

**MANUAL INFORMATIVO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, ECOLOGÍA Y
MEDIO AMBIENTE**

JOSÉ CRISTIAN CALDERÓN RUEDA

Especialista en Química Ambiental

**LOS SANTOS
COLEGIO INTREGRADO MESA DE JERIDAS
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
2009**

PREFACIO

Este texto sobre temas ambientales presenta de una manera concisa y agradable los principales retos que las generaciones actuales tenemos frente a problemas tan graves como los que se están dando en todos los niveles de manejo de recursos naturales. El afán desmedido de enriquecimiento rápido de empresas multinacionales, es uno de los factores que más influye sobre el problema, de manera negativa. Superar la falta de conocimiento de un gran porcentaje de la población, acerca de los efectos del comportamiento individual sobre las condiciones globales de la vida, es otro de los retos que todos tenemos para preservar lo que aún queda de biodiversidad.

Este cambio exige conciencia del manejo de todos los recursos a nivel personal, familiar, grupos como colegios y universidades, pero ante todo, una acción honesta de parte de los gobiernos a nivel local y nacional en todo el planeta.

El presente manual da las bases para tomar el rumbo correcto a nivel individual, lo cual lleva indefectiblemente a un cambio radical de actitud y aun empoderamiento de las personas para el manejo de nuestros recursos naturales.

Germán Camargo R
Estación Biológica Guaya canal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las siguientes personas por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo:

A mis compañeros profesores del Colegio Integrado Mesa de Jéridas del Municipio de Los Santos, quienes con su iniciativa y creatividad enriquecieron el contenido de esta obra. Al Doctor Germán Camargo Director de la Estación Guayacanal máxima autoridad Ecológica en el municipio, quien ha contribuido a muchas personas de la región y del departamento con sus valiosos conocimientos en ecología y medio ambiente. A mi hermana Claudia Patricia que desinteresadamente me contribuye económicamente, a mi esposa Sonia Milena por su serenidad y buenos consejos y a mi hijo Christian Felipe por las pequeñas intervenciones y opiniones.

Finalmente quiero agradecer a mis estudiantes y egresados del Colegio Integrado Mesa de Jéridas, su paciencia por permitirme aplicar y evaluar el presente manual informativo de ecología y medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

Estimado Estudiante: Bienvenido a Ecología y Medio Ambiente; este manual informativo de educación Ambiental lo conducirá a explorar el mundo que lo rodea y lo orientará a conocer de cerca los conceptos fundamentales de la naturaleza.

Lo más importante de construir nuevos conceptos y desarrollar habilidades y técnicas científicas es poder utilizarlos cuando se requieran y en beneficio de otras personas, Ecología y Medio Ambiente le ayudará a conseguirlo siempre que se comprometa a leer detenidamente y a entender su interesante contenido.

No es mi propósito que sea un módulo con sus respectivos logros y talleres prácticos, simplemente es una cartilla informativa que ayudará a que el estudiante refuerce científicamente sus conocimientos empíricos adquiridos a lo largo de su corta vida y que no ha relacionado porque no ha tenido la fortuna de encontrar textos que traten un contenido progresivo.

Estoy seguro que va a empezar a disfrutar este interesante manual que le ayudará a continuar y conseguir ese agradable proyecto que se ha trazado a corto plazo en la vida: SER excelente BACHILLER.

José Cristian Calderón Ruzda

TABLA DE CONTENIDO

1. ECOLOGÍA	1
1.1 LEYES DE LA ECOLOGÍA	2
2. LA BIOSFERA	3
1.1 BIOMAS	3
1.2 ECOSISTEMAS	4
1.3 ENERGIA Y NUTRIENTES	4
1.4 DESEQUILIBRIOS	5
3. POBLACIONES Y COMUNIDAD	6
3.1 DIVERSIDAD	7
3.2 HABITAT Y NICHO	8
3.3 TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	8
3.4 INTERACCIONES CON LA COMUNIDAD	10
3.4.1 COMPETENCIA	10
3.4.2. DEPREDACIÓN	11
3.4.3. PARASITISMO	12
3.4.4. COEVALUACION	12
3.5 SUCESION Y COMUNIDADES CLIMAX	13
4. MEDIO AMBIENTE	14
4.1 CONSTITUYENTES DEL MEDIO AMBIENTE	15
4.2 PROBLEMAS AMBIENTALES	16
4.3 DIOXIDO DE CARBONO	17
4.4 LLUVIA ACIDA	18
4.5 DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO	19
4.6 HIDROCARBUROS CLORADOS	20
4.7 OTRAS SUSTANCIAS TOXICAS	21
4.8 RADIACION	22
4.9 PERDIDA DE TIERRAS VÍRGENES	22
4.10 EROSION DEL SUELO	23
4.11 DEMANDA DE AGUA Y AIRE	24
4.12 LA CUMBRE DE LA TIERRA EN JUNIO DE 1992	25
4.13 PERSPECTIVAS	26
5. DESARROLLO SOSTENIBLE	27
5.1 MODERNIZACIÓN AGRÍCOLA	31
5.2 IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE	35
5.3 AMENAZAS Y OBSTÁCULOS	36

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

1. ECOLOGÍA

Estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente físico y biológico. El medio ambiente físico incluye la luz y el calor o radiación solar, la humedad, el viento, el oxígeno, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, el agua y la atmósfera. El medio ambiente biológico está formado por los organismos vivos, principalmente plantas y animales.

Debido a los diferentes enfoques necesarios para estudiar a los organismos en su medio ambiente natural, la ecología se sirve de disciplinas como la climatología, la hidrología, la física, la química, la geología y el análisis de suelos. Para estudiar las relaciones entre organismos, la ecología recurre a ciencias tan dispares como el comportamiento animal, la taxonomía, la fisiología y las matemáticas.

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 la ciencia medioambiental. Aunque se trata de una disciplina científica diferente, la ecología contribuye al estudio y la comprensión de los problemas del medio ambiente.

El término *ecología* fue acuñado por el biólogo alemán Ernst Heinrich Haeckel en 1869; deriva del griego *oikos* (hogar) y comparte su raíz con *economía*. Es decir, ecología significa el estudio de la economía de la naturaleza. En parte, la ecología moderna empezó con Charles Darwin. Al desarrollar la teoría de

la evolución, Darwin hizo hincapié en la adaptación de los organismos a su medio ambiente por medio de la selección natural. También hicieron grandes contribuciones geógrafos de plantas como Alexander Von Humboldt, profundamente interesados en el cómo y el por qué de la distribución de los vegetales en el mundo. En nuestro país el gran Naturalista, Botánico y Medico Español José Celestino Mutis y en nuestro departamento Eloy Valenzuela.

1.1 LEYES DE LA ECOLOGIA

Las leyes de la Ecología fueron propuestas por primera vez por el estadounidense Barry Commoner en 1978. Estas se han constituido en leyes que se pueden aplicar perfectamente a nuestro comportamiento ambiental

- 2) Todo está relacionado con todo
- 3) Todo debe ir a alguna parte
- 4) La naturaleza sabe lo que hace
- 5) No existe comida sin costo

“Toda acción sobre la naturaleza, toda acción en la naturaleza debe tener en cuenta las leyes de la ecología”

2. LA BIOSFERA

El delgado manto de vida que cubre la Tierra recibe el nombre de biosfera. En otras palabras la biosfera es la delgada capa compuesta por aire, tierra y agua que contiene a todos los organismos vivientes del planeta y es considerada el mayor de los ecosistemas.

Para clasificar sus regiones se emplean diferentes enfoques.

2.1 BIOMAS

Las grandes unidades de vegetación son llamadas formaciones vegetales por los ecólogos europeos y biomas por los de América del Norte. La principal diferencia entre ambos términos es que los biomas incluyen la vida animal asociada. Los grandes biomas, no obstante, reciben el nombre de las formas dominantes de vida vegetal.

Bajo la influencia de la latitud, la elevación y los regímenes asociados de humedad y temperatura, los biomas terrestres varían geográficamente de los trópicos al Ártico, e incluyen diversos tipos de bosques, praderas, monte bajo y desiertos. Estos biomas incluyen también las comunidades de agua dulce asociadas: corrientes, lagos, estanques y humedales. Los medios ambientes marinos, que algunos ecólogos también consideran biomas, comprenden el océano abierto, las regiones litorales (aguas poco profundas), las regiones bentónicas (del fondo oceánico), las costas rocosas, las playas, los estuarios y las llanuras maréales asociadas.

Los biomas más conocidos son: Arrecife de coral; Estuario; Comunidades marinas; Pantanal; Turbera; Sabana; Comunidades de la zona intermareal; Tundra.

2.2 ECOSISTEMAS

Resulta más útil considerar a los entornos terrestres y acuáticos, *ecosistemas*, término acuñado en 1935 por el ecólogo vegetal sir Arthur George Tansley para realzar el concepto de que cada hábitat es un todo integrado. Un *sistema* es un conjunto de partes interdependientes que funcionan como una unidad y requiere entradas y salidas. Las partes fundamentales de un ecosistema son los productores (plantas verdes), los consumidores (herbívoros y carnívoros), los organismos responsables de la descomposición (hongos y bacterias), y el componente no viviente o abiótico, formado por materia orgánica muerta, nutrientes presentes en el suelo y el agua. Las entradas al ecosistema son energía solar, agua, oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno y otros elementos y compuestos. Las salidas del ecosistema incluyen el calor producido por la respiración, agua, oxígeno, dióxido de carbono y nutrientes. La fuerza impulsora fundamental es la energía solar.

2.3 ENERGÍA Y NUTRIENTES

Los ecosistemas funcionan con energía procedente del Sol, que fluye en una dirección, y con nutrientes, que se reciclan continuamente. Las plantas usan la energía lumínica transformándola, por medio de un proceso llamado fotosíntesis, en energía química bajo la forma de hidratos de carbono y otros compuestos. Esta energía es transferida a todo el ecosistema a través de una serie de pasos basados en el comer o ser comido, la llamada red trófica. En la transferencia de la energía, cada paso se compone de varios niveles tróficos o de alimentación: plantas, herbívoros (que comen vegetales), dos o tres niveles de carnívoros (que comen carne), y organismos responsables de la descomposición. Sólo parte de la energía fijada por las plantas sigue este

camino, llamado red alimentaria de producción. La materia vegetal y animal no utilizada en esta red, como hojas caídas, ramas, raíces, troncos de árbol y cuerpos muertos de animales, dan sustento a la red alimentaria de la descomposición. Las bacterias, hongos y animales que se alimentan de materia muerta se convierten en fuente de energía para niveles tróficos superiores vinculados a la red alimentaria de producción. De este modo la naturaleza aprovecha al máximo la energía inicialmente fijada por las plantas.

En ambas redes alimentarias el número de niveles tróficos es limitado debido a que en cada transferencia se pierde gran cantidad de energía (como calor de respiración) que deja de ser utilizable o transferible al siguiente nivel trófico. Así pues, cada nivel trófico contiene menos energía que el que le sustenta. Debido a esto, por ejemplo, los ciervos o los alces (herbívoros) son más abundantes que los lobos (carnívoros).

El flujo de energía alimenta el ciclo biogeoquímico o de los nutrientes. El ciclo de los nutrientes comienza con su liberación por desgaste y descomposición de la materia orgánica en una forma que puede ser empleada por las plantas. Éstas incorporan los nutrientes disponibles en el suelo y el agua y los almacenan en sus tejidos. Los nutrientes pasan de un nivel trófico al siguiente a lo largo de la red trófica. Dado que muchas plantas y animales no llegan a ser comidos, en última instancia los nutrientes que contienen sus tejidos, tras recorrer la red alimentaria de la descomposición, son liberados por la descomposición bacteriana y fúngica, proceso que reduce los compuestos orgánicos complejos a compuestos inorgánicos sencillos que quedan a disposición de las plantas.

2.4 DESEQUILIBRIOS

Los nutrientes circulan en el interior de los ecosistemas. No obstante, existen pérdidas o salidas, y éstas deben equilibrarse por medio de nuevas entradas o el ecosistema dejará de funcionar. Las entradas de nutrientes al sistema proceden de la erosión y desgaste de las rocas, del polvo transportado por el aire, y de las precipitaciones, que pueden transportar materiales a grandes distancias. Los ecosistemas terrestres pierden cantidades variables de nutrientes, arrastrados por las aguas y depositados en ecosistemas acuáticos y en las tierras bajas asociadas. La erosión, la tala de bosques y las cosechas extraen del suelo una cantidad considerable de nutrientes que deben ser reemplazados. De no ser así, el ecosistema se empobrece. Es por esto por lo que las tierras de cultivo han de ser fertilizadas.

Si la entrada de un nutriente excede en mucho a su salida, el ciclo de nutrientes del ecosistema afectado se sobrecarga, y se produce contaminación. La contaminación puede considerarse una entrada de nutrientes que supera la capacidad del ecosistema para procesarlos. Los nutrientes perdidos por erosión y lixiviación en las tierras de cultivo, junto con las aguas residuales urbanas y los residuos industriales, van a parar a los ríos, lagos y estuarios. Estos contaminantes destruyen las plantas y los animales que no pueden tolerar su presencia o el cambio medioambiental que producen; al mismo tiempo favorecen a algunos organismos con mayor tolerancia al cambio. Así, en las nubes llenas de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno procedentes de las áreas industriales, éstos se transforman en ácidos sulfúrico y nítrico diluidos y caen a tierra, en forma de lluvia ácida, sobre grandes extensiones de ecosistemas terrestres y acuáticos. Esto altera las relaciones ácido-base en algunos de ellos, mueren los peces y los invertebrados acuáticos y se incrementa la acidez del suelo, lo que reduce el crecimiento forestal en los ecosistemas septentrionales y en otros que carecen de calizas para neutralizar el ácido.

3. POBLACIONES Y COMUNIDADES

Las unidades funcionales de un ecosistema son las poblaciones de organismos a través de las cuales circulan la energía y los nutrientes. Una población es un grupo de organismos de la misma especie que comparten el mismo espacio y tiempo. Los grupos de poblaciones de un ecosistema interactúan de varias formas. Estas poblaciones interdependientes forman una comunidad, que abarca la porción biótica del ecosistema.

3.1 DIVERSIDAD

La comunidad tiene ciertos atributos, entre ellos la dominancia y la diversidad de especies. La dominancia se produce cuando una o varias especies controlan las condiciones ambientales que influyen en las especies asociadas. En un bosque, por ejemplo, la especie dominante puede ser una o más especies de árboles, como el roble o el abeto; en una comunidad marina los organismos dominantes suelen ser animales, como los mejillones o las ostras. La dominancia puede influir en la diversidad de especies de una comunidad porque la diversidad no se refiere solamente al número de especies que la componen, sino también a la proporción que cada una de ellas representa.

La naturaleza física de una comunidad queda en evidencia por las capas en las que se estructura, o por su estratificación. En las comunidades terrestres, la estratificación está influida por la forma que adoptan las plantas al crecer. Las comunidades sencillas, como los pastos, con escasa estratificación vertical, suelen estar formadas por dos capas: suelo y capa herbácea. Un bosque puede tener varias capas: suelo, herbácea, arbustos, árboles de porte bajo, árboles de porte alto con copa inferior o superior, entre otras. Estos estratos influyen en el medio ambiente físico y en la diversidad de hábitats

para la fauna. La estratificación vertical de las comunidades acuáticas, por contraste, recibe sobre todo la influencia de las condiciones físicas: profundidad, iluminación, temperatura, presión, salinidad, contenido en oxígeno y dióxido de carbono.

3.2 HÁBITAT Y NICHO

La comunidad aporta el hábitat, es decir el lugar en el que viven las distintas plantas o animales. Dentro de cada hábitat, los organismos ocupan distintos nichos. Un nicho es el papel funcional que desempeña una especie en una comunidad, es decir, su ocupación o modo de ganarse la vida. Por ejemplo, el candelo oliváceo vive en un hábitat de bosque de hoja caduca. Su nicho, en parte, es alimentarse de insectos del follaje. Cuanto más estratificada esté una comunidad, en más nichos adicionales estará dividido su hábitat.

3.3 TASAS DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Las poblaciones tienen una tasa de nacimiento (número de crías producido por unidad de población y tiempo) una tasa de mortalidad (número de muertes por unidad de tiempo) y una tasa de crecimiento. El principal agente de crecimiento de la población son los nacimientos, y el principal agente de descenso de la población es la muerte. Cuando el número de nacimientos es superior al número de muertes la población crece y cuando ocurre lo contrario, decrece. Cuando el número de nacimientos es igual al de muertes en una población dada su tamaño no varía, y se dice que su tasa de crecimiento es cero.

Al ser introducida en un medio ambiente favorable con abundantes recursos, una pequeña población puede experimentar un crecimiento geométrico o

exponencial, algo similar al interés compuesto. Muchas poblaciones experimentan un crecimiento exponencial en las primeras etapas de la colonización de un hábitat, ya que se apoderan de un nicho infraexplotado o expulsan a otras poblaciones de uno rentable. Las poblaciones que siguen creciendo exponencialmente, no obstante, acaban llevando al límite los recursos, y entran con rapidez en declive debido a algún acontecimiento catastrófico como una hambruna, una epidemia o la competencia con otras especies. En términos generales, las poblaciones de plantas y animales que se caracterizan por experimentar ciclos de crecimiento exponencial son especies con abundante descendencia y se ocupan poco de sus crías o producen abundantes semillas con pocas reservas alimenticias. Estas especies, que acostumbran a tener una vida corta, se dispersan con rapidez y son capaces de colonizar medios ambientes hostiles o alterados. A menudo reciben el nombre de especies oportunistas.

Otras poblaciones tienden a crecer de forma exponencial al comienzo y logísticamente a continuación, es decir, su crecimiento va disminuyendo al ir aumentando la población, y se estabiliza al alcanzar los límites de la capacidad de sustentación de su medio ambiente. A través de diversos mecanismos reguladores, tales poblaciones mantienen un cierto equilibrio entre su tamaño y los recursos disponibles. Los animales que muestran este tipo de crecimiento poblacional tienden a tener menos crías, pero les proporcionan atención familiar; las plantas producen grandes semillas con considerables reservas alimenticias. Estos organismos tienen una vida larga, tasas de dispersión bajas y son malos colonizadores de hábitats alterados; suelen responder a los cambios en la densidad de población (número de organismos por unidad de superficie) con cambios en las tasas de natalidad y de mortalidad. Cuando la población se aproxima al límite de los recursos

disponibles, las tasas de natalidad disminuyen y las de mortalidad entre jóvenes y adultos aumentan.

3.4 INTERACCIONES EN LA COMUNIDAD

Las principales influencias sobre el crecimiento de las poblaciones están relacionadas con diversas interacciones, que son las que mantienen unida a la comunidad. Estas incluyen la competencia, tanto en el seno de las especies como entre especies diferentes, la depredación, incluyendo el parasitismo, y la coevolución o adaptación.

3.4.1 COMPETENCIA

Cuando escasea un recurso compartido, los organismos compiten por él, y los que lo hacen con mayor éxito sobreviven. En algunas poblaciones vegetales y animales, los individuos pueden compartir los recursos de tal modo que ninguno de ellos obtenga la cantidad suficiente para sobrevivir como adulto o reproducirse. Entre otras poblaciones, vegetales y animales, los individuos dominantes se apoderan de la totalidad de los recursos y los demás quedan excluidos. Individualmente, las plantas tienden a aferrarse al lugar donde arraigan hasta que pierden vigor o mueren, e impiden que sobrevivan otros individuos controlando la luz, la humedad y los nutrientes del entorno.

Muchos animales tienen una organización social muy desarrollada a través de la cual se distribuyen recursos como el espacio, los alimentos y la pareja entre los miembros dominantes de la población. Estas interacciones competitivas pueden manifestarse en forma de dominancia social, en la que los individuos dominantes excluyen a los subdominantes de un determinado

recurso, o en forma de territorialidad, en la que los individuos dominantes dividen el espacio en áreas excluyentes, que ellos mismos se encargan de defender. Los individuos subdominantes o excluidos se ven obligados a vivir en hábitats más pobres, a sobrevivir sin el recurso en cuestión o a abandonar el área. Muchos de estos animales mueren de hambre, por exposición a los elementos y víctimas de los depredadores.

La competencia entre los miembros de especies diferentes provoca el reparto de los recursos de la comunidad. Las plantas, por ejemplo, tienen raíces que penetran en el suelo hasta diferentes profundidades. Algunas tienen raíces superficiales que les permiten utilizar la humedad y los nutrientes próximos a la superficie. Otras que crecen en el mismo lugar tienen raíces profundas que les permiten explotar una humedad y unos nutrientes no disponibles para las primeras.

3.4.2 DEPREDACIÓN

Una de las interacciones fundamentales es la depredación, o consumo de un organismo viviente, vegetal o animal, por otro. Si bien sirve para hacer circular la energía y los nutrientes por el ecosistema, la depredación puede también controlar la población y favorecer la selección natural eliminando a los menos aptos. Así pues, un conejo es un depredador de la hierba, del mismo modo que el zorro es un depredador de conejos. La depredación de las plantas incluye la defoliación y el consumo de semillas y frutos. La abundancia de los depredadores de plantas, o herbívoros, influye directamente sobre el crecimiento y la supervivencia de los carnívoros. Es decir, las interacciones depredador-presa a un determinado nivel trófico influyen sobre las relaciones depredador-presa en el siguiente. En ciertas comunidades, los depredadores llegan a reducir hasta tal punto las

poblaciones de sus presas que en la misma zona pueden coexistir varias especies en competencia porque ninguna de ellas abunda lo suficiente como para controlar un recurso. No obstante, cuando disminuye el número de depredadores, o estos desaparecen, la especie dominante tiende a excluir a las competidoras, reduciendo así la diversidad de especies.

3.4.3 PARASITISMO

El parasitismo está estrechamente relacionado con la depredación. En él, dos organismos viven unidos, y uno de ellos obtiene su sustento a expensas del otro. Los parásitos, que son más pequeños que sus huéspedes, incluyen multitud de virus y bacterias. Debido a esta relación de dependencia, los parásitos no suelen acabar con sus huéspedes, como hacen los depredadores. Como resultado, huéspedes y parásitos suelen coevolucionar hasta un cierto grado de tolerancia mutua, aunque los parásitos pueden regular la población de algunas especies huéspedes, reducir su éxito reproductivo y modificar su comportamiento.

3.4.4 COEVOLUCIÓN

La coevolución es la evolución conjunta de dos especies no emparentadas que tienen una estrecha relación ecológica, es decir, que la evolución de una de las especies depende en parte de la evolución de la otra. La coevolución también desempeña un papel en las relaciones depredador-presa. Con el paso del tiempo, al ir desarrollando el depredador formas más eficaces de capturar a su presa, ésta desarrolla mecanismos para evitar su captura. Las plantas han desarrollado mecanismos defensivos como espinas, púas, vainas duras para las semillas y savia venenosa o de mal sabor para disuadir a sus consumidores potenciales. Algunos herbívoros son capaces de superar estas defensas y atacar a la planta. Ciertos insectos, como la mariposa monarca,

pueden incorporar a sus propios tejidos sustancias venenosas tomadas de las plantas de las que se alimentan, y las usan como defensa contra sus depredadores. Otros organismos similares relacionados con ella (Mariposa virrey) pueden adquirir, a través de la selección natural, un patrón de colores o una forma que imita la de la especie no comestible. Dado que se asemejan al modelo desagradable, los imitadores consiguen evitar la depredación. Otros animales recurren a asumir una apariencia que hace que se confundan con su entorno o que parezcan formar parte de él. El camaleón es un ejemplo bien conocido de esta interacción. Algunos animales que emplean olores desagradables o venenos a modo de defensa suelen exhibir también coloraciones de advertencia, normalmente colores brillantes o dibujos llamativos, que actúan como aviso adicional para sus depredadores potenciales. (Adaptación; Mimetismo)

Otra relación coevolutiva es el **mutualismo**, en el que dos o más especies dependen la una de la otra y no pueden vivir más que asociadas. Un ejemplo de mutualismo es el de las micorrizas, relación forzosa entre determinados hongos y las raíces de ciertas plantas. En uno de los grupos, el de las ectomicorrizas, los hongos forman una capa o manto en torno a las radicelas. Las hifas de los hongos invaden la radicela y crecen entre las paredes celulares, además de extenderse suelo adentro a partir de ella. Los hongos, que incluyen varias setas comunes de los bosques, dependen del árbol para obtener energía. A cambio, ayudan al árbol a obtener nutrientes del suelo y protegen sus raicillas de ciertas enfermedades. Sin las micorrizas, algunos grupos de árboles, como las coníferas y los robles, no pueden sobrevivir y desarrollarse. Por su parte, los hongos no pueden existir sin los árboles. (Simbiosis)

3.5 SUCESIÓN Y COMUNIDADES CLÍMAX

Los ecosistemas son dinámicos en el sentido de que las especies que los componen no son siempre las mismas. Esto se ve reflejado en los cambios graduales de la comunidad vegetal con el paso del tiempo, fenómeno conocido como **sucesión**. Comienza por la colonización de un área alterada, como un campo de cultivo abandonado o un río de lava recientemente expuesto, por parte de especies capaces de tolerar sus condiciones ambientales. En su mayor parte se trata de especies oportunistas que se aferran al terreno durante un periodo de tiempo variable. Dado que viven poco tiempo y que son malas competidoras, acaban siendo reemplazadas por especies más competitivas y de vida más larga, como ocurre con ciertos arbustos que más tarde son reemplazados por árboles. En los hábitats acuáticos, los cambios de este tipo son en gran medida resultado de cambios en el medio ambiente físico, como la acumulación de sedimentos en el fondo de un estanque. Al ir haciéndose éste menos profundo, se favorece la invasión de plantas flotantes como los lirios de agua y de plantas emergentes como las espadañas. La velocidad de la sucesión depende de la competitividad de la especie implicada; de la tolerancia a las condiciones ambientales producidas por el cambio en la vegetación; de la interacción con los animales, sobre todo con los herbívoros rumiantes, y del fuego. Con el tiempo, el ecosistema llega a un estado llamado clímax (estado óptimo de una comunidad biológica, dadas las condiciones del medio), en el que todo cambio ulterior se produce muy lentamente, y el emplazamiento queda dominado por especies de larga vida y muy competitivas. Al ir avanzando la sucesión, no obstante, la comunidad se vuelve más estratificada, permitiendo que ocupen el área más especies de animales. Con el tiempo, los animales característicos de fases más avanzadas de la sucesión reemplazan a los propios de las primeras fases.

4. MEDIO AMBIENTE

Conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.

4.1. CONSTITUYENTES DEL MEDIO AMBIENTE

La atmósfera, que protege a la Tierra del exceso de radiación ultravioleta y permite la existencia de vida es una mezcla gaseosa de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua, otros elementos y compuestos, y partículas de polvo. Calentada por el Sol y la energía radiante de la Tierra, la atmósfera circula en torno al planeta y modifica las diferencias térmicas. Por lo que se refiere al agua, un 97% se encuentra en los océanos, un 2% es hielo y el 1% restante es el agua dulce de los ríos, los lagos, las aguas subterráneas y la humedad atmosférica y del suelo. El suelo es el delgado manto de materia que sustenta la vida terrestre. Es producto del clima, de la roca madre, como las morrenas glaciales y las rocas sedimentarias, y de la vegetación. De todos ellos dependen los organismos vivos, incluyendo el hombre. Las plantas se sirven del agua, del dióxido de carbono y de la luz solar para convertir estas materias primas en carbohidratos por medio de la fotosíntesis; la vida animal, a su vez, depende de las plantas en una secuencia de vínculos interconectados conocida como red trófica.

Durante su larga historia, la Tierra ha cambiado lentamente. La deriva continental (resultado de la tectónica de placas) separó las masas continentales, los océanos invadieron tierra firme y se retiraron de ella, y se alzaron y erosionaron montañas, depositando sedimentos a lo largo de las costas (Se estudia en Geología). Los climas se caldearon y enfriaron, y

aparecieron y desaparecieron formas de vida al cambiar el medio ambiente. El más reciente de los acontecimientos medioambientales importantes en la historia de la Tierra se produjo en el cuaternario, durante el pleistoceno (entre 1,64 millones y 10.000 años atrás), llamado también periodo glacial. El clima subtropical desapareció y cambió la faz del hemisferio norte. Grandes capas de hielo avanzaron y se retiraron cuatro veces en América del Norte y tres en Europa, haciendo oscilar el clima de frío a templado, influyendo en la vida vegetal y animal y, en última instancia, dando lugar al clima que hoy conocemos. Nuestra era recibe, indistintamente, los nombres de reciente, postglacial y holoceno. Durante este tiempo el medio ambiente del planeta ha permanecido más o menos estable.

4.2 PROBLEMAS AMBIENTALES

La especie *Homo sapiens*, es decir, el ser humano, apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Aunque, al parecer, los humanos hicieron su aparición en África, no tardaron en dispersarse por todo el mundo. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria, con la primera revolución agrícola. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, y la domesticación y pastoreo de animales herbívoros llevó al sobre pastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas llevó también a la destrucción de la vegetación natural para hacer hueco a las

cosechas y la demanda de leña condujo a la denudación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados plagas o depredadores.

Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población y mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra. Fue con la Revolución Industrial cuando el hombre empezó realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

4.3 DIOXIDO DE CARBONO

Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera. La cantidad de CO_2 atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, en unas 260 ppm (concentración en partes por millón), pero en los últimos 100 años ha ascendido a 350 ppm. Lo significativo de este cambio es que provoca un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y puede escapar menos, la temperatura global de la Tierra aumenta.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares, cambiaría el clima regional y globalmente, alteraría la vegetación natural y afectaría a las cosechas. Estos cambios, a su vez, tendrían un enorme impacto sobre la civilización humana. Desde 1850 se ha producido un aumento medio en la temperatura global de cerca de 1 °C. Algunos científicos han predicho que el aumento de la concentración en la atmósfera de CO₂ y otros “gases invernadero” provocará que las temperaturas continúen subiendo. Las estimaciones van de 2 a 6 °C para mediados del siglo XXI. No obstante, otros científicos que investigan los efectos y tendencias del clima rechazan las teorías del calentamiento global, atribuyendo la última subida de la temperatura a fluctuaciones normales.

4.4 LLUVIA ÁCIDA

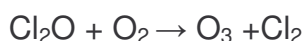
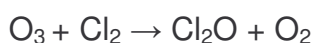
Asociada al uso de combustibles fósiles, la lluvia ácida se debe también a la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno por las centrales térmicas y por los escapes de los vehículos a motor. Estos productos interactúan con la luz del sol, la humedad y los oxidantes produciendo ácido sulfúrico y ácido nítrico, que son transportados por la circulación atmosférica y caen a tierra, arrastrados por la lluvia y la nieve en la llamada lluvia ácida, o en forma de depósitos secos, partículas y gases atmosféricos.

La lluvia ácida es un importante problema global. La acidez de algunas precipitaciones en el norte de Estados Unidos y Europa es equivalente a la del vinagre. La lluvia ácida corroe los metales, desgasta los edificios y monumentos de piedra, daña y mata la vegetación y acidifica lagos, corrientes de agua y suelos, sobre todo en ciertas zonas del noreste de Estados Unidos y el norte de Europa. En estas regiones, la acidificación lacustre ha hecho morir a poblaciones de peces. Hoy también es un problema

en el sureste de Estados Unidos y en la zona central del norte de África. La lluvia ácida puede retardar también el crecimiento de los bosques; se asocia al declive de éstos a grandes altitudes tanto en Estados Unidos como en Europa.

4.5 DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo un impacto negativo sobre la capa de ozono, una región de la atmósfera que protege al planeta de los dañinos rayos ultravioleta. Si no existiera esa capa gaseosa, que se encuentra más o menos a 40 Km. de altitud sobre el nivel del mar, la vida sería imposible sobre nuestro planeta. Los estudios mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos (CFC, compuestos de flúor), que se emplean en refrigeración, aire acondicionado, disolventes de limpieza, materiales de empaquetado y aerosoles. El cloro, un producto químico secundario de los CFC ataca al ozono; compuesto que está formado por tres átomos de oxígeno, arrebatándole uno de ellos para formar monóxido de cloro. Éste reacciona a continuación con átomos de oxígeno para formar moléculas de oxígeno, liberando moléculas de cloro que descomponen más moléculas de ozono. Las reacciones químicas son las siguientes:



Al principio se creía que la capa de ozono se estaba reduciendo de forma homogénea en todo el planeta (1985). Posteriores investigaciones revelaron la existencia de un gran agujero centrado sobre la Antártida; un 50% o más del ozono situado sobre esta área desaparecía estacionalmente (a partir del mes de octubre). El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de

piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico. Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos sobre el medio ambiente, muchos países trabajan en el proyecto de suprimir la fabricación y uso de los CFC. Sin embargo, los CFC pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará durante décadas.

4.6 HIDROCARBUROS CLORADOS

El uso extensivo de pesticidas sintéticos derivados de los hidrocarburos clorados en el control de plagas ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medio ambiente. Estos pesticidas organoclorados son muy persistentes y resistentes a la degradación biológica. Muy poco solubles en agua, se adhieren a los tejidos de las plantas y se acumulan en los suelos, el sustrato del fondo de las corrientes de agua y los estanques, y la atmósfera. Una vez volatilizados, los pesticidas se distribuyen por todo el mundo, contaminando áreas silvestres a gran distancia de las regiones agrícolas, e incluso en las zonas ártica y antártica.

Aunque estos productos químicos sintéticos no existen en la naturaleza, penetran en la cadena alimentaria. Los pesticidas son ingeridos por los herbívoros o penetran directamente a través de la piel de organismos acuáticos como los peces y diversos invertebrados. El pesticida se concentra aún más al pasar de los herbívoros a los carnívoros. Alcanza elevadas concentraciones en los tejidos de los animales que ocupan los eslabones más altos de la cadena alimentaria, como el halcón peregrino, el águila calva y el quebrantahuesos. Los hidrocarburos clorados interfieren en el metabolismo del calcio de las aves, produciendo un adelgazamiento de las cáscaras de los huevos y el consiguiente fracaso reproductivo. Como

resultado de ello, algunas grandes aves depredadoras y piscívoras se encuentran al borde de la extinción. Debido al peligro que los pesticidas representan para la fauna silvestre y para el hombre, y debido también a que los insectos han desarrollado resistencia a ellos, el uso de hidrocarburos halogenados como el DDT está disminuyendo con rapidez en todo el mundo occidental, aunque siguen usándose en grandes cantidades en los países en vías de desarrollo. A comienzos de la década de 1980, el EDB o dibromoetano, un pesticida halogenado, despertó también gran alarma por su naturaleza en potencia carcinógena, y fue finalmente prohibido.

Existe otro grupo de compuestos íntimamente vinculado al DDT: los bifenilos policlorados (PCB). Se han utilizado durante años en la producción industrial, y han acabado penetrando en el medio ambiente. Su impacto sobre el hombre y la vida silvestre ha sido similar al de los pesticidas. Debido a su extrema toxicidad, el uso de PCB ha quedado restringido para los aislantes de los transformadores y condensadores eléctricos.

El PCDD es el más tóxico de otro grupo relacionado de compuestos altamente tóxicos, las dioxinas o dibenzo-*para*-dioxinas. El grado de toxicidad para el hombre de estos compuestos carcinógenos no ha sido aún comprobado. El PCDD puede encontrarse en forma de impurezas en conservantes para la madera y el papel y en herbicidas. El agente naranja, un defoliante muy utilizado, contiene trazas de dioxina.

4.7 OTRAS SUSTANCIAS TÓXICAS

Las sustancias tóxicas son productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente. La mayoría de estas sustancias tóxicas son productos químicos sintéticos que penetran en el medio ambiente y persisten en él durante largos periodos de tiempo. En los vertederos de productos

químicos se producen concentraciones significativas de sustancias tóxicas. Si éstas se filtran al suelo o al agua, pueden contaminar el suministro de agua, el aire, las cosechas y los animales domésticos, y han sido asociadas a defectos congénitos humanos, abortos y enfermedades orgánicas. A pesar de los riesgos conocidos, el problema no lleva camino de solucionarse. Recientemente, se han fabricado más de 4 millones de productos químicos sintéticos nuevos en un periodo de quince años, y se crean de 500 a 1.000 productos nuevos más al año.

4.8 RADIACIÓN

Aunque las pruebas nucleares atmosféricas han sido prohibidas por la mayoría de los países, lo que ha supuesto la eliminación de una importante fuente de lluvia radiactiva, la radiación nuclear sigue siendo un problema medioambiental. Las centrales siempre liberan pequeñas cantidades de residuos nucleares en el agua y la atmósfera, pero el principal peligro es la posibilidad de que se produzcan accidentes nucleares, que liberan enormes cantidades de radiación al medio ambiente, como ocurrió en Chernobil, Ucrania, en 1986. De hecho, desde la desintegración de la Unión Soviética (URSS), el mundo ha tenido ocasión de comprobar que la contaminación de esa región por accidentes y residuos nucleares es mucho mayor de lo que se pensaba. Un problema más grave al que se enfrenta la industria nuclear es el almacenamiento de los residuos nucleares, que conservan su carácter tóxico de 700 a 1 millón de años. La seguridad de un almacenamiento durante periodos geológicos de tiempo es la problemática a largo plazo; entre tanto, los residuos radiactivos se acumulan, amenazando la integridad del medio ambiente y de los seres vivos.

4.9 PÉRDIDA DE TIERRAS VÍRGENES

Un número cada vez mayor de seres humanos empieza a cercar las tierras vírgenes que quedan, incluso en áreas consideradas más o menos a salvo de la explotación. La insaciable demanda de energía ha impuesto la necesidad de explotar el gas y el petróleo de las regiones árticas, poniendo en peligro el delicado equilibrio ecológico de los ecosistemas de tundra y su vida silvestre. La pluvisilva ecuatorial y los bosques tropicales, sobre todo en el Sureste asiático y en la Amazonia, están siendo destruidos a un ritmo alarmante para obtener madera, despejar suelo para pastos y cultivos, para plantaciones de pinos y para asentamientos humanos. En la década de 1980 se llegó a estimar que las masas forestales estaban siendo destruidas a un ritmo de 20 hectáreas por minuto. Otra estimación daba una tasa de destrucción de más de 200.000 Km,² al año. En 1993, los datos obtenidos vía satélite permitieron determinar un ritmo de destrucción de casi 15.000 Km.² al año, sólo en la cuenca amazónica. Esta deforestación tropical podría llevar a la extinción de hasta 750.000 especies, lo que representaría la pérdida de toda una multiplicidad de productos: alimentos, fibras, fármacos, tintes, gomas y resinas. Además, la expansión de las tierras de cultivo y de pastoreo para ganado doméstico en África, así como el comercio ilegal de especies amenazadas y productos animales podría representar el fin de los grandes mamíferos africanos.

4.10 EROSIÓN DEL SUELO

La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y está degradando entre la quinta y la tercera parte de las tierras de cultivo de todo el mundo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. Por ejemplo, la erosión está minando la productividad de un 34% del total de las tierras de cultivo de Estados Unidos. En el Tercer Mundo, la creciente necesidad de alimentos y leña han tenido como resultado la

deforestación y cultivo de laderas con mucha pendiente, lo que ha producido una severa erosión de las mismas. Para complicar aún más el problema, hay que tener en cuenta la pérdida de tierras de cultivo de primera calidad debido a la industria, los pantanos, la expansión de las ciudades y las carreteras. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reduce además la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.

4.11 DEMANDA DE AGUA Y AIRE

Los problemas de erosión descritos anteriormente están agravando el creciente problema mundial del abastecimiento de agua. La mayoría de los problemas en este campo se dan en las regiones semiáridas y costeras del mundo. Las poblaciones humanas en expansión requieren sistemas de irrigación y agua para la industria; esto está agotando hasta tal punto los acuíferos subterráneos que empieza a penetrar en ellos agua salada a lo largo de las áreas costeras en Estados Unidos, Israel, Siria y los estados Árabes. En áreas tierra adentro, las rocas porosas y los sedimentos se compactan al perder el agua, ocasionando problemas por el progresivo hundimiento de la superficie; este fenómeno es ya un grave problema en Texas, Florida y California.

El mundo experimenta también un progresivo descenso en la calidad y disponibilidad del agua. Casi el 75% de la población rural del mundo y el 20% de su población urbana carece de acceso directo a agua no contaminada. En muchas regiones, las reservas de agua están contaminadas con productos químicos tóxicos y nitratos. Las enfermedades transmitidas por el agua afectan a un tercio de la humanidad y matan a 10 millones de personas al año.

Durante la década de 1980 y a comienzos de la de 1990, algunos países industrializados mejoraron la calidad de su aire reduciendo la cantidad de partículas en suspensión así como la de productos químicos tóxicos como el plomo, pero las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos nitrosos, precursores de la lluvia ácida, aún son importantes. Existe una contaminación del aire muy elevada en buena parte de la Europa del este y la antigua URSS.

4.12 LA CUMBRE DE LA TIERRA EN JUNIO DE 1992.

La Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, también conocida como la Cumbre de la Tierra, se reunió durante 12 días en las cercanías de Río de Janeiro, Brasil. Esta cumbre desarrolló y legitimó una agenda de medidas relacionadas con el cambio medioambiental, económico y político. El propósito de la conferencia era determinar qué reformas medioambientales era necesario emprender a largo plazo, e iniciar procesos para su implantación y supervisión internacional. Se celebraron convenciones para discutir y aprobar documentos sobre medio ambiente. Los principales temas abordados en estas convenciones incluían el cambio climático, la biodiversidad, la protección forestal, la Agenda 21 (un proyecto de desarrollo medioambiental de 900 páginas) y la Declaración de Río (un documento de seis páginas que demandaba la integración de medio ambiente y desarrollo económico). La Cumbre de la Tierra fue un acontecimiento histórico de gran significado. No sólo hizo del medio ambiente una prioridad a escala mundial, sino que a ella asistieron delegados de 178 países, lo que la convierte en la mayor conferencia jamás celebrada.

La II Cumbre de la Tierra, celebrada en la última semana de junio de 1997 en Nueva York, tuvo como principal objetivo constatar el grado de cumplimiento de las decisiones tomadas en Río de Janeiro. A ella asistieron representantes

de 170 países, quienes pudieron comprobar que los objetivos acordados en la primera Cumbre no se habían cumplido, sobre todo en lo referente a emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. No se pudo llegar a un acuerdo unánime en las reducciones de estos gases en un 15%, en relación con el nivel de 1990, para el año 2010, como se proponía. Entre las nuevas ideas aportadas en esta Cumbre destacan la de crear una Organización Mundial del Medio Ambiente y la de establecer un tribunal internacional para conflictos sobre problemas ecológicos.

4.13 PERSPECTIVAS

Las perspectivas de futuro, en lo que al medio ambiente se refiere son poco claras. A pesar de los cambios económicos y políticos, el interés y la preocupación por el medio ambiente aún es importante. La calidad del aire ha mejorado, pero están pendientes de solución y requieren una acción coordinada los problemas de la lluvia ácida, los clorofluorocarbonos, la pérdida de ozono y la enorme contaminación atmosférica del este de Europa. Mientras no disminuya la lluvia ácida, la pérdida de vida continuará en los lagos y corrientes del norte, y puede verse afectado el crecimiento de los bosques. La contaminación del agua seguirá siendo un problema mientras el crecimiento demográfico continúe incrementando la presión sobre el medio ambiente. La infiltración de residuos tóxicos en los acuíferos subterráneos y la intrusión de agua salada en los acuíferos costeros de agua dulce no se ha interrumpido.

El agotamiento de los acuíferos en muchas partes del mundo y la creciente demanda de agua producirá conflictos entre el uso agrícola, industrial y doméstico de ésta. La escasez impondrá restricciones en el uso del agua y aumentará el costo de su consumo. El agua podría convertirse en la crisis energética de comienzos del siglo XXI. La contaminación de las aguas dulces

y costeras, junto con la sobreexplotación, ha mermado hasta tal punto los recursos de los caladeros piscícolas que sería necesario suspender la pesca durante un periodo de cinco a diez años para que las especies se recuperaran. Si no se desarrollan esfuerzos coordinados para salvar hábitats y reducir el furtivismo y el tráfico internacional ilegal de especies salvajes, muchas de ellas se extinguirán. A pesar de nuestros escasos conocimientos sobre cómo reducir la erosión del suelo, éste continúa siendo un problema de alcance mundial. Esto se debe, en gran medida a que muchos agrónomos y urbanistas muestran un escaso interés por controlarla. Por último, la destrucción de tierras vírgenes, tanto en las regiones templadas como en las tropicales, puede producir una extinción masiva de formas de vida vegetales y animales.

Para reducir la degradación medioambiental y salvar el hábitat de la humanidad, las sociedades deben reconocer que el medio ambiente es finito. Los especialistas creen que, al ir creciendo las poblaciones y sus demandas, la idea del crecimiento continuado debe abrir paso a un uso más racional del medio ambiente, pero que esto sólo puede lograrse con un espectacular cambio de actitud por parte de la especie humana. El impacto de la especie humana sobre el medio ambiente ha sido comparado con las grandes catástrofes del pasado geológico de la Tierra; independientemente de la actitud de la sociedad respecto al crecimiento continuo, la humanidad debe reconocer que atacar el medio ambiente pone en peligro la supervivencia de su propia especie.

5. DESARROLLO SOSTENIBLE

Término aplicado al desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Hay dos conceptos fundamentales en lo que se refiere al uso y gestión sostenible de los recursos naturales del planeta. En primer lugar, deben satisfacerse las necesidades básicas de la humanidad, comida, ropa, lugar donde vivir y trabajo. Esto implica prestar atención a las necesidades, en gran medida insatisfechas, de los pobres del mundo, ya que un mundo en el que la pobreza es endémica será siempre proclive a las catástrofes ecológicas y de todo tipo. En segundo lugar, los límites para el desarrollo no son absolutos, sino que vienen impuestos por el nivel tecnológico y de organización social, su impacto sobre los recursos del medio ambiente y la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de la actividad humana. Es posible mejorar tanto la tecnología como la organización social para abrir paso a una nueva era de crecimiento económico sensible a las necesidades ambientales.

Durante las décadas de 1970 y 1980 empezó a quedar cada vez más claro que los recursos naturales estaban dilapidándose en nombre del “Desarrollo”. Se estaban produciendo cambios imprevistos en la atmósfera, los suelos, las aguas, las plantas y los animales, y en las relaciones entre todos ellos. Fue necesario reconocer que la velocidad del cambio era tal que superaba la capacidad científica e institucional para invertir el sentido de sus causas y efectos. Estos grandes problemas ambientales incluyen:

- 1) El calentamiento global de la atmósfera (el efecto invernadero), debido a la emisión, por parte de la industria y la agricultura, de gases (sobre todo dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y

clorofluorocarbonos) que absorben la radiación de onda larga reflejada por la superficie de la Tierra.

- 2) El agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera, escudo protector del planeta, por la acción de productos químicos basados en el cloro y el bromo, que permite una mayor penetración de rayos ultravioleta hasta su superficie.
- 3) La creciente contaminación del agua y los suelos por los vertidos y descargas de residuos industriales y agrícolas
- 4) El agotamiento de la cubierta forestal (deforestación), especialmente en los trópicos, por la explotación para leña y la expansión de la agricultura.
- 5) La pérdida de especies, tanto silvestres como domesticadas, de plantas y animales por destrucción de hábitats naturales, la especialización agrícola y la creciente presión a la que se ven sometidas las pesquerías.
- 6) La degradación del suelo en su hábitat agrícola y natural, incluyendo la erosión, el encharcamiento y la salinización, que produce con el tiempo la pérdida de la capacidad productiva del suelo.

A finales de 1983, el secretario general de las Naciones Unidas le pidió a la primera ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, que creara una comisión independiente para examinar estos problemas que sugiriera mecanismos para que la creciente población del planeta pudiera hacer frente a sus necesidades básicas. El grupo de ministros, científicos, diplomáticos y legisladores celebró audiencias públicas en cinco continentes durante casi tres años. La principal tarea de la llamada Comisión Brundtland era generar una agenda para el cambio global. Su mandato especificaba tres objetivos:

reexaminar cuestiones críticas relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo, además formular propuestas realistas para hacerles frente; proponer nuevas fórmulas de cooperación internacional en estos temas capaces de orientar la política y los acontecimientos hacia la realización de cambios necesarios; y aumentar los niveles de concienciación y compromiso de los individuos, las organizaciones de voluntarios, las empresas, las instituciones y los gobiernos. El informe fue presentado ante la Asamblea General de las Naciones Unidas durante el otoño de 1987.

En el informe se describen dos futuros: uno viable y otro que no lo es. En el segundo, la especie humana continúa agotando el capital natural de la Tierra. En el primero los gobiernos adoptan el concepto de desarrollo sostenible y organizan estructuras nuevas, más equitativas, que empiezan a cerrar el abismo que separa a los países ricos de los pobres. Este abismo, en lo que se refiere a la energía y los recursos, es el principal problema ambiental del planeta; es también su principal problema de desarrollo. En todo caso, lo que quedaba claro era que la incorporación de consideraciones económicas y ecológicas a la planificación del desarrollo requeriría toda una revolución en la toma de decisiones económicas.

Tras la Comisión, el siguiente acontecimiento internacional significativo fue la Cumbre sobre la Tierra, celebrada en junio de 1992 en Río de Janeiro. Denominada Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en ella estuvieron representados 178 gobiernos, incluidos 120 Jefes de Estado. Se trataba de encontrar modos de traducir las buenas intenciones en medidas concretas y de que los gobiernos firmaran acuerdos específicos para hacer frente a los grandes problemas ambientales y de desarrollo. Los resultados de la Cumbre incluyen convenciones globales sobre la biodiversidad y el clima, una Constitución de la Tierra de principios

básicos, y un programa de acción, llamado Agenda 21, para poner en práctica estos principios.

Los resultados se vieron empañados por la negativa de algunos gobiernos a aceptar los calendarios y objetivos para el cambio (por ejemplo para la reducción de emisiones gaseosas que conducen al calentamiento global), a firmar ciertos documentos (había quien opinaba que el Tratado de la Biodiversidad debilitaba las industrias de biotecnología de los países industrializados), o a aceptar la adopción de medidas vinculantes (como en el caso de los principios forestales). En sus 41 capítulos, el programa de acción contenido en la Agenda 21 aborda casi todos los temas relacionados con el desarrollo sostenible que se puedan imaginar, pero no está lo suficientemente financiado.

Sin embargo, la conferencia de “La Cumbre” fue un trascendental ejercicio de concienciación a los más altos niveles de la política. A partir de ella, ningún político relevante podrá aducir ignorancia de los vínculos existentes entre el medio ambiente y el desarrollo. Además, dejó claro que eran necesarios cambios fundamentales para alcanzar un desarrollo sostenible. Los pobres deben recibir una participación justa en los recursos para sustentar el crecimiento económico; los sistemas políticos deben favorecer la participación ciudadana en la toma de decisiones, en especial las relativas a actividades que afectan a sus vidas; los ricos deben adoptar estilos de vida que no se salgan del marco de los recursos ecológicos del planeta; y el tamaño y crecimiento de la población deben estar en armonía con la cambiante capacidad productiva del ecosistema.

El desarrollo sostenible no es, un estado inmutable de armonía, sino un proceso de cambio. Ya está en marcha en el campo del desarrollo agrícola, donde la transición hacia la agricultura sostenible está mejorando la

producción de alimentos, en especial en el caso de los pobres, además de mejorar y proteger el medio ambiente.

5.1 MODERNIZACIÓN AGRÍCOLA

La agricultura ha experimentado muchas revoluciones a lo largo de la historia desde su aparición hace entre unos 8.000 y 10.000 años hasta la renombrada revolución agrícola, acaecida en Europa entre los siglos XVII y XIX. A lo largo del siglo XX el entorno rural ha sufrido transformaciones en la mayor parte del mundo. Los gobiernos han incentivado la adopción de variedades modernas para las cosechas y de razas modernas de ganado, junto con recursos externos (como fertilizantes, pesticidas, antibióticos, crédito, maquinaria), necesarios para que las primeras sean productivas. Han respaldado la creación de nuevas infraestructuras, como programas de irrigación, carreteras y mercados, y han garantizado los precios y el mercado para la producción agrícola.

El proceso de modernización agrícola ha producido tres tipos distintos de agricultura:

- 1) La industrializada
- 2) La llamada revolución verde
- 3) Y todos los demás tipos: la de baja aportación exterior, la tradicional y la no mejorada.

Los primeros dos tipos han conseguido responder ante los recursos tecnológicos, dando lugar a sistemas de alto rendimiento en la producción de alimentos. Están dotados de acceso a carreteras, mercados urbanos, puertos y, a través suyo, a aportaciones externas, maquinaria, infraestructuras de comercialización, transporte, instalaciones de procesado agrícola y crédito.

Tienen buenos suelos, un suministro adecuado de agua (por una pluviosidad regular o por medio de sistemas de irrigación), acceso a variedades modernas de cultivos y razas de ganado y a productos derivados del petróleo y maquinaria.

En los países del Tercer Mundo, estos sistemas, que exigen grandes aportaciones del exterior, se emplean en las grandes llanuras y deltas irrigados del sur, sureste y este de Asia, así como en partes de Latinoamérica, el norte de África, y en otras zonas aisladas; tienden a ser explotaciones de monocultivos o de animales, únicamente orientadas a la venta, y comprenden los cultivos irrigados de arroz en las tierras bajas, el trigo y el algodón; las plantaciones de plátano, piña, palma de aceite y caña de azúcar; las hortalizas en las inmediaciones de los centros urbanos, y la cría intensiva de ganado, cerdos, aves entre otros.

En las tierras de la llamada revolución verde. Los científicos desarrollaron nuevas variedades de cereales básicos, consiguiendo que maduraran antes, lo que permitía recoger dos cosechas al año, que fueran insensibles a la duración del día, lo que facilitaba su cultivo en un gran abanico de latitudes, y que produjeran una mayor proporción de grano en relación con la paja. Estas variedades modernas fueron entregadas a los agricultores junto con aportaciones, o entradas, de elevado costo, que incluían fertilizantes inorgánicos, pesticidas, maquinaria, créditos y agua. Como resultado, el rendimiento medio de los cereales se ha duplicado en 30 años. Tomando en consideración el crecimiento de la población en el mismo periodo, la mejora ha sido de un 7% del total de los alimentos producidos por persona. Este valor medio, oculta diferencias regionales significativas: en el sureste de Asia, la producción per cápita de alimentos ha aumentado cerca de un 30%, pero en África ha descendido un 20 por ciento. Lo que es más, aún quedan unos 1.000 millones de personas en el mundo cuya dieta no aporta suficientes

calorías para trabajar, de las que 480 millones viven en hogares demasiado pobres para obtener la energía necesaria para el crecimiento adecuado de los niños y para mantener una actividad mínima por parte de los adultos.

En los países industrializados se produjo una revolución similar. Los agricultores se modernizaron, adoptando el uso de maquinaria, reduciendo la mano de obra, especializando los cultivos y cambiando sus prácticas para obtener mayores beneficios. La presión en favor de incrementar el rendimiento y el tamaño de las explotaciones ha hecho que las granjas mixtas tradicionales, un sistema muy integrado en el que se generaban pocos impactos exteriores, haya desaparecido casi por completo.

El tercer tipo de agricultura comprende todos los demás sistemas agrícolas y de subsistencia. Se trata de sistemas de baja aportación externa y situados en tierras secas, tierras pantanosas, tierras altas, sabanas, pantanos, zonas semidesérticas, montañas y colinas y bosques. En estas áreas los sistemas de cultivo son complejos y diversos, el rendimiento de las cosechas bajo, y la vida de sus habitantes a menudo depende de los recursos silvestres, además de la producción agrícola propia. Las explotaciones están muy alejadas de los mercados, se encuentran en suelos frágiles o problemáticos, y es poco probable que los visiten los científicos agrícolas o que sean estudiadas en los centros de investigación.

Además su productividad es baja: el rendimiento de los cereales es de sólo 0,5 a 1 tonelada por hectárea. Los países más pobres tienden a tener una proporción más elevada de estos sistemas agrícolas. A mediados de la década de 1990, cerca de un 30 a un 35% de la población del planeta, entre 1.900 y 2.100 millones de personas, subsiste merced a esta tercera y olvidada forma de agricultura. Aún así toda esta gente se encuentra hoy

excluida de la política de desarrollo de los gobiernos, que se concentra en tierras altamente productivas.

5.2 IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

A pesar de las mejoras realizadas en la producción de alimentos, los desafíos no han hecho más que empezar. La población mundial alcanzará entre los 8.000 y 13.000 millones de personas. Incluso recurriendo a las estimaciones más bajas, y dado el acceso poco equitativo a los recursos que predomina en la actualidad, será necesario que la producción agrícola aumente de forma sustancial para que se puedan mantener los niveles de nutrición actuales. Sin un crecimiento muy considerable, las perspectivas de muchos habitantes de los países pobres son oscuras.

En los últimos 50 años, las políticas de desarrollo agrícola han tenido un éxito notable en potenciar las aportaciones o entradas externas como medio para aumentar la producción de alimentos, lo que ha producido un crecimiento llamativo en el consumo global de pesticidas, fertilizantes inorgánicos, pastos clonados, tractores, equipos sofisticados agrícolas y otras maquinarias. Estas aportaciones externas, no obstante, han reemplazado los recursos y procesos naturales de control, haciéndolos más vulnerables. Los pesticidas han reemplazado a los medios biológicos, mecánicos y de cultivo para controlar las plagas, las malas hierbas y las enfermedades; los agricultores han sustituido el estiércol, el abono vegetal y las cosechas fijadoras de nitrógeno por fertilizantes inorgánicos; la información para tomar decisiones de gestión procede de los proveedores comerciales y de los científicos, no de fuentes locales; y los combustibles fósiles han reemplazado a las fuentes de energía generadas localmente. La especialización de la producción agrícola y el declive asociado de la granja mixta también han contribuido a esta

situación. Los que antiguamente fueron valiosos productos interiores se han convertido hoy en productos de desecho.

El principal desafío al que se enfrenta la agricultura sostenible es mejorar el uso que se hace de estos recursos interiores. Esto puede hacerse minimizando las aportaciones desde el exterior, regenerando los recursos interiores más rápidamente o combinaciones de ambos. La agricultura sostenible es, por lo tanto, un sistema de producción de alimentos que persigue los siguientes objetivos de forma sistemática:

- 1) Incorporar los procesos naturales de una manera mayor, como el ciclo de los nutrientes, la fijación del nitrógeno y las relaciones plaga-depredador a los procesos de producción industrial.
- 2) Reducir el uso de las aportaciones externas no renovables que más daño pueden causar al medio ambiente o a la salud de los agricultores y consumidores, y un uso más metódico de las demás aportaciones, de cara a minimizar los costos variables.
- 3) Acceder a los recursos y oportunidades productivas, equitativas y la transición a formas de agricultura más justas desde el punto de vista social.
- 4) Mayor uso productivo del potencial biológico y genético de las especies vegetales y animales.
- 5) Mayor uso productivo de los conocimientos y prácticas locales, incluyendo enfoques innovadores aún no del todo comprendidos por los científicos ni adoptados por los agricultores.
- 6) Incrementar la autosuficiencia de los agricultores y los pueblos rurales

- 7) Mejorar el equilibrio entre los patrones de pastoreo o explotación, la capacidad productiva y las limitaciones ambientales impuestas por el clima y el paisaje para garantizar que los niveles actuales de producción sean sostenibles a largo plazo.
- 8) Hacer hincapié en la gestión agrícola integrada y la conservación del suelo, el agua, el aire, la energía y los recursos biológicos.

Cuando estos componentes se unen, la agricultura se transforma en agricultura integrada, y sus recursos se usan con más eficiencia. La agricultura sostenible, por lo tanto, aspira al uso integrado de una gran variedad de tecnologías de gestión de las plagas, los nutrientes, el suelo y el agua; aspira a una mayor diversidad de explotaciones en el seno de las granjas, combinada con mayores vínculos y flujos entre ellas. Los productos secundarios o desechos de un componente se convierten en aportaciones a otro. Al ir reemplazando las aportaciones exteriores por los procesos naturales, el impacto sobre el medio ambiente disminuye.

Los grandes desafíos a los que se enfrenta la agricultura sostenible en cada una de las tres áreas agrícolas son muy diferentes. En la agricultura industrializada de Europa y América del Norte, se trata de reducir sustancialmente el uso de aportaciones exteriores y los costos variables con el fin de mantener la rentabilidad. Se podrían aceptar pequeñas reducciones en el rendimiento, dado el actual nivel de sobreproducción. En las áreas de la llamada revolución verde, el desafío es mantener el rendimiento y el nivel actual de sobreproducción reduciendo a la vez los daños al medio ambiente. En las tierras diversas y complejas se trata de aumentar el rendimiento por hectárea sin dañar los recursos naturales.

Las nuevas evidencias procedentes de granjas y comunidades de todo el mundo muestran hoy que la agricultura sostenible es posible en estas tres regiones:

- 1) En las tierras diversas, complejas y pobres en recursos del Tercer Mundo, los agricultores que han adoptado las tecnologías regeneradoras han duplicado o triplicado el rendimiento de sus cosechas, a menudo con poca o ninguna aportación exterior
- 2) En las tierras de aportaciones elevadas y por lo general irrigadas, los agricultores que han adoptado tecnologías regeneradoras han mantenido sus altos rendimientos, reduciendo sustancialmente las aportaciones exteriores
- 3) En los sistemas agrícolas industrializados, una transición a la agricultura sostenible podría significar un descenso en el rendimiento por hectárea de un 10 a un 20% a corto plazo, pero resultaría rentable para los agricultores a larga plazo.

Todos estos éxitos tienen varios elementos en común. Han hecho uso de tecnologías que conservan los recursos, como la gestión integrada de las plagas, la conservación del suelo, el agua y el aire, el reciclado de nutrientes, los cultivos múltiples, la captación de agua, el reciclado de desechos, y así sucesivamente. En términos generales, ha habido iniciativas por parte de grupos y comunidades en el ámbito local, así como cierto apoyo por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Con todo, en la mayor parte de los casos se trata de iniciativas localizadas. No son más que éxitos aislados. Esto se debe a la ausencia de un cuarto elemento: una política ambiental favorable. En su mayoría, las políticas existentes siguen favoreciendo activamente una agricultura que depende de

aportaciones y tecnologías exteriores. Estas políticas constituyen uno de los principales obstáculos en el camino hacia una agricultura más sostenible.

5.3 AMENAZAS Y OBSTÁCULOS

A pesar de la viabilidad de una agricultura más sostenible, que beneficiaría a los agricultores, las comunidades rurales, el medio ambiente y la economía nacional, siguen existiendo muchos obstáculos y amenazas. Muchas de las estructuras de poder existentes se ven amenazadas por el cambio, y puede resultar imposible que todo el mundo se beneficie de ella a corto plazo. Las amenazas surgen desde el nivel internacional hasta el local.

En el ámbito internacional, los mercados y las políticas comerciales han tendido a reducir el precio de las mercancías, disminuyendo los beneficios de los agricultores y las economías. Sólo en los últimos 10 años los precios habían descendido, por término medio, un 50 por ciento. Las empresas agroquímicas, por su parte, intentarán proteger sus mercados de toda opción que implique una reducción en el uso de sus productos. Sin embargo actualmente la tendencia mundial se orienta a la producción orgánica (limpia)

A escala nacional, hay que determinar cuáles son las políticas macro y microeconómicas que siguen dificultando el desarrollo de una agricultura más sostenible, y cambiarlas. En algunos casos esto resultará políticamente muy difícil, en especial cuando se trate de poner en práctica unas reformas que deberían dar a los agricultores garantías para invertir en prácticas sostenibles.

La naturaleza burocrática de las grandes instituciones constituye una amenaza más. Les cuesta trabajar de un modo que conceda poder a las comunidades locales, ya que esto supone perder parte del suyo. De modo similar, la naturaleza conservadora de las universidades y las instituciones de

enseñanza es un obstáculo para la aparición de nuevos profesionales orientados hacia la agricultura sostenible. En su mayor parte, éstas se muestran reticentes o incapaces sin más de formar a profesionales de la agricultura capaces de trabajar con y para los agricultores.

Actualmente, los propios agricultores se enfrentan a los costos que supone la transición a prácticas y tecnologías agrícolas sostenibles y a su aprendizaje.

Por otra parte los agricultores informales es decir los que no pertenecen a alguna asociación o algún gremio, el problema primordial es la ausencia total de capacitación en tecnología y agricultura sostenible

GLOSARIO

ARTICA: Regiones polares del norte

BIOMA: Nombre dado por Clements para designar una comunidad biótica integrada por plantas y animales

BIOMASA: Masa de materia viviente de un determinado biotipo por unidad de superficie o volumen

BIOTIPO: Tipo Biológico que presenta caracteres físicos y síquicos constantes que permiten la individualización de un grupo

CADUCA: Nombre dado a los órganos que caen después de haber cumplido su misión

CALADERO: Sumergir en el agua las redes de pesca

CARCINÓGENOS: Que genera tumores malignos

DEFOLIACIÓN: Desprendimiento lateral de las hojas de las plantas

DELTA: Zona de acumulación aluvial de forma triangular, elaborada por un río en su desembocadura al mar o aun lago

ENDÉMIA: Enfermedad ubicada en una región

ESTUARIOS: Terreno costanero bajo e inundable

EUTROFICACIÓN: Enriquecimiento de nutrientes de modo artificial en las aguas, produciendo un crecimiento anormal de animales y vegetación por agotamiento del Oxígeno

GLACIAR: Masa de hielo que rodea las nieves perpetuas en las altas montañas

IRRIGADAS: difundir, regar, esparcir líquidos

LACUSTRE: Perteneiente a los lagos. Seres que viven en los lagos

MORRENAS: Montón de piedras originadas por un glaciar

PAÍSES DEL TERCER MUNDO: Son los países subdesarrollados, la mayor parte se encuentran en África y América Latina

PLANCTON: Comunidad formada por plantas, animales y bacterias que viven en suspensión en el agua

PISCÍVORAS: Que se alimenta de peces

PLUVIOSIDAD: Volumen de lluvias caída por unidad de tiempo

SEPTENTRIONALES: Pertenece al norte. Persona de un país del norte

SETAS: Especie de hongo basidiomicetes en forma de sombrilla, comestible o venenoso

BIBLIOGRAFÍA

- BERMÚDEZ TARAZONA, Graciela. Educación Ambiental. Universidad Francisco de Paula Santander. San José de Cúcuta. 2001.
- FERNÁNDEZ PARADA, Nelson Josué. Ecología y Ambiente. Universidad de Pamplona. Colombia 2002
- LOPRETTO, Estela y TELL,Guillermo. Ecosistemas en aguas continentales metodológicas para su estudio. Ediciones Sur.
- MARGALEF, Ramón. Ecología. Universidad de Barcelona. Ediciones Omega. Barcelona 1998.
- ODUM, E. Ecología. Editorial interamericana. México. 1992
- PUENTE BRUGES, Jairo. Deterioro del medio Natural y Humano. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2003.
- RESTREPO, Ricardo. Ecología. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2003