2 Factores ambientales**

Los factores ambientales forman parte de un Ecosistema, que comprende la unidad fundamental de la ecología, y contiene todos los componentes biológicos y físicos necesarios para la supervivencia, en donde los organismos bióticos y su ambiente físico o abiótico están interrelacionados de manera inseparable.

### Factores abióticos

Todos los factores químico-físicos del ambiente son llamados factores abióticos (de a, "sin", y bio, "vida). Los factores abióticos más conspicuos son la precipitación (lluvia más nevadas) y temperatura; todos sabemos que estos factores varían grandemente de un lugar a otro, pero las variaciones pueden ser aún mucho más importantes de lo que normalmente reconocemos.

No es solamente un asunto de la precipitación total o la temperatura promedio. Por ejemplo, en algunas regiones la precipitación total promedio es de más o menos 100 cm por año que se distribuyen uniformemente por el año. Esto crea un efecto ambiental muy diferente al que se encuentra en otra región donde cae la misma cantidad de precipitación pero solamente durante 6 meses por año, la estación de lluvias, dejando a la otra mitad del año como la estación seca.

Igualmente, un lugar donde la temperatura promedio es de 20° C y nunca alcanza el punto de congelamiento es muy diferente de otro lugar con la misma temperatura promedio pero que tiene veranos ardientes e inviernos muy fríos. De hecho, la temperatura fría extrema –no temperatura de congelamiento, congelamiento ligero o varias semanas de fuerte congelamiento– es más significativa biológicamente que la temperatura promedio. Aún más, cantidades y distribuciones diferentes de precipitación pueden combinarse con diferentes patrones de temperatura, lo que determina numerosas combinaciones para apenas estos dos factores.

Pero también otros factores abióticos pueden estar involucrados, incluyendo tipo y profundidad de suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, viento, fuego, salinidad, luz, longitud del día, terreno y pH (la medida de acidez o alcalinidad de suelos y aguas). Como ilustración, tomemos el terreno: en el hemisferio norte, las laderas que dan hacia el norte generalmente presentan temperaturas más frías que las que dan hacia el sur. ○ considere el tipo de suelo: un suelo arenoso, debido a que no retiene bien el agua, produce el mismo efecto que una precipitación menor. ○ considere el viento: ya que aumenta la evaporación, también puede tener el efecto de condiciones relativamente más secas. Sin embargo, estos y otros factores pueden ejercer por ellos mismos un efecto crítico.

Resumiendo, podemos ver que los factores abióticos, que se encuentran siempre presentes en diferentes intensidades, interactúan unos con otros para crear una matriz de un número infinito de condiciones ambientales diferentes.

Son los factores del medio ambiente físico, se clasifican en tres grupos:

**Factores energéticos:** son la fuente de energía que utilizan los seres vivos para llevar a cabo funciones, puede iniciarse con la captación de luz solar para los organismos fotosintéticos o con la degradación de materia para algunas bacterias.

**Factores climáticos:** se refiere a los factores que regulan las condiciones climáticas en general. Entre estos factores tenemos la luz solar, la temperatura, el viento y la lluvia, que interactúa con la temperatura en la regulación de las condiciones climáticas.

**Factores del sustrato:** tal y como se indica, son aquellos relacionados directamente con el medio donde se desarrollan los organismos, el agua y el suelo y son: los nutrientes y el pH. Los nutrientes son las sustancias inorgánicas utilizadas por las plantas y los organismos inferiores. Las sales minerales como los nitratos, fosfatos y carbonatos son ejemplos de esas sustancias. El pH proporciona la información sobre la acidez y alcalinidad de los suelos, así como del agua.

**Factores bióticos**

Un ecosistema siempre involucra a más de una especie vegetal que interactúan con factores abióticos. Invariablemente la comunidad vegetal está compuesta por un número de especies que pueden competir unas con otras, pero que también pueden ser de ayuda mutua.

Pero también existen otros organismos en la comunidad vegetal: animales, hongos, bacterias y otros microorganismos. Así que cada especie no solamente interactúa con los factores abióticos, sino que está constantemente interactuando igualmente con otras especies para conseguir alimento, cobijo u otros beneficios mientras que compite con otras (e incluso pueden ser comidas). Todas las interacciones con otras especies se clasifican como factores bióticos; algunos factores bióticos son positivos, otros son negativos y algunos son neutros.

Lo conforman todos los seres vivos presentes y se pueden clasificar en:

**Productores:** se les conoce como autótrofos, organismos capaces de formar su alimento a partir de CO<sub>2</sub>, agua y sales minerales. En este nivel la fuente de energía es la luz solar. En un ecosistema, todas las plantas se clasifican como productores.

**Consumidores:** Son organismos heterótrofos porque no pueden sintetizar sus propios alimentos a partir de solamente compuestos inorgánicos, por lo que para llevar a cabo sus funciones metabólicas, se alimentan de los productores o de algún otro tipo de consumidor. Todo animal es un consumidor.

**Desintegradores o Reductores:** Utilizan como fuentes nutritivas las excreciones y los cadáveres de organismos, liberando sales minerales a partir del proceso de mineralización de la materia orgánica; se encargan de la descomposición y reincorporación de materias primas al ecosistema. Entre los reductores tenemos a la lombriz de tierra, a los hongos y las bacterias.

En nuestro planeta, la vida marina es la más abundante y la menos conocida. Entre los organismos acuáticos se encuentran 3 grandes grupos:

### **1.3 Poblaciones**

La Dinámica de Poblaciones es la especialidad de la Ecología, que se ocupa del estudio de los cambios que sufren las poblaciones biológicas en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, estructura de edad, el sexo y otros parámetros que las definen, así como los factores ambientales que causan esos cambios y los mecanismos por los que se producen.

Todas las especies biológicas, por su la capacidad reproductiva, están dotadas para producir mayor número de descendientes que los necesarios para mantener el tamaño de la población. En ausencia de limitaciones impuestas por el medio, el destino natural de una población es su crecimiento exponencial. En la práctica, la Resistencia Ambiental evita el incremento poblacional aportando obstáculos, como la escasez de agua, las condiciones climáticas extremas, la escasez de recursos (nutrientes, áreas silvestres destruidas, enfermedades o depredadores), etc., que provocan mecanismos de control del crecimiento, hasta alcanzar el equilibrio.

## Concepto de población

Pero ahora ¿cómo podemos definir el concepto de población?

Se puede definir como un conjunto de organismos o individuos que coexisten en un mismo espacio y tiempo, que comparten ciertas propiedades biológicas (básicamente ser de la misma especie), las cuales producen una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo. La cohesión reproductiva implica el intercambio de material genético entre los individuos. La cohesión ecológica se refiere a la presencia de interacciones entre ellos, resultantes de poseer requerimientos similares para la supervivencia y la reproducción, ocupando un territorio o espacio en donde obtiene sus recursos.

Hacia 1835, la humanidad alcanzó los 1.000 millones de habitantes, pero la población se duplicó en tan solo un siglo. En la actualidad, la población humana mundial se incrementa a razón de 1.000 millones cada década, y la proporción de tiempo amenaza con ser incluso más reducida.

## Propiedades de las poblaciones

Las poblaciones, al igual que los organismos individuales que las constituyen, son entidades vivas, poseen una estructura concreta y un funcionamiento ordenado, crecen y mueren; varían considerablemente de tamaño y carácter, según las especies y los límites de espacio que ocupen. Una población tiene propiedades que, aunque se expresen de una manera más clara por variables estadísticas, son singulares del grupo y no son características de los individuos que se agrupan. Algunas de éstas son:

### **1.4 Crecimiento poblacional**

El crecimiento poblacional es el resultado neto de la natalidad, mortalidad y la migración.

En la naturaleza, las poblaciones se desarrollan a menudo de forma exponencial durante periodos breves cuando hay abundantes alimentos y no hay efectos de amontonamiento poblacional, enemigos, depredadores, creando patrones de explosión demográfica y reducción.

Las poblaciones muestran patrones característicos de incremento llamados formas de crecimiento de la población. Como comparación, se puede designar un patrón fundamental basado en la forma de la gráfica aritméticas de la curva de crecimiento: la curva de crecimiento con la forma de S o Sigmoidal:

#### Factores limitantes

Existen factores que limitan el crecimiento poblacional que pueden ser abióticos o bióticos y a su vez pueden ser extrínsecos o intrínsecos a la población. El clima, la humedad, los alimentos y otras poblaciones, pueden resultar la resistencia ambiental que

frene el crecimiento. Para entender el concepto de factor limitante, antes hay que explicar las Leyes del Mínimo y del máximo.

Cada organismo posee para un determinado factor un margen de tolerancia fisiológica, el cual es determinado genéticamente. El rango de tolerancia representa el valor para un factor que es soportable para un organismo.

#### Ley del mínimo

El desarrollo de un organismo depende principalmente del factor que se encuentra presente en mínima intensidad o en exceso. Este enunciado se conoce como la ley del mínimo. Liebig (1840) la enuncio así: "el desarrollo de una planta depende de la cantidad de alimento que le es presentado en cantidad mínima".

#### Ley de tolerancia de Shelford. Ley del máximo.

Si las condiciones ambientales se tornan extremas, ciertos organismos perecerán. Este concepto general se denomina ley de tolerancia. Para cada uno de los factores abióticos, un organismo tiene límites de tolerancia dentro de los cuales puede sobrevivir. Cualquier factor fuera del extremo superior, o inferior, de dicha tolerancia, tiende a limitar la oportunidad de supervivencia del organismo. No sólo la escasez de algo puede constituir un factor limitativo, sino también el exceso de algo (luz, agua,...).

#### Consecuencias de la Ley de Tolerancia:

1. Un mismo organismo puede tener un margen amplio de tolerancia para un factor y un margen pequeño para otro.
2. Los organismos con márgenes amplios de tolerancia para todos los factores son los que tienen más posibilidades de estar extensamente distribuidos.
3. Cuando las condiciones no son óptimas para una especie con respecto a un determinado factor ecológico, los límites de tolerancia podrán reducirse con relación a otros factores ecológicos.
4. El periodo de reproducción es un tiempo crítico en que los factores ambientales tienden a ser más limitativos. Los límites de tolerancia suelen ser más estrechos en semillas, huevos, embriones, etc. que para las plantas o animales adultos.

Cuando se habla de factores limitantes también se tiene que mencionar la interacción de dos poblaciones en donde una de ellas, o ambas, modifican su capacidad para crecer y sobrevivir de acuerdo a las condiciones ambientales. Si una población se beneficia con la interacción, su velocidad de crecimiento tenderá a aumentar. Si por el contrario, la población resulta dañada, su crecimiento disminuye. De esta manera, la interacción de las especies funciona como un factor limitante extrínseco para cada una de ellas, extendiendo con ello un equilibrio ecológico entre las especies interactuantes.

Pero ¿cuáles pueden ser ese tipo de interacciones?

Las interacciones pueden ser:

**Intraespecíficas:** son las que se presentan entre miembros de la misma especie; como ejemplos tenemos: rebaños, manadas de mamíferos, bandadas de aves y bancos de peces. Algunos organismos interactúan entre sí formando colonias en las cuales sus cuerpos se encuentran unidos entre sí, por ejemplo: corales, bacterias y ciertas algas.

**Interespecíficas:** son las que se presentan entre miembros de diferentes poblaciones.

La Simbiosis es un tipo de interacción en la cual una especie no puede vivir sin la otra, es decir, se benefician mutuamente. A esos organismos se les denomina simbiontes.

**Competencia:** se presenta cuando dos poblaciones disputan un recurso limitado, resultando las dos poblaciones afectadas, pero tarde o temprano, una de ellas predomina, se apropia del recurso limitado y elimina a la otra.

Existe competencia también entre organismos de la misma especie, en donde la lucha es por el territorio, las hembras y el alimento.

### Depredación

Es la interacción en que algunos organismos devoran a otros. Además de los animales que comen a otros animales, también se consideran depredadores a los animales herbívoros, es decir, a los que se alimentan de plantas. También las plantas carnívoras se consideran depredadoras. En este tipo de relación, una especie (depredador) afecta nocivamente a la otra (presa). Son ejemplos de depredadores un antílope que mordisquea la artemisa, una vaca pastando, una drosera (planta carnívora) que digiere un insecto, un murciélago que se abalanza sobre una rana, un oso que atrapa un salmón y un jaguar que se alimenta de un venado. Por lo general, los depredadores son más grandes que su presa o cazan en conjunto, como los lobos cuando derriban un alce. La depredación constituye una fuerza favorable en la selección natural de la especie cazada, pues se selecciona como víctimas a los menos aptos (viejos, lisiados y enfermos).

### Parasitismo

En el parasitismo, una especie (parásito) vive sobre o dentro de su presa (huésped), dañándola o debilitándola, pero sin matarla de inmediato. El parasitismo se puede considerar una forma especial de depredación, en la que el depredador (o sea el parásito) es mucho más pequeño que la presa. Las plantas y los animales de una comunidad mantienen cientos de especies parásitas. Entre los parásitos conocidos se tiene a las tenias o gusanos planos que viven en el intestino humano, las pulgas, los piojos y varios protozoarios, bacterias y virus patógenos. Un ejemplo de vertebrado parásito es la lamprea, un pez primitivo que se adhiere a otro pez por medio de su boca succionadora para chupar su sangre.

### Mutualismo

En el mutualismo, las dos especies que interactúan se benefician. Son muchos los casos de relaciones mutualistas, aquí mencionaremos sólo algunas de ellas. Un primer caso es el del pez limpiador, que penetra en la boca y las branquias de otros peces más grandes que ellos para comerse los parásitos y restos de alimentos. El pez limpiador obtiene así su comida con facilidad y el pez que se deja limpiar resulta beneficiado en su salud. Otro ejemplo es el del pez payaso, que busca albergue y protección entre los tentáculos venenosos de una anémona, la cual recibe a cambio pedazos de alimento que el pez le proporciona de vez en cuando. Un tercer ejemplo es el del cangrejo ermitaño que pone anémonas en la parte superior de la concha de caracol donde habita. Las anémonas protegen al cangrejo y a su vez obtienen movilidad, lo que les permite una mayor gama de alimentos. Un cuarto ejemplo es la relación que se establece entre las bacterias fijadoras de nitrógeno y algunas plantas como las leguminosas. Estas bacterias viven en nódulos en las raíces de las leguminosas, donde obtienen alimento y albergue por parte de la planta y a cambio fijan el nitrógeno de forma que lo pueda utilizar ésta.

En los casos anteriores, ambas especies pueden vivir separadas, pero existen otras relaciones mutualistas donde las dos especies han coevolucionado al grado de que no pueden vivir separadas, como en los siguientes dos ejemplos. El primero es el de las polillas comedoras de madera que tienen en su intestino protozoarios degradadores de celulosa; gracias a éstos, las polillas pueden alimentarse con los azúcares provenientes de la degradación de la celulosa de la madera y, por otra parte, los protozoarios obtienen alimento y un lugar adecuado donde vivir. El segundo es el de los líquenes, organismos constituidos por un hongo y un alga. El hongo, al no poder realizar la fotosíntesis, obtiene toda su energía alimenticia del alga y ésta a su vez es protegida de la deshidratación por el hongo.

Algunos autores como E.P. Solomón y colaboradores mencionan que actualmente se le considera al líquen un caso de parasitismo controlado en el que el hongo obtiene su alimento de las algas, pero no mata inmediatamente las células de las algas.

### Comensalismo

El comensalismo es un tipo de interacción biológica que se da entre dos especies o individuos, en la que uno de ellos sale beneficiado y el otro no sale perjudicado pero tampoco beneficiado, dicho coloquialmente "se queda como estaba". Si lo trasladamos a los seres humanos y para nombrar una acción cotidiana cuando tenemos calor, si una persona tiene calor y se abanica y hay otra persona al lado con calor también, esta se aprovecha del movimiento de aire que genera la primera persona con su abanico, algo que a esta no le afecta ni para bien ni para mal.

Es decir, el comensalismo es una relación unidireccional, donde el individuo que sale beneficiado suele estar unido físicamente al primer individuo, aunque también se da comensalismo sin estar anclados, como el caso de los carroñeros. Aquí puedes aprender más sobre Cuáles son los animales carroñeros.

## Tipos de comensalismo

### Foresis

Recibe el término de forosis al aprovechamiento de manera mecánica de un individuo respecto del otro, es decir, se da la forosis cuando el individuo más pequeño (por lo general) se adhiere al hospedador para trasladarse. Por lo general no le revierte ningún problema al hospedador, además es temporal. El inquilino se traslada de forma segura, sin gastar energía y en ocasiones puede aprovecharse de los restos de alimento del hospedador.

### Inquilinismo

Se da cuando el individuo se aprovecha del organismo de manera que le sirve de "hogar". Además, el inquilinismo va más allá, también define la ocupación del hogar de otra especie o individuo, como una madriguera utilizada por otro animal que no sea un conejo.

### Comensalismo químico

Se da entre bacterias, para ser exactos y que quede claro, este tipo de comensalismo se da entre dos bacterias determinadas. La segunda no tolera cierto producto de un proceso metabólico, pero en este momento interviene la primera, mediante su acción facilita la tolerancia de la segunda ante este producto modificado.

### Amensalismo

En este caso, para un organismo el efecto es nulo, pero para el otro la interacción es negativa. ¿Cuándo ocurre esto? Un ejemplo es el pisoteo del pasto por el ganado. Las gramíneas sufren un efecto negativo al aplastarse, mientras las vacas pasean sin recibir ningún efecto.

### Competencia

Ocurre cuando las dos poblaciones que interactúan compiten por un mismo recurso, el cual suele estar limitado. Algunos de los recursos por los cuales los organismos suelen competir son el alimento, el agua, la luz, el espacio vital, los sitios de nidificación o las madrigueras. La competencia puede ser intraespecífica o interespecífica. La competencia intraespecífica en ocasiones es buena, pues ayuda a que sobrevivan los mejor dotados. La competencia generalmente es mayor entre los organismos que tienen requerimientos y estilos similares, apareciendo la "exclusión competitiva" o de Gause, en la cual, si dos especies están compitiendo por un mismo recurso limitado, inevitablemente una de ambas superará a la otra y la menos adaptada morirá. Este principio de la exclusión competitiva fue formulado en 1934 por el biólogo ruso G.F. Gause.

El principio de exclusión competitiva de Gause nos llevaría a pensar que sólo podrían hallarse especies diferentes coexistiendo en las comunidades naturales. Pero, en realidad, es frecuente encontrar especies muy similares que viven juntas en la misma comunidad. Este fenómeno llamado "división de los recursos" es una adaptación evolucionista que

reduce los efectos dañinos de la competencia interespecífica. La división de los recursos es el resultado de la coevolución (evolución conjunta) de las especies con una gran invasión de nichos, mas no total, es decir, ocupan un nicho más pequeño que si estuvieran solas. Este fenómeno ha sido observado, en diversos grupos de animales como insectos, peces, roedores del desierto y algunas aves. Un ejemplo muy conocido es el de los sílvidos, cinco especies de pájaros muy emparentados que viven en algunos bosques de Estados Unidos. Los sílvidos tienen aproximadamente el mismo tamaño, se alimentan de insectos y viven en el mismo tipo de abeto.

## 1.5 Comunidad

A semejanza de una población, la comunidad posee un conjunto de atributos que no residen en cada una de las especies que la componen, y que revisten significado sólo cuando hacen referencia al nivel de integración comunitaria. Y se ha visto que una comunidad puede presentar características como: diversidad de especies, estructura y formas de crecimiento; algunas especies predominan por su tamaño o actividades, abundancia y sobre todo, por una serie de divisiones del lugar, o que puede presentar niveles de organización denominadas estructuras tróficas.

Organismos de un estanque como ejemplos de comunidad. Esta zona es un buen hábitat para la vida silvestre por su variación de las condiciones secas y húmedas, donde hay una gran variedad de pequeñas criaturas herbívoras que se alimentan de plantas y algas. Insectos, huevos de zooplancton, semillas de plantas, esporas de algas y microorganismos e insectos voladores adultos que son arrastrados al estanque por corrientes de aire. Los pájaros y grandes predadores, como serpientes, vienen y van. Los peces (herbívoros y carnívoros) viven en lagos y estanques que no se secan.

### Definición de comunidad

Todas las poblaciones en un área constituyen una comunidad. Sólo los seres vivos forman una comunidad o Biocenosis. Una comunidad en un bosque puede constar de abetos blancos, pájaros carpinteros, búhos, musarañas de cola corta y todas las otras poblaciones de animales que viven en el bosque. Los factores abióticos no forman parte de una comunidad.

Todos los seres vivos requieren de otros seres vivos iguales a ellos o de otras especies. Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza y abundancia de especies que la conforman.

Nicho ecológico: es el 'modo de vida' único y particular que cada especie desarrolla en su hábitat. Es decir, cómo se alimenta, cómo se reproduce, dónde vive, cuáles son sus hábitos, sus enemigos naturales o sus estrategias de sobrevivencia.

### Estructura de la comunidad

La riqueza y abundancia de especies permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. El término riqueza hace referencia al número de las especies, en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad.

Existen muchos factores que pueden limitar el tamaño en una población, como el clima y los nutrientes. El grado de hacinamiento también influye porque los miembros de una población compiten por nutrientes y el espacio, haciendo que algunos reciban menos recursos.

Otras poblaciones del mismo hábitat pueden competir por el alimento y limitar el tamaño de la población.

Cada organismo en una comunidad desempeña un papel biológico específico. La función de un organismo en una comunidad es su nicho. Dos especies diferentes pueden ocupar el mismo hábitat, pero generalmente, no el mismo nicho.

## **1.6 Flujo de energía**

Muchas formas de vida vienen acompañadas de cambios de energía, a pesar de que la energía no se crea ni se destruye (Primera Ley de la Termodinámica). La energía que llega a la superficie de la tierra como luz, mantiene un balance con la energía que proviene de la superficie, como radiación de calor visible.

La esencia de la vida es la progresión de dichos cambios, como: crecimiento, autorreplicación y síntesis de combinaciones complejas de la materia. Por ejemplo, las algas azul-verde son los organismos más sencillos de nuestro planeta, e igualmente fueron los primeros en habitarlo, desde hace millones de años. Transforman la energía solar en energía química para realizar los distintos procesos vitales.

De tal manera que la Segunda Ley de la Termodinámica dice que cuando la energía se transforma, pasa de una forma concentrada a una menos organizada y más dispersa.

¿Qué significa esto? Cuando la energía pasa de un organismo a otro en las cadenas alimenticias, las transformaciones energéticas no son 100 % eficaces. El flujo de energía en los ecosistemas sigue una misma dirección, como resultado de la acción de las leyes de la Termodinámica.

El diagrama anterior muestra cómo la energía (flechas gruesas) y los nutrientes inorgánicos (flechas delgadas) fluyen a través del ecosistema. Debemos, primeramente, aclarar algunos conceptos. La energía "fluye" a través del ecosistema como enlaces carbono-carbono. Cuando ocurre la respiración celular, los enlaces carbono-carbono se rompen y el carbono se combina con el oxígeno para formar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este proceso libera energía, la que es usada por el organismo (para mover sus músculos, digerir alimento, excretar desechos, pensar, etc.) o perdida en forma de calor. Las flechas oscuras en el diagrama representan el movimiento de esta energía. Observe que toda la

energía proviene del sol y que el destino final de toda la energía es perderse en forma de calor. ¡La energía no se recicla en los ecosistemas!

### Cadenas tróficas

Una cadena alimenticia es la ruta del alimento desde un consumidor final dado hasta el productor. Por ejemplo, una cadena alimenticia típica en un ecosistema de campo pudiera ser:

Pasto ---> saltamontes --> ratón ---> culebra ---> halcón

Aún cuando se dijo que la cadena alimenticia es del consumidor final al productor, se acostumbra representar al productor a la izquierda (o abajo) y al consumidor final a la derecha (o arriba). Tú debes ser capaz de analizar la anterior cadena alimenticia e identificar los autótrofos y los heterótrofos y clasificarlos como herbívoro, carnívoro, etc. Igualmente, lo debes reconocer que el halcón es un consumidor cuaternario.

Desde luego, el mundo real es mucho más complicado que una simple cadena alimenticia. Aún cuando muchos organismos tienen dietas muy especializadas (como es el caso de los osos hormigueros), en la mayoría no sucede así. Los halcones no limitan sus dietas a culebras, las culebras comen otras cosas aparte de ratones, los ratones comen yerbas además de saltamontes, etc. Una representación más realista de quien come a quien se llama red alimenticia, es la que se muestra a continuación:

Solamente cuando vemos una representación de una red alimenticia como la anterior, es que la definición de cadena alimenticia tiene sentido. Podemos ver que una red alimenticia consiste de cadenas alimenticias interrelacionadas, y la única manera de desenredar las cadenas, es seguir el curso de una cadena hacia atrás hasta llegar a la fuente. La red alimenticia anterior consiste de cadenas alimenticias de pastoreo y la base son los productores, que son el alimento de los herbívoros. Aun cuando este tipo de cadenas es importante, en la naturaleza son más comunes las cadenas alimenticias con base en los detritos, que es el alimento de los desintegradores de materia orgánica, ubicados en la base.

## 1.7 Sucesión ecológica

Todos los organismos vivientes en un área forman una comunidad. Estos organismos compiten a menudo con otros por alimento, refugio y luz solar. La competencia puede eliminar una o más de las poblaciones de una comunidad. Las poblaciones pueden mudarse a nuevos lugares o sus miembros pueden morir.

Un cambio en una población de la comunidad puede crear a veces nuevas condiciones que afectan los nichos o a los miembros restantes de la comunidad. Los nichos pueden también ser afectados por factores tales como el fuego, inundaciones, terremotos y actividad volcánica. Cuando se presentan condiciones nuevas en una comunidad, los

organismos que no podían vivir en el área anteriormente, ahora pueden formar sus hogares en ese lugar. La sucesión ecológica es un cambio en la comunidad en la cual nuevas poblaciones de organismos reemplazan gradualmente a las existentes.

Los disturbios naturales pueden establecer condiciones para la sucesión por la apertura de nichos que fueron previamente ocupados. La sucesión puede ocurrir naturalmente como resultado de la competencia entre diferentes especies. Las actividades humanas tales como minería, construcción, tala de árboles y agricultura también conducen a una sucesión ecológica. Hay dos formas principales de sucesión: primaria y secundaria. En ambas hay cambios tanto en las poblaciones como en el ambiente abiótico o no vivo.

### Sucesión primaria

La sucesión puede iniciar en un área donde no existe vida animal o vegetal. Usualmente este tipo de sucesión inicia con un evento principal, por ejemplo, una erupción volcánica, la cual destruye completamente el suelo y los organismos vivientes en un área. La sucesión que inicia en un área donde no existe una comunidad es llamada sucesión primaria. Esta área de nueva formación puede ser unas rocas peladas o desnudas, la arena, la lava fría o un lago o estanque de origen glacial. El proceso de sucesión primaria con frecuencia requiere de miles o decenas de miles de años.

El primer grupo de organismos que ocupan un área en la sucesión primaria es llamada comunidad “pionera” o “colonizadora”. Estos organismos deben ser resistentes y capaces de vivir con recursos mínimos. Por ejemplo, el proceso de sucesión primaria que se lleva a cabo en unas rocas que quedaron expuestas por un deslizamiento del suelo, se inicia con la llegada de los organismos pioneros en este caso los líquenes. Los líquenes son organismos colonizadores; a diferencia de la mayoría de los organismos, los líquenes pueden crecer en las rocas, en el suelo y sobre la corteza de los árboles. Los líquenes producen ácidos que rompen la roca por lenta disolución de minerales. Cuando los líquenes mueren, sus restos también son adicionados a la formación del suelo.

La formación del suelo es usualmente la primera etapa en la sucesión primaria. Con el tiempo, el suelo se acumula para soportar el crecimiento de pastos. Los pastos germinan de semillas acarreadas por el viento o por animales. Cuando los pastos llegan a ser demasiado densos, no hay luz suficiente o espacio para sostener el crecimiento de líquenes y desaparecen de la comunidad.

Después de que la generación de pastos ha florecido por varias generaciones, los suelos llegan a ser más profundos para el crecimiento de arbustos y raíces de malas hierbas, llegando a ser más numerosos que los pastos. Al mismo tiempo, continúa el proceso de construcción del suelo llegando a ser más fértil y profundo.

Con el tiempo, el suelo se acumula para sostener el crecimiento de árboles tales como los pinos. A medida que más pinos empiezan a crecer, el bosque de pinos puede ser estabilizado. En la sombra de los pinos, las condiciones se pueden modificar de tal modo para favorecer la germinación de semillas de otros árboles de raíces más profundas, tales

como el maple y la haya. Eventualmente, los pinos pueden ser reemplazados por un bosque de hoja ancha, los cuales son conocidos como bosques deciduos, por cambiar su follaje cada año al tornar el color de sus hojas a colores rojo, amarillo y naranja en el otoño, antes de perder el follaje.

#### Sucesión secundaria

Algunas veces el balance en una comunidad existente es perturbado forzando a salir o desaparecer solamente algunas poblaciones. La sucesión que ocurre en un área donde una comunidad existente ha sido parcialmente destruida es llamada sucesión secundaria. Debido a que el suelo ya está presente y el área no ha sido totalmente destruida de su vida vegetal, la sucesión secundaria tiende a ocurrir más rápidamente que la sucesión primaria. La sucesión secundaria ocurre en una finca abandonada, un solar vacío, un bosque destruido por el fuego o en un campo agrícola abandonado.

#### Comunidades clímax

Eventualmente, la sucesión se retarda y la comunidad es más estable. Esta comunidad está formada por organismos que están bien adaptados al ambiente y son buenos competidores de recursos. Una comunidad que alcanza una estabilidad relativa es llamada comunidad clímax.

Las comunidades clímax tienden a mantener diversidad de especies más grandes que las comunidades que las preceden. Con más especies, hay más interacciones entre los organismos. Algunos ecólogos piensan que esas interacciones ayudan a estabilizar la comunidad. Sin embargo, aun las comunidades clímax experimentan cambios cuando algo las altera, como puede ser un repentino desastre natural (incendios, huracanes e inundaciones), donde la comunidad clímax puede ser rápidamente destruida y los procesos de sucesión pueden iniciar de nuevo. A medida que la comunidad progresa de los pioneros a la comunidad clímax, los organismos alteran gradualmente el ambiente abiótico.

## 1.8 Ecosistema

El concepto de ecosistema es especialmente interesante para comprender el funcionamiento de la naturaleza y multitud de cuestiones ambientales.

Hay que insistir en que la vida humana se desarrolla en estrecha relación con la naturaleza, y que su funcionamiento nos afecta totalmente. Es un error considerar que

nuestros avances tecnológicos: coches, grandes casas, industria, etc. nos permiten vivir al margen del resto de la biósfera, y el estudio de los ecosistemas, de su estructura y de su funcionamiento, nos demuestra la profundidad de estas relaciones.

Al hablar de la estructura de un ecosistema, se habla de la estructura en la que las partes son las distintas clases de componentes, es decir, el biotopo, la biocenosis y los distintos tipos ecológicos de organismos (productores, descomponedores, predadores, etc.).

Pero los ecosistemas tienen además una estructura física en la medida en que no son nunca homogéneos, sino que presentan partes, donde las condiciones son distintas y más o menos uniformes o gradientes en alguna dirección.

El ambiente ecológico aparece estructurado por interfases o límites más o menos definidos, llamados ecotonos y por gradientes direccionales, llamados ecoclinas, de factores fisicoquímicos del medio. Un ejemplo es el gradiente de humedad, temperatura e intensidad lumínica en el seno de un bosque o el gradiente en cuanto a luz, temperatura y de gases (por ejemplo O<sub>2</sub>) en un ecosistema léntico, o en un lago.

Las comunidades se pueden encontrar en estratos o capas horizontales o bien verticales. La estructura física del ecosistema puede desarrollarse en la dirección vertical, en cuyo caso se habla de estratificación, o en la horizontal.

Estructura vertical. Como ejemplo de una estratificación vertical, podemos observar un bosque en el cual se encuentra el estrato subterráneo, suelo, un estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Estructura horizontal. En los ecosistemas ribereños, por ejemplo, aparecen franjas paralelas al cauce fluvial, dependientes sobre todo de la profundidad del nivel del agua.

Otra parte importante de los Ecosistemas es la existencia de cuatro o cinco componentes generales, tres de los cuales (productores, consumidores, y descomponedores) son seres vivos.

#### Definición y clases de ecosistemas

En todo lugar, con un clima y un relieve determinado, existen animales, plantas, seres vivos concretos. Estos seres vivos mantienen relaciones entre ellos mismos y con el medio.

Aunque es conveniente dividir el mundo vivo en ecosistemas diferentes, cualquier investigación revela pronto que rara vez hay límites definidos entre éstos y que nunca están del todo aislados. Muchas especies ocupan y son parte de dos o más ecosistemas al mismo tiempo, o se trasladan de uno a otro en diferentes épocas, como ocurre con las aves migratorias.

Al pasar de un ecosistema a otro, se observa una gradual disminución de las poblaciones de la comunidad biótica del primero, y un aumento en las de las que sigue. Así, los

ecosistemas se superponen gradualmente en una región de transición o ecotono, que comparte muchas de las especies y las características de los ecosistemas adyacentes.

También se puede hablar de ecosistemas naturales y artificiales, en los cuales el hombre tiene mucha influencia, como las ciudades, las zonas industriales, áreas agrícolas, mineras, entre otras.

## **1.9 Biósfera**

De todos los planetas conocidos hasta el momento, la Tierra es el único en el que se encuentra agua líquida. En otros planetas, las temperaturas son demasiado altas (el agua sólo puede estar en forma de vapor) o demasiado bajas (por lo que se encuentra como hielo). Existen, no obstante, sospechas de que pudiera encontrarse agua líquida en algunos satélites, como Europa, satélite de Júpiter.

### **Definición de Biósfera**

La biósfera es la parte de la Tierra donde se encuentran los seres vivos. Es el espacio de la vida en nuestro planeta. Podemos encontrar seres vivos en la hidrósfera, la litosfera y la atmósfera. La biósfera es el ecosistema global.

La biosfera presenta una gran diversidad. Según cómo sean las condiciones del medio, el suelo, la temperatura y las precipitaciones en cada lugar, existirán unos seres vivos u otros.

Así, en el planeta se distinguen zonas determinadas, de extensión variable, donde viven poblaciones relacionadas entre ellas y con el medio. Forman conjuntos en función de los organismos y del medio. Son los ecosistemas.

La biosfera es la capa de la Tierra formada por todos los seres vivos que la habitan y el medio físico donde viven. Es decir, comprende todos los animales, plantas y microorganismos que viven en nuestro planeta. Sin embargo, también comprende el aire que respiran y con el que intercambian gases, la tierra sobre la que viven -de donde extraen recursos- y el agua que necesitan.

La biosfera se extiende por todas las partes de la Tierra donde podemos encontrar seres vivos y abarca desde los fondos oceánicos más profundos hasta los primeros 10 km de la atmósfera.

Los seres vivos de la biosfera, además de vivir sobre la superficie terráquea, también interaccionamos con sus diferentes capas y las modificamos. Por eso hemos dicho que la biosfera no sólo incluye a los seres vivos, sino también el medio en que habitan.

Uno de los ejemplos más extremos de esta modificación se produjo hace millones de años y afectó a la atmósfera. Hasta aquel momento, la atmósfera era rica en metano, amoníaco e hidrógeno, pero casi no tenía oxígeno. Hace 2.500 millones de años, algunos organismos empezaron a hacer la fotosíntesis, un proceso mediante el cual se aprovecha

la luz solar para elaborar materia orgánica a partir del CO<sub>2</sub>, y se expulsa oxígeno como sustancias de desecho. El resultado fue que la atmósfera quedó totalmente llena de oxígeno, un elemento que en aquel entonces era tóxico y casi ningún organismo podía respirar. Eso causó la muerte de millones de especies y casi acabó con la vida del planeta. Sólo sobrevivieron aquellos seres vivos que pudieron respirarlo, de los que descenden la mayoría de seres vivos existentes actualmente.

La energía solar es necesaria para el reciclaje del consumo biosférico. Así la evapotranspiración de las plantas aporta agua al ciclo hidrológico, la fotosíntesis de las plantas terrestres, expresada por la productividad de un área determinada cubierta por vegetación, aporta al ciclo del carbono terrestre, el fitoplancton (plantas unicelulares) utiliza el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) disuelto en el agua (ciclo del carbono oceánico).--El ciclo del nitrógeno (la atmósfera contiene 78% de nitrógeno) está estrechamente ligado a los ciclos del carbono y del oxígeno. El nitrógeno es fijado por bacterias fijadoras de nitrógeno. Por el contrario, la actividad de bacterias desnitrificantes evita que la mayor parte del nitrógeno se acumule en los suelos, sedimentos y océanos. Este espacio vital abarca unas zonas llamadas biociclos: el biociclo del agua salada (mares y océanos), biociclo del agua dulce (ríos y lagos), y biociclo terrestre (suelo y el aire en contacto con él).

La noción de biosfera, o dominio poblado por los seres vivos en la Tierra, fue introducida por Lamarck y desarrollada por el geólogo austriaco Edward Suess, en 1873. Pero su estudio sistemático desde el punto de vista geoquímico no adquirió la debida difusión hasta 1929, con motivo de la edición francesa de la obra del académico ruso Vladimir I. Vernadski, *La biosphere* (Librairie Félix Alcan, París), traducción de la publicada en su lengua original en 1924. Se reúnen en este libro una serie de artículos de síntesis, a su vez resumen de las investigaciones originales del autor y de su escuela, publicados en la *Revue generale des Sciences de París* y en el *Boletín de la Academia de Ciencias de Leningrado*, formando un conjunto de doctrina con personalidad propia.

Según Vernadski, la materia viva está distribuida sobre la superficie terrestre, formando una capa o envoltura más o menos uniforme, aunque bastante continua, y relativamente delgada para poder concentrar y aprovechar la energía química libre procedente del Sol. Esta envoltura constituye la biosfera.

### **1.10 La Tierra como un todo**

Si viajamos por nuestro país, por esta «larga y angosta faja de tierra», podremos apreciar que tiene muchos elementos que lo componen: valles, montañas, ríos, desiertos, océano y glaciares. Pero, ¿cómo se formó todo esto? ¿Cómo surgieron las montañas, las costas y las rocas? ¿Por qué en ocasiones, «se nos mueve el piso» con un temblor, y pareciera que un montón de piedras sonaran bajo nuestros pies?

Nuestro planeta, aunque parezca un minúsculo punto en el Universo, es mucho más que piedras y rocas, con mucha agua alrededor, algo de hielo y nubes atravesando el cielo. La

Tierra, nuestro «hogar», se compone de sustancias y elementos muy especiales, ordenados armoniosamente, a tal punto que han permitido el desarrollo de la vida así como la conocemos.

Mediante largas investigaciones, muchas ramas de la ciencia nos han ayudado a comprender cómo se originó la vida y cómo nuestro planeta fue cambiando. Sin embargo, entre mayor conocimiento se adquiere, más son los misterios e interrogantes que aún quedan por resolver. Muchos hombres y mujeres de ciencia han emprendido investigaciones, expediciones y largas jornadas de trabajo, para descubrir de qué está hecha la Tierra, y qué es lo que hay dentro de ella.

La tierra es una capa fina de materia en la superficie del planeta, en la que plantas y árboles tienen sus raíces. La tierra se ha formado durante miles de años. Está hecha de roca desgastada, materia putrefacta vegetal y animal, y está influenciada por la lluvia, el aire, los productos químicos y otras materias orgánicas. La composición influye en qué plantas crecerán bien y qué animales se sentirán atraídos a esa zona. Arenosa, limosa, franca y arcillosa, son los tipos básicos de tierra, y la mayoría estará hecha de los cuatro. En ella se encuentran todos los ecosistemas.

La Tierra, a pesar de que parezca una estructura de rocas, está formada por una mezcla de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Una parte del planeta está recubierto por una gran cantidad de gases que corresponden a la atmósfera; es decir, a la parte gaseosa de la Tierra. El llamativo tono azul, que se observa en las fotografías de la tierra tomadas desde el espacio, se debe al agua de los océanos que cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre.

La Tierra presenta condiciones únicas para el desarrollo de la vida, no sólo para los seres humanos, sino también para las numerosas formas vivientes, desde pequeños microorganismos, hasta enormes mamíferos que habitan tanto la superficie del planeta como las profundidades oceánicas.

El paisaje vegetal que hoy día percibimos, es fruto de una serie de acontecimientos que se han venido sucediendo a lo largo del tiempo, y que han ido originando importantes cambios en la estructura y composición de los bosques. En tiempos más recientes, los efectos de las actividades humanas (deforestaciones, fuegos, prácticas agropastorales, repoblaciones, etc.) han determinado cambios evidentes en el medio ambiente.

Nos encontramos frente a un momento crítico en la historia, el cual depara grandes promesas, pero también grandes riesgos. Con los peligros que representa la guerra, la injusticia social y económica, y las amenazas ambientales, la humanidad debe determinar cómo asegurarse un futuro sostenible.

Los avances en las comunicaciones a escala mundial y la globalización cada vez mayor de las economías y de la cultura prueban que existe la necesidad de contar con una visión y un enfoque integrados para abordar los problemas interrelacionados que enfrentamos.

Éstos mismos también son un llamado a alcanzar un nuevo sentido de responsabilidad y acción globales, los cuales requieren cambios básicos en los valores, comportamiento y actitudes de los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil.

## 1.11 Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable

Los conceptos de Simbiosis Industrial, Sinergia de Subproductos y Metabolismo Industrial y el inicio del concepto del Desarrollo Sustentable fueron determinantes para que en septiembre de 1989, la publicación científica americana *Managing Planet Earth*, en el artículo *Estrategias para la Producción*, utilizara por primera vez el término *Ecosistema Industrial* (Frosch y Gallopoulos, 1989), que a la postre sentaría las bases para la definición del concepto de *Ecología Industrial* (EI).

Además, la *Ecología Industrial* puede describirse también, como el estudio de las interacciones e interrelaciones físicas, químicas y biológicas, dentro de los sistemas industriales, naturales, sociales y al mismo tiempo las interacciones entre ellos, como se ilustra en la figura.

La *Simbiosis Industrial* es el intercambio de materiales entre varios sistemas productivos de manera que el residuo de uno es materia prima para otros y su implantación promueve una red de empresas. El objetivo inicial de la *Simbiosis industrial* es económico, pero tiene consecuencias ambientales y sociales positivas. La *simbiosis industrial* se encuentra contenida dentro de la *Ecología Industrial*, de manera que no puede existir *ecología industrial* sin utilizar el método de *simbiosis industrial*, pero la *ecología industrial* es más amplia, ya que contempla aspectos económicos, ambientales y sociales para tender a la sustentabilidad.

Como consecuencia del enfoque que ofrece la *Ecología Industrial*, pueden observarse tres elementos clave dentro de este (Cervantes, 2007):

- Creación una red de industrias o entidades relacionadas con su entorno.
- Imitación del funcionamiento de los ecosistemas naturales.
- Inclusión de los tres sectores del desarrollo sustentable (social, económico y ambiental).

### Metas de la ecología industrial

El objetivo final al que tiende la *Ecología Industrial*, es garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel: global, regional o local, relacionando a sus tres sectores, como se muestra en la siguiente figura . Logrando esta interrelación, es como la *Ecología Industrial* pretende alcanzar el desarrollo sustentable que proporcione las condiciones ideales para el adecuado desarrollo de la humanidad y de las futuras generaciones.

## **1.12 Desarrollo agropecuario sostenible**

**PALABRAS CLAVES:** Ciencias Veterinarias. Desarrollo Sostenible. Sustentabilidad.

Conservación. Producción Animal. Salud Animal. Educación.

### **RESUMEN**

Este apartado tiene por objetivo analizar los vínculos entre las Ciencias Veterinarias y el desarrollo agropecuario sostenible. Para ello se describe la relación histórica entre población, producción y conservación. Analiza, además, la inserción de los conceptos ecológicos y ambientales en cuatro campos de las Ciencias Veterinarias:

- **Producción Animal:** se destaca la importancia para el veterinario productor, del conocimiento sobre ecología y manejo de pastizales naturales, así como del aumento de la eficiencia energética a nivel de sistemas productivos.
- **Salud Animal:** se analiza la influencia de los cambios ambientales (cambio climático global, erosión, contaminación, etc.) sobre las variaciones en la prevalencia de las enfermedades.
- **Tecnología de Alimentos:** se citan algunos puntos en común con la problemática ambiental.
- **Educación:** se proponen contenidos para cursos de grado y se destaca el rol del veterinario rural como profesional de referencia en zonas marginales.

Como conclusión se presenta a la interdisciplina como única forma de trabajo para la resolución de problemáticas ambientales agropecuarias y el rol de las Ciencias Veterinarias en esta integración, dado su total competencia sobre la fisiología, salud y alimentación animal.

## **UNIDAD II DESARROLLO SUSTENTABLE**

### **2.1 Concepto de sustentabilidad y principios de sustentabilidad**

#### Concepto de sustentabilidad

Uno de los conceptos más utilizados en la actualidad es el de sustentabilidad; aunque este término se utiliza en diversos contextos, de manera general se puede definir como: El equilibrio que existe entre una comunidad y su medio para satisfacer sus necesidades.

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (cmmad), establecida por la Organización de las Naciones Unidas (onu) el 19 de diciembre de 1983, definió el concepto de sustentabilidad como un modo de vida individual que parte de una forma particular hasta llegar de una forma general al desarrollo sustentable como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

En la actualidad, diariamente el ser humano lleva a cabo diversas actividades, de manera consciente o inconsciente, que lesionan y destruyen el medio ambiente, como la tala de árboles, la pesca, la destrucción de selvas (selva Lacandona y el Amazonas) debido al crecimiento desmesurado y sin proyección de la población; sin duda, todo esto afecta a los ecosistemas en forma negativa, así como el buen funcionamiento de los sistemas naturales. Por tanto, es muy importante procurar el desarrollo sustentable en nuestro entorno.

Aún no hay una definición explícita de la sustentabilidad como concepto, ya que su significado no tiene un consenso definitivo. En realidad se trata de un conjunto de razonamientos que intentan distinguir la esencia de su contenido; sin embargo, las ideas en torno a la construcción del concepto de sustentabilidad se basan en una ciencia impecable que tiene como base conceptos sólidos elaborados desde las teorías ecológica y económica, las cuales integran una amplia visión sobre cómo construir un futuro común sustentable y una teoría sobre el sistema socio-ambiental global que parte de una premisa básica: que el bienestar presente y futuro de la humanidad se encuentra vinculado, irrevocablemente, a una biosfera sana y al comportamiento ético de la humanidad, siendo este último el eslabón más débil de la cadena.

La palabra sustentabilidad proviene del latín *sustiniere* que significa sostener o sujetar desde abajo. La idea es que el objeto (sujeto) se sostenga de modo autónomo y se mantenga por sus propios medios en un sitio apropiado, indefinidamente.

El concepto de sustentabilidad se basa en el cálculo de la capacidad productiva de un ecosistema que permite satisfacer con relativa holgura las necesidades económicas, de materiales y de servicios, de las comunidades o colectivos que gestionan rentas derivadas del cultivo y cosecha de algún recurso natural, mediante la operación de empresas abanderadas por un código de ética, un plan de acción con objetivos claros que conduzcan al logro del bienestar en donde las personas y recursos naturales sean consideradas en su mayor dignidad.

El concepto ecológico de capacidad de carga, elaborado por Möen (1973), plantea un ejemplo interesante: ¿Cuántas cajas caben en una caja de un metro cúbico? La respuesta sería indeterminada ya que no se conoce el tamaño de las cajas que se introducirán. Si la caja que se intenta introducir es más grande que la de un metro cúbico, el número sería menor a uno. Si las cajas son de un tamaño menor entrarían sólo algunas, dependiendo del tamaño de éstas. Más aún, no sabemos si son de diferentes tamaños, ya que podrían ser todas las cajas de diferentes tamaños. Si el tamaño de las cajas que se introdujeran es conocido, entonces tendríamos una respuesta. Este ejemplo ilustra el concepto y muestra el tipo de ideas asociadas con este concepto y la información que es requerida para resolver el problema de la capacidad de carga de un ecosistema.

El concepto de capacidad de carga es central para el cálculo de la capacidad productiva potencial de un ecosistema. Por ejemplo, una unidad de producción formada por un encierro ganadero sobre un pastizal, permitiría que la producción de una cantidad limitada de forraje (capacidad) sea consumido por una población limitada de herbívoros (carga) y, como resultado, produzca continuamente una biomasa —tanto de forraje como de herbívoros— sostenida en el espacio y en el tiempo. Si este sistema se prolonga en el tiempo sin que se agote la producción del forraje y la de los herbívoros, entonces se estaría logrando satisfacer las necesidades de la presente generación y las siguientes, sin que ello genere pasivos ambientales.

## 2.2 Principios de sustentabilidad

Los principios de sustentabilidad surgieron con el objetivo de explicar la sustentabilidad en términos más concretos y cuantificables. A continuación, se analizan tres importantes principios de la sustentabilidad, desde la perspectiva de la biosfera:

1. En la naturaleza todo se recicla y nada se acumula.

Vivimos en una sociedad consumista y el ser humano actual satisface sus necesidades adquiriendo los productos que necesita, ya sean alimentos, ropa o cualquier tipo de objeto material. Los productos que compramos normalmente vienen envasados, empaquetados o embolsados, por lo que además del propio producto nos llevamos plástico, papel, cartón y otros materiales de embalaje que no tienen mayor utilidad y

simplemente los desechamos. Con el paso del tiempo los productos también tienen que ser reemplazados, bien porque su vida útil ha llegado a su fin o bien porque se han deteriorado, estropeado o simplemente no los necesitamos más. Con todo lo anterior se genera una gran cantidad de "basura", residuos de toda clase, que si se liberan al medio ambiente producen un auténtico problema de contaminación y afectan negativamente a los ecosistemas.

El reciclaje es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en recursos materiales con el que fabricar otros productos. De esta forma, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a eliminar residuos.

Es importante diferenciar entre reciclar y reutilizar, siendo esto último el aprovechamiento de un determinado objeto para otro uso, sin necesidad de someterlo a un proceso físico-químico de transformación. Por ejemplo, utilizar una botella como florero o hacer una cartera con un viejo pantalón vaquero. Mientras que el reciclaje implica la transformación de los residuos, mediante procesos que convierten esos desechos en un producto o material nuevo. Cuando hablamos de reciclaje, hablamos de preservar el medio ambiente, el entorno en el que vivimos.

Es importante no pensar solamente en nosotros, sino en el mañana, en el futuro de las generaciones que vendrán. Si descuidamos el planeta y lo destruimos, ¿qué quedará para nuestros hijos? Hay que pensar en el futuro de la especie humana, en dejar un mundo mejor para que ellos puedan cuidarlo, conservarlo y sobre todo amarlo.

El reciclaje es una herramienta útil producto de la conciencia responsable, la cual nos proporciona una idea de cómo contribuir y aportar ese granito de arena a la construcción de un mundo mejor, de un mundo donde se respete el medio ambiente y se ayude a preservarlo.

2. El desarrollo de los organismos se basa en el uso de recursos naturales renovables y en el flujo de la energía solar.

Un recurso renovable es un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos. La radiación solar, las mareas, el viento y la energía hidroeléctrica son recursos perpetuos que no corren peligro de agotarse a largo plazo. Los recursos renovables también incluyen materiales como madera, papel, cuero, etc. si son cosechados en forma sostenible.

Algunos recursos renovables como la energía geotérmica, el agua dulce, madera y biomasa deben ser manejados cuidadosamente para evitar exceder la capacidad regeneradora mundial de los mismos. Es necesario estimar la capacidad de garantizar el mantenimiento de tales recursos. En comparación con los combustibles fósiles la energía que se obtiene de recursos renovables causa un menor impacto en el medio ambiente.

Productos como la gasolina, el carbón, gas natural, diésel y otros productos derivados de los combustibles fósiles no son renovables.

3. La biosfera es una coevolución de todos los seres vivos en la que estos tienden a formar paulatinamente nuevos niveles de organización, que sustenten una mejor funcionalidad.

La co-evolución es el proceso de cambio evolutivo y adaptativo recíproco que se da entre especies interactuantes incluso en diferentes escalas espaciales y temporales. Plantea que el problema central de la co-evolución es comprender como las interacciones entre las especies, desarrolladas por acciones reciprocas de diferente intensidad, dan forma al comportamiento, modelan el contexto y persisten en el espacio y el tiempo incluso si sufren un constante y normalmente rápido cambio evolutivo. Este proceso permite trasladar estos conceptos a la esfera socioecológica para comprender en detalle el impacto que tiene la integración y la interdependencia de las dimensiones esenciales del desarrollo sustentable.

### **2.3 Dimensiones de la sustentabilidad**

En el libro *Nuestro futuro común*, mejor conocido como Informe Brundtland, publicado en 1987 y preparado por un reconocido grupo de especialistas, encabezados por la Doctora Gro Harlem Brundtland, para ser presentado en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, en este documento se popularizó por primera vez el concepto de sustentabilidad. A partir de dicho informe, el mundo empezó a ser concebido como un sistema global, cuyas partes están interrelacionadas con base en el concepto de desarrollo sostenible, como un proceso multidimensional que afecta los sistemas económico, ecológico y social, al grado de considerarse una variable a tomar en cuenta en las decisiones políticas y económicas de los países. De igual manera, este concepto define el proceso de sustentabilidad como: “el proceso que satisface las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”.

En este informe se hace énfasis en aspectos tan relevantes como la educación y la difusión de la información de prevención a las generaciones actuales y futuras, con el objetivo de cambiar hábitos y actitudes, además de crear compromisos en los seres humanos y lograr contar con un desarrollo sustentable.

En 1987, el Informe Brundtland resaltaba la importancia de los años subsecuentes en el desarrollo sustentable, los cuales serían cruciales para romper con el pasado y acabar con los mismos métodos de desarrollo, los cuales solo han ayudado a incrementar la inestabilidad. Como un deseo, más que como una previsión, el documento preveía “una transición exitosa hacia el desarrollo sostenible en 2000 y más allá”, lo cual “requería de un cambio masivo en los objetivos sociales”. Para lograrlo, el Informe Brundtland menciona los siguientes aspectos como indispensables:

1. Revivir el crecimiento económico (la pobreza es la mayor fuente de degradación ambiental).
2. Modificar la calidad del crecimiento (equidad, justicia social y seguridad deben ser reconocidas como metas sociales de máxima prioridad).
3. Conservación del medio ambiente (agua, aire, suelo, bosques, etcétera).
4. Asegurar un crecimiento demográfico sostenible.
5. Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos.
6. Integrar el medio ambiente y la economía en los ámbitos de decisión.
7. Reformar las relaciones económicas internacionales.
8. Reforzar la cooperación internacional.

Como ya se mencionó, la sustentabilidad consiste en algo más que el medio ambiente, por esa razón, para su estudio y análisis esta se divide en tres dimensiones o escenarios principales:

1. Económico
2. Sociocultural
3. Natural o ambiental

La sostenibilidad es un paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida. Estos tres ámbitos –la sociedad, el medio ambiente y la economía– están entrelazados. Por ejemplo, una sociedad próspera depende de un medio ambiente sano que provea de alimentos y recursos, agua potable y aire limpio a sus ciudadanos.

El paradigma de la sostenibilidad constituye un cambio importante desde el paradigma anterior del desarrollo económico con sus nefastas consecuencias sociales y ambientales, que hasta hace poco tiempo eran consideradas como inevitables y aceptables. Sin embargo, ahora comprendemos que estos graves daños y amenazas al bienestar de las personas y del medio ambiente como consecuencia de la búsqueda del desarrollo económico, no tienen cabida dentro del paradigma de la sostenibilidad.

#### **2.4 Escenario económico de la sustentabilidad**

En el escenario económico, todo proceso o actividad económicamente activo debe demostrar su sustentabilidad ecológica, la cual se define como la capacidad de un sistema (o un ecosistema) de mantener su estado en el tiempo, conservando para ello los parámetros de volumen, tasas de cambio y circulación invariables, o haciendo fluctuar dichos parámetros cíclicamente en torno a valores promedio.

La dimensión o escenario económico del desarrollo sustentable se centra en mantener el proceso de desarrollo económico por vías óptimas hacia la maximización del bienestar humano, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la disponibilidad del capital natural (recursos naturales).

Configurar el escenario económico desde la perspectiva de la sustentabilidad no es una tarea fácil. La dificultad radica entre los intereses medulares que persiguen el régimen de producción actual, el capitalismo contemporáneo y los objetivos que proyecta la sustentabilidad. Ambos son conceptos antagónicos. Sin embargo, poco más allá de esta contradicción irreconciliable existe la posibilidad de desdoblar una descripción sucinta de cómo podría constituirse aquel escenario. La unidad que converge en todo escenario de la sustentabilidad se forma con la gente y su comunidad, le sigue el territorio en tanto unidad geomorfológica y como construcción social.

En el territorio se descubren las formas diversas en que las comunidades y su gente (rural o urbana) manejan los recursos de los que disponen para la producción de bienes y servicios; asimismo, esto da confianza para la reproducción social. El escenario económico se nutre de los criterios de identidad de la comunidad para estimular cambios productivos. Se pretende que éstos se rijan con una visión de los límites ecológicos en su relación con las economías locales.

- En esta perspectiva económica se piensa en los factores como aspectos complementarios, más que como sustitutos. Apelar a la complementariedad se hace en el sentido de un factor limitante. Un factor se vuelve limitante cuando un incremento en el (los) otro (s) factor (es) no incrementa el producto, pero un incremento en el factor en cuestión (el limitante) va a incrementar el producto.
- La naturaleza complementaria del capital natural y el capital hecho por el hombre se ve de manera obvia al preguntar de qué sirve un buen aserradero sin un bosque, o una refinería sin petróleo o un barco pesquero sin peces.
- En los ejemplos anteriores, se ve la interrelación de los tres escenarios o dimensiones del desarrollo sustentable, el escenario natural, que abarca a los bosques, mares, ríos etc, el escenario socio-cultural que se refiere a las personas que se dedican a la pesca, exploración forestal y carpintería y los que trabajan en la refinería de petróleo, los cuales a su vez se relacionan con la dimensión económica toda vez que los recursos económicos que se obtienen sirven para la satisfacción de las necesidades de las personas y de los países, al exportar los bienes obtenidos del escenario natural.

Asimismo, también se deben considerar tres diferentes políticas para alcanzar la sustentabilidad ecológica:

- I. Una tasa sobre la destrucción de capital natural, con el fin de reducir o eliminar la destrucción del mismo.

2. La aplicación del principio contaminador-pagador aplicado a productos contaminadores, de tal forma que incentive a los productores a mejorar el entorno.
3. Tener un sistema de aranceles ecológicos que permita a los países aplicar las dos políticas anteriores sin forzar a sus productores a moverse a otros lugares con el objetivo de mantener la competitividad.

De esta forma, parece necesaria y hasta indispensable la participación de los ecólogos en los procesos de desarrollo, para conocer las alteraciones de los ecosistemas, como consecuencia de estos procesos. Según los especialistas en ecología, la estrategia a seguir en un proceso de desarrollo debe ser:

1. Integrar aspectos ecológicos en las políticas de desarrollo económico y social.
2. Formular estrategias preventivas.
3. Demostrar los beneficios de las políticas ecológicas que son correctas para el desarrollo.
4. A largo plazo existe la posibilidad de que las actividades humanas se vuelvan autosustentables, es decir con independencia energética.

## **2.5 Escenario sociocultural**

Se considera que se alcanza la sustentabilidad social cuando los costos y los beneficios son distribuidos de manera adecuada y equitativa tanto entre el total de la población actual (equidad intrageneracional) como entre las generaciones presentes y futuras (equidad intergeneracional).

Desde un punto de vista social, los agentes sociales y las instituciones desempeñan un papel muy importante en el logro del desarrollo sostenible a través de una correcta organización social, que permita el desarrollo duradero y de las técnicas adecuadas, como las inversiones en capital humano o, por ejemplo, el incremento de la cohesión social.

La interacción y conexión entre la sustentabilidad económica, la sustentabilidad ecológica y la sustentabilidad social suponen la búsqueda de un equilibrio entre la eficiencia económica (asignación óptima), la equidad social (distribución óptima) y la escala óptima del subsistema económico. Aunque en teoría este sería el objetivo deseable, en la práctica, conseguirlo resulta difícil debido a que cada disciplina da más importancia a unos objetivos que a otros, lo que implica, en muchos casos, la necesidad de establecer prioridades; no obstante, aún sigue siendo un objetivo clave encontrar un enfoque de política que integre estas tres dimensiones.

En términos de desarrollo sustentable también debe entenderse que la sociedad depende de su medio ambiente y su desarrollo económico, para poder satisfacer sus necesidades y mejorar su calidad de vida. Adicionalmente, el desarrollo sustentable provee la riqueza necesaria a la sociedad en todos sus ámbitos; por ejemplo, para realizar inversiones en ciencia y tecnología, con el objetivo de proteger el medio ambiente y mantener la salud y

el bienestar de todos los ciudadanos se busca obtener fondos destinados a esta área. Sin embargo, se busca que dicho desarrollo esté basado en incrementos a la productividad y no en el abuso insustentable de los recursos naturales.

De esta manera, se pueden plantear como objetivos prioritarios los siguientes:

1. El desarrollo sustentable.
2. Promover la equidad.
3. Mejorar la calidad de vida de toda la población.
4. Proteger la salud de los ecosistemas y al mismo tiempo hacer un uso sustentable de los recursos naturales.

En conclusión, el principal reto de los gobiernos a nivel mundial será mejorar la calidad de vida de un mayor porcentaje de la población, manteniendo el equilibrio ambiental y económico.

Con base en lo expuesto previamente, los aspectos clave en la política de desarrollo sustentable son la pobreza, la equidad, los impactos regionales, los derechos y las responsabilidades. Por tanto, no debe perderse de vista que para lograr el desarrollo sustentable es necesario adoptar una visión del progreso social-cultural que incluya elementos como calidad de vida, salud, educación, igualdad social y bienestar de la población.

Una condición clave para que haya progreso y este pueda cuantificarse en términos de sustentabilidad, es la creación e implantación de indicadores, los cuales constituyen herramientas que ayudan a simplificar, cuantificar y analizar la información técnica y comunicarla a los diversos grupos de usuarios.

En 1995, la Comisión de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible creó un programa de trabajo cuyo objetivo principal era la elaboración de indicadores de desarrollo sostenible. El resultado de un año de trabajo dio como resultado la publicación del Libro azul, en 1996, en el que se estableció que el desarrollo sostenible se divide en cuatro niveles: a) económico, b) social, c) ambiental, d) institucional. La presentación gráfica de estos niveles sigue el mismo esquema que se comentó en páginas anteriores, elaborado por la OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development) y conocido como: Modelo Estado-Presión-Respuesta. El objetivo de este esquema es presentar de manera gráfica la información básica, a fin de que se pueda homogeneizar esta información.

## **2.6 Escenario natural**

El escenario natural o ambiental se explica con detalle en el Bloque 2; no obstante, para fines de comprensión del tema aquí se presenta una breve explicación.

Como su nombre lo indica, el escenario natural tiene como objetivo estudiar con detalle las perturbaciones ambientales y los factores físicos que determinan el entorno ambiental.

Esta dimensión o escenario surge de la premisa que sostiene que el futuro del desarrollo depende de la capacidad que tengan los actores institucionales y los agentes económicos para conocer y manejar, según una perspectiva a largo plazo, los recursos naturales renovables y su medio ambiente. Desde esta perspectiva, es indispensable prestar especial atención a la biodiversidad, principalmente a los recursos naturales indispensables para la vida en la Tierra, como el suelo, el agua y la flora, que son los factores que en un plazo menor determinan la capacidad productiva de determinados espacios.

Comprender el escenario natural es evitar el colapso de la sociedad. Además, significa percibir las formas diversas que adopta el flujo de energía. Las perturbaciones ambientales, más que la estabilidad, son el objeto de interés. De forma especial, el estado de complejidad y las unidades y factores que lo propician determinan el entorno ambiental. Por ejemplo, el calentamiento global es un estado de complejidad que a todo el mundo interesa, dado que los cambios que generan a todos les afecta, pero muy pocos pueden explicarlo.

- Esta dimensión surge del postulado que afirma que el futuro del desarrollo depende de la capacidad que tengan los actores institucionales y los agentes económicos para conocer y manejar, según una perspectiva a largo plazo. Los recursos naturales renovables y su medio ambiente. En esta dimensión se presta especial atención a la biodiversidad y principalmente, a los recursos como el suelo, el agua, y la cobertura vegetal (bosque), que son los factores que en un plazo menor determinan la capacidad productiva de determinados espacios.
- En términos ecológicos, el desarrollo sustentable supone que la economía sea circular, que se produzca un cierre de los ciclos, tratando de imitar a la naturaleza. Es decir, los sistemas productivos son diseñados para utilizar únicamente recursos y energías renovables, para no producir residuos, ya que estos vuelven a la naturaleza o se convierten en entrada (input) de otro producto manufacturado.
- Este modelo opera considerando el ciclo vital del producto completo, desde su extracción hasta la disposición final del residuo cuando su vida útil termina. Este intervalo se divide en tres etapas: la primera consiste en aplicar el principio de “quien contamina paga” a la hora de fijar los precios. La segunda es la elección informada del consumidor mediante el etiquetado, y la tercera se refiere al diseño ecológico del producto, para lo cual se aplican las herramientas: inventario del ciclo de vida (ICV) y el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).

## **2.7 Dimensión institucional y política**

El término “institución” suele ser utilizado con dos significados distintos. Uno referido a las entidades organizacionales formales o informales (Estado, Congreso, empresas, partido, familia, etc.) y otro referido a las reglas, normas y estrategias adoptadas por los

individuos que actúan dentro o entre organizaciones. Es decir, las sociedades construyen y legitiman un sistema de valores y normas desde el cual regulan las interacciones entre los agentes, restringiendo y sancionando aquellos comportamientos que transgreden la norma, y validando los que son considerados normales o regulares a través de dispositivos formales (leyes, reglas, normativas, regulaciones, contratos, etc.) o informales (valores, prejuicios, tradiciones, costumbres, ética, ideología, etc.).

Ambos sentidos están involucrados en el análisis de esta dimensión, ya que forman parte y son requeridos para construir una estructura institucional. Lo institucionalizado en una sociedad se reproduce mediante mecanismos diversos, formales –como la escuela– o informales –como la publicidad.

El análisis de la dimensión institucional supone identificar actores e instituciones, considerando su posicionamiento y participación, directa o indirecta, en la definición de un futuro colectivo que incluya la toma de decisiones en la gestión ambiental a través de las estructuras de gobierno. Desde una perspectiva social crítica, Max-Neef et al. (1993) plantea que: “Para las estructuras políticas existentes se presenta el desafío de ser capaces de rescatar la riqueza de las dinámicas que ofrecen los movimientos sociales del mundo invisible, para integrarlos como actores significativos, y no residuales, de un nuevo proyecto de sociedad”.

## **2.8 Visión sistémica de la sustentabilidad**

Teniendo en cuenta que la realidad ambiental es sistémica y que el crecimiento se basa en los recursos naturales y sociales de que dispone, es imposible pensar en el crecimiento en el largo plazo. La capacidad de carga de la Tierra tiene un límite, independientemente de las mejoras tecnológicas que se sobrevengan. La sociedad debe ser capaz de reconocer hasta dónde el crecimiento le es beneficioso en su conjunto y desde dónde se comienza a explotar la base natural y social que la sustenta.

No existen mayores dudas respecto a que no todas las formas de crecimiento económico son positivas para la gente. Muchas veces experimentamos el crecimiento, pero no es tanto los que vemos en desarrollo; por ejemplo, el acceso a la educación y a los servicios de salud es limitado y deficiente, la participación activa es poco frecuente, la corrupción en los negocios muchas veces se da por sentado, la degradación ambiental es creciente, la discriminación, la violencia y la injusticia van en aumento, etcétera.

El desafío actual está en encontrar el modelo de desarrollo que sea más inclusivo y que cree mayores oportunidades para la mayoría; que satisfaga sus necesidades físicas y materiales en el largo plazo. Es claro que de los muchos modelos de desarrollo que se han elaborado hasta hoy día, el que mejor cumple con estas premisas básicas es el modelo de desarrollo sustentable.

El desarrollo no solo busca el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. También se debe aumentar la habilidad de cada una, para construir su propia visión del futuro. En países emergentes, por lo general, esto implica aumentar los ingresos de la

población, pero en realidad es mucho más: abarca desde la educación, el empleo digno, la salud, la alimentación, el ambiente sano, la justicia, la equidad, la libertad civil, entre otros aspectos sociales. Lo anterior fue puesto de manifiesto en la conferencia mundial de la Unesco de 1998, donde además se aclara que: “Dado el alcance y el ritmo de las transformaciones, la sociedad cada vez tiende más a fundarse en el conocimiento, razón de que la educación superior y la investigación formen hoy en día parte fundamental del desarrollo cultural, socioeconómico y ecológicamente sostenible de los individuos, las comunidades y las naciones”. Esto significa que nuestra sociedad, la sociedad actual, gira alrededor de un conocimiento sustentable, es decir que no amenace sus consecuencias a las futuras generaciones.

## 2.9 Principios básicos del desarrollo sustentable

A lo largo de este primer bloque hemos revisado que las actividades del ser humano han provocado serios impactos ambientales, los cuales cada vez más se están abordando interdisciplinariamente desde la ecología, sus vertientes de estudio y otras ciencias de la esfera social. Como veremos a detalle en el siguiente bloque, se aplican diferentes clasificaciones de los ecosistemas que toman en cuenta ciertas características de ellos, dependiendo de si se trata de ecosistemas terrestres o acuáticos.

Por mencionar sólo un ejemplo y, de acuerdo con la estructura de la vegetación que poseen, los principales ecosistemas terrestres en el mundo son: las selvas, los desiertos, las sabanas, las estepas, los ecosistemas agrícolas y los bosques, los cuales a su vez se clasifican según el tipo de especies u hojas que presenten. Así, se tiene un bosque de coníferas o bosque mixto (de pino-encino), o un bosque caducifolio (con hojas sólo en una época del año) o uno perenifolio (con hojas todo el año).

De los ecosistemas terrestres y acuáticos, la gente obtiene distintos beneficios que son llamados servicios ecosistémicos, los cuales son indispensables pues hacen posible la vida humana. Por ejemplo, nos proporcionan alimentos y agua limpia, regulan las plagas y el clima, realizan la polinización de los cultivos y la formación de suelos, además ofrecen beneficios recreativos, culturales y espirituales, entre otros. De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, se consideran cuatro tipos de servicios ecosistémicos:

- Servicios de soporte: son necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas. Entre ellos destacan la formación de suelos, el reciclaje de nutrientes y la producción primaria y de biomasa.
- Servicios de aprovisionamiento: se refiere a los productos que se obtienen de los ecosistemas. Entre ellos se encuentran suministro de fibras, leña, agua dulce, alimentos y, en general, recursos bioquímicos y genéticos.
- Servicios de regulación: se refieren a los beneficios que se obtienen directamente de los ecosistemas sin pasar por procesos de transformación. Entre ellos están la polinización que realizan diversas especies, como las aves y los murciélagos; la regulación de plagas y enfermedades; la regulación del clima y la purificación del agua.

- Servicios culturales: se refieren a los beneficios inmateriales obtenidos de los ecosistemas, relacionados con las poblaciones humanas. Por ejemplo, los servicios que tienen un valor espiritual y religioso; recreativo y turístico; estético o inspiracional, educativo y de herencia cultural.

Cuando las poblaciones humanas eran relativamente pequeñas y los ecosistemas extensos, se mantenían modos de apropiación de los recursos naturales, por lo que los ecosistemas no se enfrentaron a fuertes presiones por parte de las sociedades humanas. Pero, al menos en los últimos 50 años, las cosas cambiaron drásticamente. Las poblaciones humanas se duplicaron y las actividades económicas también, con lo que se incrementó la presión sobre el planeta Tierra generando cambios muy profundos y en ocasiones irreparables en los ecosistemas de todo el mundo, como se muestra en la siguiente imagen.

En sólo treinta años, al final del siglo pasado, se convirtieron más ecosistemas naturales en áreas de cultivo que en los cien años de agricultura durante la Revolución Industrial, de 1700 a 1800. Actualmente, las fuentes hídricas que abastecen al ser humano se mantienen cinco veces más en reservorios artificiales que en cuerpos de agua naturales, como los ríos, y desde 1985 introdujimos más nitrógeno a la atmósfera en forma de fertilizantes que en el resto de la historia de la humanidad, además de que el nivel de explotación de las pesquerías ha llegado a un grado en que las poblaciones no están logrando recuperarse. De este modo, podrás inferir que, si bien el uso exhaustivo de los recursos tiene relación con el incremento en la población humana, nuestros hábitos irracionales de consumo atentan contra los ecosistemas.

En el año 2002 se identificaron las prioridades ambientales en el mundo. Entre ellas se incluyeron la urgencia de disminuir la pobreza extrema y el hambre, así como prevenir las enfermedades mortales y ampliar la enseñanza primaria a todos los niños. Para tener una guía para lograr esos propósitos se crearon los Objetivos de Desarrollo del Milenio (odm), los cuales pueden apreciarse a continuación:

1. Erradicar la pobreza y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/sida, el paludismo y otras enfermedades.
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

Durante más de 10 años, los ODM lograron enormes avances en la lucha contra enfermedades graves, como el VIH/sida, la malaria y la tuberculosis, y mejoraron el acceso al agua y a su tratamiento; además, disminuyeron la mortalidad infantil y la salud materna. También se avanzó considerablemente en el fomento de la educación primaria universal, como estrategia para fortalecer y preparar a las generaciones futuras.

En septiembre de 2015, ciento noventa y tres Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, la cual está enfocada en la construcción de un mundo sostenible en el que se valoren la inclusión social y el desarrollo económico de igual manera que los anteriores odm, pero incorporando como importante la sostenibilidad ambiental.

En la Conferencia Sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro 2012, se estableció de manera formal la definición de 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ods). El propósito fue contar con un conjunto de objetivos relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos a los que nos enfrentamos en el plano mundial.

## **2.10 Los Objetivos del Desarrollo Sostenible**

A continuación, describiremos dos de los ods que se relaciona con temas ambientales.

**Objetivo 14. Vida submarina.** Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

Este objetivo contiene 10 metas que, en conjunto, buscan proteger los ecosistemas marinos y costeros de la contaminación terrestre, así como abordar los impactos de la acidificación de los océanos. Entre sus metas se encuentran, para 2020, adoptar medidas que permitan restablecer la salud y la productividad de los océanos, mejorar su conservación y reglamentar eficazmente la explotación pesquera para poner fin a la pesca ilegal, así como fomentar el uso sostenible de los recursos marinos, con base en el marco jurídico y aplicando el derecho internacional vigente.

**Objetivo 15. Vida en la tierra.** Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de biodiversidad.

Dentro del Objetivo 15 se establecieron 12 metas para el corto y mediano plazo, que pretenden promover la conservación y el uso sostenible de todos los tipos de bosques, los humedales, las zonas áridas y los servicios ambientales que proporcionan, así como integrar el valor de los ecosistemas y de la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo y las estrategias de reducción de la pobreza.

Las metas planteadas para alcanzarse entre 2020 y 2030 son: poner fin a la deforestación para recuperar los bosques a través de la reforestación en el plano mundial; luchar contra la desertificación y rehabilitar los suelos degradados; prevenir la introducción de especies

exóticas invasoras y proteger a las especies amenazadas para evitar su extinción; aumentar el apoyo mundial en la lucha contra la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas, desarrollando la capacidad de las comunidades locales para promover oportunidades de subsistencia sostenibles; impulsar la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a ellos.

Los ODS coincidieron con otros convenios históricos celebrados en 2015: el Acuerdo de París aprobado en la Conferencia sobre el Cambio Climático (COP21) y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, firmado en Japón en marzo de ese año. Estos acuerdos proveen un conjunto de normas comunes y metas viables para reducir las emisiones de carbono, gestionar los riesgos del cambio climático y los desastres naturales, y reconstruir después de una crisis.

Los ODS reafirman el compromiso internacional de poner fin a la pobreza de forma permanente en todas partes. Son ambiciosos, pues su meta es que nadie quede atrás. Lo que es más importante, nos invitan a todos a crear un planeta más sostenible, seguro y próspero para la humanidad.

Los ODS resultan un tema complejo de aplicar en las sociedades en que vivimos, pues la mayoría de éstas actualmente están integradas al mercado con un sistema capitalista. Si este sistema no apoya las prácticas y los objetivos de la sustentabilidad, algún país (o comunidad) que los aplique en sus mercados podría ser penalizado, ya que, en términos simples, los objetivos de carácter socioeconómico anteriores implican modificar los niveles de consumo a los que no todos los individuos pueden aspirar y promover un crecimiento económico en los países pobres.

Estas relaciones resultan polémicas y, pensaríamos, poco aplicables en el mundo. No obstante, se ha mostrado, con un número considerable de casos, que el ds puede ser posible en México, país que ha experimentado una seria disminución de su patrimonio natural. Por ejemplo, en la Sierra Norte de Oaxaca algunas comunidades zapotecas y chinantecas desarrollaron instrumentos (o estrategias) comunitarios para el manejo de sus bosques. Éstos estaban fuertemente deteriorados por las actividades de una fábrica, fundada en 1954 y que durante 20 años surtió de papel a la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.

A esta fábrica se le habían concesionado los bosques de diversas comunidades de la Sierra Norte, pero en 1980 varias comunidades se opusieron a continuar concesionándolos y, como resultado, se originaron las primeras empresas forestales sociales en el país. Por su alto grado de organización social y el manejo de sus recursos, que benefician además a gran parte de la Cuenca del Papaloapan, han recibido de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) el Pago por Servicios Ambientales (psa). El principio central de éstos consiste en que los proveedores de servicios ambientales se verán compensados por los mismos, mientras que los beneficiarios de los servicios han de pagar por ellos.

Este enfoque tiene la ventaja de generar fuentes de ingresos adicionales para los usuarios de tierras con bajos ingresos. Las iniciativas que tienen estas comunidades han sido impulsadas y apoyadas por sus gobiernos locales, regionales y estatales, así como por organizaciones internacionales, como wwf, que brindan financiamiento o apoyo técnico a estas comunidades. Gracias a los apoyos económicos y técnicos, durante los últimos 30 años, en la Sierra Norte de Oaxaca se han realizado diversas actividades productivas en los bosques, como el ecoturismo (figura 1.27), el cual, mediante prácticas no extractivas y cuidado de los recursos naturales, permite el mantenimiento de los ecosistemas de esta sierra y fortalece la economía de sus comunidades, creando uno de los corredores biológicos de mayor importancia en México.

El corredor mantiene una extensión importante de bosque mesófilo (o de niebla) de alrededor de 125 mil hectáreas y protege los servicios ambientales de una de las principales cuencas del país. De este modo, el corredor de la Sierra Norte representa un ejemplo de manejo y conservación que protege la biodiversidad y asegura la producción de servicios ambientales. ¿Qué factores favorecieron el DS en esta región? Investigaciones de la ecología cultural indican que el principal ingrediente ha sido el alto nivel de cohesión social (también llamado capital social), representado por las comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca que, por sus usos y costumbres, mantienen una sólida organización social y una actitud que les ha permitido adecuarse a nuevas iniciativas de manejo y conservación de su patrimonio natural.

Un caso de DS por ecoturismo involucra a pobladores de algunos ejidos incluidos en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, en Veracruz. Los proyectos (personales o grupales) se fueron agregando poco a poco hasta contar en 2003 con 15 iniciativas, que fueron apoyadas con recursos económicos de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (Cdi). El éxito de este caso radicó en que, entre otras cosas, los pobladores solicitaron asesoría, se capacitó a los involucrados constantemente y se estudiaron otras experiencias. Además, se obtuvieron recursos económicos para construir cabañas con los servicios adecuados e infraestructura asociada. Se establecieron plantas de tratamiento de agua para su reutilización, torres de observación de aves, senderos, etcétera, y se pagó asesoría especializada para la publicidad y la capacitación permanente. Este proyecto ha recibido premios y reconocimientos nacionales e internacionales. En 2004 fue reconocido como el mejor proyecto de ecoturismo por Expo Aventura y Ecoturismo, y recibió mención honorífica en 2008 como Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

En los últimos años, el ecoturismo ha demostrado ser una alternativa viable para contribuir al desarrollo sustentable. En algunos países, como Costa Rica, los ingresos económicos y de divisas provenientes del ecoturismo han sido muy importantes y se han convertido incluso en actividades estratégicas para la economía nacional. El ecoturismo se practica principalmente en Áreas Naturales Protegidas (anp), las cuales contienen

recursos en buen estado de conservación. Para llevarlo a cabo, generalmente se asocian comunidades, poblaciones o localidades rurales e indígenas.

Resulta evidente, pues, que en la actualidad se debe repensar el papel de los ecosistemas en el desarrollo. Por mucho tiempo se vio a los ecosistemas como proveedores inagotables de recursos para nuestro uso; asimismo, durante varias generaciones se asumió que muchos servicios ambientales, como la polinización, la purificación del agua y la regulación del clima también eran inagotables y se consideró la conservación como una barrera para el desarrollo. Pero es hora de plantear estrategias adecuadas que nos permitan manejar los recursos para satisfacer nuestras necesidades actuales sin causar severos daños ambientales, pues esto implicaría que las siguientes generaciones no pudieran satisfacer las suyas. Debemos actuar responsablemente, como lo establece el principio de desarrollo sostenible.

## **2.11 Inserción de las ciencias veterinarias en la producción sustentable**

La inserción se da en cuatro niveles:

- Producción animal
- Sanidad animal
- Tecnología de alimentos
- Educación

Producción animal

. Manejo de pastizales naturales

Los recursos vegetales naturales aportan a nivel mundial el 75% del alimento para la producción animal.

Ellos cubren la mayor parte del territorio nacional, tal como lo evidencian los pastizales de la pampa deprimida, del norte de Santa Fé o la vegetación natural de zonas áridas y semiáridas. Si bien tienen una productividad menor que las pasturas implantadas, son mucho más estables que estas, con lo que, con un buen manejo, se garantizan productividades constantes sin necesidad de depender de insumos (siembra, herbicidas, riego, etc.)

El mal manejo de estos recursos no sólo produce la desaparición de numerosas especies (pérdida de biodiversidad), el sobrepastoreo y la consiguiente erosión, sino que también genera una pérdida del valor forrajero del recurso vegetal.

El conocimiento elemental de la ecología y las pautas de manejo que de ella derivan (p. e. descansos, subdivisión de potreros, uso del fuego, etc.) permitirá al veterinario productor lograr un manejo racional de estos ecosistemas.

También le posibilitará comunicarse y trabajar conjuntamente con agrónomos u otros profesionales, a fin de garantizar planos de nutrición de sus animales bajo una perspectiva sostenible.

#### Consumo responsable: desarrollo sustentable

El consumo sustentable, además de un consumo amigable con el medio ambiente, implica aspectos como el de la viabilidad en todas las dimensiones sociales. No se pueden desligar los fenómenos ambientales de los sociales ni de los económicos, ya que las soluciones, como el problema mismo, son multifactoriales.

A través del consumo sustentable se “hace más y mejor con menos”, se incrementa la eficacia y eficiencia al momento de cubrir las necesidades sociales y, en consecuencia, se desvincula el progreso humano del crecimiento económico que conlleva degradación ambiental y social. En otras palabras, el “desarrollo sustentable [...] satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas”.

Para tener una mejor perspectiva del consumo sustentable, éste se puede contrastar precisamente con las mismas propuestas con las que a menudo se le relaciona y confunde. Por principio de cuentas, el consumo sustentable no propone un modelo de autoconsumo y autoproducción. La sociedad global en la que vivimos ofrece formas más eficaces para “hacer más y mejor con menos”.

No se trata de una moda verde que sirva para limpiar la imagen de procesos industriales sucios, como el greensumption, nombre que recibe este tipo de consumo ecológico superficial, el cual no ofrece las transformaciones estructurales del consumo sustentable.

Tampoco basta reemplazar nuestro consumo alimentario con el de productos orgánicos certificados porque, a pesar de que durante su elaboración se impacta menos el medio ambiente y de que contienen menos químicos nocivos, el incremento de su producción sería inviable.

El consumo sustentable surge cuando somos conscientes de los impactos que nuestras decisiones de consumo tienen sobre el medio ambiente. Es, entonces, una cuestión ética basada en la responsabilidad. Aunado a lo anterior, si se concibe el consumo sustentable integralmente, incluyendo los factores sociales, estaremos hablando de consumo responsable.

Un requerimiento básico del desarrollo sustentable y el consumo responsable es comprender que desarrollo económico no es sinónimo de progreso humano. La falacia del modelo económico actual está en presentar el crecimiento del consumo y de la producción y, por ende, de la economía en su conjunto, como signo de desarrollo social.

El indicador más claro del éxito de un país, en dichos términos, es el Producto Interno Bruto (PIB). No obstante, si un país incrementa su PIB, no aumenta automáticamente la calidad de vida de sus habitantes, no solo porque la distribución de la riqueza no está

medida en el PIB, sino porque la cantidad de bienes y servicios en una economía no nos dice nada sobre su utilidad y sus consecuencias en el bienestar de los habitantes.

Con el objetivo de construir herramientas teóricas que midan con precisión el desarrollo humano en varios factores, algunos investigadores han propuesto el Indicador de Progreso Genuino (Genuine Progress Indicator, GPI). Este indicador contempla las cuestiones de consumo y producción que abarca el PIB, además de que resta y deduce lo que corresponde a “la distribución inequitativa de los ingresos y los costos del crimen, la degradación ambiental, la pérdida de tiempo libre y de ocio”, y suma positivamente servicios no remunerados como el social, el trabajo voluntario y el doméstico.

Nuestro enfoque de desarrollo humano debe ampliarse lo suficiente, de forma que incluya tanto la cadena productiva completa, como aquellas actividades excluidas del PIB. De manera simultánea, para tomar decisiones responsables, el consumidor tendrá que aprender a observar el ciclo integral de vida de un producto y un servicio.

Un ejemplo puede ser la habitual taza de café que toma cualquier oficinista. Con base en lo expuesto, la primera pregunta obvia, aunque aparentemente contradictoria, puede ser: ¿cuánta agua se requiere para preparar una taza de café?

Acaso la respuesta inmediata e intuitiva es que solo se requiere una taza de agua. Sin embargo, no es así. Para preparar una taza de café se necesita el agua caliente en la que se disuelve el café, el agua con la que se regaron los cafetales, la que se utilizó para lavar e industrializar el producto, empaquetarlo y transportarlo, e incluso el agua requerida para lavar la taza después de que ha sido usada. En total, para una sola taza de café se necesitan hasta 140 litros de agua.

A esta aproximación que contempla el impacto de consumo de algún producto en las fases de extracción, transporte, producción, reciclaje, uso y desecho, se le conoce como análisis de sustentabilidad en el ciclo de vida (LCSA, Life Cycle Sustainability Assessment). A diferencia de otros enfoques que se concentran en un solo recurso (la huella de carbono para la cantidad de gases de efecto invernadero emitida, por ejemplo), el LCSA integra la cadena de valor del producto con las consecuencias sociales del proceso.

El análisis de la sustentabilidad en el ciclo de vida es una herramienta reciente que permite a las empresas e industrias optimizar recursos y prever impactos negativos de una forma práctica y, más aún, es un elemento vital en la educación para el consumo que permitirá cambiar hábitos no sustentables.

Ya que se tiene un panorama amplio sobre el costo real de la elaboración de un producto (como se vio en el ejemplo de la taza de café y su costo en términos de litros de agua), es más fácil imaginar la cantidad de recursos extraídos innecesariamente. Una solución posible a lo anterior, tal vez sería consumir menos, pero antes se debe reconocer que lo que se necesita de un producto y un servicio es su uso y no su posesión. En palabras de Kevin Kelly: “el acceso es mejor que la propiedad”.

Esa frase contiene la solución que propone el consumo colaborativo ante los objetos desperdiciados y los recursos derrochados. En otras palabras, para acceder a la utilidad que proporciona un objeto, no es necesario poseerlo. Además de comprarlo, hay otras opciones para hacer uso de un producto: alquilarlo, prestarlo o pedirlo prestado, y compartirlo. Incluso, aunque lo mejor sea comprarlo, no es necesario adquirir un objeto nuevo. En ocasiones basta con rehabilitar un objeto descompuesto o conseguir uno de segunda mano. Las necesidades reales de tener un objeto nuevo y de propiedad exclusiva son pocas.

El consumo colaborativo se puede explicar como “la manera tradicional de compartir, intercambiar, prestar, alquilar y regalar redefinida a través de las tecnologías y las comunidades”. Y no consiste en regresar a un tiempo idílico en el que las relaciones económicas estaban fundamentadas, ante todo, en la confianza. Se trata de explorar nuevas formas de convivencia, intercambio y hasta de negocio gracias a la hiperconectividad que nos proporcionan medios como las redes sociales virtuales y los teléfonos celulares.

El consumo colaborativo tiene tres ejes: 1) un sistema económico basado en el uso del producto y no en su posesión; 2) un mercado de redistribución: llevar objetos de un lugar donde ya no se necesitan a otro en el que se requieren, de manera gratuita o a través de la venta; y 3) un estilo de vida colaborativo, donde se dé el intercambio de bienes intangibles como tiempo y habilidades, entre otros.

En el espíritu del consumo colaborativo, a las Tres R de saber Reducir, Reutilizar, Reciclar, que la organización Greenpeace ha popularizado en sus campañas de consumo sustentable, se pueden agregar otras dos: Reparar lo dañado y Redistribuir lo desaprovechado.

De acuerdo con lo ya expuesto, si las comunidades se organizan para adquirir objetos cuya propiedad sea colectiva o para compartir o alquilar un producto o servicio, entonces se beneficiarán al tener un modelo totalmente sustentable y una menor disipación de recursos.

Una acción concreta para construir estas comunidades fuertes y organizadas es cambiar la naturaleza de nuestras ciudades. Desde hace años, urbanistas de todo el mundo han propuesto que se diseñen espacios que favorezcan la densificación poblacional, es decir, que se privilegien las construcciones verticales para que, entre otros beneficios, el costo de servicios públicos como agua potable, drenaje y alumbrado, se minimice y las distancias de transporte se reduzcan.

Una ciudad con menores distancias potencia el tiempo libre de sus habitantes (menos embotellamientos viales y desplazamientos más rápidos para actividades cotidianas); también se optimiza el uso de recursos energéticos.

La mayoría de los vehículos utiliza combustibles fósiles, lo cual es imposible de sostener a largo plazo. Según la Agencia Internacional de Energía, hacia el 2020 se alcanzará el pico del petróleo, es decir, la cantidad de petróleo que se podrá extraer comenzará a disminuir exponencialmente. Además, un consumo responsable exige que los desplazamientos sean menos contaminantes y más eficientes.

Por eso es urgente decarbonizar nuestro sistema energético, diversificar las fuentes de energía y promover un consumo responsable a través de campañas de ahorro, incentivos a la innovación tecnológica y reducción de subsidios a los combustibles no renovables.

Son varias las opciones para la producción de energía a partir de recursos renovables. Una de ellas es la solar. En el mundo se ha incrementado la generación de energía a través del calor del sol que impulsa un generador eléctrico, o por la transformación de su luz en electricidad mediante celdas solares.

Una alternativa es la energía eólica que, si se utiliza de forma eficiente, proporciona cinco veces la energía total obtenida de las otras fuentes existentes; por eso y por su disponibilidad, hoy en día es una de las energías más difundidas y más económicas en todo el mundo.

La energía proveniente del interior del planeta, la geotérmica, puede igualar a toda la energía producida en conjunto por el petróleo, el carbón y el gas. Es importante destacar que este tipo de energía prácticamente no produce emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Otra fuente de energía que ha causado controversia debido a su origen es la nuclear. Los argumentos a su favor pueden ser convincentes, porque medio kilogramo de uranio genera tanta energía como mil 500 toneladas de carbón.

No obstante, los riesgos que entraña este tipo de energía no se han podido controlar, por lo que el apoyo para su desarrollo se ha visto afectado. La energía biomasa, generada a partir de una variedad de materias primas de origen vegetal, como residuos de árboles, cultivos de maíz, caña de azúcar, pastos o desechos urbanos, agrícolas e industriales, es una de las más prometedoras, porque se puede utilizar para obtener electricidad y biocombustibles, principalmente para automóviles. De hecho, la mayor parte del biocombustible actual se hace a través de granos y otros cultivos como la caña de azúcar. Si continúa esa tendencia, el encarecimiento de dichos productos, normalmente destinados a satisfacer las necesidades alimentarias, hará inviable esta alternativa.

Por último, un aspecto que no se puede dejar de lado es la alimentación. Existen muchos hábitos de consumo que replantearse. En “un planeta de gordos y de hambrientos”, es necesario explorar nuevas formas de suplir las necesidades nutrimentales de la población mundial con los recursos limitados que tenemos para producir alimento (principalmente, territorio cultivable y agua de riego escasos). Es un hábito de consumo característico de la clase media incrementar las porciones de proteína animal en la dieta cotidiana.

Sin embargo, hay maneras sanas y equilibradas, tanto con el organismo del consumidor como con el medio ambiente, de satisfacer las necesidades proteínicas. Una hamburguesa estándar, por ejemplo, de acuerdo con la cantidad promedio de hectáreas y agua que requieren los granos que alimentan a las reses, no cuesta cuatro dólares (precio promedio), sino hasta 200 dólares.

## **UNIDAD III IMPACTO AMBIENTAL**

### **3.1 Impacto ambiental**

Desde el inicio de la era industrial hasta hace pocos años, las sociedades creían a ciegas en la doctrina del crecimiento económico exponencial, que se basaba en las posibilidades ilimitadas de la Tierra para sustentar el crecimiento económico. Pero hoy sabemos que nuestro planeta no es capaz de soportar indefinidamente el actual orden económico internacional, que los recursos naturales no son bienes ilimitados y que los residuos sólidos, líquidos o gaseosos de nuestro sistema de vida, conllevan un grave riesgo para la salud del planeta.

Las acciones negativas de los sistemas productivos sobre el ambiente, se han ejercido desde diferentes niveles, por ejemplo:

- 1) Sobreutilización de recursos naturales no renovables.
- 2) Emisión de residuos no degradables al ambiente.
- 3) Destrucción de espacios naturales
- 4) Destrucción acelerada de las especies.

Desde los 70 se aceleró la conciencia ecológica, y la sociedad comenzó a entender que el origen de los problemas ambientales se encontraba en los procesos productivos mal planificados y gestionados; y es precisamente mediante la transformación de tales sistemas como se puede mejorar el medio ambiente.

#### **Definición de Impacto ambiental**

Comprende los cambios o modificaciones que afectan al ambiente, ocasionados por determinadas obras, acciones o servicios del hombre, con implicaciones ambientales o eventos ocasionales de la naturaleza, con efectos en la calidad ambiental y de vida, y en el aprovechamiento de los recursos naturales.

El impacto no implica adversidad, ya que éste puede ser tanto negativo como positivo, la importancia del impacto dependerá de su intensidad, duración, permanencia, magnitud, y de los efectos en el ambiente.

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorables o desfavorables, en el medio o con alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Un ambiente está impactado cuando una actividad produce una alteración en el sistema ecológico. Esta alteración puede ser originada por una actividad económica, un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicancias ambientales. En este sentido lo que hay que tener en claro es que el término impacto no significa en absoluto negatividad, ya que las respuestas del ecosistema pueden ser tanto positivas como negativas.

Por tanto, el impacto ambiental es el efecto que las acciones del hombre o de la naturaleza causan en el ambiente natural y social. Pueden ser positivas y negativas.

La cultura precolombina trataba en lo posible no afectar el ambiente, pues protegía sus laderas de las erosiones y huaycos con un sistema de andenes.

### **3.2 Estudios de impacto ambiental**

Es el Proceso de Análisis multidisciplinario, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra o proyecto sobre el medio, procurando reducir los Impactos negativos que sean previsibles.

A través del estudio del impacto, se presenta el proyecto, en el cual se identifican ubicación, vías de comunicación, datos generales, la descripción del medio físico, planos del proyecto, los impactos ocasionados a raíz del avance del proyecto, medidas de prevención o corrección, criterio de abandono y vida útil del proyecto.

## Evaluación de Impacto Ambiental.

Es un conjunto de técnicas que tienen como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos, de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza. Esta actividad tiene que ver con las Ciencias Sociales (Economía, Sociología, Geografía, etc.) con el ámbito de las Ciencias Naturales (Geología, Biología, Química, etc.), con la gestión de empresas, etc.

La evaluación pretende reducir al mínimo nuestras intrusiones en el ecosistema, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, reconociendo que no sabemos realmente lo que la pérdida de cualquier especie puede significar para el equilibrio biológico.

En la evaluación del estudio de Impacto Ambiental, se engloban diversos procesos, como son:

1. Procedimientos jurídico-administrativos.
2. Análisis del estudio de impacto ambiental.
3. Confirmación de la veracidad del estudio.
4. Valoración de la mitigación de los impactos.

Obras o actividades que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental, ante la autoridad correspondiente.

La preocupación por los efectos de las acciones humanas surgió en el marco de un movimiento cuyo origen se basa en la conservación de la naturaleza salvaje, lo que ahora se conoce como "medio natural". Progresivamente esta preocupación se extendió en mantener la salud y bienestar humano, afectados a menudo negativamente por el desarrollo económico y urbano; ahora nos referimos a esta dimensión como "medio social".

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. A lo largo de las dos últimas décadas ha logrado constituirse en una de las herramientas esenciales para prevenir, mitigar y restaurar los daños al medio ambiente y a los recursos renovables del país y ha evolucionado con el propósito de garantizar un enfoque preventivo que ofrezca certeza pública acerca de la viabilidad ambiental de diversos proyectos de desarrollo.

La evaluación del impacto ambiental tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual considera como instrumentos de la política ambiental a los siguientes:

- Planeación ambiental.

- Ordenamiento ecológico del territorio.
- Instrumentos económicos.
- Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
- Autorregulación y auditorías ambientales.
- Investigación y educación ecológicas.

La LGEEPA define en su artículo 3° al impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza”. Además, señala que el desequilibrio ecológico es “la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos”. Indica, asimismo, que la manifestación de impacto ambiental es “el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”.

### **3.3 Impactos sobre el medio natural.**

Son causados por las guerras, por el crecimiento demográfico y económico. Suelen causar la pérdida de la biodiversidad, con el empobrecimiento de los ecosistemas, extinción de especies y la devastación natural.

a).- Impacto ambiental a nivel mundial. La mayor parte de la energía utilizada proviene del petróleo y del gas natural. La contaminación de los mares con petróleo es un problema en el cual se han tomado medidas técnicas y legales internacionales para evitar o disminuir el problema.

Los derrames de petróleo en los mares, ríos y lagos producen contaminación ambiental: daños a la fauna marina y aves, vegetación y aguas. Además, perjudican la pesca y turismo de las playas. Se estima que en escala mundial, 1500 millones de galones de petróleo crudo o derivados son derramados.

Otras de las fuentes alternativas de energía desarrollada es la radioactiva que genera desechos radioactivos, provenientes de las reacciones nucleares, o de yacimientos de minerales radioactivos, de las plantas donde se refinan estos minerales, y de las generadoras de electricidad. Todavía no se conoce un método para eliminar estos desechos sin riesgo para el hombre.

b).- Impactos ambientales de la guerra y el uso bélico del uranio. Los gobiernos no han dimensionado los impactos ambientales generados por las guerras modernas. Los

incendios en 500 pozos de petróleo en la guerra del Golfo lanzaron a la atmósfera 3 millones de toneladas de humo contaminante, provocando enfermedades respiratorias a millones de personas en 4 países. Cuando cada bomba explota, genera temperaturas sobre 1000°C, lo que junto a la fuerza explosiva no sólo aniquila infraestructura, flora, fauna y personas, sino destruye los suelos, que no se regeneran.

c).- Impactos sobre el medio social. Los impactos sobre el medio social afectan a distintas dimensiones de la existencia humana. Se pueden distinguir:

Efectos económicos: Aunque suelen ser positivos desde el punto de vista de quienes los promueven, pueden llevar consecuencias negativas a la población más desprotegida.

Efectos socioculturales: En países donde los políticos son débiles o corruptos, el primer paso de los promotores de una iniciativa económica es la destrucción de las instituciones locales, por la introducción del alcoholismo o la dependencia económica, por ejemplo, distribuyendo alimentos hasta provocar el abandono de los campos.

Los efectos culturales negativos, como la destrucción de yacimientos arqueológicos por obras públicas.

Efectos tecnológicos: Innovaciones económicas pueden forzar cambios técnicos. Así, por ejemplo, la expansión de la agricultura industrial causa pérdida de saberes tradicionales y dependencia industrial, comercial y de distribución.

Efectos sobre la salud: La contaminación atmosférica sigue siendo una causa mayor de morbilidad. La contaminación del agua subterránea en Bangladesh, ocasiona que millones sufran de intoxicación grave por arsénico, por la expansión de los regadíos.

d).- Impactos sobre el sector productivo. La degradación del medio ambiente incide en la competitividad del sector productivo a través de la falta de calidad intrínseca a lo largo de la cadena de producción, y de mayores costos derivados de las acciones de limpiar ambientes contaminados; también afectan la competitividad, la inestabilidad del marco regulatorio ambiental y la poca fiscalización por parte de las autoridades, lo cual conduce a incertidumbre jurídica y técnica. Esto puede influir en costos adicionales que deben incurrir las empresas para demostrar que los productos o servicios son limpios o generados amigablemente con el medio ambiente.

### **3.4 Deterioro Ambiental**

Se refiere al daño progresivo causado por el hombre, en mayor o menor grado, de uno o varios de los componentes del medio ambiente (por ejemplo, el aire, el suelo, el agua, etc.) Este daño se ha visto más acentuado en los 2 últimos siglos debido a la sobrepoblación, al desarrollo Industrial y de nuevas tecnologías, la quema de combustibles fósiles y la alteración del medio ambiente.

Destrucción progresiva de la capa de ozono

El ozono ( $O_3$ ) es un importante componente natural de la estratosfera. El ozono en la estratosfera, de manera natural se encuentra en cantidades más bien escasas entre los 10 y 50 kilómetros de altura sobre el nivel del mar. En esas alturas está más concentrado entre los 20 y 25 kilómetros, segmento que se le llama comúnmente, capa de ozono.

El ozono se forma en la estratosfera cuando la radiación ultravioleta (UV) de alta energía desdobra las moléculas de oxígeno normal ( $O_2$ ) en oxígeno atómico (O). El oxígeno atómico liberado puede, entonces, combinarse con moléculas de oxígeno normal para formar la forma triatómica del ozono. Bajo condiciones naturales, el ozono está formándose en la atmósfera siendo producido por varias reacciones. La molécula de ozono puede absorber luz ultravioleta y desdoblarse en  $O_2$  y en O. Este oxígeno atómico O puede combinarse con  $O_2$  para formar ozono de nuevo, combinarse con otra molécula atómico para formar  $O_2$  o combinarse con cualquier otra sustancia cercana que ande en la estratosfera.

Si no tomáramos en cuenta la emisión de gases que produce el género humano, existiría un equilibrio dinámico entre la producción y la destrucción del ozono.

La cantidad de ozono en la estratosfera es pequeña, tan pequeña que si lo precipitáramos al nivel del mar apenas formaría sobre la superficie terrestre una capa de unos 3 milímetros de espesor. Sin embargo, ese poco ozono estratosférico es esencial para la preservación de las formas actuales de vida sobre la superficie terrestre.

La capa de ozono actúa como coraza protectora que absorbe la peligrosa radiación ultravioleta B. Cuando una molécula de ozono es golpeada por las ondas de luz ultravioleta B (UV-B), absorbe la energía contenida y se fotodisocia en O y en  $O_2$  liberando al mismo tiempo calor. Esto logra que la radiación ultravioleta no llegue a la superficie de la Tierra y también causa una inversión de la temperatura en la estratosfera que ayuda a mantener relativamente estable las condiciones climáticas sobre y cerca de la superficie terrestre.

La capa de ozono estratosférica ha permanecido en equilibrio dinámico durante eternidades. A principios de la década de 1970 se descubrió que la concentración de la capa de ozono disminuía continuamente, como consecuencia de diversas actividades del género humano, es decir, la humanidad ha estado arrojando enormes cantidades de sustancias que destruyen al ozono, especialmente una clase de sustancias llamadas clorofluorocarbonos (CFC's).

Entre 1973 y 1974 los científicos Sherwood Rowland y el ingeniero químico mexicano Mario Molina descubrieron el efecto de la acumulación en la estratosfera de los CFC's en la capa de ozono. Por estas investigaciones ambos científicos se hicieron merecedores del Premio Nóbel de Química, pero, hasta 1995.

A los pocos años el tema de la destrucción de la capa de ozono era una controversia a nivel mundial. Las grandes empresas transnacionales que fabricaban estas sustancias negaban ser los causantes de tal destrucción del ozono. Mientras que diversos grupos

ciudadanos conscientes de ese deterioro ambiental planteaban en todos los foros civiles y oficiales las señales de alerta acerca de conservar la capa de ozono, aún y a pesar de se generaran problemas financieros a dichas empresas o a los países productores de CFC's. Se consideró un logro de todos los grupos activistas cuando en 1978 en los Estados Unidos se prohibió el uso de los CFC's como expulsor de los aerosoles ("sprays" fijadores de pelo, en pinturas, lacas, desodorantes, perfumería, etc.). Este logro sólo era parcial pues no se prohibió el uso total de los CFC's, sino solamente en uno de los productos (como los propelentes de los aerosoles) donde se usaba esta sustancia. Poco después, se detectó y se hizo público la existencia de un hoyo en la capa de ozono sobre la Antártica, o como lo dijo Carl Sagan: ahora "falta un pedazo de cielo".

¿A quién puede importarle todo esto? Allá arriba, en el cielo, algunas moléculas invisibles son destruidas por otras moléculas invisibles elaboradas aquí en la Tierra. ¿Por qué deberíamos preocuparnos? Porque el ozono es nuestro escudo contra la luz ultravioleta del Sol.

¿Cómo se ha destruido la capa de ozono?

La destrucción de la capa de ozono empezó en 1928 cuando ingenieros de la General Motors sintetizaron una nueva sustancia que reemplazaba al dióxido de sulfuro y amoniaco como refrigerantes básicos. A esta nueva clase de sustancias se les dio el nombre comercial de "freones" y químicamente forman parte del grupo de clorofluorocarbonos (CFC's). Estas sustancias fueron consideradas como un éxito tecnológico, pues según decían era muy seguro, pues no eran combustibles, no eran corrosivos, inertes, y no son tóxicos; características que los hacían ideales para muchos usos industriales. Se utilizaban como refrigerantes en los aires acondicionados de viviendas, de automóviles y de los refrigeradores domésticos. Además, se pusieron de moda como propulsores del contenido de los aerosoles, y en la elaboración de paneles aislantes como el unicel para fabricar casetones en la construcción de techos, hieleras, extinguidores de incendios, inhaladores farmacéuticos para asmáticos y muchos otros productos como los plásticos. Se usaba como disolvente y agente limpiador.

La estabilidad química de los CFC's les ha permitido flotar y acumularse durante mucho tiempo en la atmósfera y dado su pequeño peso, ascender paulatinamente hasta la estratósfera donde está la capa protectora de ozono que encuentra y la destruye.

La cantidad de CFC's fue aumentando con los años, pues mientras en 1950 se produjeron 50 mil toneladas de freones, en 1976 se producían 725 mil toneladas. Se calcula que cuando menos un 90% de esas sustancias fueron a parar a la atmósfera inmediatamente después de su uso. El 10% quedó en recipientes o en los refrigeradores que no fueron perforados. En total se calcula que han sido arrojados a la atmósfera, 20 millones de toneladas de freones o CFC's. Estas sustancias no se disuelven en agua, es decir, no los arrastra la lluvia, por lo que flotan hasta llegar hasta la estratósfera.

Ya en la estratósfera, la radiación ultravioleta rompe la molécula del CFC y libera cloro atómico. Este cloro atómico es muy reactivo y le quita un oxígeno al ozono, dejándolo como O<sub>2</sub>.

Esta molécula de oxígeno también es afectada por las radiaciones ultravioleta produciendo dos átomos de oxígeno libre. La molécula de monóxido de cloro (ClO) que es muy reactiva reacciona con el oxígeno atómico libre para formar de nuevo oxígeno molecular y cloro atómico, que de nuevo destruye el ozono en una interminable reacción en cadena. Solamente hay una manera de parar esta reacción en cadena, es por medio de la lluvia que disuelve al cloro y ayuda a eliminar dicho cloro de la atmósfera.

De acuerdo con los cálculos de Molina y Rowland la disminución del ozono debido a los CFC's amenaza la existencia de vida en el planeta. Ellos y otros muchos ambientalistas pugnaron por una prohibición de los CFC's. Era claro que las grandes compañías fabricantes de estas sustancias iban a resultar supuestamente afectadas, y por consecuencia, se opusieron. Aún así el uso de los CFC's fue prohibido como agente propelente en aerosoles. Poco tiempo después, entre 1983 y 1985, se demostró que existía un hoyo en la capa de ozono sobre la Antártica, tan extenso como la superficie de los Estados Unidos, y que fue causada por el cloro que contiene los clorofluorocarbonos. Las deducciones científicas publicadas y defendidas por Mario Molina y Sherwood Rowland, quedaron plenamente demostradas.

La acción internacional pronto se dejó notar. En 1985 representantes de cerca de una docena de países se reunieron para considerar que se podría hacer para proteger la capa de ozono. Después de varios llamados a los gobiernos y reuniones se culminó con el acuerdo entre 24 países industrializados llamado el Protocolo de Montreal, donde se acordó congelar la producción de los CFC's (referido a la producción de 1986) y gradualmente reducirla hasta un 50% para los años de 1999. No fue suficiente, pues el agrandamiento del hoyo en la Antártida y el adelgazamiento de la capa de ozono en el hemisferio norte, exigía medidas más drásticas. Es necesario decir que el Protocolo de Montreal no tomaba en cuenta otras sustancias que también destruyen el ozono como el metil cloroformo y el tetracloruro de carbono.

Hoy en día, el Protocolo de Montreal es reconocido como uno de los esfuerzos internacionales más exitosos para proteger el medio ambiente mundial, con 189 países que forman parte de este acuerdo internacional y tienen el compromiso de eliminar todas las sustancias que agotan la capa de ozono, siguiendo estrictos calendarios. México ha sido un activo promotor del Protocolo de Montreal.

En la zona Ártica la reducción de ozono llega al 10%. En otros lugares como Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Sudamérica, las pérdidas del ozono van del 3 al 10%. En Norteamérica, Europa y grandes porciones de Asia el decremento en la capa de ozono llega al 14%.

Los científicos estiman que la capa de ozono va a seguir adelgazándose hasta cuando menos el año 2050, resultando una pérdida de ozono que pueda alcanzar la cifra del 30% global. En esta tardanza intervienen varios factores: uno es que los CFC's se siguen produciendo en algunos países, un segundo factor es que los CFC's tienen una vida media entre 75 y 110 años.

Una pequeña cantidad de luz ultravioleta es necesaria para bienestar de los humanos y otras especies. La luz ultravioleta promueve la producción de la vitamina D en los humanos, y en pequeñas cantidades, actúa como un germicida para controlar poblaciones de microorganismos. Sin embargo, si se sigue elevando la incidencia de la radiación ultravioleta tipo B a la superficie de la Tierra puede tener numerosos efectos adversos en la salud del humano y otras especies y también puede causar la degradación de algunos materiales no vivos. Por cada 1% de destrucción de la capa de ozono, la intensidad de la radiación ultravioleta B se incrementa un 2%.

El problema más ampliamente mencionado por el aumento de la radiación ultravioleta es el incremento de cáncer de piel y producción de cataratas en los humanos. El ADN, molécula informativa de nuestros rasgos hereditarios es extremadamente sensible y puede ser dañado por la radiación UV-B. Un 10% en la destrucción del ozono puede llevar a un incremento del 26% de un tipo de cáncer de piel.

Sin embargo, hemos oído hablar de que el ozono es un contaminante, y esto se debe al hecho de que al ozono también lo encontramos en las capas bajas de la atmósfera como uno de los principales contaminantes a nivel superficial del planeta. Hay una cantidad de ozono que es producido por industrias y por automóviles y que se expulsa a las capas bajas de la atmósfera, es decir, a la troposfera (la capa atmosférica que está debajo de la estratosfera y por encima de la superficie terrestre) y que ayudan inadvertidamente a absorber radiación ultravioleta protegiendo a la superficie de dichas radiaciones. Sin embargo, por ser el ozono muy reactivo forma parte del smog fotoquímico y oxida todo lo que encuentra a su paso.

### **3.5 Calentamiento global**

El efecto invernadero

El Sol es la principal fuente de energía para la Tierra y, dada su temperatura de alrededor de 5 500°K, la radiación que emite es principalmente de onda corta. La atmósfera terrestre es casi transparente, esto es, no refleja este tipo de radiación, con excepción de

las nubes, la nieve y el hielo que son reflejantes. De toda la radiación que llega a la capa exterior de la atmósfera, sólo el 70% alcanza a calentar la superficie.

Las ondas cortas de alta energía de la radiación solar que se emiten desde el Sol, llegan a la Tierra. Sólo una fracción de esas radiaciones entrantes es reflejada por la atmósfera hacia el espacio; sin embargo, la mayor parte de esa radiación entrante alcanza a pasar a través de la atmósfera absorbiéndose como calor. La Tierra se calienta y, como cuerpo caliente, emite radiación de onda larga (alrededor del infrarrojo) o radiación térmica. La radiación infrarroja pasa entre la atmósfera, pero en lugar de ser irradiada hacia el espacio, mucha de ella se absorbe por la atmósfera y la vuelve a radiar hacia la superficie. Este fenómeno ocurre a causa de que los gases componentes de la atmósfera, conocidos como gases invernadero como el vapor de agua, bióxido de carbono, metano y óxidos nitrosos son capaces de atrapar parte de esa radiación infrarroja que sale desde la superficie de la Tierra para reenviarla en todas direcciones.

De esta manera los gases atmosféricos o de invernadero actúan como un filtro en un solo sentido, permitiendo pasar la energía solar, pero no permite al calor infrarrojo que se escape a la misma velocidad. Este proceso es parecido al que se da en los invernaderos de la agricultura que se usan en las estaciones frías, pues dejan pasar la luz del Sol, pero detienen, en parte, la radiación de calor de las ondas largas que tratan de disiparse. Aún en un día muy frío sólo se necesita que brille el Sol, para que en un invernadero la temperatura sea más cálida que en el exterior.

Como resultado de este complejo de radiaciones, hay más energía disponible en la Tierra, lo cual es causante de la elevación de la temperatura cercana a la superficie, y puesto que un objeto a mayor temperatura produce más energía, se irradia más de esta hacia el espacio hasta compensar la que llegó del Sol, con el fin de lograr un equilibrio a largo plazo.

Si no existiera una atmósfera con gases de efecto invernadero, la temperatura promedio sería alrededor de 35°C más fría y, a no ser por el efecto invernadero natural de la atmósfera, la temperatura global promedio sería de alrededor de 17°C bajo cero. Existe

un equilibrio natural que no permite que la temperatura sea demasiado alta ni baja. Sin embargo, se ha demostrado que la intervención de la humanidad al emitir y acumular excesivamente gases provenientes de la combustión en automóviles, industrias e incendios, altera esos equilibrios naturales llevándonos a un calentamiento que no sólo tiene efectos en los lugares que se producen, sino que se extienden a todo el resto del mundo, es decir, alcanzan una dimensión verdaderamente global.

El gas de invernadero mejor conocido es el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El bióxido de carbono es exhalado por los seres vivos, incluyendo a las plantas. Son las plantas las que, a su vez, vuelven a tomar bióxido de carbono para realizar la fotosíntesis. Una pequeña cantidad de bióxido de carbono es necesaria para la vida en la Tierra. Sin este gas la Tierra fuera demasiado fría como para poder sostener a los seres vivos, y además, las

plantas no tendrían el insumo necesario para fotosintetizar. Por otra parte, un exceso de bióxido de carbono causaría un sobrecalentamiento de la Tierra. Este exceso de bióxido de carbono lo produce el ser humano como consecuencia de sus actividades donde se consumen combustibles como la gasolina, gas doméstico, diesel, el carbón mineral y la leña, además de las quemazones de basuras y rastrojos de la agricultura.

La concentración de bióxido de carbono en la atmósfera está aumentando inexorablemente. Se calcula que en 1850, la concentración de este gas era de 250 partes por millón (ppm). En el año 2004 se calculó que llegaba a 376 ppm. Esta concentración sigue aumentando, pues en el 2009 alcanzó las 390 ppm. Este aumento de la concentración es resultado de que la humanidad entera lanza a la atmósfera 22 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalentes a seis mil millones de toneladas de carbón puro, cada año.

Además del CO<sub>2</sub>, existen otros gases invernadero, entre ellos se cuenta a los CFC's que son los mismos que ya se mencionaron en la destrucción de la capa de ozono, al metano (gas natural CH<sub>4</sub>), al ozono troposférico y a los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). El metano está presente en la atmósfera en una proporción de la quinta parte de CO<sub>2</sub>, sin embargo, es cerca de 30 veces más eficiente para capturar calor radiante. Es un gas de ocurrencia natural que ha estado presente en la superficie terrestre desde su formación. El metano es producido por varias fuentes, entre las que se pueden mencionar a las bacterias metanógenas. Se produce metano en las minas. Las termitas también producen metano y muchos animales, como los rumiantes lo producen en el tracto digestivo. Entre más vacas se reproduzcan y se engorden en el mundo, más metano se producirá cuyo destino es la atmósfera.

Comparativamente, los gases de óxidos nitrosos son los que existen en menor proporción, sin embargo, no son despreciables pues son los que producen la lluvia ácida. Los óxidos de nitrógeno son formados en la descomposición de fertilizantes químicos, cuando se quema el carbón mineral y al quemar cualquier combustible.

En general, se puede concluir que los científicos que han estudiado este problema no tienen duda de que el calentamiento global es real y que cambiará la distribución de los recursos en la Tierra. No hay duda, además, de que la concentración de los gases invernadero está incrementándose dramáticamente a causa de las actividades del hombre. Estos gases invernadero atrapan el calor que puede incrementar la temperatura de la superficie terrestre. También se reconoce que cuando la Tierra se calienta, el calentamiento es desigualmente distribuido, pues en las altas latitudes se calienta más que en las bajas latitudes y, el cambio menor se da en el ecuador. Si el aumento de la temperatura es suficientemente grande, el nivel del mar seguramente se elevará debido a la expansión térmica de los océanos y probablemente por el deshielo de los casquetes polares. Se predice que el nivel del mar aumentará cuando menos unos 48 centímetros para el año 2100, lo cual tendría efectos desastrosos en los asentamientos humanos por inundaciones y en muchos ecosistemas.

## Consecuencias del calentamiento global

Al tiempo de que la Tierra se caliente, los patrones climáticos pueden alterarse y en algunos lugares estas condiciones climáticas pueden convertirse en violentas. Las corrientes de aire frío pueden desplazarse de tal manera que, regiones que han sido tibias pueden experimentar olas de fríos y tormentas invernales. Las masas de aire frío son desplazadas desde el ártico.

La circulación atmosférica en corto tiempo es lo que llamamos el estado del tiempo, y el clima es causado, a largo plazo, por el calentamiento diferencial de las masas de aire de la superficie de la Tierra. Al ser retenido mayor cantidad de calor, más aire se moverá a través de la superficie de la Tierra, produciendo vientos, choques de calor y frentes fríos y generalmente más violentas las condiciones del tiempo. Los huracanes, tornados y otras tormentas peligrosas pueden incrementar su intensidad. No sólo cambiarían los patrones de circulación atmosférica, sino las corrientes del océano se modificarán.

### 3.6 Contaminación

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define contaminación como la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico; y define contaminante como toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Podemos decir que un desequilibrio puede suscitarse por la adición de elementos nuevos al medio o por el exceso o deficiencia de aquellos que normalmente existen y que ello repercutirá en la entropía del sistema.

Por el comportamiento fisicoquímico que tienen los diferentes estados de la materia es común referirse a contaminación atmosférica del agua y del suelo. Como sabes, esto no implica que los contaminantes se viertan en una de las esferas únicamente o permanezcan en ella. A través de los ciclos biogeoquímicos se movilizarán de una esfera a otra respetando siempre un equilibrio químico y las leyes de la termodinámica, incluyendo la liberación de moléculas de alta entropía: CO<sub>2</sub>, vapor de agua y calor.

Considerar la dinámica de la materia y reconocer estos cambios de estado y estructura química es muy importante, pues en ocasiones la sustancia que viertes al ambiente no es contaminante; sin embargo al mezclarse con otras sí lo es, entonces se habla de un contaminante secundario. Por ejemplo, el ozono (O<sub>3</sub>) se forma cuando los hidrocarburos (HC) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) se combinan en presencia de luz solar; el NO<sub>2</sub>, que se forma cuando se combina NO con oxígeno en el aire; y la lluvia ácida, que se forma cuando el dióxido de azufre o los óxidos de nitrógeno en la atmósfera reaccionan con el agua.

Si consideramos que los gases reaccionan con gran rapidez, los contaminantes que se depositan en la atmósfera tendrán mayor posibilidad de generar nuevos compuestos que fácilmente pueden ingresar a la litosfera y a la hidrosfera. Por ello se habla más de la contaminación atmosférica y es para ésta que se han realizado más políticas y desarrollos tecnológicos.

Como contaminantes atmosféricos encontramos compuestos de carbono, azufre, nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno; es decir, mezclas que se integran fácilmente en los principales ciclos biogeoquímicos.

La contaminación al afectar el medio ambiente lo hace de manera compleja y de distinta manera a sus componentes principales: suelo, agua y atmósfera, pero podemos estudiar la contaminación específica de cada elemento del medio ambiente y como puede transmitirlas a los otros elementos que componen el medio ambiente.

Entonces debido a la complejidad de las interacciones de las contaminaciones, es correcto enfocar el estudio en el elemento más perjudicado y luego investigar su interrelación con los otros.

En una industria que tenga emisiones gaseosas, efluentes y residuos sólidos, puede contaminar los tres elementos del medio ambiente. Es evidente que las emisiones gaseosas contaminan primero la atmósfera, pero durante el transporte, generalmente termina cayendo sobre el suelo o el agua, llegando así el contaminante a los otros elementos.

Hay que tener en cuenta que los contaminantes originales interaccionan con el medio que los transporta, por lo que al suelo y al agua suelen llegar otros contaminantes. Con esto quiero destacar que cuando estemos estudiando un contaminante específico en un elemento (en este caso atmósfera), debemos tener muy en cuenta las posibles transformaciones para poder tener un listado de probables contaminantes que debemos buscar en el suelo o agua.

Continuando con la industria, tomemos los efluentes que emite. Estos contaminan directamente el agua, pero dependiendo de los contaminantes que contiene el efluente, parte de estos se pueden volatilizar y pasar a la atmósfera y parte puede sedimentarse en el lecho del curso de agua y contaminar el suelo.

Si continuamos con los residuos sólidos, estos suelen ser depositados en lugares específicos dentro de la misma industria o transportados a lugares de tratamiento o disposición final. En ambos casos, el principal elemento contaminando es el suelo, pero por acción del viento y el calor, parte de estos residuos se esparcen en la atmósfera en forma de vapores o material particulado.

Asimismo, por acción de la lluvia, si los residuos están depositados a cielo abierto, se lavan los residuos generando contaminantes que a través de la escorrentía del agua de lluvia o por los desagües llegan a los cursos de agua contaminándolos.

Otra de las formas de contaminar es que por acción de la lluvia o por el lixiviado de los líquidos propios los contaminantes pueden pasar al suelo y por intermedio de estos a las aguas subterráneas.

### 3.7 Deforestación

A través de la historia, las civilizaciones han utilizado la madera de los bosques para construir barcos y viviendas o como combustible, pero también talado los mismos bosques para abrir espacio para la agricultura, para ampliar las zonas ganaderas o para el desarrollo urbano.

La pérdida de superficie forestal se ha acelerado en el mundo dramáticamente en décadas recientes. En nuestro país el sistema de agricultura nómada o itinerante ha contribuido a la deforestación, ya que el fuego que se inicia para estos propósitos frecuentemente arde fuera de control.

Al perder los árboles se altera el sistema global: los organismos que basan su subsistencia en ellos desaparecen y alteran las cadenas alimentarias de las que forman parte, y las personas que basan su economía en el bosque pierden su sustento.

Para comprender el severo impacto de la tala, analicemos el papel que los árboles tienen en el reciclado y transporte de nutrientes a través de los ciclos biogeoquímicos. Como recordarás, por la transpiración los árboles son elementos clave en el ciclo del agua y consecuentemente en la regulación del clima del planeta. Son ellos los que transforman el dióxido de carbono en oxígeno; mantienen la fertilidad del suelo y retienen el agua en la superficie de la litosfera, donde es utilizada en la mayor parte de los ciclos biogeoquímicos.

A nivel internacional, reconociendo el gran impacto mundial que produce la deforestación, se creó en 1993 el Consejo de Manejo Forestal (FSC, por las siglas en inglés de Forest Stewardship Council). Ésta es una más de las iniciativas que surgieron a partir de la Reunión de Río de 1992; se trata de un foro que concentra los acuerdos mundiales de manejo forestal responsable y en el que se encuentran soluciones para las presiones ambientales de los bosques. El FSC otorga un certificado a los productos derivados del bosque que se han elaborado de manera sustentable, así el consumidor al adquirirlo tendrá la certeza de que se ha generado el menor impacto ambiental y social; es decir, realizará un consumo responsable. En México las empresas pueden participar de forma voluntaria para obtener el certificado de manejo sustentable de los bosques. Los logotipos que aparecen en productos y comunidades certificadas los puedes ver en la página anterior.

La deforestación es la destrucción a gran escala de los bosques por la acción humana. Millones de hectáreas se degradan o destruyen anualmente. Éstas son taladas o quemadas,

aproximadamente el equivalente a la superficie de un campo de fútbol cada dos segundos. La deforestación avanza a un ritmo de unos 17 millones de hectáreas al año – el equivalente a una superficie que supera a la de Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte juntas. Estamos perdiendo los más frondosos bosques tropicales.

Los motivos de la tala indiscriminada son muchos, pero la mayoría están relacionados con el dinero o la necesidad de los comuneros de mantener a sus familias. Un inductor subyacente de la deforestación es la agricultura, los agricultores talan los bosques con el fin de obtener más espacio para sus cultivos o para el pastoreo de ganado.

### Problemas ambientales nacionales

En el último siglo, la población del país se ha sextuplicado, la esperanza de vida ha aumentado considerablemente, y el nivel de vida y la industrialización han progresado generalmente teniendo como polo de desarrollo a las ciudades. Se han colonizado todas las regiones del país y se ha multiplicado el uso de todos los recursos naturales.

Los grados de alteración de las comunidades naturales van desde la simple explotación de los recursos por necesidades básicas de subsistencia hasta la radical destrucción de los recursos y nuestras condiciones paisajísticas siguiendo los fines de especulación, lucro, ganancias desorbitadas, todo al amparo del poder político. Genaro Correa Pérez, en su obra *Condiciones ambientales de México* señala que algunas de las principales causas del deterioro son:

- El nulo respeto a la naturaleza y al propio ser humano.
- Las actitudes explotadoras y utilitarias de los recursos.
- El endurecimiento de conductas antiambientales.
- Tendencias auto destructivas de los seres humanos.

Nosotros agregamos otro más: Desconocimiento del grado de deterioro de nuestros recursos y, en general, del medio ambiente cercano y lejano. Este último tiene que ver con los esfuerzos que hacen muchos ciudadanos y sistemas escolares por promover la divulgación de los problemas ambientales como una forma de alertar a la población y reducir, en la medida de nuestras actividades, el deterioro del medio ambiente.

Las actitudes explotadoras y utilitarias en aras de un supuesto desarrollo que degrada las condiciones naturales de nuestro medio, que sólo favorece a intereses sectoriales y a grupos sociales y no a procesos normales y característicos de la interrelación entre los humanos y la naturaleza, son las que más estragos causan y llevan a un colapso ambiental. Esas acciones económicas no ofrecen realmente una calidad de vida mejor, sino un afán lucrativo.

El promedio de destrucción actual de los bosques, es superior a las 500 mil hectáreas anuales, y sin embargo, se declara que no existe culpabilidad porque la tala la desarrollan directamente millones de mexicanos marginados y necesitados de recursos para poder alimentar a sus familias.

Ciudades y fábricas hacen crecer, cada día que pasa, los desechos de aguas residuales que van a parar inexorablemente a los ríos, lagos, lagunas y mares. Es relativamente muy bajo el porcentaje de las aguas tratadas o recicladas. Problemas de economía o de lucro inciden en que se haga uso de tecnologías para depurar elementos tan esenciales como el agua.

El control de deterioro ambiental puede parecer complejo y distante. Difícil parece que se puedan modificar actitudes como las que prevalecen, consistentes en creer que la naturaleza, los recursos y el medio ambiente deben ser utilizados y controlados sin reparar en los perjuicios que se causen.

Los seres humanos no tenemos ningún derecho para destruir a la naturaleza. Parece ser qué serán políticas de orden educativo, entre otras acciones sociales e institucionales, las que pueden incidir en las colectividades en un cambio de conciencia con respecto a la armonía que debe de existir entre nuestras actividades cotidianas con los procesos naturales, es decir, lo que se requiere es cambiar la mentalidad del ser humano; inculcándole el auténtico respeto a la vida y al medio ambiente en la que se desarrolla su existencia y una grandísima diversidad de formas vivientes. Entre los agentes más comunes que propician la degradación y la destrucción de los ecosistemas de nuestro país, tenemos, la alteración de la vegetación, el fuego y la tala de bosques o selvas, el pastoreo, la erosión, la alteración hidrológica de las cuencas, el deterioro de las lagunas costeras y la contaminación, entre otras.

### **3.8 Alteración de la vegetación**

La vegetación natural tiene dos tipos de enemigos: los naturales y las actividades humanas.

Entre los agentes naturales se encuentra el fuego, las inundaciones, las erupciones volcánicas y los cambios climáticos; entre los causados por el ser humano se encuentran la tala de bosques, los desmontes con fines agrícolas, el pastoreo indiscriminado, el avance de las áreas urbanas, y la industria metalúrgica, entre otras industrias, además el aumento en el consumo de bienes materiales y servicios como el agua, electricidad, transporte, etc.

En cualquier lugar donde se encuentre población humana, en cualquier tipo de suelo sea con capacidad productiva o no, cerca de las corrientes de agua, en montañas, valles, costas, se presenta el fenómeno de la eliminación total o parcial de la vegetación.

La acción colonizadora del ser humano para explotar los recursos de la naturaleza o para abrir nuevas tierras al cultivo y a la extensión de la ganadería, han propiciado grandes cambios en el paisaje original de las regiones.

Extensos bosques han sido totalmente destruidos y sin la alternativa de poderse recuperar.

El desplazamiento o la eliminación definitiva de la flora y fauna no se han hecho esperar. Degradación y destrucción son la consecuencia final de los procesos que el ser humano ha desarrollado.

El nivel de perturbación de las zonas templadas casi alcanza los 82 millones de hectáreas.

Las condiciones ecológicas de las zonas secas de México tienen un nivel de destrucción que se advierte por las grandes áreas del suelo desnudo y extensas superficies donde difícilmente pueden desarrollarse los árboles y que ocupan 52.3 millones de hectáreas.

En las zonas tropicales es manifiesto un aprovechamiento sin control, de la vegetación y del suelo que ha conducido a la casi total desaparición de las selvas; de manera que los suelos de esta zona, al carecer de cubierta vegetal, son fácilmente erosionables (Uxpanapa en Veracruz y Chontalpa en Tabasco). El nivel de perturbación supera los 9.5 millones de hectáreas.

A nivel nacional se señala que no existen árboles en 71 millones de hectáreas y que es muy difícil una regeneración o poblamiento natural de las especies originales.

La explotación no renovable de los bosques ha determinado una degradación creciente de los ecosistemas, aún antes de que la vegetación sea removida. El corte excesivo de las ramas de los árboles reduce su crecimiento, y al facilitar la extracción de los mismos ha impedido la capacidad de regeneración del bosque, ya que en promedio y por cada 70 000 árboles plantados, sólo 7 000 subsisten. Así mismo, la remoción de la cubierta vegetal incide en la desertificación, donde aquella se traduce en una tala excesiva.

En abril de 2000, se señaló que los últimos años se desforestaban anualmente 600 mil hectáreas, y que con relación a lo existente en el año de 1900, un siglo antes, se han perdido el 95% de las selvas y el 50% de los bosques templados. En 1998 se reforestaron 200 mil hectáreas y en 1999, sólo 160 mil hectáreas. Si se toma en cuenta los árboles que se pierden y que no prosperan, los resultados de esta reforestación son incipientes sobre todo si se compara con la desforestación de que son objeto los bosques del país.

Después de Zaire, Brasil, Colombia e Indonesia, México es el país con mayor tasa de desforestación anual.

El desarrollo de áreas sin cubierta vegetal ha mermado grandemente el número de especies animales, y a no pocas, las ha puesto en peligro de extinción.

La sustitución de bosques tropicales o selvas por áreas de cultivos para uso industrial ha resultado negativa para los ecosistemas por la aparición de plagas, especies invasoras, pérdidas de biodiversidad, alteración de los hábitats y deterioro de los suelos, entre otras.

## Incendios

El fuego generalmente se provoca por causas naturales (tormentas eléctricas, erupciones volcánicas, meteoritos) y por los seres humanos. Ocurre con regularidad en donde se presenta una clara alternancia entre la estación seca y húmeda, un crecimiento de plantas que generan un importante material orgánico combustible y una cubierta vegetal continuo que permite que el fuego se propague causando grandes incendios. En México, los incendios se presentan en casi todas las extensiones del país durante la época de secas.

De manera ancestral el fuego se utiliza en el campo para limpiar los terrenos recién desmontados y utilizarlos para el cultivo, eliminar los residuos agrícolas, las malezas, las plagas y los animales nocivos, quemar los pastos para favorecer el crecimiento de nuevas plantas que sirvan de alimento al ganado y para acorralar a los animales de caza o hacerlos salir de sus guaridas.

Los bosques de coníferas y mixtos de las principales sierras del país, que casi cubren el 15% de su extensión, no dejan de sufrir año con año los efectos del fuego al quemarse la hojarasca (fuego rasante), los árboles y hasta la misma materia orgánica, que desaparece en su totalidad. Los bosques que son objeto de resinación (obtención de resinas) son más susceptibles de quemarse. Los bosques incendiados generalmente quedan empobrecidos en el número de sus especies y son víctima fácil de la diseminación de plagas, pastoreo y ocoteo. El ocoteo es la obtención de pequeños pedazos de madera rica en resinas utilizada para encender fogones o fogatas. Esta práctica se realiza socavando el tronco de árboles grandes los cuales mueren ya que son más susceptibles a plagas y enfermedades.

No dejan de existir entidades en las que el fuego rasante consume entre el 20 y 40% de la superficie arbolada en la época de secas.

En las tres entidades silvícolas (aprovechamiento de madera, leña y mantenimiento de pastos) más importantes del país, como son Chihuahua, Durango y Michoacán, la mayor parte de los fuegos fueron originados en 1999 por fogatas prendidas en el campo, colillas de cigarros y cerillos encendidos, incendio de pastos (roza-quema), pirómanos y tormentas eléctricas.

Los incendios provocan la destrucción del hábitat de animales silvestres, la rápida mineralización del suelo y el aumento de la erosión.

## Tala de árboles

México, a través de su historia, no ha dejado de sufrirla disminución de sus bosques y selvas. El investigador mexicano Génaro Correa Pérez, calcula que, a la llegada de los españoles, la superficie total arbolada se estimaba en 56%; en 1974 se evaluaba en 23%, para 1984 en 21% y para 1994 en 18%. Diversas estimaciones indican que para 1999 se ha perdido entre el 2.7 al 3.0% más de la superficie arbolada.

Por el cambio del uso de suelo forestal a agrícola, se calcula que se pierden al año alrededor de 200 mil hectáreas y que la tala clandestina de árboles para extraer leña y

carbón suman alrededor de 15 millones de metros cúbicos de madera al año, que fueron consumidos por casi 21.5 millones de mexicanos que aún utilizan como combustible la leña y el carbón.

En este proceso de extracción clandestina no se escapan las áreas decretadas como reservas ya que, por ejemplo, en el cerro del Campanario, situado entre el municipio de Ocampo, Michoacán y el estado de México, y donde llegan año con año las mariposas Monarca, se extraen leña, carbón, madera y pedacería.

Los bosques de niebla casi han desaparecido en varias entidades, los encinares que llegaron a cubrir el 6% del territorio nacional se encuentran con frecuencia asociados a los pinos, que a la vez son de las coníferas más taladas en México.

Las maderas preciosas proceden de explotaciones desmedidas y no de un aprovechamiento racional y fueron los estados de Quintana Roo, Campeche y Chiapas los principales productores. Las maderas tropicales corrientes procedían de los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Tamaulipas.

Las selvas húmedas casi desaparecen en Veracruz y Tabasco, y en las demás entidades de clima tropical presentan una reducción considerable.

#### Impacto en la biomasa energética

Una amplia utilización con fines energéticos y para satisfacer necesidades tanto en el medio rural como urbano con bajos recursos de energía vinculada con el cocimiento de alimentos, calentamiento de agua y calefacción, ha propiciado tal impacto ambiental que ya desde los años sesenta se ha advertido de manera creciente. Su utilización intensiva es causa de impacto nocivo sobre los bosques, cuya explotación se manifiesta por la creciente deforestación.

Durante los últimos 20 años, el consumo de leña en México, de hecho, ha permanecido constante, ya que en 1999 fue de 18.2 millones de toneladas y en 1975 de 16.1 millones de toneladas.

La transformación de la biomasa en energéticos como el carbón vegetal no ha dejado de manifestarse en numerosos medios rurales de las tierras boscosas apartadas correspondientes a las entidades montañosas, particularmente del sur de México.

#### Pastoreo

Se sabe que el pastoreo en nuestro país surge a partir de la Conquista, con la introducción del ganado vacuno, bovino, caprino y caballar, y que hasta entonces se convierte en un agente creciente de deterioro ambiental. Conforme crecieron los hatos ganaderos fue necesario extender el desarrollo de praderas y pastizales en áreas con vegetación arbórea.

Para la SARH o SAGARPA, el territorio se divide en tres zonas ecológico ganaderas: una seca con superficie de 95 millones de hectáreas, otra templada con superficie de 46 millones de hectáreas, y una más tropical con 56 millones de hectáreas. En tal superficie se incluyen las praderas ganaderas las cuales prevalecerían siempre y cuando los ganaderos procuren, además de la protección de recursos ganaderos, cuidar la biodiversidad, es decir, se preserven las siembras de los pastos o de las leguminosas, los potreros y praderas, y se logre el desarrollo y establecimiento de las plantas, antes de permitir que el ganado inicie su aprovechamiento.

La realidad es que los efectos del pastoreo sobre la vegetación y el suelo no han cesado. Así tenemos que en los bosques afecta grandemente la regeneración de los árboles, ya que elimina más del 85% de sus plántulas y endurece grandemente el suelo, dificultando la oxigenación de las raíces y el establecimiento natural de la vegetación.

Cabe señalar que las ovejas y las cabras son las especies que más dañan a los bosques.

En los matorrales desérticos, son las cabras quienes producen los daños más graves, pues son capaces de devorar las plantas provistas de las más agudas espinas.

En los trópicos, donde los rebaños generalmente son de reses, las áreas sufren relativamente menos perjuicios.

En las áreas bajas y tropicales del país, se han extendido grandemente los espacios de pastos artificiales formados por especies procedentes de otras regiones e incluso de África. Esto ha hecho que desaparezcan las especies nativas y que en su lugar se produzcan otras, entre las que se encuentran las oportunistas y las introducidas.

Grandes áreas acuáticas del sureste del país han sido drenadas y desecadas para convertirlas en pastizales, y se han introducido en ellas pastos resistentes a las inundaciones, sustituyendo con ello a la flora natural.

Se puede decir que no existe región en México que no esté afectada en mayor o menor grado por los efectos del sobrepastoreo.

En las áreas altas o montañosas y templadas o frías, el ganado se alimenta generalmente de pastos nativos, que no dejan de ser modificados por la acción del pastoreo.

### **3.9 Erosión**

La erosión del suelo se origina cuando agentes como el agua o el viento transportan de un lugar a otro los materiales de que está formado. El acarreo de materiales del suelo ha creado los numerosos valles, mesetas y llanuras, o constituyendo barrancas y cañones.

Desaparecida la vegetación de los relieves, el proceso de erosión se acentúa. La vegetación actúa como retenedora del suelo e impide la velocidad de acarreo; regulando de esta manera el proceso erosivo. Los terrenos inclinados de las áreas montañosas de México son más susceptibles a la erosión que las planas.

Entre los efectos que desarrolla la erosión se encuentran: el adelgazamiento del suelo y su constante pérdida de fertilidad, la formación de grietas que ante los escurrimientos del agua se van transformando en barrancos; al desaparecer la vegetación se impide que se infiltre el agua hasta las capas profundas, escurriendo por la superficie y acentuando la erosión; la desaparición de mantos freáticos al impedirse la infiltración del agua y formación de tolvaneras durante la época de secas, entre otros.

Al sustituirse bosques y selvas por praderas y áreas de cultivos, el agricultor ha tenido que echar mano de los abonos y fertilizantes para suplir a la materia orgánica. Numerosos problemas sociales se han suscitado como consecuencia de la pérdida de suelos que ya no pueden producir alimentos. La formación de un suelo lleva incontable tiempo.

El suelo es el capital más valioso de que dispone el ser humano para satisfacer sus numerosas necesidades. Todos los seres vivos dependen de esa inapreciable capa delgada que conocemos como suelo. El suelo no es un recurso inagotable, sino un medio complejo y vulnerable que se destruye cuando el agua y el viento lo arrasan, y que no está exento al desgaste natural y artificial. La energía solar y la atmósfera pueden hacer que se rehaga, pero muy lentamente; sin embargo, la humanidad lo puede destruir hasta en unas horas.

El suelo constituye el recurso natural básico para el soporte de los ecosistemas terrestres, ya sean naturales o productivos. La importancia de conservar un suelo de buena calidad es particularmente patente en los sistemas agrícolas, donde la productividad va a depender, en buena medida, del estado de conservación del suelo. Más aún en los paisajes mediterráneos de agricultura extensiva donde las condiciones climáticas ya son, por sí mismas, una importante limitación para la productividad.

La erosión del suelo consiste en la remoción, arranque y transporte de los materiales que constituyen la capa más superficial del suelo, sea cual sea el agente responsable: agua, viento, hielo, actuaciones humanas, etc. En este capítulo se va a incidir expresamente en los efectos on site de la erosión, es decir los efectos directos sobre la degradación del suelo en los campos de cultivo; y no se consideran los posibles efectos off site de dicha erosión, tales como el aterramiento de embalses o la acumulación de sedimentos en infraestructuras viales.

Como resultado de los procesos erosivos, el suelo manifiesta un descenso neto de su fertilidad natural y productividad biológica. La erosión produce la reducción del espesor efectivo del perfil edáfico y, por tanto, del volumen de suelo explotable por la vegetación o el cultivo. Dado que la pérdida de material afecta fundamentalmente a las capas superficiales del suelo, en las que reside la mayor fertilidad, su pérdida supone una merma significativa de los contenidos de materia orgánica y nutrientes. La acción de los agentes erosivos provoca una degradación progresiva de la estructura física del suelo lo que, a su vez, aumenta la vulnerabilidad de este a ser degradado y afecta al resto

de las funciones del suelo. Por todo lo anterior, el suelo manifiesta una disminución progresiva en su capacidad de retención de agua y nutrientes disponibles para las plantas, lo que repercute en una reducción drástica de su fertilidad.

La erosión del suelo es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua. El proceso se presenta gracias a la presencia del agua en las formas: pluvial (lluvias) o de escorrentía (escurrimiento), que en contacto con el suelo (las primeras con impacto y las segundas con fuerzas tractivas), vencen la resistencia de las partículas (Fricción o cohesión) del suelo generándose el proceso de erosión.

Muchos proyectos de ingeniería exigen la remoción de la vegetación y excavaciones de suelo generando problemas ambientales en laderas y cursos de agua por la producción e incorporación de sedimentos a las corrientes que alteran los ecosistemas naturales y generan gran cantidad de problemas por sedimentación.

La erosión edáfica es un proceso normal del desarrollo del paisaje, pero solamente en algunas partes del mundo domina otros procesos de denudamiento. Los otros procesos principales de remoción de sedimentos son los movimientos en masa y los procesos de transporte en masa, y cada uno de ellos es dominante en ambientes adecuados.

La mayor parte de nuestros actuales conocimientos sobre los mecanismos de erosión y sus tasas correspondientes se basan en el trabajo del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. El enfoque del SCS siempre ha sido pragmático, y sus predicciones en cuanto a tasas de erosión se han concentrado en torno al desarrollo y extensión de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS).

Los puntos tanto fuertes como débiles de la EUPS se hallan en la estimación de la erosión como producto de una serie de términos como precipitación pluvial, grado y longitud de la pendiente, así como factores edáficos y agrológicos.

Los protagonistas principales de la erosión son: el impacto de las gotas de lluvia que genera el desprendimiento por salpicadura, compacta el suelo, reduciendo la infiltración y aumentando la escorrentía; la capacidad hidráulica del flujo superficial sobre una pendiente capaz de acarrear los sedimentos. Pero la comprensión del fenómeno se fundamenta en una separación entre la hidrología y la hidráulica, y en las propiedades del suelo que son importantes para cada una de ellas: las propiedades hidrológicas del suelo determinan la tasa de infiltración y de esta manera se fija la parte de la precipitación pluvial que contribuye al flujo superficial. Las propiedades hidráulicas del suelo determinan la resistencia del suelo al transporte por el flujo o por las gotas de lluvia.

La erosión de suelos, la pérdida de suelos y la acumulación de sedimentos son términos que tienen distintos significados en la tecnología de la erosión de suelos: la erosión de suelos es la cantidad bruta de suelo retirado por la acción dispersante de las gotas de lluvia y por la escorrentía. La pérdida de suelo es el suelo desprendido de una pendiente determinada. La producción de sedimentos es el volumen de suelo depositado en un punto que está bajo evaluación.

### 3.10 Desertificación

La desertificación se definió como la degradación de la vegetación y de los suelos, como consecuencia de la tala, quema y cosecha indiscriminada.

La ONU la define como “la intensificación o extensión de condiciones desérticas, que lleva productividad biológica reducida y consecuentemente a una disminución de la biomasa vegetal, de capacidad de vida de la tierra, de los rendimientos de las cosechas y del bienestar humano”.

Si la erosión es la enfermedad de la tierra, la desertificación es su muerte. Realmente constituye una manifestación del deterioro general de los ecosistemas y que se advierte por la disminución o desaparición del potencial biológico. Son las actividades humanas las que lo originan y aceleran. No se debe confundir con la desertización, que constituye un proceso natural que se debe a fenómenos climáticos, que en lapsos grandes de tiempo, acrecientan la extensión de los desiertos.

En nuestro país la desertificación no sólo se presenta en las áreas secas, sino también en las templadas y tropicales y en cualquiera de sus ecosistemas donde se manifieste el deterioro ambiental, aunque el fenómeno es más evidente en las partes secas y subhúmedas que rodean a los desiertos.

Entre los factores de la desertificación se tienen: la aceleración de la erosión, la reducción del espesor del suelo, la reducción de la fertilidad del suelo, la destrucción o reducción de la vegetación y de los animales (que se pueden tomar como causa y efecto), la salinización y la solidificación del suelo.

Se dan como causas producidas por la actividad del ser humano las siguientes:

- Inadecuadas prácticas agrícolas.
- Sobrepastoreo.
- Conflictos territoriales y de tenencia.
- Crecimiento demográfico.
- Migración, y otras.

La desertificación no es un proceso que no pueda corregirse. Es un proceso determinado por un desarrollo mal enfocado.

Entre tantas soluciones está la de planificar correctamente el uso de la tierra, es decir, controlar el aprovechamiento de los suelos, estabilizando una cubierta continua y permanente y para ello se requiere regular las actividades agrícolas y ganaderas.

Es evidente que, sin una racional utilización de los bosques, de las tierras y sus recursos será menos que imposible detener la desertificación.

El incremento exponencial en la población humana y los cambios en los patrones de consumo han creado una presión sin precedentes en los recursos naturales de la tierra, dichos recursos (tierra, agua, aire, etc.), así como los bienes y servicios ecosistémicos que derivan de estos, apoyan la subsistencia de todos los seres humanos. El manejo de estos recursos es responsabilidad de todos, de tal forma que la generación actual pueda satisfacer sus necesidades sin comprometer las capacidades de futuras generaciones.

En un mundo que cambia de manera extremadamente rápida, esto representa un gran reto, debido a la multitud de tendencias globales incluyendo: presiones demográficas, economías globalizadas, agricultura intensiva, sobreexplotación de los recursos naturales y cambios climáticos que interactúan de manera simultánea. La degradación de la tierra representa una terrible amenaza a la alimentación, nutrición y seguridad alimentaria, así como a los recursos hídricos, al aire limpio, a los valores culturales y al desarrollo económico.

La desertificación no solo consiste en el avance de los desiertos, aunque puede abarcar la invasión de terrenos por dunas. Se trata más bien de la degradación persistente de los ecosistemas de tierras secas a causa de las actividades humanas y de las variaciones climáticas. Debido a los daños que provoca en el bienestar humano y el medio ambiente, la desertificación constituye uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo relacionados con el desarrollo.

La desertificación se produce cuando se elimina la cubierta de árboles y plantas que dan cohesión al suelo, y tiene lugar cuando se destruyen los árboles y arbustos para obtener leña o madera, o limpiar terreno para cultivarlo; cuando los animales consumen todo el pasto y erosionan la capa superior del suelo con sus pezuñas, y cuando la agricultura intensiva agota los nutrientes del suelo. La erosión causada por el viento y el agua agrava el daño al arrastrar la capa superior del suelo de modo que el terreno se convierte en una mezcla de polvo y arena de muy escasa fertilidad. Es precisamente la combinación de estos factores lo que hace que la tierra degradada se convierta en desierto.

La desertificación tiene muchas causas. Los períodos de sequía prolongados pueden ser muy perjudiciales para la tierra. Los conflictos pueden obligar a las personas a trasladarse a zonas ambientalmente frágiles, lo cual causa un exceso de presión sobre la tierra. La minería también puede ser nociva. En los años venideros, el cambio climático acelerará la tasa de desertificación en determinadas zonas, como son las zonas más secas de América Latina.

Los efectos de la desertificación pueden ser devastadores. La desertificación reduce la resistencia de la tierra a las variaciones climáticas naturales, perturba el ciclo natural del agua y los nutrientes, intensifica la fuerza del viento y de los incendios, hace que los

efectos de las tormentas de polvo y la sedimentación de las masas de agua se hagan sentir a miles de kilómetros del lugar donde se originaron los problemas.

El costo de la desertificación es elevado, y no solo en términos económicos. La desertificación es una amenaza para la diversidad biológica. Puede causar episodios de hambruna prolongados en países ya empobrecidos que no pueden soportar un nivel elevado de pérdidas agrícolas. Con frecuencia, las personas pobres de las zonas rurales que dependen de la tierra para sobrevivir se enfrentan al dilema de emigrar o pasar hambre.

La desertificación no solo significa hambre y muerte en el mundo en desarrollo, sino que también supone un peligro mayor para la seguridad mundial de todos nosotros. Las consecuencias de la escasez de recursos pueden ser guerras, disturbios sociales, inestabilidad política y migraciones. Detener la desertificación es una cuestión de vida o muerte para millones de personas.

La desertificación no es siempre inevitable. Las actividades humanas que influyen en ella, como el pastoreo excesivo o el desbroce de tierras, pueden contenerse mejorando las prácticas agrícolas y de pastoreo. Es posible prever otros factores, como el aumento de las temperaturas, y tomar iniciativas al respecto. A veces es posible rehabilitar la tierra degradada y restaurar la fertilidad. En muchos casos, los mejores métodos para rehabilitar la tierra consisten en recurrir a los conocimientos tradicionales o indígenas y utilizar técnicas tradicionales de gestión de la tierra. Pero, en ocasiones, las iniciativas de rehabilitación pueden fracasar o acabar teniendo un efecto negativo en los ecosistemas, el bienestar humano y la reducción de la pobreza. Es menos costoso y menos arriesgado limitar los daños antes de que se produzcan.

### **3.11 Alteración hidrológica**

La deforestación y la erosión, son los agentes principales que más efecto tienen sobre el régimen de las corrientes de agua de las cuencas hidrográficas. En todas las regiones lluviosas, tanto la deforestación como la erosión de las cuencas fluviales, causan el aumento de la fuerza de los arroyos, la desaparición o disminución de manantiales, incremento de la frecuencia y magnitud de las inundaciones en época de lluvias y la destrucción de la vegetación y animales acuáticos.

Son numerosas las cuencas en México que ya cuentan con alteraciones graves. Entre ellas destacan las de los ríos Lerma-Santiago, que es la más importante del país, pues a ella se vincula el mayor número de pobladores del país.

Cuencas lacustres como las de Cuitzeo, Pátzcuaro y Chapala deben su deterioro a la enorme deforestación de que ha sido objeto, lo que ha determinado que sean afectados por el gran acarreo de sedimentos que ocasiona la erosión por la lluvia y de corrientes, situación que ha disminuido en mucho su profundidad, desarrollándose la proliferación de malezas acuáticas nocivas como la de lirios.

Las presas hidroeléctricas del río Grijalva, Chicoasén, Malpaso, Raudales y La Angostura han reducido los aportes de materia orgánica y nutrientes que antes se agregaban de manera natural a las tierras de cultivo. Numerosas especies de aves acuáticas, mamíferos y anfibios ahora disponen de un hábitat menor y han reducido sus posibilidades por lo que están en peligro.

México tiene cerca de 13 mil kilómetros cuadrados de lagunas costeras, que conforman una extensa superficie de gran valor geográfico-ecológico y económico. En estas lagunas concurren aguas tanto marinas como continentales, por lo que las especies que las habitan como el paisaje que conforman, participan de ambas influencias, lagunas, estuarios, ríos, pantanos y marismas, mantienen importantes comunidades naturales.

Los manglares, que son los vegetales más importantes de las lagunas, se adaptan magníficamente a suelos permanentemente fangosos y salinos. Gracias a estas comunidades se cuenta con una rica fauna de animales acuáticos y anfibios que a la vez sirven de alimento a diversas especies de mamíferos y aves.

Las lagunas no dejan de recibir grandes cantidades de sedimentos y materia orgánica procedente de comunidades vecinas; así moluscos, crustáceos y peces mantienen su vital existencia y constituyen un recurso de gran importancia económica.

Los manglares y los esteros constituyen un gran depósito de alimentos para los peces, son sitios de anidación, protectores de la línea litoral, depuradores de la contaminación controladores de las aguas de inundación. Su destrucción causa graves efectos, ya que son fuente importante de materia orgánica, ocasionándose con ella el empobrecimiento de la biosfera.

La presión demográfica y las actividades económicas están contribuyendo a la alteración de las lagunas litorales. La construcción de carreteras, oleoductos y otras obras, generalmente interrumpen la comunicación de estos cuerpos de agua con el mar, afectando seriamente el ciclo biológico.

### **3.12 Contaminación del agua**

En el Golfo de México se encuentra casi el 50% de los pozos petroleros marinos que se han perforado en el mundo, y alrededor de dicho seno marítimo se producen y procesan gran parte de las extracciones petroleras de México y Estados Unidos; es por ello que los efectos de estas actividades sobre los diversos organismos vivos en los litorales costeros y sus hábitats tienen una trascendencia negativa por el perjuicio que causan. Los derrames de petróleo son dañinos para las aves acuáticas, particularmente cuando impregnan sus plumas, lo que reduce su capacidad de vuelo y su poder aislante, causando así la muerte de numerosas aves costeras.

La contaminación de las aguas oceánicas debido a los hidrocarburos tiene actualmente una importancia geoecológica bastante grave, ya que la extracción, manejo y tráfico de petróleo, próximo a los litorales y puertos más importantes del país es muy alto.

La presencia de hidrocarburos disueltos y dispersos tiene valores elevados en lagunas costeras como las de Veracruz, Tabasco, Campeche y Tamaulipas.

Vázquez y Orozco, aseguran que los contaminantes más peligrosos que afectan a la flora y fauna, son los que se degradan lentamente y se acumulan en el medio; no son menos los que pueden ser excretados por la fauna y que se acumulan de manera creciente en los tejidos, porque los animales los consumen continuamente de plantas contaminadas. Contaminantes de esta naturaleza son el mercurio, Níquel, Cromo, Cadmio, plomo y los insecticidas como el DDT.

En México, crece cada día que pasa el número de metros cúbicos de aguas biológicamente muertas y son ya numerosas las cuencas que alcanzan el límite de saturación y de desequilibrio. Se ha olvidado que el agua es el soporte de la vida y que está ligada a casi todas las actividades de la humanidad.

Los animales herbívoros, al alimentarse continuamente de plantas contaminadas concentran dichas sustancias en sus tejidos; los animales carroñeros que comen tanto herbívoros como carnívoros las concentran aún en más alto grado. Concretamente, a ello se debe la gran disminución de aves de rapiña y carroñeras en México.

En el suelo, bacterias y hongos, entre otros, son los agentes de la descomposición que se encargan de reducir los desperdicios vegetales y animales. Su papel es indispensable ya que reciclan los nutrientes al descomponer el cuerpo y los desechos de otros organismos.

Muchos años después de que en el suelo ha llegado el DDT aún queda más de la mitad de este pesticida. El suelo tratado con el insecticida llamado lindano sigue siendo tóxico, aún tres años después. El hexacloruro de benceno queda por lo menos once años. Si repentinamente se aplican dosis pequeñas terminan provocando fuertes concentraciones tóxicas en la tierra. Sin duda alguna, también estos insecticidas contaminan a los vegetales comestibles.

Los herbicidas que se han destinado para combatir malezas y plantas indeseables no han dejado de dañar a los animales y los privan de los vegetales que constituyen su alimento principal.

Los fertilizantes que se usan en los campos de cultivo, son levantados por la lluvia y arrastrados hacia los ríos y lagos, afectando de una manera importante a la flora y fauna acuáticas.

El aumento de elementos como el fósforo y nitrógeno determina la proliferación de algas y cianobacterias, así como el lirio acuático y la lentejilla de agua; asimismo, la proliferación de algas determina un incremento de la materia orgánica en suspensión, lo que origina una mayor extensión de microorganismos y notable reducción del oxígeno disponible. El lirio

y la lentejilla acuática, por su parte, determinan una reducción de la luz en el agua, que a la vez ocasiona la destrucción de la flora y el fitoplancton, así como cambios de la temperatura y de la oxigenación del agua.

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), señala que las actividades agrícolas al emitir anhídrido carbónico, metano, óxido nitroso, óxido nítrico y monóxido de carbono, contribuyen con más del 14% de las emisiones que influyen en el efecto invernadero. Esto naturalmente incluye a las principales y más extensas áreas agrícolas de México.

En México, la preocupación por la conservación de la naturaleza y sus recursos tiene antecedentes muy importantes desde la década de los años sesenta, y actualmente es un fenómeno que preocupa crecientemente a la sociedad mexicana; sin embargo, hasta que se logre la participación y colaboración de la mayor parte de ella, no es fácil asegurar que el deterioro ambiental pueda detenerse.

Entre las principales acciones conservacionistas se encuentran:

1. La creación y cuidado de áreas protegidas.
2. El aprovechamiento conservacionista de los recursos naturales.
3. El establecimiento de bancos de germoplasma.
4. La expedición de leyes para la protección de la naturaleza.
5. La práctica de acciones educativas para salvaguardar la naturaleza.

### 3.13 Áreas protegidas

Desde la época prehispánica, pueblos como los mexicas se preocuparon por la protección de la naturaleza. El “rey poeta” Natzahalcóyotl, señor de Texcoco, mandó plantar ahuehuetes, y algunos subsisten en lo que ahora es el parque nacional “El Contador”. Moctezuma Xocoyotxin, señor de Tenoxtitlán, promovió el desarrollo de áreas protectoras para la flora y la fauna y particularmente la instalación de parques zoológicos y jardines botánicos.

A partir de la época colonial y aún en el presente no ha cesado la destrucción de extensas zonas boscosas; las prácticas destructivas permanecen en nuestros días y aún se acrecientan en las últimas décadas determinando una acelerada tendencia hacia la desertificación.

México fue uno de los pioneros en el establecimiento de parques nacionales. Al término de la Guerra de Reforma, en 1876, Don Sebastián Lerdo de Tejada dispone la protección oficial del bosque del Desierto de los Leones, y lo declara “zona de reserva forestal”; a éste mismo bosque, Venustiano Carranza lo decreta parque nacional en 1917. Con ello se buscó también salvaguardar los manantiales que se tenían.

Durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas, y por iniciativa del ingeniero Miguel Ángel de Quevedo, se crearon 36 parques nacionales en 17 estados del país, sumando una superficie de 800 mil hectáreas. Actualmente se tienen establecidos 58 parques, pero la mayoría de ellos lo son únicamente de nombre, algunos se encuentran en áreas urbanas y en otros se han extendido las actividades agrícolas, la explotación forestal y otras destructivas.

Además de los parques nacionales (para protección y conservación de áreas naturales y culturales, conservación de germoplasma, la diversidad biológica, regulación ambiental, protección de bellezas escénicas y ofrecimiento de servicios recreativos, educativos y de investigación, entre otros) existen monumentos naturales (para proteger la naturaleza o los ecosistemas, los rasgos escénicos sobresalientes, conservar los recursos genéticos, la diversidad biológica y la regulación ambiental, entre otras), las reservas ecológicas (que incluye zonas protectoras forestales, las reservas forestales y de refugio de la fauna, así como las reservas científicas), las reservas de la biosfera (para preservar la diversidad y equilibrio ecológico de las diversas especies dentro de los ecosistemas, la diversidad genética y construir centros de investigación) y otras.

Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción del territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y, cuyas características no han sido esencialmente modificadas. Estas zonas son manejadas bajo el instrumento político con mayor definición jurídica para la conservación, regulando sus actividades bajo el marco normativo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, estando sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. Así mismo, las ANP tienen como fin vigilar que el aprovechamiento de los recursos dentro de la zona se realice de manera sustentable, preservando la flora y fauna particular del ecosistema; permitir y propiciar la investigación y estudio de los ecosistemas con el objetivo de generar conocimiento y transmitir aquellas prácticas o tecnologías que faciliten el aprovechamiento sustentable de los mismos y, a su vez, proteger el entorno de las zonas históricas, arqueológicas y turísticas de valor e importancia cultural y recreativa.

La historia de la administración de las áreas naturales protegidas (ANP) en México surge desde finales del Siglo XIX, cuando se protege el Desierto de los Leones para asegurar el abastecimiento de agua mediante la conservación de 14 manantiales localizados en esta zona (Vargas Márquez, 1997).

Después de 23 años se decreta el Reglamento de Bosques con el objeto de permitir al gobierno federal establecer reservas forestales (Figuroa y Sánchez Cordero, 2008). Cuatro años después, el presidente Porfirio Díaz declara por primera vez un bosque nacional para la protección de recursos forestales (Simonian, 1995), pero fue hasta el periodo del presidente Lázaro Cárdenas que se establece de forma oficial el Sistema

Nacional de Reservas Forestales y de Parques Nacionales en nuestro país (SEMARNAT-CONANP-Ramsar, 2013).

Este Sistema se administró bajo la Sección de Reservas y Parques Nacionales del Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca (Chinchilla y Management, 2000). Es precisamente durante el sexenio del presidente Lázaro Cárdenas cuando se decretan la mayoría de los parques nacionales existentes en la actualidad con una extensión de 800 mil ha (SEMARNAT-CONANP, 2007).

### **3.14 El aprovechamiento de los recursos**

Conocido es que los recursos naturales son esenciales para la supervivencia de la humanidad y para el logro de un desarrollo sostenible, pero se destruyen y se agotan de una manera cada vez más acelerada. Paulatinamente se reduce la capacidad regenerativa de los ecosistemas naturales y se provoca un deterioro ambiental que está a punto de ser incontrolable.

El modelo realista de conservar la naturaleza haciéndola producir sin destruirla, todavía es menos que punto muerto. Aunque conservación significa la utilización de los recursos acorde con su nivel de recuperación, para que se pueda tener su mantenimiento y permanencia, no se cumple siempre con el objetivo.

Cabe señalar que no todas las comunidades naturales tienen la misma particularidad de permitir la explotación racional y que no son pocas las que sufren alteraciones graves aún bajo presiones de explotación moderada.

La conservación conlleva no sólo al conocimiento potencial de una comunidad natural, sino también que se pueda asegurar su mantenimiento y continuidad, para así determinar la explotación sin alterar su equilibrio.

En México, los bosques de coníferas y otras comunidades pueden ser explotadas de una manera racional, no sin que se corran riesgos de deterioro en la diversidad de especies, productividad de biomasa y fertilidad del suelo. Recursos como las selvas tropicales ofrecen gran dificultad para explotarlos sin afectar la alta diversidad de especies con que cuenta.

Las comunidades de regiones áridas o secas que tienen plantas de lento crecimiento son fácilmente alteradas por el pastoreo. Cabe señalar que en México la vegetación de clima seco cuenta con grandes extensiones y la predominante es la de matorral, muy variada y rica en recursos. Vegetación de clima seco, entre las que están las cactáceas, otras de diversos climas no dejan de ser objeto de comercio clandestino y no son pocas las especies en peligro de extinción por dicha causa.

En México, las especies animales de áreas vulnerables a la destrucción y al deterioro cada vez son menos y no son pocas las que están en serio peligro de extinción.

Muchas son las causas que amenazan a la biodiversidad, entre ellas tenemos el tráfico ilegal de especies silvestres, la cacería, los programas de erradicación, la introducción de especies no nativas a los hábitats y la destrucción de éstos debida a diversas causas como la contaminación, la deforestación, el crecimiento urbano, el desarrollo turístico y los incendios. El tráfico ilegal de las especies silvestres es uno de los factores directos más graves que puede causar su extinción. Algunas de las especies víctimas de los biotraficantes son las cactáceas, las orquídeas, las guacamayas roja y verde, el mono araña, el tucán pecho amarillo, el halcón peregrino, el mono aullador, borrego cimarrón, venados y tarántulas, debido a que son altamente cotizadas en el mercado nacional e internacional. Por ejemplo, una guacamaya roja tiene un precio en el mercado nacional de aproximadamente 6 mil pesos y en el internacional, de 5 mil dólares; un borrego cimarrón de 400 mil pesos en el nacional y 50 mil dólares en el internacional. Los principales países compradores ilegales de la flora y fauna mexicanas son Estados Unidos, Japón y algunos países europeos como Alemania, Bélgica, Holanda, Italia y Austria.

Entre los listados que se han publicado y con relación a las aves y mamíferos, se menciona que son casi 156 especies las que se encuentran en peligro de extinción en México, aunque se considera que no todas ellas presentan el mismo peligro de desaparecer. Algunos mamíferos en peligro de extinción actualmente son: la vaquita marina, el jaguar, el berrendo y el oso negro. Entre las aves tenemos las guacamayas rojas y verdes y el águila real.

Entre las especies de animales que se han extinguido totalmente en México, encontramos la foca monje, el bisonte, el ciervo americano, la nutria marina, el oso gris y tres roedores la rata de campo de la isla Coronados, la rata arrocera de las islas Marías y el ratón de la isla San Pedro Nolasco. Estos tres roedores están extintos a nivel mundial ya que eran animales endémicos de nuestro país. Su extinción se debió a la introducción de nuevas especies a sus hábitats como gatos.

### **3.15 Conservación de la biodiversidad**

México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa et al., 2008). De este modo, en los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), México posee una riqueza especialmente importante.

En el mundo se han descrito hasta la fecha entre 1.7 y 2 millones de especies, aunque algunos estudios sugieren que esta cifra podría incrementarse en el futuro con la descripción de nuevas especies entre los 5 y los 30 millones (May, 1988; CBD, 2002). A

pesar de representar tan sólo 1.5% de la superficie terrestre del planeta, se estima que en México habita entre 10 y 12% de las especies del mundo.

Las razones para conservar la diversidad biológica en México y todo el planeta son las siguientes:

1. **Ética.** Cada especie es única y tiene el derecho a existir. Cada especie es digna de respeto, independientemente del beneficio que otorgue al ser humano.
2. **Ecológica.** Las especies evolucionan para llenar nichos o hábitat particulares. Muchas especies dependen de otras para sobrevivir. La destrucción de una de las especies puede ocasionar más extinciones o cambios en los ecosistemas. Con cada especie que se extingue, la vida en el planeta se acerca más a su extinción.
3. **Estética.** Cada especie y ecosistema añade riqueza y belleza a la vida sobre el planeta. No hay palabras que describan el placer que provoca el observar un paisaje, la belleza y colorido de las flores y de las aves, por ejemplo.
4. **Económica (directa).** La naturaleza sostiene la economía de muchos países. El comercio de productos agrícolas contribuye con 3 trillones de dólares a la economía mundial, suma que se eleva considerablemente si se incluyen a las industrias forestal, pesquera, textil, farmacéutica y turística.
5. **En la industria farmacéutica,** la cuarta parte de los fármacos usados en la medicina actual son de origen vegetal y hay más de 3 mil antibióticos derivados de microorganismos. Tan sólo el comercio de los 20 fármacos más vendidos asciende a los 6 billones de dólares por año.
6. **Económica (indirecta).** Este argumento se sustenta en la potencialidad que puedan tener diversas especies de las cuales no conocemos todavía sus características y propiedades. Especies que podrían ser muy útiles para resolver problemas y necesidades del humano como la salud y la alimentación. Por ejemplo, el mercado de fármacos procede del uso de no más del 5% de las plantas hasta hoy conocidas.
7. **Otras razones son las culturales y las recreativas.**

Los mexicanos, al realizar o participar de alguna manera en la serie de actividades destructivas del medio ambiente mencionadas a lo largo del libro estamos acabando con la biodiversidad nacional, pero lo que es aún más grave es que estos hechos ocurren en muchos más países, como por ejemplo Indonesia, otro de los países ricos en biodiversidad.

Los seres humanos no hemos comprendido que cada especie tiene derecho a existir, que son organismos que han evolucionado a través de millones de años y que cada uno de ellos desempeña diversas funciones en su ecosistema, lo que permite su equilibrio y, por lo tanto, el equilibrio ecológico de todo el planeta. Recordemos que las plantas son los organismos productores de oxígeno proceso primordial para la conservación de la vida.

## UNIDAD IV PRODUCCIÓN SUSTENTABLE COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA

### 4.1 ¿Qué es la Producción Sustentable?

Por producción sustentable (PS) entendemos el modelo de producción de bienes y servicios que minimiza el uso de recursos naturales, la generación de materiales tóxicos, residuos y emisiones contaminantes sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras.

Este modelo de producción requiere que las actividades productivas y de servicios apliquen una estrategia de gestión ambiental que integre los enfoques preventivos y de administración eficiente de los recursos a la gestión, lo que permitirá:

- Reducir los riesgos para la salud
- Reducir los impactos al ambiente
- Asegurar el cumplimiento de la normativa legal
- Aumentar la competitividad de la actividad empresarial

En acuerdo con el paradigma internacional de producción sustentable, han devenido una serie de aproximaciones y/o metodologías (MTD, eEcoeficiencia, Pollution Prevention-EU, IPCC (Integrated Pollution Prevention and Control), CPG -Cleaner Production Germany-) una de las cuales, la producción limpia, ha tenido en la región y en nuestro país un importante rol en relación con las herramientas aportadas.

La experiencia internacional muestra que estas metodologías, al mejorar la eficiencia (optimización) en el uso de las materias primas e insumos (incluyendo agua y energía), producen mejoras importantes en la reducción de los costos productivos además de introducir ventajas en la competitividad de las empresas.

Desde la política ambiental nacional, la promoción de la producción sustentable es una herramienta clave que permite hacer énfasis sobre:

- Los aspectos ambientales y sociales del desarrollo productivo,

- La prevención sobre los impactos ambientales que los objetivos de desarrollo pueden tener sobre el ambiente,

- La promoción de la sustentabilidad, permitiendo armonizar las necesidades de expansión económica y el crecimiento productivo con la preservación de los recursos ambientales y el bienestar social.

La noción de Desarrollo implica un desenvolvimiento de las fuerzas productivas orientado hacia un mejor nivel de vida para la sociedad en su conjunto.

La producción sustentable se orienta a mejorar productos y/o procesos de producción para reducir el consumo de recursos, el uso de materiales peligrosos y la generación de residuos y contaminantes en el abastecimiento de productos.

En otras palabras: la producción sustentable (PS) es una estrategia de gestión empresarial que integra la dimensión ambiental con un enfoque preventivo y de administración eficiente de recursos, con el objeto de reducir riesgos a la salud y al ambiente, aumentando la competitividad de las empresas.

Para la puesta en práctica de esta estrategia, importa el abordaje de diversos –pero convergentes- aspectos de la gestión ambiental y productiva de las empresas.

Entre los abordajes posibles se destacan:

Las consecuencias perversas de la sobreexplotación de los recursos naturales (RN) para la sobrevivencia humana fueron expuestas hace treinta años, en el documento —Los límites del crecimiento (1972), preparado por un equipo de investigadores de Instituto Tecnológico de Massachusetts, a solicitud de los científicos del llamado Club de Roma.

El indicado documento, entre sus conclusiones, expresa que si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, la Tierra alcanzará los límites absolutos de crecimiento durante los próximos cien años.

Con estos antecedentes, la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó a la Conferencia, conocida como —Cumbre para la Tierra, Río de Janeiro (1992), enfrentando el despilfarro de la producción opulenta con la propuesta del Desarrollo y la Producción Sustentable, como condición indispensable para el control de la contaminación ambiental.

La producción sustentable utiliza los recursos naturales de su entorno ecológico como fuente de energía para su producción, de tal manera que la entrada de energía externa al sistema sea la mínima posible y lograr que el agrosistema equilibre el flujo natural de entrada y salida de energía, evitando la utilización de energía externa, como son los fertilizantes, insecticidas y procedimientos tecnológicos que utilizan combustible fósil

(petróleo), causa principal de la contaminación ambiental y que han sido la solución socorrida cuando el mercado requiere una mayor producción que la sustentable, pero las plantas, como todos los seres vivos, tienen genéticamente un límite máximo de aprovechamiento eficiente de la energía, lo cual viene a ser el máximo de su producción normal, para sobrepasar esta condición natural la denominada —Revolución Verde modificó genéticamente las especies vegetales logrando una mayor producción, pero sujeta a la aplicación de un paquete tecnológico de provisión de energía foránea, financieramente insostenible por sus costos altos para los países subdesarrollados y altamente contaminante del medio ambiente.

## 4.2 El Agroecosistema como unidad de estudio

El agroecosistema (AES) tiene sus cimientos en el enfoque en sistemas y la teoría General de sistemas propuesto por Bertalanffy (1976). El problema es idéntico a resolver a través de la complejidad con una forma de pensar basada en su conjunto y sus propiedades; Este enfoque, algunos consideran que contrasta y otros que complementa la investigación reduccionista, criterio que considera la extracción del objeto de estudio o fenómeno a sus elementos para analizar en forma separa y explicar su comportamiento; de esta manera, la suma de las explicaciones encontradas permite interpretar el comportamiento del fenómeno en su totalidad (Saravia, 1985).

El AES se encuentra en sistemas en los que no hay unidades aisladas sino que todas las partes actúan con la misma orientación y propósito común que sea necesaria para el correcto funcionamiento de los elementos que garantizan un desempeño efectivo en absoluto como un todo (Chiavenato, 1976), en este caso sería la producción agropecuaria; este enfoque facilita la unificación de las ciencias sociales (Valdivia et al., 2007). Por su parte, la TGS se presenta como un enfoque científico de la representación de la realidad puesto que incorpora los principios de las disciplinas científicas tradicionales para resolver problemas complejos usando los isomorfismos o paralelos de una ciencia para aplicar a los demás (Checkland, 1990). El AES es considerado como un sistema abierto que tiene intrínseca relación con su entorno, a través del intercambio de energía, materia, información y constante interacción entre el sistema y el medio ambiente (Faden y Beauchamp, 1986;) Chiavenato (1997) menciona que el AES es diseñado y controlado por el hombre según sus intereses; así cada AES tiene particularidades en términos de estructura, componentes, límites, función y la interacción entre los componentes, insumos (entradas) y productos (salidas) y retroalimentación; todos trabajan en un proceso sinérgico para lograr un objetivo definido (Hart, 1985) este objetivo es la producción de bienes y servicios; su estudio es sobre la base de estos elementos (Johansen, 2000). La interacción y la sinergia entre los componentes proporcionan las características estructurales a la unidad, que debe ser considerada al analizar el sistema en su conjunto.

Naturalmente, los sistemas no son limitados y es el hombre, que según sus propósitos, establece estos límites arbitrariamente; Puesto que el concepto de AES se modifica en relación con el objeto de estudio; siendo el investigador quien, según su interés en el estudio, los materiales y los recursos financieros disponibles, define su área de investigación con el fin de hacer un uso eficiente de sus recursos (materiales, económicos, humanos), dependiendo del tiempo, espacio y dinero disponible para llevar a cabo dicha investigación.

### **4.3 Agroecología**

La agricultura convencional conocida como Revolución Verde, surge a partir de la Segunda Guerra Mundial y concentró grandes áreas de tierra en manos de pocos propietarios, especialmente empresas transnacionales, y transformó la agricultura en una industria lucrativa a través del comercio de insumos químicos, maquinarias y otros.

Este modelo agrícola tuvo efectos iniciales positivos, pero pronto manifestó fragilidad, vulnerabilidad y riesgos para el ambiente, la salud humana y los agroecosistemas. Por otra parte, la agricultura tradicional fue innovadora y capaz de adaptarse a las variadas condiciones ambientales y sociales existentes, logrando en buena medida el equilibrio del agroecosistema.

Con el auge tecnológico mundial se crearon diferencias económicas y sociales entre el sector industrial (más favorecido), y el agrícola (menos). a pesar de ser este último la base del desarrollo de la civilización. Esas diferencias ocasionaron también cambios de valores éticos, todo lo cual motivó el éxodo a las ciudades y pobreza del campo, fundamentalmente en los países del tercer mundo. La industrialización de la agricultura aceleró este proceso y provocó además problemas ecológicos y de salud ya mencionados (Monzote, 2000). Se ha demostrado que el modelo industrial de altos insumos no podrá ser la solución y son necesarias otras formas de hacer agricultura, que muchas veces son la suma de retomar prácticas de nuestros antecesores, experiencias campesinas, indígenas, etc., y unirlos a avances posteriores de la ciencia y la técnica, y ellas nos dan una luz de esperanza hacia sistemas más a tono con la naturaleza, el ambiente y la salud, ahorradores de recursos especialmente externos y que potencian los locales, de manera de producir alimentos sanos de manera económica para la población.

Esta controversia entre industria y agricultura, que llega hasta nuestros días, ha ido conformando dos tendencias que enfrentan una gran batalla de ideas técnicas, científicas, culturales y políticas a nivel mundial. Una rechaza la dependencia de mercados de importación; las políticas que fomentan la privatización y mejoramiento de semillas; los transgénicos; la biopiratería y patentamiento de la vida; el uso de agroquímicos; los megaproyectos que destruyen los agroecosistemas; el no respeto a las culturas indígenas y campesinas, por tanto, rechazan también la globalización y el neoliberalismo. La otra

apoya todo lo contrario y está a favor de las transnacionales que dominan el desarrollo agrícola mundial con falsas expectativas (Monzote 2000).

En contraposición a la agricultura convencional, y apoyadas por la primera tendencia, se desarrollan en el mundo la agricultura natural, orgánica, biodinámica, viva, alternativa, regenerativa, de conservación, y permacultura, entre otras. Más recientemente la agroecología ha integrado estas ideas y métodos de hacer agricultura y tiene sus raíces en las ciencias agrícolas, en el movimiento de protección del medio, en la ecología, en el análisis de agroecosistemas indígenas y en los estudios sobre desarrollo rural (Altieri, 1995), dándole una base científica. Todas estas concepciones tienen una gran similitud y persiguen un objetivo común; la sostenibilidad de los agroecosistemas.

### Agroecología, agricultura orgánica y sostenibilidad

Analizados todos los aspectos anteriores relacionados con los conocimientos científicos, pasaremos a esclarecer distintas definiciones de los términos agroecología, agricultura orgánica, sostenibilidad y otros términos relacionados, que a veces generan confusiones. El siguiente gráfico expresa la idea de los conceptos antes expresados:

Extrayendo conclusiones sobre el gráfico anterior, podemos decir que:

- La Sostenibilidad es un objetivo a alcanzar y se le atribuye a todas las formas y tendencias agrupadas en el Movimiento de Agricultura Agroecológica y Orgánica.
- La Agricultura Orgánica, Ecológica y otros términos afines, son formas tecnológicas para lograrla.
- La Agroecología es la base científica, que enfoca el estudio de los ecosistemas desde una perspectiva ecológica, cultural y social.

De lo anterior se desprende, que, aunque la Agroecología tiene amplias bases científicas, ella a su vez se convierte en la base científica de los sistemas sostenibles de producción de alimentos.

En contraposición a la agricultura convencional, y apoyadas por la primera tendencia, se desarrollan en el mundo diferentes enfoques alternativos, como la agricultura orgánica, biodinámica, de conservación, natural, viva, alternativa, regenerativa y permacultura, entre otras (Funes, 2007). Más recientemente la agroecología integra estas ideas y métodos de hacer agricultura y tiene sus raíces en las ciencias agrícolas, en el movimiento de protección del medio, en la ecología, en el análisis de agroecosistemas indígenas y en los estudios sobre desarrollo rural (Altieri, 1995), dándole una base científica. Todas estas concepciones tienen una gran similitud y persiguen un objetivo común; la sostenibilidad de los agroecosistemas.

En nuestra opinión, estos distintos enfoques persiguen objetivos muy similares, y no tiene sentido discrepar en sutilezas semánticas, que nos puedan dividir, sino por el contrario, abrazar todo lo que nos une en esas distintas corrientes, todas defensoras del medio ambiente y de la lucha por un mundo mejor. Solo debemos alertar que en algunos casos se cuiden del empleo de algunos insumos empleados por la agricultura convencional, como agrotóxicos, alta mecanización y otros. En general, todos ellos se basan en los principios de ser:

- Culturalmente aceptados por los agricultores.
- Ecológicamente sostenibles.
- Socialmente justos y humanos.
- Tecnológicamente apropiados.
- Económicamente viables

#### Transición agroecológica

Es el paso de la manera convencional de hacer agricultura basada en altos insumos como: fertilizantes químicos, agrotóxicos y otros contaminantes, uso excesivo e ineficiente de maquinarias pesadas, riego, concentrados y energía fósil, hacia nuevas maneras de hacer agricultura con tecnologías de base agroecológica.

#### **4.4 Agricultura orgánica**

No se refiere a la agricultura que utiliza solamente abonos orgánicos, sino a una agricultura que encaja orgánicamente dentro de los equilibrios naturales. Es una forma de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en principios ecológicos y en ciclos adaptados a condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos, combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medioambiente y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella.

Utiliza diferentes técnicas básicas, como: biodiversidad, conservación de suelos y aguas, abonos orgánicos y verdes, rotación y asociación de cultivos, control ecológico de malezas, plagas y enfermedades, conservación del entorno natural, artificialización mínima en la crianza de animales. No está reñida con el desarrollo ni con los avances científico-técnicos, no niega el uso de ciertos elementos químicos al suelo, siempre y cuando no dañen el ambiente y no prefiere las fincas grandes, aunque también se puede desarrollar en éstas.

Por otra parte, Restrepo (1996) considera que la agricultura orgánica es el anuncio y la práctica de una nueva concepción del universo. A través de ella la humanidad cambiará su relación con el cosmos y en particular con la naturaleza.

El objetivo principal del movimiento orgánico o ecológico mundial, es demostrar que hay otras vías y modelos de desarrollo agrícola a través de los cuales asegurar la alimentación y bienestar de la población mundial de una manera sostenible. Es así como en todas latitudes comienzan a forjarse doctrinas de pensamiento que unen la práctica con la teoría, el conocimiento tradicional con el científico, el empirismo con la técnica y a veces hasta lo desconocido, como parte del pensamiento agroecológico, que cada vez tiene mayor credibilidad y aplicación a los paradigmas de la sociedad moderna ( Funes et al., 1999).

En enero de 1999, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 1999) reconoce la labor del movimiento orgánico y declaró: la FAO tiene la responsabilidad de dar a la Agricultura Orgánica, un legítimo lugar dentro de los programas de agricultura sostenible y ayudar a sus países miembros en sus esfuerzos para responder a la demanda de los agricultores y consumidores en este sector.

La agricultura orgánica puede contribuir a disímiles metas de la sustentabilidad y así lo está demostrando.

#### Permacultura

Soporte práctico que incide en las tres dimensiones del desarrollo local sustentable (social, económica y ecológica), obteniéndose a través de la misma, resultados permanentes y una nueva cultura del hacer y del vivir (Cruz 2014). Abarca todos los aspectos de los asentamientos humanos, es una ciencia y una ética. Saca provecho del diseño de los sistemas productivos, del entorno natural donde se desarrolla, del ingenioso y eficiente ahorro del agua, es muy apropiada para espacios pequeños y emplea recursos propios y locales.

#### Agricultura biodinámica

Se basa en recuperar la fertilidad de las tierras a través de la armonización del suelo y la influencia de las fuerzas cósmicas para que las plantas y animales reciban el equilibrio adecuado y que ello se refleje en la calidad de los productos. Considera a la finca como un organismo vivo (suelo, planta, animal, hombre y cosmos), disminuyendo al máximo la dependencia del exterior y de los agroquímicos. Las técnicas biodinámicas se refieren a la energización de elementos bióticos del agroecosistema por medio del compostaje, materia orgánica y un conjunto de preparados biodinámicos que se aplican siguiendo los ritmos del sol y la luna, los planetas y las constelaciones (Pérez Olaya 2011).

#### Ecosistema natural

Es el resultado de la evolución conjunta durante millones de años de gran diversidad de especies en cambio y en proceso de selección natural permanente. Todo el espacio del planeta habitado por seres vivos pudiera considerarse un ecosistema.

#### Agroecosistema

Actuación del hombre sobre el ecosistema natural, alterándolo y volviéndolo artificial en función de la producción de cultivos. Ecosistema agropecuario de cultivos, árboles y animales en interacción con el medioambiente que los rodea (comprende aspectos biológicos, físicos, culturales y socioeconómicos). El enfoque agroecológico busca simular la estructura y función de los ecosistemas naturales, de manera que su estructura y función se conserven.

#### Biodiversidad

Es la diversidad de seres vivos existentes en una zona, localidad, región o país. Para preservar la independencia de los países pobres, mantener lo que aún les queda de biodiversidad es un aspecto clave, tanto como recurso estratégico y aún más por el potencial de uso todavía no empleado, lo que despierta la codicia de los países industrializados.

Hoy día una buena parte de la biodiversidad con potencial de uso económico, se encuentra ya en bancos de germoplasma, mientras los verdaderos dueños pueden aprovecharla poco (Costa Gomes, 1999).

#### Sistema agroforestal

Integración de árboles a los sistemas agropecuarios tradicionales. Conjunto armónico que combina especies temporales, anuales, semiperennes y perennes que producen alimentos en forma intensiva para humanos, animales y satisfacer otras necesidades propias del sistema o de los seres vivos que lo habitan.

#### Sistemas silvopastoriles

Combinan ganadería con árboles forrajeros, forestales y frutales, y resultan un medio adecuado para complementar hábitos alimentarios y comportamiento de los animales y a la vez proporcionan ventajas como sombra, biomasa de calidad, frutas y madera.

### 4.5 Agricultura sustentable

Se puede considerar a la agricultura sustentable como un sistema de producción que tiene la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente de alimentos y, además, preservar el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer las potencialidades presentes y futuras del recurso suelo.

Para lograr la sostenibilidad de la producción de granos para el país y lograr la estabilidad de alimentos, especialmente en maíz, es necesario adoptar de manera progresiva y definitiva tecnologías sustentables, tales como:

- Agricultura de conservación

Es una práctica que busca reducir el impacto ecológico en la producción de alimentos. Consiste en tres principios: movimiento mínimo del suelo, retención de cultivos sobre la superficie y rotación de cultivos. Un beneficio de la Agricultura de Conservación es la reducción de costos al eliminar hasta un 90% el pase de maquinaria para la labranza del suelo.

- Nutrición integral y uso de sensores para la eficiente aplicación del nitrógeno

Es la combinación de estrategias para llevar a cabo una fertilización más completa y balanceada para aplicar la dosis exacta que necesita cada cultivo de acuerdo con su etapa fenológica. El análisis de suelo es la base para diseñar programas de fertilización acordes a las necesidades y condiciones de cada lote de producción, y los sensores como el GreenSeeker y GreenSat son herramientas de seguimiento y medición para la aplicación eficiente del nitrógeno.

- Manejo integrado de plagas

Consiste en un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y minimizar el impacto al medio ambiente para controlar de forma específica a las plagas que pudieran afectar a los cultivos, y tomar así decisiones adecuadas sobre el control racional de plagas sin acabar con la fauna benéfica.

- Uso eficiente del agua de riego

Es la aplicación de técnicas que permiten al productor hacer un adecuado y eficiente manejo del agua en el riego por gravedad, así como la tecnificación de riego con opciones que van desde multicompuertas hasta el riego por goteo.

### Arquitectura y funcionamiento del ecosistema predial

Los AE tienen una connotación socioeconómica y cultural, que se refiere al significado, valoración, apropiación y usufructo de recursos naturales renovables por parte del ser humano y la sociedad (Vélez, 2002), su estudio ha sido abordado desde diferentes marcos teóricos y propuestas metodológicas que reconocen la complejidad del tema por los múltiples factores y variables biofísicas, ecológicas, culturales, ambientales, sociales y económicas que inciden sobre la arquitectura y funcionamiento de los AE. Estos métodos se localizan en dos extremos, unos de máxima complejidad por el considerable número de variables que dificultan el análisis sistémico de los AE y predios; y otros de máxima simplicidad o reduccionistas propuestos por enfoques economicistas, fundamentados en los rendimientos o en la rentabilidad, que no dan cuenta, de manera oportuna y satisfactoria, de las condiciones ecológicas, socioeconómicas y de sostenibilidad de los AE. Vélez (1998) y Vélez y Gastó (1999) proponen una metodología basada en la identificación de variables jerárquicamente definidas como las de mayor incidencia en la estructura y funcionamiento de los AE, que se integran en dos variadas denominadas receptividad

tecnológica e intensidad tecnológica, para conformar un espacio de análisis de la situación y dinámica de los AE.

#### Sucesiones ecológicas

Las sucesiones ecológicas es una serie de cambios que sufren una comunidad y su entorno abiótico es un determinado lapso de tiempo. La sucesión ecológica se pone en marcha cuando una causa natural o antropogénica, despeja un espacio de las comunidades biológicas presentes en él o las altera gravemente. Las causas naturales que pueden causar esta situación son muy variadas, e incluyen corrimientos de tierra, lagares, aludes, erupciones volcánicas explosivas, entre otros.

Las sucesiones ecológicas se caracterizan a un ecosistema maduro y complejo que se auto abastece en ese momento se dice que la comunidad alcanzo su estado final o clímax. El clímax se caracteriza porque el proceso de sucesiones se detiene y las biomasa que se produce en el ecosistema estas en perfecto equilibrio con la biomasa que se muere se, descompone y se incorpora nuevamente a la biota.

#### 4.6 Manejo de la fertilidad

Es la capacidad del suelo de sustentar la vida vegetal, que depende de la disponibilidad de nutrientes, de la capacidad de retención de agua, de la existencia de un espacio físico para el crecimiento de las raíces y movimiento de gases, de la presencia de microorganismos que actúen en los ciclos de los nutrientes y otros que controlen los problemas sanitarios; y de la ausencia de procesos de destrucción. Por ello, al decidir cuál será el manejo agronómico a realizar, es necesario considerar que sobre la fertilidad del suelo intervienen en forma interdependiente factores químicos, físicos y biológicos.

#### Materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo (MOS) está formada por compuestos que provienen de restos de organismos, ya sea plantas y animales, y sus productos de desecho. La MOS está constituida por una serie de compuestos de complejidad variable en un continuo estado de transformación, desde los residuos de cultivos y animales recientemente incorporados hasta la compleja estructura del humus alcanzada después de períodos muy extensos de transformación.

La MOS es de vital importancia para la fertilidad del suelo, tiene un efecto positivo en la estructura del suelo, permite mantener unidas las partículas primarias del suelo (arena, limo y arcilla), en conglomerados de mayor tamaño, que al unirse dejan poros entre ellos, permitiendo retener agua, albergar microorganismo y favorecen el crecimiento de la raíz.

Los microorganismos que se alimentan de la MOS son los descomponedores, que participan en la mineralización de compuestos orgánicos, dejando disponibles nutrientes para las plantas. Por ello al aplicar materia orgánica se incrementa la biomasa microbiana

del suelo. Dichos microorganismos participan en el suelo en los ciclos de los nutrientes. Además de estas funciones, existen microorganismos en el suelo que liberan promotores del crecimiento para las plantas, otros que son antagonistas de enfermedades y plagas, por lo que reducen los problemas sanitarios de los cultivos. Todas estas funciones están muy influenciadas por el aumento en el contenido de materia orgánica de los suelos. Los altos niveles de MOS están asociados con el incremento de la agregación, la menor erosión y escorrentía superficial, la mejor infiltración, el movimiento y la retención de agua, la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de nutrientes, el vigor de los cultivos y la reducción de la presión de plagas y enfermedades de plantas (supresión), entre otros factores favorables del suelo.

Manejo sustentable del suelo.

Para realizar un manejo sustentable del suelo es necesario incorporar las siguientes prácticas al manejo agronómico:

- Incorporar materia orgánica, de preferencia estabilizada, ya que en el proceso mueren patógenos y semillas de malezas y tiene un efecto de más largo plazo en el suelo.
- Sincronizar los cultivos en rotación, de forma evitar dejar el suelo descubierto por períodos prolongados, para evitar volatilización o lixiviación de nutrientes.
- Reducir la labranza del suelo, que causa mineralización de la materia orgánica y destruye la agregación. Favorecer la labranza vertical.
- Incorporar leguminosas en la rotación y como cultivos asociados, ya que aportan N, gracias a su asociación con bacterias fijadoras de N.
- Utilizar cubiertas de suelo (vivas o muertas) entre hileras de cultivos perennes que evitan pérdida de nutrientes y erosión, reducen fluctuaciones de temperatura y humedad, permiten manejar las malezas y aportan nutrientes.
- Realizar prácticas de conservación de suelos, especialmente en suelos con pendiente.
- Eliminar las quemadas, aprovechar todos los residuos orgánicos.
- Realizar diagnóstico nutricional oportuno y corregir deficiencias usando fertilizantes de baja solubilidad.
- No usar compuestos tóxicos.

Control de malezas, plagas y enfermedades considerando principios ecológicos

El objetivo es emplear productos para el control de plagas cuyos principios activos tienen el efecto de repeler o matar a los insectos.

Resalta el uso de los extractos vegetales debido a que estos no causan daño al ambiente. En el campo se usan diluciones de hojas de plantas con actividad insecticida o sus aceites

esenciales a diferentes concentraciones, dependiendo de la severidad de la plaga y del cultivo a tratar. Dentro de ellos destaca el Neem, el cual contiene diversos componentes con actividad insecticida, siendo el más importante la azadiractina.

Favor de referirse a la tabla que lista las sustancias permitidas de parte del Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos de México. Aquí se señalan los agentes que se permiten utilizar para el manejo ecológico de insectos, hongos, virus, bacterias y arvenses.

La azadiractina es un tetranortriterpenoide natural que tiene la ventaja de degradarse rápidamente en el medio ambiente, con baja toxicidad para humanos. Además, no crea resistencia debido a la presencia de diferentes compuestos con actividad insecticida y actúa por contacto o por ingestión. De acuerdo con la Ley de Productos Orgánicos, en el apartado de Gestión de la Fertilidad: —Para mantener o aumentar [la fertilidad] en el suelo se compromete a efectuar un adecuado programa de rotación plurianual, recurriendo a la sucesión de un cultivo en la misma parcela por un máximo de dos ciclos consecutivos.

#### **4.7 Manejo de recursos**

Por recurso natural se entiende a todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades. Algunas legislaciones agregan a esta definición la condición de que el recurso tenga un valor actual o potencial en el mercado. Los recursos naturales representan fuentes de riqueza económica, pero el uso intensivo de algunos puede llevar a su agotamiento.

El desarrollo económico y progreso de las sociedades se basa fundamentalmente en el conocimiento y explotación de los recursos; sin embargo, no se ha logrado un equilibrio entre el avance económico, la continuidad y buen manejo de los recursos, lo que desde hace tiempo ha provocado su disminución y pérdida, aunado a un deterioro ambiental que constantemente se incrementa a niveles fuera de control humano.

En las sociedades actuales se hace imperativo vincular los procesos productivos con el manejo óptimo de la naturaleza, y lograr así un desarrollo sustentable. La única solución verdadera ante la inminente crisis energética que se aproxima es un cambio de mentalidad, una especie de revolución cultural a nivel planetario, una evolución de la conciencia humana.

Fuentes alternativas de energía.

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un

continuo crecimiento, exige también una demanda creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otras energías alternativas para obtener dicha energía.

En la actualidad se siguen buscando soluciones para resolver esta crisis inminente. Las energías renovables en las que se trabaja actualmente son:

- La energía eólica que es la energía cinética o de movimiento que contiene el viento, y que se capta por medio de aerogeneradores o molinos de viento.
- La energía hidráulica, consistente en la captación de la energía potencial de los saltos de agua, y que se realiza en centrales hidroeléctricas.
- La energía oceánica o mareomotriz, que se obtiene bien de las mareas (de forma análoga a la hidroeléctrica), o bien a través de la energía de las olas.
- La energía solar, recolectada de forma directa en forma de calor a alta temperatura en centrales solares de distintas tipologías, o a baja temperatura mediante paneles térmicos domésticos, o bien en forma de electricidad mediante el efecto fotoeléctrico mediante paneles foto voltaicos.
- La energía nuclear obtenida por minerales radiactivos como el Uranio.
- La energía geotérmica producida al aprovechar el calor del subsuelo en las zonas donde ello es posible, como en la Planta de Mexicali.
- La biomasa por descomposición de residuos orgánicos, o bien por su quema directa como combustible.

La discusión energía alternativa/convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse durante este siglo. Es importante mencionar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación, por tanto, incluso aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con este modelo económico basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto del desarrollo sostenible.

Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

La producción de energías limpias, alternativas y renovables; no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver abocado, independientemente de nuestra opinión, gustos o creencias.

## 4.8 Ecotecnología

La Ecotecnología es toda aquella tecnología que se utiliza para el mejoramiento del medio ambiente. Un ejemplo de la ecotecnología es la aplicación y el uso de paneles de energía solar y la utilización de la energía geotérmica.

El mundo se prepara para el final del petróleo bajo dos imperativos, el económico y el ecológico. Ya existen grandes inversiones en combustibles alternativos, como el GNL (gas natural licuado), las técnicas de transformación del carbón como carburante para el transporte, la gasificación del carbón subterráneo, así como también se visualizan energías alternativas, entre ellas la nuclear, que vale señalar en el caso de Francia ya produce 70% de su electricidad.

Vivir sin petróleo permitirá un mundo menos contaminado, y como lo señala Amory Lovins, director del Instituto Rocky Mountain, "nuevas tecnologías eficaces para economizar y reemplazar el petróleo harán perder al oro negro su supremacía", ya hay en Estados Unidos 500 mil vehículos híbridos que sólo utilizan la mitad de gasolina. En Suecia para el 2020 no se utilizará petróleo para los vehículos. Toyota es el líder de los carros híbridos, electricidad para cortas distancias y gasolina para largos trayectos. Todo esto ayuda a la ecología y al ambiente y también a la economía.

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional que aboga por la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoruro de azufre) para mitigar el efecto invernadero. En todo el mundo se arrojan a la atmósfera 60 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, 80 % procedente del uso del petróleo, del carbón y del gas. Se busca reducir el efecto de estos gases en 5 % antes de 2012, en comparación con los índices expresados en el momento de la firma en 1997. Cada país debe reducir las emisiones de gases dentro de sus propios porcentajes.

### Áreas protegidas

Son espacios terrestres o marinos que contienen sistemas naturales (ecosistemas) poco alterados por las actividades humanas, y que son protegidos legalmente o con algún otro mecanismo. ¿Para qué son? Son una herramienta de conservación. Protegen especies, ecosistemas y procesos ecológicos de los impactos humanos. México ocupa el cuarto lugar mundial en Biodiversidad.

¿Para qué proteger? Hay muchas razones para proteger: éticas, estéticas, ecológicas, económicas, espirituales, históricas, etc. Las áreas protegidas mantienen procesos ecológicos de importancia y conservan una gran diversidad de especies de flora y fauna, proporcionan protección a manantiales que abastecen agua y oportunidades de recreación al turismo.

Las áreas naturales protegidas se empezaron a crear al final del siglo XIX y principios del XX, por razones estéticas, recreativas, o para la protección de manantiales. El Desierto de los Leones es la primera área protegida a finales de los 1800s. El parque nacional Yellowstone, el primero en Estados Unidos, se creó en 1872.

Actualmente en México, las áreas protegidas naturales de la federación son administradas por la Comisión Nacional para las Áreas Naturales Protegidas, conocida como la CONANP.

#### Manejo de residuos

Las sociedades industrializadas generan una gran cantidad de residuos, tanto a nivel de producción como de servicios. Los residuos se originan porque los procesos de fabricación no poseen unos rendimientos de producción del 100 % con respecto a las materias primas y energía que utilizan.

Algunas industrias dejan a la intemperie sustancias tóxicas que pueden dañar el medio ambiente y comunidades.

Por ello, junto a productos con valor comercial, se generan paralelamente residuos sin valor económico en el contexto que son producidas, y de las cuales su generador se quiere desprender al no poder encontrar una salida comercial o de uso propio, destinándolas en consecuencia al abandono.

Pero los residuos son dinámicos: lo que hoy es un residuo sin valor alguno, mañana puede ser una materia prima de un proceso productivo.

El potencial de riesgo del residuo con respecto al medio ambiente y a la salud, que poseen los residuos industriales, no es mayor ni menor que el de los productos comerciales de semejantes o parecidas características; sin embargo, estos últimos, al tener un valor, reciben la atención necesaria que hace que ese riesgo no se materialice, mientras que las corrientes residuales son devueltas al medio, dando origen a los residuos industriales. Por lo tanto, se define como residuo industrial: «todo producto material que, tras su producción, manipulación, o uso industrial, no posee valor de mercancía». Actualmente, ya no se discute sobre el estado físico de lo que se desecha, y se consideran residuos, independientemente de que sean sólidos, líquidos, e incluso gases, a todos aquellos que se generan como consecuencia de una actividad.

#### **4.9 La educación ambiental**

La educación ambiental constituye un nuevo enfoque pedagógico que se define como un proceso que forma al individuo para desempeñar un papel crítico en la sociedad, con objeto de establecer una relación armónica con la naturaleza, brindándole elementos que le permitan analizar la problemática ambiental actual y conocer el papel que juega en la transformación de la sociedad, a fin de alcanzar mejores condiciones de vida. Asimismo, es un proceso de formación de actitudes y valores para el compromiso social.

La educación ambiental debe impartirse a personas de todas las edades, en todos los niveles y modalidades educativas, con la finalidad de que éstas comprendan la naturaleza compleja del medio ambiente resultante de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, sociales y culturales. En este sentido, la educación ambiental concierne a toda la sociedad y debe dirigirse a todos los miembros de la colectividad según modalidades que respondan a las necesidades, intereses y móviles de los diferentes grupos de edad y categorías socioprofesionales. Como debe ser permanente y estar abierta a todos, conviene establecerla en todos los niveles educativos, tanto escolares como extraescolares.

En lo que refiere a la educación escolar, es muy importante no considerar a la educación ambiental como una materia más dentro del currículum, pues ésta puede y debe estar incorporada en todas las asignaturas y no exclusivamente en las propias de las Ciencias Naturales. En este sentido, la educación ambiental debe mostrar la confluencia de todas las áreas disciplinarias y del conocimiento que contribuyen al análisis y comprensión de las relaciones que, a través de su historia, los hombres han establecido con su entorno.

La educación ambiental debe hacer ver a los estudiantes los problemas ambientales en su vida cotidiana, incitando a la lluvia de ideas que tiendan a un mejor planteamiento de los mismos y a la búsqueda de alternativas de solución, promoviendo, de este modo, una actitud crítica, responsable y participativa.

Perfilar la transición al desarrollo sustentable depende de la comprensión efectiva de la naturaleza sistemática de las crisis que amenazan el futuro del planeta en un contexto global. En el logro de esta comprensión y de los planteamientos de solución, la educación ambiental debe generar cambios en la calidad de vida y mayor conciencia y responsabilidad de la conducta personal, expresada socialmente como la relación armónica entre los seres humanos y su entorno.

En la trayectoria de más de 35 años de educación ambiental (las actividades institucionales proporcionando este enfoque de educación datan de principios de la década de los años ochenta), se ha puesto de manifiesto el importante papel que desempeña en la construcción del desarrollo sustentable, ya que se caracteriza por la promoción de valores, la transmisión de conocimientos sobre la interdependencia de los procesos naturales y sociales, la adquisición de destrezas y aptitudes para habilitar en la resolución de problemas, la definición de criterios y normas de actuación y la orientación de los procesos de toma de decisiones que permitan construir un futuro deseable que garantice el potencial productivo y un ambiente de calidad como parte consustancial de los más elementales derechos.

Los distintos programas de la SEMARNAT consideran a la educación y a la capacitación como instrumentos estratégicos de gestión, para asegurar la eficiencia y efectividad en la contención del deterioro, el fomento a la producción sustentable y el aumento del bienestar social.

CECADESU (Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable)

CECADESU, con base en las atribuciones conferidas en el reglamento interior de la SEMARNAT, contribuye a “la formación de una sociedad corresponsable y participativa con educación y cultura de sustentabilidad ambiental” a efecto de que las comunidades y los sectores y grupos de la población reciban los beneficios de “desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental”, tal y como se señala en el Objetivo 6 del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT).

Como parte de los compromisos establecidos en el PROMARNAT, el CECADESU genera e implementa el Sistema de Fortalecimiento de Capacidades para la Sustentabilidad 2015-2018, cuyo propósito es incorporar la Educación Ambiental como un campo de trabajo fundamental y una herramienta para comprender de manera crítica e integral las causas subyacentes de la pérdida de diversidad biológica, la falta de disponibilidad del agua, la degradación de las tierras y la creciente vulnerabilidad al cambio climático e instrumentar medidas para hacer frente a esta problemática.

Busca fortalecer las iniciativas que desarrollan grupos organizados de la sociedad civil, de las instituciones educativas públicas y privadas, mediante el otorgamiento de subsidios para el desarrollo de proyectos de educación ambiental y capacitación para el desarrollo sustentable, que contribuyan al cumplimiento de las prioridades establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.

Así, como parte de acciones emprendidas, de 2014 a 2016 se implementó el programa "Hacia la Igualdad y Sustentabilidad Ambiental"<sup>1</sup>, en él se establecieron los siguientes objetivos:

**OBJETIVO GENERAL:** Impulsar proyectos que articulen las acciones individuales y colectivas en un proceso orientado a la innovación social en condiciones de cambio climático, en los temas de biodiversidad, agua, tierras, seguridad alimentaria y/o prevención del riesgo, a través del otorgamiento de subsidios a Organizaciones de la Sociedad Civil e Instituciones de Educación Superior que promueven el desarrollo local sustentable. Capacitación para el desarrollo sustentable, y

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** 1. Fortalecer el desarrollo de proyectos de Educación Ambiental que aborden la complejidad de los procesos socioambientales, el fortalecimiento de capacidades adaptativas y la generación de alternativas integrales en los municipios más vulnerables de 18 entidades federativas<sup>2</sup> del país. 2. Potenciar el uso de herramientas, metodologías y materiales educativos para el desarrollo de procesos de aprendizaje social y acción colectiva que den soporte a la construcción de rutas adaptativas en ámbitos comunitarios y productivos, reduciendo la vulnerabilidad social, económica y ecosistémica. 3. Promover el derecho a un ambiente sano, prevenir el

deterioro de los recursos naturales, conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos e incrementar la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas locales.

Con base en lo anterior, el perfil de beneficiarios del Programa se definió como sigue:

Organizaciones de la Sociedad Civil e Instituciones de Educación Superior comprometidas con: La construcción de procesos de aprendizaje social que permitan una mayor consciencia del valor que la diversidad biológica tiene en el bienestar de las comunidades y la relación que guarda con la disponibilidad del recurso hídrico y la condición ambiental del territorio,

El desarrollo de un pensamiento crítico, creativo y prospectivo capaz de analizar las complejas relaciones entre procesos naturales y sociales, a fin de construir una visión de los cambios necesarios para conseguir la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad, sostener un planeta sano y brindar beneficios esenciales para todos,

La promoción de procesos de acción colectiva que permitan mejorar la organización local y articular los esfuerzos individuales y comunitarios con una percepción integral de las alternativas que hacen posible la innovación social sustentable.

Por su parte, los proyectos que se apoyaron tuvieron estas características:

Proyectos orientados a: A) La generación e implementación de alternativas metodológicas y prácticas tendientes a mejorar el conocimiento de diferentes grupos sociales, a efecto de que al comprender las relaciones que se producen en entornos inciertos y cambiantes puedan actuar individual y colectivamente frente a los impactos del cambio climático, generando alternativas que posibiliten una vida digna y plena. B) El diseño e implementación de procesos de aprendizaje social a favor de grupos comunitarios y/o productivos que por sus condiciones de vulnerabilidad requieren un mayor apoyo para incrementar su resiliencia y la de los ecosistemas que dan soporte a sus modos de vida. C) El impulso de la organización para la acción comunitaria e institucional favoreciendo la construcción de estrategias de adaptación que integren los rubros que mayor incidencia tienen en la vulnerabilidad local: biodiversidad, agua, tierras, riesgo y seguridad alimentaria.

Los proyectos de Educación Ambiental para la Sustentabilidad promueven procesos de aprendizaje y cambio social que mejoran las repuestas comunitarias frente a la problemática ambiental, particularmente en condiciones de cambio climático. Estos proyectos permiten que los colectivos construyan nuevos conocimientos para responder a condiciones siempre cambiantes, generando estrategias adaptativas integrales que parten de reconocer la complejidad e interdependencia entre los ecosistemas, la biodiversidad, el recurso hídrico (incluyendo los servicios ecosistémicos que prestan) y el bienestar de las poblaciones humanas. Por lo anterior, el Otorgamiento de Subsidios para Proyectos de Educación Ambiental para la Sustentabilidad, tiene énfasis en el Fortalecimiento de Capacidades Adaptativas Integrales entendidas como los conocimientos y habilidades de las personas, los grupos y las comunidades que les permiten identificar y comprender la complejidad de los problemas que inciden en su desarrollo socioambiental, fortalecer las

decisiones colectivas que se toman frente a dichos problemas (anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse), aprender de la experiencia, reorganizar los conocimientos y mejorar las herramientas y mecanismos para gestionar la vulnerabilidad y la innovación para la sustentabilidad.

#### **4.10 La importancia de la conservación en el manejo forestal**

La biodiversidad y los ecosistemas forestales

La diversidad biológica (o de manera abreviada, biodiversidad) está constituida por la variedad de formas de vida, la multiplicidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos (diversidad de especies), los distintos tipos de hábitats (diversidad de hábitats), los diferentes ensamblajes de especies en las comunidades bióticas asociadas a distintas condiciones del ambiente físico (diversidad de ecosistemas), y la variación genética dentro de las poblaciones de una misma especie (diversidad genética) (Lindenmayer & Franklin 2002, Hunter & Gibbs 2009).

México es uno de los países con mayor diversidad biológica en el mundo (Sarukhán et ál. 2009). Esto se debe a la heterogeneidad ambiental del territorio nacional, caracterizada por la variación de las condiciones de clima, geomorfología, suelos y sustrato geológico, a lo cual se suma una larga historia de influencia humana y la ubicación del país en una región de transición entre las regiones latitudinales intertropical y templada (cuyo límite es el Trópico de Cáncer) y los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical. Dichas condiciones dan lugar a una notable variedad de tipos de hábitat donde una gran diversidad de especies encuentra las condiciones ambientales de las que depende su supervivencia y reproducción (Rzedowski 1978, Challenger y Soberón 2009).

Los bosques y selvas albergan alrededor del 65% de los taxa terrestres del mundo. La mayoría de los programas de conservación biológica se han centrado en el establecimiento de áreas protegidas, pero aunque estas son fundamentales para preservar el patrimonio natural, son también insuficientes para mantener toda la biodiversidad forestal.

Por lo tanto, las áreas boscosas destinadas a la producción de madera pueden contribuir de manera significativa, a través de buenas prácticas de manejo, a la conservación de especies y al mantenimiento de hábitat adicional en la matriz circundante a las áreas protegidas (Lindenmayer y Franklin 2002, Lindenmayer et ál. 2006).

La conservación de la biodiversidad debería ser considerada como un componente central del manejo forestal, no solo porque los bosques de producción ofrecen hábitat para un gran número de especies, sino sobre todo por el papel de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas, lo cual se traduce en la generación de múltiples servicios ambientales (Daily et ál. 1997), tales como la protección de cuencas y cuerpos de agua, la regulación del clima o la existencia de condiciones para la recreación al aire libre.

Entre estos servicios ambientales se encuentra el mantenimiento de las condiciones que hacen posible mantener a largo plazo la misma producción y productividad forestal, la cual depende de la conservación de agua, suelos y biodiversidad (Perry 1998).

En la actualidad, la sociedad reconoce el valor de los ecosistemas forestales<sup>2</sup> no solo como fuente de recursos naturales esenciales para la economía (agua, madera, celulosa, combustibles, alimentos, medicamentos, forrajes, etc.), sino que cada vez es mayor la importancia que se asigna a las funciones ecológicas de dichos ecosistemas, funciones que incluyen, entre otras cosas, en el soporte o mantenimiento de las condiciones que hacen posible la vida en el planeta, la regulación del ciclo hidrológico y del clima, la mitigación de los efectos del cambio climático global o el amortiguamiento de los impactos de fenómenos naturales extremos causantes de desastres, el aprovisionamiento de recursos naturales o el mantenimiento de valores culturales (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Estas funciones de los ecosistemas, reconocidas como beneficios a la sociedad o servicios ambientales (Daily et ál. 1997), son el resultado de procesos ecosistémicos fundamentales (como la fotosíntesis y la productividad primaria, la respiración e intercambio gaseoso con la atmósfera, la descomposición y mineralización de la materia orgánica, los ciclos de agua, carbono y nutrientes, los regímenes de cambio dinámico en los que interactúan procesos de perturbación, regeneración y sucesión ecológica, etc.) (Perry et ál. 2008).

Estos procesos son mantenidos y regulados por las interacciones entre la diversidad de componentes bióticos (plantas, hongos, microorganismos, animales) y abióticos (aire, agua, minerales, roca, energía solar) de los ecosistemas; esto es, los procesos ecosistémicos de los cuales se derivan los servicios ambientales dependen del papel de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas (Hooper et ál. 2005); esta es una razón fundamental para la conservación de la biodiversidad.

### Conservación y manejo forestal

Aunque en muchos casos persiste un conflicto absurdo en la oposición entre enfoques productivistas y conservacionistas, es necesario reconocer que la producción y la conservación son componentes complementarios del manejo forestal. La conservación de los recursos forestales a través de la regulación de la cosecha, bajo el principio de rendimiento sostenible (enunciado por Hans von Carlowitz hace 300 años, en 1713), y la conservación de los suelos para mantener la productividad de sitio de la que depende a su vez la producción de la madera y otros recursos (como lo señalara Heinrich Cotta desde 1816), han sido considerados como parte del manejo forestal desde sus orígenes como profesión y como disciplina científico-técnica. Sin embargo, una perspectiva errónea del manejo forestal, centrada solo en el manejo de masas arboladas para la producción de madera dirigida al abasto de la industria y el mercado, sin poner atención a la complejidad de los ecosistemas forestales (Puettmann et ál. 2009), ha desviado la atención del papel que juega la conservación como parte del manejo forestal, lo cual ha tenido consecuencias

no solo en la degradación de las áreas forestales, sino también en la disminución de su productividad (Smith et ál. 1996, Perry 1998).

El mantenimiento o mejoramiento de la producción y la productividad forestal depende de la conservación de agua, suelos y biodiversidad (Perry 1998). Por ejemplo, la biota del suelo juega un papel esencial en la formación de suelos y en la dinámica de nutrientes, de lo cual depende la calidad de sitio y la productividad de las especies arbóreas de interés para la producción de madera y otros recursos forestales. Las poblaciones de organismos parásitos y patógenos, que ocasionan plagas y enfermedades forestales, son controladas por otros organismos que funcionan como sus enemigos naturales, mientras que la diversidad genética de las poblaciones de árboles permite su persistencia a largo plazo y reduce su vulnerabilidad frente al ataque de dichas plagas y enfermedades, sequías y otras fluctuaciones ambientales.

La diversidad de especies de plantas representa también una gran variedad de recursos bióticos para la producción de madera, fibras, resinas, látex, alimentos, medicamentos, forrajes, etc., bajo una amplia gama de condiciones ambientales.

La conservación de la biodiversidad y los ecosistemas forestales se justifica por razones utilitarias como la generación de servicios ambientales, el potencial de los recursos bióticos para satisfacer necesidades humanas, o la necesidad de sostener a largo plazo la producción y la productividad forestal. Pero, además de esto, la conservación también se fundamenta en razones éticas y estéticas (Leopold 1947) y en el reconocimiento de su importancia como parte del patrimonio cultural de pueblos indígenas, comunidades locales y la sociedad en general (Brown et ál. 2013). En la evaluación de la sustentabilidad del manejo forestal se ha incorporado, por ejemplo, la adopción de medidas para mantener elementos o atributos de las áreas forestales considerados como altos valores para la conservación (Fsc 2004, Brown et ál. 2013).

#### **4.11 Los sistemas agrícolas**

En el siglo XX se desarrollan los sistemas agrícolas modernos, los lugares donde intervenimos intensamente en el ambiente eliminando las especies que no nos son útiles y que compiten con nosotros por los mismos recursos. Lo hacemos con energía proveniente del carbón y del petróleo, la que nos permitió el cambio de una agricultura de subsistencia y de bajo impacto ambiental, a la actual agricultura de carácter casi industrial y con un impacto que ha contribuido a generar las causas de la actual crisis ambiental.

Desde hace miles de años los hombres hemos realizado la selección artificial con diversos fines en algunas especies, pero particularmente durante los cien últimos hemos mejorado unas pocas especies vegetales que aportan la mayor parte de nuestra alimentación: maíz, trigo, arroz, papa, mandioca, soja, cebada y batata. También hemos realizado esa selección en gallinas, cerdos, cabras, ovejas y vacas, que son las escasas cinco especies que aportan

la mayor cantidad de alimentos de origen animal. Y como normalmente las especies que han sido seleccionadas y domesticadas pierden la capacidad de crecer y desarrollarse en la vida silvestre, para mantenerlas no sólo hay que suministrarles alimentos y nutrientes, sino que también es necesario invertir en ellas más energía: luz, temperatura, medicamentos, techos, etc., energía que también, casi toda, es de los hidrocarburos del pasado.

Entonces, estamos hablando de sistemas agrícolas que requieren importantes aportes de energía para funcionar, la que puede ser aportada por mayor o menor mano de obra. Según esa mano de obra ocupada en función de la superficie cultivada, podemos considerar que existen dos tipos de agricultura, por un lado está la realizada con mucha mano de obra, que es la agricultura de campesinos, colonos, minifundistas, pequeños productores, artesanos y de varias formas más donde casi toda la familia participa en el trabajo; y por otro la agricultura industrial, que ocupa mano de obra especializada -pero poca- explota grandes superficies y usa mucha tecnología y energía externa.

#### Sobre la agricultura familiar y la agroecología

La agricultura familiar genera más variedad, diversidad y estabilidad, mientras que la agricultura industrial produce paisajes monótonos e inestables, pero de alta productividad. Antes era común, y aun se puede encontrar en algunas regiones, un paisaje dominado por pequeños productores con alternancia de grupos de consumidores: familias que viven donde cultivan y producen, y pequeñas poblaciones que reciben alimentos que aquellas les suministran (esto se observa también en comunidades naturales). En cambio, ahora hay un paisaje dominado por grandes ciudades (que son como organismos heterótrofos) que se abastecen mediante la agricultura industrial de grandes extensiones con organismos autótrofos que tienen a su alrededor y no sólo con la agricultura, puesto que también se produce carne y leche a gran escala.

Sin embargo, también en la agricultura familiar, aunque en menor escala, se trabaja con técnicas que son propias de la agricultura tradicional e industrial puesto que también se usan agroquímicos y semillas con cambios genéticos. Es esta una base desde la que lentamente se desarrolla la agroecología.

La agroecología trabaja por el desarrollo de los conocimientos ecológicos para aplicarlos al diseño de agrosistemas apuntando a lograr una actividad sustentable, basada en la productividad económica, la equidad social y la salud ambiental. Se trata de un cambio de paradigma de la economía para que sea compatible con la sustentabilidad de todas las actividades productivas de la sociedad. Entonces para ayudar a lograr esa transición desde la agricultura tradicional (de altos insumos de energía y agroquímicos) hacia la agricultura ecológica, trabaja tanto con la dimensión técnico-ecológica como con la dimensión socio-cultural. Considera como tema central estudiar la matriz comunitaria en que se inserta el agricultor (Sarandón, 2002).

Ante la declinación de las bases naturales (particularmente nutrientes) que permitieron los cultivos intensivos y prolongados sobre los suelos; los perjuicios de todo tipo por el uso de agrotóxicos para el control de la salud de las plantas; y el consiguiente aumento de los subsidios de energía (Viglizzo, 2011), en estos tiempos se está proponiendo diseñar agroecosistemas basados en procesos que aumenten el reciclado de biomasa y optimicen la disponibilidad y el flujo equilibrado de nutrientes; aumenten la actividad biótica del suelo; minimicen las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del suelo a través de la cobertura; diversifiquen específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio; aumenten las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad (Reinjntjes et al., en Altieri, 2002; Sánchez, en Carrasco et al., 2012).

## BIBLIOGRAFÍA

- AVENDAÑO PALAZUELOS ROBERTO C., GALINDO URIARTE ALMA R. Y ÁNGULO RODRÍGUEZ AMADA A. 2011. ECOLOGÍA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA. SINALOA, MÉXICO.
- CARPINETTI BRUNO, ESPONDA ALEJANDRO, DIEZ MARÍA CAROLINA, JOSÉ GISELA, FITTIPALDI IGNACIO, GARCÍA DANIELA Y MENEGAZ ADRIANA. 2013. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO SUSTENTABLE. UNIVERSIDAD NACIONAL ARTURO JAURETCHE. FLORENCIO VARELA, ARGENTINA.
- CERVANTES TORRES-MARÍN G., SOSA GRANADOS R., RODRÍGUEZ HERRERA G. Y ROBLES MARTÍNEZ F. 2009. ECOLOGÍA INDUSTRIAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE. INGENIERÍA 13-1. AA DE DIVULGACIONES. UNIDAD INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA UPIBI-IPN. MÉXICO.
- ESTRELLA SUÁREZ MARÍA V. Y GONZÁLEZ VÁZQUEZ ARTURO. 2014. DESARROLLO SUSTENTABLE. UN NUEVO MAÑANA. PRIMERA EDICIÓN. EDITORIAL PATRIA. MÉXICO, D.F.
- FUNES AGUILAR FERNANDO. 2015. SEMBRANDO EN TIERRA VIVA. MANUAL DE AGROECOLOGÍA. PRIMERA EDICIÓN. HABANA, CUBA.

- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA. 2013. CONSUMO SUSTENTABLE: UN ENFOQUE INTEGRAL. SEMARNAT. SECRETARÍA DE ENERGÍA. PROFECO. MÉXICO.
- JARDEL PELÁEZ ENRIQUE J. 2015. CRITERIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS PROGRAMAS DE MANEJO FORESTAL. PRIMERA EDICIÓN. CONAFOR. SEMARNAT. GEF. PNUD. MÉXICO.
- MALACALZA LEONARDO. 2013. ECOLOGÍA Y AMBIENTE. PRIMERA EDICIÓN. COMITÉ DE MEDIO AMBIENTE SERIE MONOGRÁFICA SOCIEDAD Y AMBIENTE: REFLEXIONES PARA UNA NUEVA AMÉRICA LATINA. ARGENTINA.
- OSUNA AGUILAR JUAN M., MARROQUÍN JIMÉNEZ JOSÉ A. Y GARCÍA SALDÍVAR ERICK J. 2010. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO DE SONORA. SONORA, MÉXICO.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA. 2012. HACIA UN DESARROLLO SUSTENTABLE. PRIMERA EDICIÓN. MÉXICO, D.F.
- UNESCO.2012. EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. INSTRUMENTO DE APRENDIZAJE Y FORMACIÓN No. 4.