



**Mi Universidad**

**LIBRO**

*Ecología*

*Bachillerato en Enfermería*

*4° Cuatrimestre*

*FEBRERO – JULIO*

---

## Marco Estratégico de Referencia

---

### Antecedentes históricos

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 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 tardes.

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 julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza 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 – Tzitol 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 del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. 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.

---

## Patología del niño y el adolescente

---

### Objetivo de la materia:

Que el alumno construya una red cognitiva amplia e integral del concepto de biósfera, bioma y ecosistema (en orden descendente de complejidad); de tal manera que pueda analizar las múltiples relaciones existentes entre la biocenosis y el biotopo. Además, que analice el impacto que tienen las actividades humanas sobre los procesos de la biosfera que a su vez repercuten en el funcionamiento de los niveles ecológicos de organización, así como en su vida cotidiana y que desarrolle competencias que le permitan participar en el cuidado y rescate de su entorno natural, dentro de un contexto ético y estético.

### Criterios de evaluación:

No	Concepto	Porcentaje
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades web escolar	20%
3	Actividades Áulicas	20%
4	Examen	50%
<b>Total de Criterios de evaluación</b>		100%

## **Contenido.**

### **UNIDAD I**

#### **BIOMAS TERRESTRES Y ACUATICOS**

- 1.1.- Conceptos básicos de ecología.
- 1.2.- Medio ambiente.
- 1.3.- Factores bióticos y abióticos.
- 1.4.- Niveles tróficos.
- 1.5.- Biomas terrestres y acuáticos.
- 1.6.- Ecología de poblaciones.

### **UNIDAD II**

#### **ECOSISTEMAS**

- 2.1.- Lagos.
- 2.2.- Ríos.
- 2.3.- Océanos.
- 2.4.- Las aguas litorales.
- 2.5.- Desierto.
- 2.6.- Tundra.
- 2.7.- Taiga.
- 2.8.- Bosque templado.
- 2.9.- Bosque mediterráneo.
- 2.10.- Selva.
- 2.11.- La sabana.
- 2.12.- Praderas.
- 2.13.- Estepa.
- 2.14.- Chaparral.



2.15.- Las regiones polares.

2.16.- El medio aéreo.

### **UNIDAD III**

#### **ECOLOGIA TROFICA**

3.1.- Redes tróficas y alimentarias.

3.2.- Flujo de energía en el ecosistema.

3.3.- Sinecología.

3.4.- Variaciones temporales.

3.5.- Ciclo de los elementos.

3.6.- Biodiversidad.

### **UNIDAD IV**

#### **EL HOMBRE Y LA NATURALEZA**

4.1.- Contaminación.

4.2.- Contaminantes más frecuente.

3.- Aerosoles y partículas.

4.4.-Oxidante.

4.5.- Sustancias radiactivas.

4.6.- Lluvia acida.

4.7.- Contaminación del agua.

## UNIDAD I

### BIOMAS TERRESTRES Y ACUATICOS

#### 1.1.- Conceptos básicos de ecología.

¿Qué es la ecología?

La ecología ha alcanzado enorme trascendencia en los últimos años.

El creciente interés del hombre por el ambiente en el que vive se debe fundamentalmente a la toma de consciencia sobre los problemas que afectan a nuestro planeta y exigen una pronta solución.

Los seres vivos están en permanente contacto entre sí y con el ambiente físico en el que viven. La ecología analiza cómo cada elemento de un ecosistema afecta los demás componentes y cómo es afectado. Es una ciencia de síntesis, pues para comprender la compleja trama de relaciones que existen en un ecosistema toma conocimientos de botánica, zoología, fisiología, genética y otras disciplinas como la física, la química y la geología.

En 1869, el biólogo alemán Ernst Haeckel acuñó el término ecología, remitiéndose al origen griego de la palabra (oikos, casa; logos, ciencia, estudio, tratado). Según entendía Haeckel, la ecología debía encarar el estudio de una especie en sus relaciones biológicas con el medio ambiente. Otros científicos se ocuparon posteriormente del medio en que vive cada especie y de sus relaciones simbióticas y antagónicas con otras.

Hacia 1925, August Thienemann, Charles Elton y otros impulsaron la ecología de las comunidades. Trabajaron con conceptos como el de cadena alimentaria, o el de pirámide de especies, en la que el número de individuos disminuye progresivamente desde la base hasta la cúspide, desde las plantas hasta los animales herbívoros y los carnívoros.

La falta de espacios verdes, la superpoblación, el exceso de humo y calor generados por distintas máquinas, y la contaminación acústica y visual hacen de la ciudad un ambiente adverso para el hombre

Nuevo nombre para un viejo problema

Ni los problemas que trata la ecología son nuevos ni la ecología es sólo una moda pasajera. Ya en el período Neolítico, diez mil años atrás, los hombres talaban bosques para obtener madera y abrir claros donde sembrar los granos de los que se alimentaban. Así resultaron alterados los ecosistemas en los que esas comunidades vivían. En Grecia, Platón dejó testimonio escrito de la deforestación de ciertas montañas del Ática, que habían quedado como "el esqueleto de un cuerpo enflaquecido por la enfermedad". El agua, observaba el filósofo, "no se perdía entonces como ocurre hoy, discurriendo sobre el terreno desnudo".

Desde luego, el problema no afectó sólo a la Antigüedad: a lo largo de la historia diversas áreas terrestres se vieron modificadas por la acción del hombre. Por ejemplo, a partir de la década del '50 la agricultura experimentó un crecimiento favorecido por los adelantos en ingeniería genética de semillas y desarrollo de agroquímicos. Esta intensificación del uso de las tierras ocasionó la degradación de las mismas y la necesidad de explotar nuevas áreas.

Cuando la actividad humana carece de controles y reglamentaciones, pueden producirse grandes catástrofes. Los derrames de petróleo provocan la muerte de numerosos organismos, alterando el equilibrio ecológico

#### Visión de conjunto

La Tierra afronta serio peligro de contaminación y muerte de especies vegetales y animales, y también de los suelos, la atmósfera, los ríos y los mares, que sustentan la vida. Conscientes de la gravedad de la situación, los países miembro de las Naciones Unidas se reunieron en 1992, en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo conocida como la Cumbre de Río de Janeiro. Allí, gobernantes, científicos y periodistas de todo el mundo, informaron y alertaron sobre los problemas del desarrollo industrial y tecnológico.

El conocimiento de la naturaleza y de los cuidados que ella requiere deberían ser temas primordiales en los procesos educativos actuales. El sistema educativo, precisamente, debe proveer hoy información sobre ecología a todos los niveles: desde el cuidado de un animalito doméstico, pasando por las charlas cotidianas de los maestros o el trabajo en huertas escolares en los niveles primario y medio, hasta las especializaciones terciarias y la concientización de los profesionales de otras áreas en institutos y universidades.

La gran cantidad de desechos que genera el hombre, suele quemarse o utilizarse en rellenos sanitarios para atenuar el impacto que esto produce, los países más desarrollados fomentan el reciclado.

La Ecología estudia seres dinámicos por esta razón tiene dos maneras de llevar a cabo su estudio:

#### AUTOECOLOGIA o ESTUDIO DE POBLACIONES:

Es el estudio de organismos individuales, o de poblaciones de especies aisladas y sus relaciones con el medio ambiente, centrándose en la historia natural o comportamiento de la especie

#### SINECOLOGIA o DE LAS COMUNIDADES:

Se encarga del estudio de grupos de organismos asociados (especies de un mismo grupo) formando una unidad funcional del medio ambiente.

## **1.2.- Medio ambiente.**

¿Qué es?

"El Ambiente es el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida."

Está constituido por elementos naturales como los animales, las plantas, el agua, el aire, suelo, luz vegetal y animales.

Todas las cosas materiales en el mundo tienen una estructura química que hace que sean lo que son y por eso nuestra definición dice los elementos que componen el ambiente son de naturaleza química.

También existen elementos de naturaleza biológica porque sabes que algunos componentes del ambiente tienen vida y... Sociocultural quiere decir que incluye aquellas cosas que son producto del hombre y que lo incluyen. Por ejemplo, las ciudades son el resultado de la sociedad humana y forman parte del ambiente. La cultura de un pueblo también, sus costumbres, sus creencias...

Algunos creen que el ambiente es únicamente la naturaleza... ¡Pero no!, el hombre también forma parte... ¡y qué parte! Somos un componente muy importante porque podemos transformarlo más que cualquier otro ser del planeta... y por ende tenemos una responsabilidad superior.

Podemos cuidarlo o podemos destruirlo ¡Y las interrelaciones son muy importantes! Las cosas en el ambiente no están "juntas" sino que están interrelacionadas, es decir, que establecen relaciones entre sí. Por esto decimos que es un sistema.

El ambiente está en constante modificación, positiva o negativa, por la acción del hombre o natural. O sea que los cambios pueden ser hechos por los humanos o por la naturaleza misma. Sin duda nosotros transformamos lo que nos rodea pero también la lluvia modela el paisaje, el mar construye y destruye playas, el frío y el calor rompen las rocas, otras especies son arquitectas de su entorno, etc.

Y por último nuestra definición dice que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida. Mira que importante es el ambiente que toda la vida de nuestro planeta depende de su buen estado, de su calidad. ¡No podemos vivir en un ambiente devastado!

En síntesis, el ambiente es todo aquello que nos rodea, que forma parte de nuestro entorno, ya sea biótico o abiótico, sumado a lo que nosotros mismos somos y creemos. Componentes bióticos son los que tienen vida como los animales y las plantas. Los abióticos son los inanimados como el agua, el aire, las rocas, etc.

¿Por qué cuidarlo?

Pese a que todos los días vemos los motivos por los cuales es tan importante proteger nuestro ambiente, aún hay gente que se pregunta por qué... por qué debemos cuidar nuestro planeta.

Es importante entonces pensar que el mundo no nos pertenece, nos ha sido prestado para que vivamos en él y lo utilicemos con sabiduría. Y eso es lo que debemos hacer... vivir, no destruir.

Pero también debemos proteger nuestro ambiente porque lo necesitamos. ¡Y mucho! Dependemos de él para existir. Nuestro planeta nos brinda todos los recursos naturales que necesitamos para alimentarnos, construir nuestras viviendas, tener luz, transportarnos, vestirnos, etc. Mira un segundo a tu alrededor... todo lo que ves - papel, lápiz, computadora, goma, etc.- se obtiene, directa o indirectamente, del ambiente, por lo cual es importante que aseguremos su capacidad de continuar proveyéndolos.

Si destruimos el ambiente estaremos perjudicando a nosotros mismos, a nuestros hijos y a nuestros nietos. Cuidar el mundo es cuidarnos y esa es otra muy buena razón ¿no te parece?

La ecología es una ciencia multidisciplinaria que recurre a la Biología, la Climatología, la Ingeniería Química, la Mecánica, la Ética, etc.

Los organismos vivos se agrupan como factores bióticos del ecosistema; por ejemplo, las bacterias, los hongos, los protozoarios, las plantas, los animales, etc. En pocas palabras, los factores bióticos son todos los seres vivos en un ecosistema o, más universalmente, en la biosfera.

Por otra parte, los factores químicos y los físicos se agrupan como factores abióticos del ecosistema. Esto incluye a todo el ambiente inerte; por ejemplo, la luz, el agua, el nitrógeno, las sales, el alimento, el calor, el clima, etc. Luego pues, los factores abióticos son los elementos no vivientes en un ecosistema o en la biosfera.

La Física se usa en la Ecología porque todos los procesos bióticos tienen que ver con la transferencia de energía, desde los productores, que organismos. Aprovechan la energía lumínica para producir compuestos orgánicos complejos, hasta las bacterias, que obtienen energía química mediante la desintegración de las estructuras moleculares de otros organismos.

La Química se usa en Ecología porque todos los procesos metabólicos y fisiológicos de los biosistemas dependen de reacciones químicas. Además, los seres vivos hacen uso de las sustancias químicas que se encuentran en el entorno.

La Geología se relaciona con la Ecología porque la estructura de los biomas depende de la estructura geológica del ambiente. Los seres vivos también pueden modificar la geología de una región.

La Geografía es una disciplina para la Ecología muy importante a causa de la distribución específica de los seres vivos sobre la Tierra.

Las Matemáticas son imprescindibles para la Ecología, por ejemplo para el cálculo, la estadística, las proyecciones y extrapolaciones cuando los Ecólogos tratan con información específica acerca del número y la distribución de las especies, la evaluación de la biomasa, el crecimiento demográfico, la extensión de las comunidades y la biodiversidad, y para cuantificar las presiones del entorno en un bioma dado.

La Climatología y la Meteorología son disciplinas significativas que ayudan a los Ecólogos a entender cómo las variaciones en las condiciones del clima en una región dada influyen en la biodiversidad. La Climatología y la Meteorología ayudan a los Ecólogos para saber cómo los cambios regionales o globales del clima aumentan o reducen las probabilidades de supervivencia de los individuos, las poblaciones y las comunidades en una región dada, y para relacionar el clima regional con la distribución de los organismos sobre el planeta.

La ética promueve los valores contenidos en el ambientalismo científico.

Hay muchas más disciplinas relacionadas con la Ecología. Yo sólo he mencionado las disciplinas que están más íntimamente relacionadas con la Ecología.

Los ecosistemas

Hacia 1950 los ecólogos elaboraron la noción científica de ecosistema, definiéndolo como la unidad de estudio de la ecología. De acuerdo con tal definición, el ecosistema es una unidad delimitada espacial y temporalmente, integrada por un lado, por los organismos vivos y el medio en que éstos se desarrollan, y por otro, por las interacciones de los organismos entre sí y con el medio. En otras palabras, el ecosistema es una unidad formada por factores bióticos (o integrantes vivos como los vegetales y los animales) y abióticos (componentes que carecen de vida, como por ejemplo los minerales y el agua), en la que existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia. Un ejemplo de ecosistema en el que pueden verse claramente los elementos comprendidos en la definición es la selva tropical. Allí coinciden millares de especies vegetales, animales y microbianas que habitan el aire y el suelo; además, se producen millones de interacciones

entre los organismos, y entre éstos y el medio físico. La extensión de un ecosistema es siempre relativa: no constituye una unidad funcional indivisible y única, sino que es posible subdividirlo en infinidad de unidades de menor tamaño. Por ejemplo, el ecosistema selva abarca, a su vez, otros ecosistemas más específicos como el que constituyen las copas de los árboles o un tronco caído.

### 1.3.- Factores bióticos y abióticos.

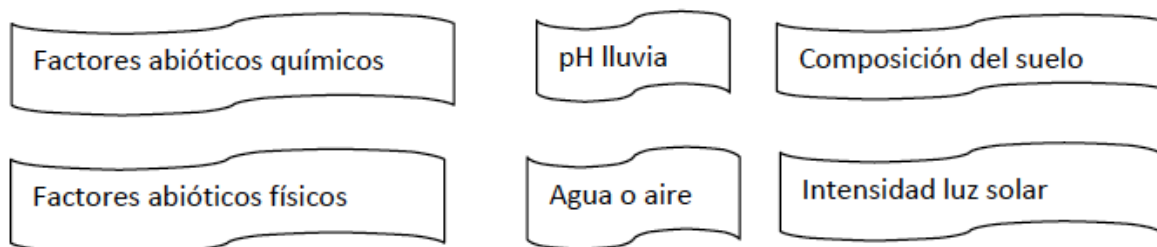
#### Factores Bióticos

Son aquellos componentes de un ecosistema que contienen vida y que permiten el desarrollo de la misma. En general son los seres vivos

#### Factores Abióticos

Son aquellos componentes de un ecosistema que no requieren de la acción de los seres vivos, o que no poseen vida, es decir, no realizan funciones vitales dentro de sus estructuras orgánicas.

Los factores abióticos se clasifican en:



Clasificación de los Factores Bióticos en el Medio Ambiente:

- INDIVIDUO:** Es cada uno de los organismos que vive en un ecosistema como un pez, un tiburón, una vaca, un erizo, un elefante o un león son individuos.
- POBLACIONES:** Como los individuos no pueden vivir solos, por el contrario, requieren de los demás organismos de la naturaleza, se organizan en poblaciones que son consideradas como un conjunto de individuos de la misma especie que viven en un área determinada; por ejemplo en un bosque encontramos poblaciones de árboles, aves, insectos, conejos entre otros.
- COMUNIDAD:** Cuando en un lugar determinado interaccionan diversas poblaciones se forma una comunidad, por ejemplo, en un bosque interaccionan gran variedad de poblaciones vegetales como robles y cedros; de animales como mariposas, ardillas, entre otros.

Los factores bióticos se pueden clasificar en:

- Productores o autótrofos,** organismos capaces de fabricar o sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas como dióxido de carbono, agua y sales minerales.

Consumidores o heterótrofos organismos incapaces de producir su alimento, por ello lo ingieren ya sintetizado.

La densidad poblacional como factor ecológico

Toda especie animal o vegetal puede desarrollarse en un determinado espacio en forma óptima sólo con una población en equilibrio con su ambiente. Este equilibrio es determinado principalmente por la cantidad de alimentos disponibles. Cuando existe un exceso poblacional, o sea mayor cantidad de individuos y menor disponibilidad de alimentos y de espacio, se producen diversos fenómenos de control natural para restablecer el equilibrio entre la oferta de alimento y la población.

Los fenómenos más importantes de control natural de la población en un espacio determinado son los siguientes:

· Desarrollo lento: Ante la falta de alimentos y espacio suficiente los individuos se desarrollan en forma más lento, lo que contribuye a bajar o disminuir el aumento poblacional al retardarse los procesos reproductivos o tener menor número de crías.

· Disminución del tamaño: En muchos casos el tamaño de los individuos disminuye y también el peso de los mismos. Esto es simplemente por la falta de alimentos que no permite un desarrollo normal.

· Baja fertilidad: El número de crías disminuye por el debilitamiento de las madres o por la mayor mortandad de las mismas al no disponer de alimentos suficientes. Es frecuente el caso de abortos y de reabsorción de fetos por el debilitamiento de las madres. En Pampa Galeras (Ayacucho), después de cinco años de sequía, el porcentaje de crías de la vicuña disminuyó en un 82%.

· Aumento de la mortalidad: Por debilitamiento de los individuos de la población, al faltar alimento, la incidencia de enfermedades aumento y, también, el número de muertos.

· Emigración: Si es posible y si las condiciones de área lo permiten, una parte de la población se traslada o migra a otras partes en busca de mayor espacio y alimentos. Por ejemplo, el guanaco realiza migraciones entre las lomas costeras en invierno, cuando éstas están verdes, y las vertientes occidentales andinas, cuando éstas tienen pastos en el verano por las lluvias en la Sierra

· Colapso de la población: Cuando las condiciones ambientales son alteradas en forma muy significativa (destrucción de los pastos, de los bosques, catástrofes, epidemias, etc.) se puede producir el colapso de la población en un área determinada y su desaparición total. Cuando una especie sólo vive en un ambiente determinado y éste es alterado la especie se extingue.

De esta manera, y en forma natural, disminuye la densidad poblacional hasta encontrar nuevamente el punto justo de equilibrio entre la disponibilidad de alimentos y el número de individuos, contribuyendo otros factores como los depredadores, los concurrentes o especies que compiten con otras, los parásitos, etc.

En la densidad poblacional también pueden influir factores químicos, como la acumulación de sustancias de desecho (excrementos, cadáveres, etc.), especialmente en los animales acuáticos (peces, protozoarios) y en los terrestres de poco desplazamiento.

Otros animales reaccionan en forma muy sensible ante perturbaciones de tipo mecánico y síquico de otros individuos, entre ellos el desgaste energético para defender un territorio, como en el caso de la vicuña, que es una especie territorial donde un macho defiende un área con sus hembras. A mayor

densidad de población en un espacio determinado, el desgaste físico y síquico para defender el territorio aumentará.

El hábitat y el nicho ecológico

Dos conceptos en estrecha relación con el de ecosistema son el de hábitat y el de nicho ecológico. El hábitat es el lugar físico de un ecosistema que reúne las condiciones naturales donde vive una especie y al cual se halla adaptada. El nicho ecológico es el modo en que un organismo se relaciona con los factores bióticos y abióticos de su ambiente. Incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en un ecosistema. La temperatura, la humedad y la luz son algunos de los factores físicos y químicos que determinan el nicho de una especie.

Entre los condicionantes biológicos están el tipo de alimentación, los depredadores, los competidores y las enfermedades, es decir, especies que rivalizan por las mismas condiciones. El hábitat, es decir el espacio donde vive un ser vivo, junto con los factores bióticos y abióticos que hacen posible su supervivencia, forman el nicho ecológico.

#### **1.4.- Niveles tróficos.**

Dado que el flujo de energía en un ecosistema ocurre cuando los organismos se comen unos a otros es necesario agruparlos teniendo en cuenta su fuente de energía.

Dentro de un ecosistema los organismos que obtienen energía de una fuente común constituyen un nivel trófico alimentario

Productores.

Constituyen el primer nivel trófico, y son organismos autótrofos capaces de captar y transformar la energía lumínica incidente en energía química.

Consumidores.

Los consumidores son organismos heterótrofos (heteros en griego significa “diversos”) que utilizan la materia orgánica, tomada directa o indirectamente de los autótrofos, para llevar a cabo sus funciones vitales mediante los mecanismos respiratorios.

Dentro de los consumidores pueden distinguirse los siguientes tipos:

- Consumidores primarios: son los herbívoros.
- Consumidores secundarios: son los carnívoros.
- Consumidores terciarios: son los súper carnívoros, que se alimentan de los carnívoros.

Otros tipos de consumidores son:

- Omnívoros, que se alimentan de más de un nivel trófico. Se trata de un mecanismo adaptativo que facilita la supervivencia. Como por ejemplo podemos citar al hombre.
- Carroñeros o necrófagos, que se alimentan de cadáveres, como los buitres y los chacales.



- Detritívoros, que consumen toda una gradación decreciente de restos orgánicos, como las lombrices de tierra

El paso de energía de un organismo a otro se produce a lo largo de una cadena trófica. Generalmente las cadenas tróficas se interconectan y forman una trama trófica o red trófica.

### **1.5.- Biomas terrestres y acuáticos.**

Similitudes en el clima dentro de varias regiones geográficas del mundo parecen producir patrones similares de vegetación. La vida animal y las formas de la comunidad son, sin embargo, regulados por la vegetación.

Un bioma está conformado por el total de las comunidades biológicas que interactúan dentro de una zona de vida particular, en donde, el clima es similar. Las comunidades se mantienen a sí mismas y al bioma entero mediante complejas relaciones entre los organismos y el ambiente; la vida animal y vegetal interactúa una con otra y con el clima, la topografía, y con los desastres naturales, como inundaciones e incendios. Estas interacciones hacen a un bioma una unidad la cual contiene comunidades tanto estables como inestables.

Los biomas terrestres son, frecuentemente, mas descritos, y son las más comúnmente conocidos. Pero, en años recientes se ha aprendido mucho acerca de los biomas acuáticos, Este trabajo tiene la finalidad de conocer un poco mas de los dos tipos de manera un tanto general, pretendiendo esbozarlos a grandes rasgos. Primero describiremos lo que es una comunidad biótica,

Un bioma es una región terrestre grande relativamente bien diferenciada que se caracteriza por tener clima, suelo, plantas y animales similares sin importar dónde se encuentre en el planeta. Dada su gran superficie, un bioma comprende varios ecosistemas interactuantes. Los límites de un bioma son determinados en mayor grado por barreras climáticas invisibles, de las cuales temperatura y precipitaciones son las más importantes.

Los biomas se definen basándose en factores tales como las estructuras de las plantas (árboles, arbustos y hierbas), los tipos de hojas (como maleza de hoja ancha y needleleaf), la distancia (bosque, floresta, sabana) y el clima. A diferencia de las ecozonas, los biomas no se definen por genética, taxonomía o semejanzas históricas y se identifican con frecuencia con patrones especiales de sucesión ecológica y vegetación climax

Biomas Terrestres:

Tundra – Taiga o bosque de coníferas – Bosque Templado – Bosque Lluvioso Tropical – Desierto – Pradera– Chaparral

Biomas Acuáticos: Marinos: oceánico Agua Dulce: Aguas lénticas (lagos y lagunas) Y Aguas loticas (ríos)

La tundra

El nombre de tundra se aplica, sobre todo, a las regiones árticas de Asia que se encuentran entre los hielos perpetuos al norte y los bosques de la taiga al sur. El suelo de la tundra permanece helado

durante la mayor parte del año, y se deshiela parcialmente en verano. El agua se acumula entonces en cenagales y pantanos. En la tundra, el factor limitante es la temperatura. El promedio de precipitaciones anuales es bajo, alrededor de 250 mm, y la temperatura máxima no supera los 10 ° C.

El subsuelo presenta una capa helada permanente, cuyo espesor varía según la estación. Esta capa de suelo recibe el nombre de permafrost, son biomas típicos de climas fríos en el hemisferio Norte del planeta.

Los ciclos de la materia se encuentran formados por los elementos químicos que forman los seres vivos (oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y fósforo, etc.) van pasando de unos niveles tróficos a otros. Las plantas los recogen del suelo o de la atmósfera y los convierten en moléculas orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleídos). Los animales los toman de las plantas o de otros animales. Después los van devolviendo a la tierra, la atmósfera o las aguas por la respiración, las heces o la descomposición de los cadáveres, cuando mueren. De esta forma encontramos en todo ecosistema unos ciclos del oxígeno, el carbono, hidrógeno, nitrógeno, etc. cuyo estudio es esencial para conocer su funcionamiento. Los ciclos de los elementos mantienen una estrecha relación con el flujo de energía en el ecosistema, ya que la energía utilizable por los organismos es la que se encuentra en enlaces químicos uniendo los elementos para formar las moléculas

El ecosistema se mantiene en funcionamiento gracias al flujo de energía que va pasando de un nivel al siguiente. La energía fluye a través de la cadena alimentaria sólo en una dirección: va siempre desde el sol, a través de los productores a los descomponedores. La energía entra en el ecosistema en forma de energía luminosa y sale en forma de energía calorífica que ya no puede reutilizarse para mantener otro ecosistema en funcionamiento. Por esto no es posible un ciclo de la energía similar al de los elementos químicos.

### Actividad

1. ¿Qué es un ecosistema?

---

---

---

2. Considerando que la energía fluye de un organismo a otro, ¿cómo se considera el ecosistema?

---

3. ¿Donde inicia una cadena trófica?

---

4. Es el nivel de organización de la naturaleza más importante para la ecología

---

5. ¿Qué es la biosfera?

---

---

---

6. ¿Qué es una cadena alimenticia?

---

---

---

7. ¿Cómo se mantiene en funcionamiento un ecosistema?

---

---

---

8. Es la fuente principal de energía de un ecosistema

---

9. Como se constituye una población

---

---

---

10. ¿Qué factores se deben estudiar para llevar a cabo un análisis del ecosistema?

---

---

---

11. ¿Cómo debe ser una cadena alimentaria para que su eficiencia sea mayor?

---

---

12. ¿Qué es una comunidad?

---

---

---

---

13. Tomando en consideración la circulación de la materia, como es el ecosistema

---

14. Es la unidad de estudio de la ecología

---

---

15. Menciona como actúan los ciclos de la materia en el ecosistema

---

---

---

---

---

---

---

16. ¿Qué es lo que requiere cualquier ecosistema para su funcionamiento?

---

---

17. ¿Cuál es el último eslabón de una cadena alimentaria?

---

---

18. ¿Qué estudia la ecología?

---

---

---

---

---

---

### **1.6.- Ecología de poblaciones.**

Las investigaciones sobre ecosistemas inalterados nos indican que muchas poblaciones tienden a permanecer estables al paso del tiempo, sin embargo, sabemos que dichas poblaciones pueden aumentar de manera fácil. Existen tres factores primordiales que afectan el tamaño de una población: nacimientos, muerte y migración. Los organismos vivos se integran a una población a través del nacimiento o a la inmigración, y la abandonan por muerte, o por emigración; una población permanece de manera estable, si en promedio, arriban a ésta la misma cantidad de individuos que la abandonan. Mas sin embargo, una población crece cuando la cantidad de nacimientos aunada al número de inmigrantes es mayor a las muertes más la cantidad de emigrantes; pero si la relación es de manera inversa, las poblaciones disminuirán.

En muchas poblaciones naturales, los individuos que llegan y se van, no contribuyen fuertemente en el cambio de la población, los índices de natalidad y mortalidad son los factores primordiales que influyen en su crecimiento. El tamaño de una población es el resultado del equilibrio entre dos factores: el potencial biótico y la resistencia ambiental.

El potencial biótico es el índice máximo al cual puede incrementarse la población siempre y cuando existan condiciones ideales (máximo de natalidad, mínimo de mortalidad).

La resistencia ambiental son los delimitantes impuestos por los factores bióticos y abióticos (disponibilidad de alimento, espacio, competencia entre individuos, etc.), estos factores pueden

disminuir el índice de natalidad y aumentar la mortalidad; por lo general, la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental originan un equilibrio entre el tamaño de población y la disponibilidad de recursos.

El potencial biótico de una población, si ésta no es restringida, origina un crecimiento exponencial, esto es que la población crece durante un periodo de tiempo específico en un porcentaje fijo de su tamaño al inicio del periodo; por lo que se suma una cantidad creciente de individuos a la población durante cada periodo sucesivo, lo que origina el crecimiento del tamaño de la población a un ritmo acelerado. Frecuentemente la curva formada por este tipo de crecimiento se denomina curva de crecimiento en forma de “J” o “curva J”, esto debido a su forma. Este tipo de crecimiento sucede cada vez que los nacimientos superan a las muertes de manera constante, lo cual sucede cuando en promedio cada individuo produce más de un descendiente vivo. Aunque la cantidad de descendientes de un individuo por año, varía de miles para una lombriz, a uno para el ser humano, ya sea que trabaje de manera individual o como parte de una pareja que se reproduce sexualmente, tiene el potencial de reemplazarse muchas veces durante su vida; esta capacidad conocida como potencial biótico ha evolucionado debido a que la selección natural favoreció a los organismos que presentan la mayor cantidad de progenie.

Son varios los factores que determinan el potencial biótico de una especie

- La edad en la cual el individuo promedio se reproduce por primera vez
- La frecuencia promedio de reproducción
- La cantidad de descendencia producida en cada ocasión
- La duración promedio de la vida reproductora
- El índice de mortalidad en condiciones ideales

Por ejemplo, podemos mencionar un tipo de bacteria en condiciones ideales puede dividirse cada 20 minutos aproximadamente, duplicando la población tres veces por hora; mientras más crece la población, existirán más células que se dividen. El potencial biótico de las bacterias es extremadamente grande, tanto que si no existiera un límite de nutrientes, en 48 horas los descendientes de una sola bacteria cubrirían con una capa de dos metros de espesor la superficie del planeta

Sin embargo, desde el punto de vista reproductor, un águila es una especie longeva y lenta, vive aproximadamente 30 años y alcanza su madurez sexual a los cuatro años y cada pareja tiene dos descendientes por año durante los 26 años restantes, se puede observar en la gráfica que el crecimiento se presenta de manera exponencial igual que las bacterias, aunque difieren en la escala de tiempo, las poblaciones se vuelven muy grandes, se observa así mismo que sucede si la reproducción de las águilas inicia a los seis años, con esta condición todavía se presenta un crecimiento exponencial, solo que el tiempo requerido para alcanzar un gran tamaño se incrementa de manera considerable.

El factor tiempo es determinante para la población humana, ya que la procreación retardada reduce de una manera significativa el crecimiento de la población, por ejemplo, si cada mujer tuviera tres hijos durante los primeros años de su adolescencia, la población crecería de manera mucho más rápida que si tuviera cinco hijos después de los 30 años.

Sin embargo, incluso bajo condiciones ideales, suceden algunas muertes, si se comparan tres poblaciones de bacterias, observamos que las curvas son iguales, pero el tiempo requerido para llegar a un tamaño específico de población se incrementa con la mortalidad.

El crecimiento exponencial sucede en la naturaleza solamente bajo circunstancias muy especiales, y durante un corto tiempo, por ejemplo, se observa en poblaciones que pasan por ciclos regulares, donde después del rápido crecimiento, hay una mortalidad masiva.

Estos ciclos de abundancia y escasez suceden en una gran variedad de organismos. Muchas especies de vida corta, que se reproducen rápidamente, desde algas hasta insectos, presentan ciclos de población de temporada, los cuales se encuentran relacionados con los cambios que se predicen en la precipitación pluvial, temperatura o bien en la disponibilidad de alimento, por ejemplo, en climas templados, las poblaciones de insectos crecen rápidamente durante la temporada de primavera y verano, para desplomarse después al llegar el invierno; factores más complejos producen ciclos de algunos cuatro años para mamíferos pequeños (ratas de campo), o bien ciclos más largos como en las poblaciones de liebres.

Sin embargo en poblaciones que no presentan ciclos de abundancia y escasez, el crecimiento exponencial ocurre de manera temporal bajo circunstancias especiales; por ejemplo, si se eliminan los factores que controlan la población, como depredadores o parásitos, o bien si se incrementa la disponibilidad de alimento. El crecimiento exponencial ocurre también cuando los individuos invaden un hábitat nuevo, en donde las condiciones son favorables y poca la competencia o las practicas depredatorias, muchas invasiones de este tipo han sucedido cuando el ser humano introduce especies exóticas o extrañas en los ecosistemas. En cualquier ecosistema encontramos poblaciones de todo tipo de especies, a las especies que naturalmente pertenecían al ecosistema se les llama nativas o autóctonas. Las especies inmigrantes son las que son introducidas deliberadamente o accidentalmente en un ecosistema. La actividad humana ha acelerado la introducción de nuevas especies en los ecosistemas. Algunas veces el resultado es beneficioso (por ejemplo, para luchar contra una plaga), pero otras son muy perjudiciales, porque se convierten en plagas o eliminan a otras especies nativas. Así sucedió con la introducción de ganado caprino en la Isla de Guadalupe, en las costas de Baja California, del conejo en Australia o los gatos u otros mamíferos en muchas islas del Pacífico en las que han llevado a la extinción a varias especies de vegetales y algunas aves.

Después de un periodo de crecimiento exponencial, las poblaciones tienden a estabilizarse al tamaño máximo que puede sostener el medio ambiente denominado capacidad de sostenimiento, el cual es el tamaño máximo de una población que un área específica puede sostener de manera indefinida; este tipo de crecimiento es característico de organismos de larga vida que colonizan una región nueva, y está representado de manera grafica por una curva de crecimiento en forma de "S" o "curva S".

La capacidad de sostenimiento, se establece por la disponibilidad de dos tipos de recursos: los renovables (nutrientes, agua, luz), que se vuelven a surtir por medio de procesos naturales, y los no renovables, como el espacio, en la forma de un lugar adecuado para vivir, o buscar refugio. Los individuos morirán si las demandas de recursos renovables son demasiadas, si se superan los requisitos de espacio; los individuos pueden emigrar (con frecuencia a lugares menos adecuados) donde su mortalidad se incrementa; se reduce el índice de reproducción ya que los individuos no encuentran lugares adecuados para ella. Las demandas excesivas ocasionan daños al ecosistema y reducen su capacidad de sostenimiento, resultando entonces una reducción de la población mientras se recupera el ecosistema.

La resistencia ambiental mantiene a las poblaciones en la capacidad de sostenimiento o bien por debajo de ella, de manera natural; los factores de resistencia ambiental se clasifican en dos tipos: los independientes y los dependientes de la densidad de población.

Los factores independientes de la densidad, matan a los individuos, o bien reducen los índices de reproducción, sin considerar la densidad de población, el factor más importante de este tipo es el clima, por ejemplo, el tamaño de muchas poblaciones de insectos y plantas anuales, se encuentra limitado por el número de individuos que pueden sobrevivir antes de la primera helada fuerte. Como ya se mencionó con anterioridad, el clima es en gran parte responsable de los ciclos de abundancia y escasez de la población, los plaguicidas y los contaminantes, pueden ser causa de reducción drástica en las poblaciones naturales, así como también la construcción de granjas, caminos, casas, al destruir el hábitat de los organismos.

Los factores dependientes de la densidad de población se hacen más efectivos, si se incrementa la densidad, ya que los organismos que viven varios años, desarrollan diversos mecanismos para compensar los cambios del clima, para con esto tratar de evitar esta forma de control de la población (independiente de la densidad), por ejemplo, muchos mamíferos desarrollan gruesas pieles para almacenar grasa para el invierno, algunos otros también hibernan, otros animales migran grandes distancias con el fin de encontrar alimento y mejor clima. Las plantas logran sobrevivir a rigurosos inviernos al activar un periodo de latencia, dejando caer sus hojas, reduciendo radicalmente sus actividades metabólicas.

Los factores más importantes para las especies de larga vida son los dependientes de la densidad, los cuales se vuelven cada vez más efectivos conforme va incrementándose la densidad de población, con lo cual ejercen un efecto de reacción en el tamaño de la población; mientras más grande sea una población, se activan una mayor cantidad de cambios que se encargan de contrarrestar dicho crecimiento. Los factores dependientes de la densidad de población, incluyen las interacciones en la comunidad, como las conductas predatorias o el parasitismo, así mismo, la competencia dentro de las especies o bien con los miembros de otras especies.

En cualquier ecosistema encontramos poblaciones de todo tipo de especies. La ecología estudia la función que las distintas especies desempeñan en el ecosistema y los distintos tipos de relaciones que mantienen entre sí. Las especies generalistas, como el hombre, la rata, las moscas, etc. pueden vivir en muchos lugares diferentes, ingerir gran variedad de alimentos y tolerar muy diferentes condiciones ambientales. Las especies especialistas sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas, por ejemplo, el oso panda se alimenta de hojas de bambú, o el oso hormiguero que se alimenta de hormigas. En muchas ocasiones las especies tienen que competir entre ellas para ocupar un lugar en el ecosistema. Las diferentes especies han ido adquiriendo, a lo largo de su evolución, una serie de características que les facilitan la competencia. Pero las "habilidades" que les ha convenido adquirir son muy distintas según sea el ambiente en el que deben vivir. Son muy distintas las características que debe tener un ser vivo para adaptarse a un ambiente cambiante que a otro relativamente estable.

Por eso se distinguen dos grandes tipos de estrategias de supervivencia: la de la  $r$  y la de la  $K$ . Estas letras hacen referencia a la importancia relativa que tengan los parámetros  $K$  (densidad de saturación) y  $r$  (tasa de incremento) en sus ciclos de vida.

Las especies que siguen estrategia de la  $r$  suelen ser microscópicas o de tamaño pequeño, como bacterias, protozoos, plantas fugaces, animales pequeños, etc. Su población mantiene un crecimiento exponencial hasta desaparecer bruscamente cuando las condiciones cambian. Es lo que sucede, por ejemplo, cuando llueve y se forman charcos. Si la temperatura es adecuada la población de protozoos del charco crecerá rápidamente hasta que llegue un momento en el que el charco se seque o se termine el alimento y entonces la población disminuirá bruscamente.

Las especies con estrategia de la  $r$  son típicas de lugares efímeros: charcas de lluvia, montones de tierra junto a madrigueras, rocas desnudas, zonas polares, desiertos, terrenos arados, etc. Son oportunistas o pioneras, ocupan áreas nuevas con facilidad y se extienden por ellas con rapidez.

El papel que cumplen en los ecosistemas es colonizarlos en las primeras etapas de su desarrollo y, para ello, suelen ser organismos que producen muchas unidades de dispersión (hasta millones y miles de millones de esporas o huevos). Pero no pueden tener éxito si la competencia es fuerte, frente a organismos con estrategia de la  $K$ .

El hombre favorece la dispersión de las especies oportunistas con sus viajes y transportes y, además, con su actividad degrada los ecosistemas facilitando su colonización por especies pioneras. Las plantas que se usan para los cultivos son, normalmente, de este tipo. Las especies con estrategia de la  $K$  suelen ser los animales y plantas grandes y longevas. Su población se mantiene con altibajos, pero cerca de la densidad máxima ( $K$ ) que puede tener, dadas esas condiciones. Es lo que sucede, por ejemplo, con los robles de un bosque, las gaviotas o los linces.

Los organismos con estrategias de la  $K$  tienen, por su tamaño, gran capacidad de competencia, gran longevidad y reducido número de descendientes. Los encontraremos en medios que permanecen estables largo tiempo (selva, bosques, regiones esteparias, etc.).

Factor	Estrategia de la “ $r$ ”	Estrategia de la “ $K$ ”
Clima	Variable y/o impredecible	Casi constante y/o predecible
Mortalidad	A menudo catastrófica, independiente de la densidad	Dependiente de la densidad
Tamaño de la población	Variable con el tiempo; sin equilibrio; generalmente muy por debajo de la capacidad de soporte del medio; comunidades sin saturar; recolonización cada año.	Casi constante a lo largo del tiempo; equilibrio; en o cerca de la capacidad de soporte del medio; comunidades saturadas; colonización no necesaria
Competencia inter e intraespecífica	Variable, a menudo débil	Normalmente fuerte
La selección favorece	La selección favorece 1. Desarrollo rápido. 2. $r_m$ elevadas. 3. Reproducción temprana. 4. Pequeño tamaño corporal. 5. Reproducción única	1. Desarrollo lento. 2. Mayor habilidad competitiva. 3. Reproducción retardada. 4. Gran tamaño corporal 5. Reproducciones
Longitud de la vida	Corta, normalmente de menos de un año.	Larga, normalmente de más de un año



Actividad

1. ¿Qué es el potencial biótico?

---

---

---

2. ¿Cuál es el factor que delimita un crecimiento exponencial en una población?

---

---

3. ¿Qué sucede cuando los requerimientos de una población superan la capacidad de sostenimiento?

---

---

4. En la estrategia de supervivencia del tipo “r”, ¿qué tan longevos son los Individuos?

---

---

5. ¿Cuáles son los factores que afectan el tamaño de una población?

---

---

---

6. Mencione tres factores que afectan el potencial biótico de una especie

---

---

7. Define capacidad de sostenimiento

---

---

---

---

8. ¿Cómo puede permanecer estable una población?

---

---

---

9. Este tipo de crecimiento sucede cada vez que los nacimientos superan a las muertes de una manera fija

---

10. ¿Cómo es la competencia interespecífica en las especies con estrategia de supervivencia del tipo “k”?

---

---

11. ¿Cuáles son los factores que delimitan la capacidad de sostenimiento?

---

---

---

12. ¿Cómo se integra un individuo a una población?

---

---

---

13. En un ecosistema ¿a qué se le llama especie nativa?

---

---

---

14. ¿Qué es la resistencia ambiental?

---

---

---

---

15. Menciona dos ejemplos de recursos renovables

---

---

16. Menciona dos tipos de estrategias de supervivencia que han desarrollado los organismos vivos

---

---

---

17. Si graficamos un crecimiento de tipo exponencial, ¿cómo resultaría la grafica?

---

---

18. Si el potencial biótico de una población no es delimitado, ¿cómo se presenta su crecimiento?

---

---

19. ¿Qué es una especie generalista?

---

---

---

---

20. ¿Qué tipo de individuos presentan una curva de crecimiento tipo “s”?

---

---

---

## UNIDAD II

### ECOSISTEMAS

Hacia 1950 los ecólogos elaboraron la noción científica de ecosistema, definiéndolo como la unidad de estudio de la ecología. De acuerdo con tal definición, el ecosistema es una unidad delimitada espacial y temporalmente, integrada por un lado, por los organismos vivos y el medio en que éstos se desarrollan, y por otro, por las interacciones de los organismos entre sí y con el medio. En otras palabras, el ecosistema es una unidad formada por factores bióticos (o integrantes vivos como los vegetales y los animales) y abióticos (componentes que carecen de vida, como por ejemplo los minerales y el agua), en la que existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia.

Un ecosistema puede ser tan grande como el océano o un bosque, o uno de los ciclos de los elementos, o tan pequeño como un acuario que contiene peces tropicales, plantas verdes y caracoles, para calificarlo como, ecosistema, la unidad debe ser un sistema estable, donde el intercambio de materiales siga un camino circular.

Un ejemplo de ecosistema en el que pueden verse claramente los elementos comprendidos en la definición es la selva tropical. Allí coinciden millares de especies vegetales, animales y microbianas que habitan el aire y el suelo; además, se producen millones de interacciones entre los organismos, y entre éstos y el medio físico. La extensión de un ecosistema es siempre relativa: no constituye una unidad funcional indivisible y única, sino que es posible subdividirlo en infinidad de unidades de menor tamaño. Por ejemplo, el ecosistema selva abarca, a su vez, otros ecosistemas más específicos como el que constituyen las copas de los árboles o un tronco caído.

Un ejemplo clásico de un ecosistema compacto para ser analizado a detalle cuantitativo, es una laguna o estanque, la parte no viva del lago comprende el agua, el oxígeno disuelto, el bióxido de carbono, las sales inorgánicas disueltas (fosfatos, cloruros de sodio, potasio, calcio) y muchos compuestos orgánicos; los organismos vivos pueden subdividirse en productores, consumidores y desintegradores según su papel, constituyendo a conservar en función al ecosistema como un todo estable de interacción mutua. En primer lugar existen organismos productores, como las plantas verdes, que fabrican compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas sencillas, por medio de la fotosíntesis; en un lago, existen dos tipos de productores: las plantas mayores que crecen sobre la orilla o flotan en aguas de poca profundidad, y las plantas flotantes microscópicas, en su mayoría algas, que se distribuyen por todo el líquido, hasta la máxima profundidad alcanzada por la luz. Estas pequeñas plantas, se denominan de manera colectiva como fitoplancton, no suelen ser visibles al ojo humano, solo cuando existen en gran cantidad, en cuyo caso otorgan al agua un color verdoso. Suelen ser bastante más importantes como productoras de alimentos para el lago, que las plantas visibles.

Los organismos consumidores son heterótrofos, por ejemplo, insectos, larvas, crustáceos, peces y algunos bivalvos de agua dulce; los consumidores primarios son los que ingieren plantas; los secundarios, los carnívoros que se alimentan de los primarios, y así sucesivamente. Podría haber algunos consumidores terciarios que comieran a los consumidores secundarios carnívoros.

El ecosistema se completa con los organismos descomponedores, bacterias, y hongos, los cuales se encargan de desdoblar los compuestos orgánicos de células procedentes del productor muerto y organismos consumidores en moléculas orgánicas pequeñas, las cuales utilizan como saprofitos, o en sustancias inorgánicas que pueden usarse como materia prima por las plantas verdes. Aun el

ecosistema más grande y más completo puede demostrarse que está conformado por los mismos componentes: organismos productores, consumidores y desintegradores, así como también por componentes inorgánicos.

La estructuración de un ecosistema consta de la biocenosis, la cual es el conjunto de organismos de un ecosistema, y el biotipo, o medio ambiente en el que viven estos organismos. Para escribir las relaciones ecológicas de los organismos resulta útil distinguir entre dónde vive un organismo y lo que hace como parte de su ecosistema.

Dos conceptos en estrecha relación con el de ecosistema son el de hábitat y el de nicho ecológico.

El hábitat es el lugar físico de un ecosistema que reúne las condiciones naturales donde vive una especie y al cual se halla adaptada, es decir, el hábitat de un organismo es el lugar donde vive, su área física, alguna parte específica de la superficie de la tierra, aire, suelo y agua. Puede ser grandísimo, como el océano, o las grandes zonas continentales, o muy pequeño, y limitado, por ejemplo, la parte inferior de un madero podrido, pero siempre es una región bien delimitada físicamente. En un hábitat particular pueden vivir varios animales o plantas.

El nicho ecológico es el modo en que un organismo se relaciona con los factores bióticos y abióticos de su ambiente. Incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en un ecosistema, es decir, el nicho ecológico, es el estado o el papel de un organismo en la comunidad o el ecosistema; depende de las adaptaciones estructurales del organismo, de sus respuestas fisiológicas y su conducta, puede ser útil considerar al hábitat como la dirección de un organismo (donde vive) y al nicho ecológico como su profesión (lo que hace biológicamente). El nicho ecológico no es un espacio demarcado físicamente, sino una abstracción que comprende todos los factores físicos, químicos, fisiológicos y bióticos que necesita un organismo para vivir; la temperatura, la humedad y la luz son algunos de los factores físicos y químicos que determinan el nicho de una especie, entre los condicionantes biológicos están el tipo de alimentación, los depredadores, los competidores y las enfermedades, es decir, especies que rivalizan por las mismas condiciones.

Para describir el nicho ecológico de un organismo es preciso saber qué come y qué lo come a él, cuáles son sus límites de movimiento y sus efectos sobre otros organismos y sobre partes no vivientes del ambiente. Una de las generalizaciones importantes de la ecología es que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico.

Una sola especie puede ocupar diferentes nichos en distintas regiones, en función de factores como el alimento disponible y el número de competidores. Algunos organismos, por ejemplo, los animales con distintas fases en su ciclo vital, ocupan sucesivamente nichos diferente; un renacuajo es un consumidor primario, que se alimenta de plantas, pero la rana adulta es un consumidor secundario y digiere insectos y otros animales; en contraste, tortugas jóvenes de río son consumidores secundarios, comen caracoles, gusanos e insectos, mientras que las tortugas adultas son consumidores primarios y se alimentan de plantas verdes como apio acuático.

El ecosistema es una unidad dinámica ya que experimenta constantes modificaciones que a veces son temporales y otras cíclicas (se repiten en el tiempo). Los elementos bióticos pueden reaccionar ante un cambio de las condiciones físicas del medio; por ejemplo, la deforestación de un bosque o un incendio, tienen consecuencias directas sobre la fertilidad del suelo y afectan la cadena alimentaría .

En un ecosistema acuático la biodiversidad, o número de especies vegetales y animales que habitan en él, es menor que en uno terrestre. La base nutritiva está en el fitoplancton y en el zooplancton. La escala va en ascenso, desde los peces y batracios hasta las aves acuáticas como el pato, y aéreas como el águila.

En una pirámide trófica se aprecia la estructura alimentaria de un ecosistema, en donde conviven productores, consumidores y descomponedores. Los vegetales elaboran materia orgánica a través de la fotosíntesis, los herbívoros se alimentan de ellos, y a su vez, son comidos por predadores o carnívoros, cuando estos organismos van muriendo, sus restos son transformados en sustancias asimilables por la plantas, proceso en el que intervienen los organismos descomponedores.

En la naturaleza encontramos diversas poblaciones de plantas y animales, las cuales conforman diferentes comunidades de seres vivos; todas las comunidades de los organismos vivos del planeta, conforman la llamada biosfera, los seres vivos presentes en la biosfera, dependen del ambiente físico del planeta, o sea: de la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. Por lo general, las poblaciones habitan juntas, es decir, en comunidades; en el seno de una comunidad, los individuos interactúan no solamente con los miembros de su especie, sino también, con individuos de otras especies y además con el medio ambiente, lo cual origina un sistema dinámico al interactuar los factores bióticos y abióticos, dando como resultado un flujo de energía y materia. Las interacciones entre las partes vivas y no vivas de cualquier ecosistema, son las funciones de una comunidad; los organismos toman de su medio ambiente los materiales y la energía para mantenerse vivos, como ya se mencionó con anterioridad, un ecosistema es cualquier lugar donde se transfiere energía, cuando los individuos interactúan entre sí y con el medio ambiente, todas las comunidades y el ambiente en un área determinada, conforman un ecosistema, por ejemplo, una sección de un bosque, un lago, un océano y hasta un acuario.

Los ecosistemas evolucionan hacia ecosistemas más estables, el cambio es rápido al principio, y se vuelve lento después; lo mismo puede ocurrir en una granja abandonada que se transforma en bosque, o en un lago poco profundo que cambia a una zona pantanosa y luego a bosque. Como ya se dijo, los ecosistemas son dinámicos, no permanecen estáticos y su equilibrio puede ser alterado, al desaparecer uno de sus componentes, ya sea los productores, consumidores o descomponedores; o bien al incorporarse una nueva especie que afecte a cualquiera de los consumidores. La energía que circula en el ecosistema va siendo degradada o disminuida conforme se pasa de un grupo de seres vivos a otros.

Todo espacio ecológico, dotado de características geográficas, vegetales y animales distintivas, es un bioma. La superficie del planeta se divide en biomas, determinados en principio por las características de humedad, temperatura y precipitaciones anuales.

Todo bioma posee una vegetación determinada, y sus límites están demarcados por diversos factores, entre ellos, la disponibilidad de agua, la mayor o menor cantidad de luz y la amplitud de temperaturas. El bioma es una zona de vida dentro del globo terrestre, o más precisamente, un tipo principal de hábitat en el que la vegetación dominante comprende algunos tipos característicos que reflejan las tolerancias del ambiente y a la que se vinculan determinadas comunidades animales.

Es lógico que encontremos biomas acuáticos y terrestres. Los primeros podrán subdividirse a su vez en lacustres o palustres (correspondientes a las lagunas y lagos), fluviales (ríos) y marinos (mares y océanos). En tierra firme podemos reconocer biomas específicos al bosque, la tundra, el desierto, la

pradera, la estepa y la selva. La biogeografía es una ciencia de síntesis, derivada de la geografía y vinculada estrechamente a la biología, que intenta describir y explicar la distribución de los seres animados en la Tierra, aunque la comunidad biológica es indivisible, se ha subdividido el campo de esta ciencia en dos grandes ramas: fitogeografía, que trata sobre la distribución de los vegetales, y zoogeografía, de los animales; decimos que esta disciplina es sintética, porque parte de datos analíticos que le brindan otras especialidades, tales como la botánica, la ecología, la zoología, la geografía física, la edafología y la climatología, a partir de este gran cúmulo de información se hace indispensable el rescate, entre los casos particulares, de las leyes básicas de la distribución biológica. Existen distintos tipos de biomas, tanto terrestres como acuáticos. Entre los biomas acuáticos podemos distinguir: lacustres (lagos), fluviales (ríos), y marinos (océanos).

### **2.1.- Lagos.**

El origen de muchos lagos se piensa que fue durante las glaciaciones, cuando las morrenas (montón de piedras y barro acumuladas por un glaciar) arrastradas por el hielo taponaron los valles, y después con el deshielo se origino la formación del depósito de agua; en otros casos la acción mecánica del hielo socavo el terreno, originando una especie de cubeta que posteriormente se lleno de agua.

Existen también lagos formados por un antiguo pedazo de río que debido al deslizamiento, hundimiento o bien otra causa, fue aislado del curso principal del río, algunas de estas lagunas mantienen actualmente una conexión subterránea con el antiguo cauce fluvial. Así mismo la acción tectónica, las fallas o deformaciones de la superficie terrestre originan cavidades en las que se puede acumular agua, o bien también sucede cuando un volcán se apaga y su cráter se convierte en un lago.

Así mismo los lagos se forman cuando el agua recogida en una zona no sale directamente al mar sino que pasa o acaba en una depresión.

En muchos casos del lago sale un río que va al mar, pero en otros no hay desagüe, sino que las aguas se evaporan a la atmósfera directamente desde el lago.

El medio que brindan los lagos depende esencialmente del tamaño y de su naturaleza, abierta o cerrada. Los de gran tamaño como el Mar Caspio, el Aral, el Victoria o los Grandes Lagos de Norteamérica, ofrecen condiciones muy parecidas a las aguas marinas (salvo por la salinidad) en estos la acción del oleaje y mareas también desempeña un papel importante en el ciclo de vida de sus habitantes. En otros casos el lago queda aislado del mundo exterior sin ningún drenaje y su único aporte de agua suele ser la lluvia, a este tipo de lagos se les llama endorreicos, cuando sus dimensiones son muy pequeñas se habla de lagunas o charcas, y en ellas los marcados cambios de temperatura, la evaporación, o bien la desecación por largos espacios de tiempo, imponen condiciones que los diferencian de un lago normal. Un caso que reúne ambas características es el de los pantanos artificiales, con represas que al detener el curso de un río origina un área hídrica que brinda condiciones adecuadas para la existencia de muchas especies, pero al mismo tiempo, al estar sujeto a la voluntad del ser humano, puede conducirlos al desastre. Una característica de los medios lacustres es sin duda su estratificación y mezcla, la cual nos permite distinguir cuatro tipos principales:

Los lagos fríos en los cuales la temperatura de sus aguas profundas oscila alrededor de los 4° C y la de sus aguas superficiales oscila entre 0-4° C, esto según la estación del año y solo existe mezcla entre las dos capas durante el verano. Los lagos templados, son aquellos con temperatura de su capa superficial por arriba de los 4° C y temperatura invernal por debajo de este valor, su mezcla se da en

la primavera y otoño. Los lagos templados y subtropicales con temperatura invernal en la capa superior no menor de 4° C y en los que la mezcla de las aguas se produce durante el invierno. Lagos tropicales con temperatura por arriba de 20° C la cual apenas varía en el transcurso del año y su mezcla de agua es apenas ocasional e irregular.

Según la producción de biomasa podemos clasificar a los lagos en: eutróficos y oligotróficos. Los lagos eutróficos gozan de gran aporte de nutrientes y la producción de fitoplancton y zooplancton es muy grande, por lo que permiten la existencia de una población abundante de productores secundarios y depredadores; pero sin embargo una producción excesiva de nutrientes puede originar la aparición de una gran cantidad de organismos descomponedores, los cuales consumen el oxígeno y provocan la muerte del resto de los habitantes del ecosistema, a este proceso se le llama eutrofización y es característico de aquellos lagos sometidos a un aporte excesivo de nutrientes en forma de aguas residuales de los cultivos y desagües de las poblaciones humanas.

Por el contrario los lagos oligotróficos, son muy pobres en nutrientes y su flora microscópica es muy escasa, sus aguas suelen ser muy transparentes.

## **2.2.- Ríos.**

Los ríos nacen en manantiales en los que surgen a la superficie aguas subterráneas o en lugares en los que se funden los glaciares, o también son el resultado de la evaporación marina, la cual se condensa en nubes y más tarde cae en forma de lluvia sobre los continentes; estas precipitaciones empapan la tierra y poco a poco van fluyendo hacia puntos en los que afloran en la superficie; muchas veces esas aguas se subterráneas o circulan bajo tierra (manto acuífero), a partir de su nacimiento siguen la pendiente del terreno hasta llegar al mar. Un río con sus afluentes drena una zona que se conoce como cuenca hidrográfica. La separación entre cuencas es la divisoria de aguas.

Desde su nacimiento en una zona montañosa y alta hasta su desembocadura en el mar el río suele ir disminuyendo su pendiente, el perfil longitudinal muestra muy bien el transcurrir del río hasta que llega al mar, normalmente la pendiente es fuerte en el primer tramo del río, cuando viaja por las montañas (tramo alto), y se hace muy pequeña, casi horizontal, cuando se acerca a la desembocadura (tramo bajo). La desembocadura marca el nivel de base del río.

El río sufre variaciones en su caudal, en las estaciones lluviosas aumenta y en las secas disminuye, aunque algunos ríos presentan el caudal máximo en la época del deshielo, las crecidas pueden ser graduales o muy bruscas, considerado como un ecosistema vivo, el río presenta aspectos muy variables según se trate de su curso alto o de desembocadura, la composición de sus aguas, es variable desde el origen a la desembocadura, pues en su curso arrastra y disuelve sustancias que alteran dicha composición. Así mismo, la temperatura de un río es también variable, ya que en la parte final muestra una estratificación vertical, esto debido al mayor caudal y profundidad. La velocidad de la corriente varía en función de la pendiente, y la máxima es en el nacimiento del río y mínima en el curso inferior.

## **2.3.- Océanos.**

Una diferencia sustancial entre el medio marino y el terrestre es que en este último las diferentes comunidades se mantienen relativamente aisladas y autosuficientes, en cambio en los océanos, al estar



los individuos inmersos en el medio líquido, origina un intercambio permanente entre todos ellos, razón por la cual deben de contemplarse como elementos de una misma comunidad.

Desde su formación hace casi 4,000 millones de años, los océanos contienen la mayor parte del agua líquida de nuestro planeta, entender su funcionamiento es muy importante para comprender el clima y para explicar la diversidad de vida que hay en nuestro planeta. Llamamos océanos a las grandes masas de agua que separan los continentes, conocemos cinco océanos, el más extenso es el Pacífico, que con sus 180 millones de km<sup>2</sup> supera en extensión al conjunto de los continentes; los otros cuatro son el Atlántico, el Índico, el Antártico o Austral y el Ártico.

Dentro de los océanos se llama mares a algunas zonas cercanas a las costas, situados casi siempre sobre la plataforma continental, por tanto con profundidades pequeñas, que por razones históricas o culturales tienen nombre propio.

La profundidad media de los océanos es de unos cuatro o cinco kilómetros que comparados con los miles de Km. que abarcan nos hacen ver que son delgadas capas de agua sobre la superficie del planeta, pero la profundidad es muy variable dependiendo de la zona, las cuales son:

**Plataforma continental.-** Es la continuación de los continentes por debajo de las aguas, con profundidades que van desde 0 metros en la línea de costa hasta unos 200 m. Ocupa alrededor del 10% del área oceánica, es una zona de gran explotación de recursos petrolíferos, pesqueros, etc.

**Talud.-** Es la zona de pendiente acentuada que lleva desde el límite de la plataforma hasta los fondos oceánicos, aparecen abiertos, de vez en cuando, por cañones submarinos tallados por sedimentos que resbalan en grandes corrientes de turbidez que caen desde la plataforma al fondo oceánico.

**Fondo oceánico.** Con una profundidad de entre 2000 y 6000 metros ocupa alrededor del 80% del área oceánica.

**Cadenas dorsales oceánicas.-** Son levantamientos alargados del fondo oceánico que corren a lo largo de más de 60 000 km. En ellas abunda la actividad volcánica y sísmica porque corresponden a las zonas de formación de las placas litosféricas en las que se está expandiendo el fondo oceánico.

**Cadenas de fosas abismales.-** Son zonas estrechas y alargadas en las que el fondo oceánico desciende en algunos puntos hasta más de 10 000 m de profundidad, son especialmente frecuentes en los bordes del Océano Pacífico; con gran actividad volcánica y sísmica porque corresponden a las zonas en donde las placas se deslizan una sobre otra hacia el manto.

En los océanos existe una capa superficial de agua templada con una temperatura entre 12° a 30° C, que llega hasta una profundidad variable según las zonas, de entre unas decenas y 400 o 500 metros; por debajo de esta capa el agua está fría con temperaturas de entre 5° y -1° C, se llama termoclina al límite entre las dos capas. El Mar Mediterráneo supone una excepción a esta distribución de temperaturas porque sus aguas profundas se encuentran a unos 13° C, la causa hay que buscarla en que está casi aislado al comunicar con el Atlántico sólo por el estrecho de Gibraltar y por esto se acaba calentando toda la masa de agua.

La temperatura del agua es variable en función de la latitud y presencia de corrientes frías, por ejemplo, la de Humboldt, frentes a las costas de Perú, o bien cálidas como la del Golfo frente a las costas septentrionales de Europa; existe también un gradiente térmico con relación a la profundidad, la cantidad de luz es variable según el grado de transparencia de las aguas, aunque por lo general es

apenas suficiente para llevar a cabo la fotosíntesis a profundidades mayores de 200 metros, el contenido de sales es también muy variable y llega a tener valores máximos en las regiones cálidas y mínimas en las regiones frías con abundante aporte fluvial. El agua está más cálida en las zonas ecuatoriales y tropicales y más frías cerca de los polos y, en las zonas templadas.

Las aguas de la superficie del océano son movidas por los vientos dominantes y se forman unas gigantescas corrientes superficiales en forma de remolinos conocidas como corrientes marinas. El giro de la Tierra hacia el Este, influye también en las corrientes marinas, porque tiende a acumular el agua contra las costas situadas al oeste de los océanos, como cuando movemos un recipiente con agua en una dirección y el agua sufre un cierto retraso en el movimiento y se levanta contra la pared de atrás del recipiente.

Así se explica, según algunas teorías, que las corrientes más intensas como las del Golfo en el Atlántico y la de Kuroshio en el Pacífico se localicen en esas zonas, este mismo efecto del giro de la Tierra explicaría las zonas de afloramiento que hay en las costas este del Pacífico y del Atlántico en las que sale agua fría del fondo hacia la superficie; este fenómeno es muy importante desde el punto de vista económico, porque el agua ascendente arrastra nutrientes a la superficie y en estas zonas prolifera la pesca, las pesquerías de Perú, Gran Sol (sur de Irlanda) o las del África atlántica se forman de esta manera.

En los océanos hay también, corrientes profundas o termohalinas en la masa de agua situada por debajo de la termoclina. En estas, el agua se desplaza por las diferencias de densidad; las aguas más frías o con más salinidad son más densas y tienden a hundirse, mientras que las aguas algo más cálidas o menos salinas tienden a ascender, de esta forma, se generan corrientes verticales unidas por desplazamientos horizontales para reemplazar el agua movida; en algunas zonas las corrientes profundas coinciden con las superficiales, mientras en otras van en contracorriente. Las corrientes oceánicas trasladan grandes cantidades de calor de las zonas ecuatoriales a las polares, unidas a las corrientes atmosféricas son las responsables de que las diferencias térmicas en la Tierra no sean tan fuertes como las que se darían en un planeta sin atmósfera ni hidrosfera. Por esta razón su influencia en el clima es tan notable.

Es posible distinguir básicamente dos regiones principales de mar: una constituida por los fondos marinos (zona bentónica) y la otra por las aguas libres (zona pelágica).

Atendiendo a la distribución vertical de las aguas se les clasifica en tres regiones principales esto en función de la cantidad de luz que llega hasta ellas:

- La zona eufórica se extiende desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad, la mayor parte de la actividad fotosintética se da en esta región, así mismo es en esta región en donde se encuentra la mayoría de los animales. La zona de penumbra inicia a los 200 metros y alcanza su límite a los 800 metros de profundidad que marca el límite inferior al que todavía llega una mínima cantidad de luz, en esta región habitan solamente unas pocas especies de algas, aunque la vida animal se desarrolla sin dificultades especiales.
- La zona afótica se inicia a los 800 metros y su cota inferior la marca las grandes fosas oceánicas. La cantidad de luz que arriba a estas regiones es prácticamente nula y no permite la vida vegetal, no obstante los animales han logrado colonizar el medio y conforman la fauna abismal, de extraordinarias características. De la misma manera como se ha dividido el océano en varias regiones con

características propias, así mismo se han clasificado las distintas especies de plantas y animales en tres grandes grupos: plancton, necton y bentos.

Los organismos del plancton son aquellos que por lo general presentan un tamaño pequeño con adaptaciones especiales para flotar en el agua, así mismo, muchos están dotados de una cierta capacidad de desplazamiento; cabe distinguir entre el plancton vegetal, llamado fitoplancton y el plancton animal denominado zooplancton, constituyendo los dos la base de la alimentación de la mayoría de los habitantes marinos. El necton se encuentra formado por todas las especies capaces de nadar (alrededor de 30,000). En cambio el bentos engloba a todos los organismos que habitan los fondos marinos (cerca de 150,000 especies).

Un efecto de importancia decisiva para todos los organismos costeros, es la acción del oleaje, que a veces rompe con fuerza y ejerce una acción mecánica que transforma completamente el sustrato, así como la fuerza de las mareas, las cuales regulan el ciclo vital y reproductor de muchas especies.

Las olas son formadas por los vientos que barren la superficie de las aguas, mueven al agua a manera de cilindro, sin desplazarla hacia adelante, pero cuando llegan a la costa y el cilindro roza en la parte baja con el fondo, inician una rodadura que acaba desequilibrando la masa de agua, produciéndose la rotura de la ola; los movimientos sísmicos en el fondo marino producen, en ocasiones gigantescas olas llamadas tsunamis. Las mareas tienen una gran influencia en los organismos costeros que tienen que adaptarse a cambios muy bruscos en toda la zona intermareal: unas horas cubiertas por las aguas marinas y azotadas por las olas seguidas de otras horas sin agua o, incluso en contacto con aguas dulces, si llueve. Además, en algunas costas, por la forma que tienen, se forman fuertes corrientes de marea, cuando suben y bajan las aguas, que arrastran arena y sedimentos y remueven los fondos en los que viven los seres vivos.

En la cercanía del litoral se suelen producir corrientes costeras de deriva, muy variables según la forma de la costa y las profundidades del fondo, que tienen mucho interés en la formación de playas, estuarios y otras formas de modelado costero.

La energía liberada por las olas en el choque continuo con la costa, las mareas y las corrientes tienen una gran importancia porque erosionan y transportan los materiales costeros, hasta dejarlos sedimentados en las zonas más protegidas. En la formación de los distintos tipos de ecosistemas costeros: marismas, playas, rasas mareales, dunas, etc. también influyen de forma importante los ríos que desemboquen en el lugar y la naturaleza de las rocas que formen la costa.

#### **2.4.- Las aguas litorales.**

Las aguas continentales cercanas a las costas, así como algunas otras que presentan características marinas, debido a la entrada de agua de mar, son junto con las lagunas y humedales del interior de los continentes, las regiones del planeta que alcanzan mayor producción de biomasa; por lo tanto se convierten en un centro de atracción y acumulación de fauna. Mas sin embargo esto no ha evitado que el hombre, las esté eliminando a toda costa, acusándolas de malsanas (perjudicial para la salud) e improductivas.

Solo la conciencia popular por los temas ecológicos que se ha producido en los últimos años en gran parte del planeta, permite tener esperanzas, de que las últimas manchas húmedas del planeta no desaparezcan de manera irreparable.

La fuerte iluminación solar, que llega perfectamente hasta el fondo (debido a la poca profundidad del agua), la elevada temperatura que dicha radiación origina, y la abundancia de aportes orgánicos que se da en esas regiones, hacen que el medio reúna condiciones ideales para el desarrollo del fitoplancton, es decir, que se produzca una elevada producción primaria.

La gran riqueza biológica de este ecosistema ha originado diversos nichos ecológicos, y para llevar a cabo su estudio, se clasifico en cuatro regiones: la marisma seca, la cual alberga dunas, brinda suficiente suelo para que inicie la vegetación arbórea, suele verse cruzada por cursos de agua, además de las posibles charcas de duración breve producidas por las lluvias; otro región es la zona del carrizal, la cual se encuentra cubierta por una densa vegetación palustre y casi siempre encharcada y con aguazales que ofrecen refugio a gran cantidad de aves, las cuales anidan en su espesura; la tercer región se denomina zona de las orillas, ésta presenta escasa vegetación y pequeñas playas, sus aguas suelen ser poco profundas, son un lugar en donde numerosas especies buscan el sustento diario; la última región es la llamada de aguas profundas, ésta puede albergar una fauna piscícola de cierta importancia.

Entre los biomas terrestres podemos distinguir: desierto, tundra, taiga, bosque templado, bosque mediterráneo, pradera, estepa, sabana, selva, chaparral, los polos El suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres, contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan; en el, se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento, y condiciona por tanto, todo el desarrollo del ecosistema, el suelo se forma en un largo proceso en el que interviene el clima, los seres vivos y la roca más superficial de la litosfera, este proceso es una sucesión ecológica, en la que va madurando el ecosistema suelo; la roca es meteorizada por los agentes meteorológicos (Frío, calor, lluvia, oxidaciones, hidrataciones, etc.) y así la roca se va fragmentando, los fragmentos de roca se entremezclan con restos orgánicos: heces, organismos muertos o en descomposición, fragmentos de vegetales, pequeños organismos que viven en el suelo, etc., con el paso del tiempo todos estos materiales se van estratificando y terminan por formar lo que llamamos suelo. Siempre se forman suelos muy parecidos en todo lugar en el que las características de la roca y el clima sean similares, el clima influye más en el resultado final, que el tipo de roca y, conforme va avanzando el proceso de formación y el suelo se hace más evolucionado, menos influencia tiene el material original que formaba la roca y más el clima en el que el suelo se forma.

En el suelo encontramos materiales procedentes de la roca madre fuertemente alterados, seres vivos y materiales descompuestos procedentes de ellos, además de aire y agua; las múltiples transformaciones físicas y químicas que sufre el suelo en su proceso de formación, llevan a unos mismos productos finales característicos en todo tipo de suelos: arcillas, hidróxidos, ácidos húmicos, etc.; sin que tenga gran influencia el material originario del que el suelo se ha formado.

Respecto a su naturaleza química, en principio parecería que no debe haber relación entre tamaño

Fragmento	Tamaño
pedruscos	> 256 mm
guijarros	64 a 256 mm
limo	0.002 a 0.02 mm
arcilla	< 0.002 mm
Grava	4 a 64 mm
Gravilla	2 a 4 mm
arena gruesa	1 a 2 mm
Arena	0.2 a 2 mm
arena fina	0.02 a 0.2 mm

y composición química, pero en un suelo medianamente maduro, se ve que, como resultado de los procesos de formación que originan el suelo, la fracción de las arcillas está formada, principalmente, por silicatos con aluminio y hierro (caolinita, montmorillonita, etc.) y las arenas son, sobre todo, granos de cuarzo con algunas micas.

El pequeño tamaño de los granos de arcilla hace que esta fracción del suelo tenga una gran superficie por unidad de masa (1 g de arcilla suma de 25 a 900 m<sup>2</sup> de superficie), esto tiene importantes consecuencias, porque facilita fenómenos que necesitan una gran superficie para producirse, como absorciones, algunas reacciones químicas, retención de agua, etc., otra propiedad característica de la arcilla es que fluye cuando se encuentra sometida a presión por lo que las laderas arcillosas tienen deslizamientos con facilidad.

	arenoso	arcilloso	calizo
Permeabilidad	alta	nula	media
Almacenamiento de agua	poco	mucho	poco
Aireación	buena	mala	buena
Nutrientes	pocos	muchos	Mucho calcio

En todo suelo hay materia orgánica, llamada humus; en un suelo del desierto puede estar en una proporción del 1%, mientras que en la turba formada por residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos la proporción llega al 100%. Una cifra media común a bastantes suelos sería la de un 5% (2% de carbono), está formada por restos de organismos muertos, excreciones, etc.; tan profundamente transformados que ya no puede observarse, normalmente, su estructura original.

Su composición química es muy variada, pero como conforme pasa el tiempo, los productos orgánicos que son más fácil de degradar van desapareciendo, al final, van quedando en mucha más proporción las moléculas orgánicas con enlaces resistentes a la degradación biológica (moléculas

aromáticas con abundancia de ciclos y anillos, fenoles, funciones ácidas, etc.). El humus se encuentra, en su mayor parte, adherido a la arcilla.

El proceso de formación del suelo, termina por estructurar a los materiales en unos estratos o capas características, a los que se denomina horizontes. El conjunto de estos horizontes da a cada tipo de suelo un perfil característico, tradicionalmente estos horizontes se nombran con las letras A, B y C, con distintas subdivisiones:

A0, A1, etc. Sus características son:

- El horizonte A0 es el más superficial y en él se acumulan hojas, restos de plantas muertas, de animales, etc.
- El horizonte A acumula el humus por lo que su color es muy oscuro. El agua de lluvia lo atraviesa, disolviendo y arrastrando hacia abajo iones y otras moléculas.

A esta acción se le llama lavado del suelo y es mayor cuando la pluviosidad es alta y la capacidad de retención de iones del suelo es baja (suelos poco arcillosos). En los climas áridos el lavado puede ser ascendente, cuando la evaporación retira agua de la parte alta del suelo, lo que provoca la llegada de sales a la superficie (salinización del suelo).

- El horizonte B acumula los materiales que proceden del A.
- El horizonte C está formado por la roca madre más o menos disgregada

Existen diferentes tipos de suelo, en los más simples, como pueden ser los de la alta montaña, las zonas árticas o los desiertos, sólo hay horizonte C. Otros suelos tienen horizontes A y C pero no B; y, por último, están los que presentan los tres horizontes bien caracterizados.

Algunos de los principales tipos de suelos son:

- Suelo desértico.- Con un horizonte A muy estrecho, con muy poco humus, apoyado directamente sobre depósitos minerales y rocas fragmentadas.
- Renzina. Se forma sobre calizas, su horizonte A es negruzco o, en algunos casos, rojizo; carece de horizonte B. Es el suelo que se encuentra en muchas montañas calizas.
- Chernosiem. Presenta horizonte A de gran espesor y de color negruzco; se forma sobre depósitos sueltos, en zonas con fuertes heladas invernales, carece de horizonte B. Es muy fértil y muy apto para el cultivo de cereales. Ejemplos de este suelo son las llamadas tierras negras de Ucrania, las grandes estepas de Rusia, Estados Unidos, Argentina o el Asia Central.
- Ranker. Horizonte A con suelo muy trabado, que hace que se arranque por piezas cuando se tira de él. No contiene horizonte B; se desarrolla sobre una roca madre poco alterada, es el suelo típico de la alta montaña, sobre todo si se forma sobre granito u otras rocas ácidas.
- Podsol. Con los tres horizontes A, B y C bien diferenciados, se forma en zonas lluviosas y es un suelo muy lavado, su horizonte B, de acumulación, está muy bien marcado, a veces las acumulaciones forman costras duras y rojizas. Es un suelo muy frecuente en bosques de pinos.

- Tierra parda. Con los tres horizontes, pero menos lavados que los podsoles, el horizonte B, de acumulación, está bien marcado. Es un suelo propio de zonas menos lluviosas y de latitudes más bajas que el podsol, sería por ejemplo, el característico de los bosques de robles.
- Lateritas. Se puede considerar como el suelo típico tropical, aunque no es propiamente el que tiene el bosque selvático, sino el que queda al talar la selva.

Con la abundancia de lluvia en estas zonas, el suelo es lavado muy intensamente y, al final, sólo queda una mezcla de óxidos e hidróxidos de aluminio, hierro, manganeso y otros metales; contiene muy pocos elementos nutritivos porque su capa A es muy pequeña y es, por tanto, un suelo muy pobre para los cultivos.

- Permafrost. Es el suelo típico de las zonas cercanas a los polos, está impregnado de agua y congelado, en el deshielo, que es superficial, se forman grandes charcos. Por sus características impide que muchos animales (por ejemplo lombrices) vivan en él.

En general en el suelo viven una gran cantidad de

bacterias y hongos, tantos que su biomasa supera, normalmente, a todos los animales que viven sobre el suelo, en la zona más superficial, iluminada, viven también algas, sobre todo diatomeas. También se encuentran pequeños animales como ácaros, colémbolos, cochinillas, larvas de insectos, lombrices, etc., las lombrices tienen un especial interés, son, dentro de la fauna, las de mayor presencia de biomasa, y cumplen un importante papel estructural pues sus galerías facilitan el crecimiento de las raíces y sus heces retienen agua y contienen importantes nutrientes para las plantas.

Se llama biomas terrestres a los grandes ecosistemas terrestres, fácilmente distinguibles por el aspecto de sus comunidades porque cada uno tiene un tipo de vegetación muy característico (hierba, árboles perennifolios, caducifolios, matorral, etc.). Hay unos pocos biomas principales cuya localización está estrechamente relacionada con la temperatura y las precipitaciones medias anuales en su zona correspondiente.

## 2.5.- Desierto.

Más del 14% de la superficie del planeta está ocupada por desiertos, situados principalmente en áreas vecinas a los trópicos. En este bioma el factor limitante es el agua: las precipitaciones no llegan a los 250 mm por año, mientras que la temperatura media anual es de 30° C., los desiertos no son regiones muertas, después de una lluvia repentina, una superficie arenosa se puede poblar de plantas, flores y pequeños animales, la vegetación dominante es herbácea y de carácter xerófilo, es decir, adaptadas a la sequedad del ambiente. La lejanía del mar hace que los vientos marítimos lleguen despojados de humedad en los desiertos continentales fríos, como el de Gobi, en Mongolia. También aportan sequedad las corrientes marinas frías que pasan por las costas de algunos continentes formando desiertos de franja, como el de Atacama, en Chile; en los desiertos tropicales cálidos, cuyo ejemplo típico es el Sahara, la escasez de vapor de agua en la atmósfera hace que un 90% del calor del sol llegue hasta el suelo, de noche, la temperatura baja con rapidez porque ese calor se disipa en la atmósfera.

El desierto más extenso del mundo es el Sahara, se extiende sobre casi 9.000.000 de km<sup>2</sup>, en el norte de África y en la península Arábiga; registra las temperaturas máximas del planeta, y tiene tres tipos de terreno: mesetas rocosas, desiertos de piedras, y extensiones donde la arena forma médanos o

dunas de hasta 200 m de altura. En tiempos antiquísimos el Sahara disponía de agua en cantidad suficiente, con flora y fauna muy ricas, según lo atestiguan pinturas sobre rocas de hace unos 5.000 años.

Los suelos de los desiertos son, en general, sumamente áridos y están compuestos de arena, a pesar de la dureza de las condiciones, donde surge el agua de los pozos profundos aparecen los oasis, muy ricos en vegetación.

En general, las lluvias no guardan un ritmo estacional, algunos desiertos reciben más precipitaciones en Invierno; en otros, puede no llover durante diez años. Las semillas sobreviven protegidas por sus duras cortezas; cuando llueve, siempre torrencialmente, germinan con rapidez, rápidamente las plantas crecen, florecen y generan nuevas semillas, las que no mueren enseguida, deben resistir el clima seco y, por un mecanismo de adaptación a la sequía, absorben y conservan agua.

El cacto americano, por ejemplo, la almacena en su tallo; las hojas, transformadas en espinas, no eliminan agua y defienden a la planta; el proceso de fotosíntesis tiene lugar en las células superficiales del tronco, en general, las plantas del desierto tienen raíces muy profundas para captar la humedad subterránea, y crecen muy alejadas unas de otras para aprovechar mejor el agua. Con la vida vegetal se renueva también la fauna, aparecen numerosos insectos, arañas, escorpiones y ciempiés, en los charcos que se forman de manera temporal se activan huevos de crustáceos que han estado largo tiempo (a veces, décadas) en estado latente, ranas y sapos se multiplican, y al evaporarse el agua se entierran para escapar del calor. En los reptiles del desierto, las escamas evitan la pérdida de agua, los mamíferos que prevalecen son roedores excavadores, que se alimentan de semillas, poseen patas posteriores fuertes, con las que saltan y se desplazan rápidamente; la rata canguro vive en los desiertos americanos; el jerbo y la rata del desierto, en África, y el canguro marsupial en Australia.

Sólo en las cercanías de los charcos pueden subsistir algunas especies de herbívoros, ciertas cebras africanas detectan la presencia de aguas subterráneas, y construyen sus bebederos excavando con las pezuñas; el camello y el dromedario, típicos de los desiertos de África y de Asia, pueden pasar largos períodos sin beber, en caso de necesidad sufren la transformación de las células grasas de la joroba, que proporcionan agua al organismo, esas reservas de grasa pueden superar los 100 kilogramos, y por estar concentradas en la joroba no transmiten calor al cuerpo. En los desiertos de Asia y de África se llama oasis a los islotes de vegetación y concentración de fauna, su ubicación a lo largo del territorio determinó, en tiempos prehistóricos, las migraciones humanas y las rutas de las caravanas, en sus márgenes surgieron aldeas y ciudades; un oasis es una fuente permanente de agua potable, un manantial junto al cual crecen palmeras, olivos y árboles frutales, y se pueden desarrollar actividades agrícolas y de cría de ganado.

A pesar de la sequedad y el calor extremos, los desiertos no son regiones muertas, al atardecer o cuando cae la noche, comienzan a mostrarse aves, reptiles, roedores, plantas suelen tener mecanismos repelentes para asegurar que en su cercanía no se sitúan otros ejemplares. En nuestro país encontramos zonas desérticas en Baja California, Sonora, Durango, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, y Coahuila.

La vegetación presente es resistente a la sequía, como los nopales, biznagas, barreta, mezquite, gobernadora, lechuguilla y palo fierro, palo verde; abundan animales de hábitos nocturnos como los, insectos, reptiles, roedores, liebres, coyotes y algunas aves depredadoras. Hay cuatro formas principales de vida vegetal adaptadas al desierto:



- Plantas que sincronizan sus ciclos de vida con los periodos de lluvia y crecen sólo cuando hay humedad, cuando llueve con intensidad suficiente, sus semillas germinan y con gran rapidez crecen las plantas y forman vistosas flores. En horas o días superficies desnudas se cubren de un mosaico de colores. Los insectos son atraídos por el brillante colorido de las flores y las polinizan al viajar de unas a otras, muchos de estos insectos poseen también unos ciclos vitales muy cortos, adaptados a los de las plantas de las que se alimentan.
- Matorrales de largas raíces que penetran en el suelo hasta llegar a la humedad, se desarrollan especialmente en desiertos fríos, sus hojas se suelen caer antes que la planta se marchite totalmente y de esta forma pasa a un estado de vida latente, hasta que vuelva a haber humedad en el subsuelo.
- Plantas que acumulan agua en sus tejidos, estas son de formas suculentas, como los cactus que presentan paredes gruesas, púas y espinas para protegerse de los fitófagos. Su rigidez es otra forma de protegerse contra la desecación producida por el viento.
- Microflora, como algas, musgos y líquenes, que permanecen latentes hasta que se producen buenas condiciones para su desarrollo.

La vida animal también ha desarrollado adaptaciones muy específicas para sobrevivir en un medio tan seco. Las excreciones de los animales que viven en el desierto contienen muy poca agua y muchos son capaces de obtener agua de los alimentos. Son de hábitos de vida nocturnos y durante el día permanecen en cuevas y madrigueras bajo tierra.

El hombre ha desarrollado culturas que, con mucho ingenio, le han permitido vivir en los límites de los desiertos o en las mismas zonas desérticas. Cuando el terreno desértico se riega, en los lugares en los que los suelos son adecuados, puede convertirse en uno de los sistemas agrícolas más productivos, pero la puesta en cultivo de los terrenos áridos suele traer problemas de agotamiento de las fuentes de agua y salinización, como sucedió en las antiguas culturas mesopotámicas, si no se aplican sistemas para evitar esta dificultad.

Para su explotación hay que conocer bien como funciona el ecosistema y actuar en consecuencia.

## **2.6.- Tundra.**

Aquellas regiones del planeta, en las cuales las condiciones extremas, con escasas o nulas precipitaciones y temperaturas extremadamente bajas o altas, parecen no ofrecer refugio para la vida, mas sin embargo son el hogar de especies animales y vegetales, que gracias a esas mismas condiciones constituyen un magnífico ejemplo de las posibilidades de adaptación de los organismos La tundra se encuentra junto a las zonas de nieves perpetuas, la dureza del clima no permite la existencia de árboles, su suelo (permafrost) está helado permanentemente, excepto un breve deshielo superficial en los dos meses más calurosos por lo que las aguas se acumulan en amplios cenagales y pantanos.

Las temperaturas medias oscilan entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$  no superando la del mes mas cálido un promedio de entre  $5-10^{\circ}\text{C}$ , y las precipitaciones son escasas: unos 300 mm al año, aunque las bajas temperaturas, impiden en gran medida la evaporación. En el ecosistema de tundra los factores limitantes son la temperatura y la escasez de agua.

La tundra ártica, en el hemisferio Norte, es la más extensa (unos 20 000 km<sup>2</sup>) y forma un cinturón que cruza América y Eurasia, penetrando en la península de Escandinava hasta el sur de Noruega, inmediatamente al sur del casquete de hielos del Ártico entre las nieves perpetuas y los bosques de coníferas, las llamadas tundras alpinas se sitúan en las altas montañas, por debajo de las zonas glaciares. En el hemisferio Sur no existe, prácticamente, tundra al ser un hemisferio ocupado en su mayor parte por el océano; solo la Península Antártica corresponde a este tipo de bioma.

En las pocas semanas de deshielo superficial se forman charcas y todo tipo de humedales, ya que la capa inferior del suelo al permanecer helada, es impermeable e impide que el agua se infiltre, estas zonas pantanosas son ideales para el desarrollo de los insectos y en verano recubren la tundra gigantescas nubes de mosquitos.

El suelo de la tundra es muy pobre debido a la falta de nutrientes, causada por el reducido aporte de elementos orgánicos; toda la tundra es zona de turberas, las cuales son depósitos de un combustible fósil, la turba, formado por residuos vegetales que se acumularon durante miles de años en los pantanos, por el intenso frío, el proceso de descomposición es muy lento y la formación de suelo fértil resulta escasa. El manto vegetal es delgado, pero de los más resistentes del mundo, se encuentra formado por líquenes, gramíneas y juncos; en pocas semanas, aprovechando el corto verano, germinan, se desarrollan y se reproducen.

En la tundra, las formas de vida dominantes son los musgos y los líquenes, a pesar de las escasas lluvias, ambas formas crecen bien, porque la evaporación es casi inexistente y hay gran concentración de humedad.

La vida animal presenta un gran interés, por una parte, como se ha comentado, abundan los insectos en la época de deshielo, la unión de grandes cantidades de insectos y la proliferación de las plantas, hace que sea un lugar ideal para la formación de nidos de un gran número de aves migratorias; acuden aquí desde todo el mundo y en pocas semanas se alimentan de insectos y semillas con gran intensidad, aprovechando además la larga duración del día ártico, en poco tiempo pueden alimentar a sus crías para que incrementen su peso, acortando el tiempo de este peligroso periodo de sus vidas, grullas, ánsares, cisnes, búho, el halcón gerifalte (halcón más grande que se conoce), y las especies viajeras procedentes del sur encuentran en este medio unas condiciones adecuadas para anidar y reproducirse.

Los mamíferos fitófagos (consumidores primarios) son escasos en especies, pero sus poblaciones pueden llegar a ser enormes, como sucede con los lemmings (roedores), son también importantes las liebres árticas y más visible, los renos, los cuales llevan a cabo migraciones periódicas, siguiendo los ciclos de la vegetación para buscar pasto; unidos a estos desplazamientos están los lobos, que en esas regiones no son sedentarios.

El lince nórdico el zorro boreal, el buey almizclero y el oso polar son otros depredadores que encuentran sustento todo el año. En el litoral hay abundancia de focas, nutrias y otros mamíferos marinos. Tradicionalmente, la tundra ha estado habitada por esquimales (cazadores y pescadores) y por pastores de renos, que siguen desplazándose desde los bosques, en busca de alimento para sus rebaños y alcanzan la tundra en la época menos fría del año. Es interesante observar que la vida de estos pueblos evoca en cierto modo la del llamado Hombre de Cro-Magnon, un antecesor del hombre actual que habitó la región de Dordoña, en el sur de Francia, hace unos 30.000 años, esa región templada actualmente en aquellos tiempos era tundra; los descubrimientos arqueológicos y

pinturas descubiertas en algunas cuevas, muestran similitudes con grupos esquimales de la tundra actual. El impacto del hombre sobre este ecosistema está muy unido, en la actualidad, a la explotación de recursos petrolíferos y minerales; e irá aumentando en los próximos años, si no se controla adecuadamente.

## **2.7.- Taiga.**

La taiga es llamada también bosque de coníferas, este tipo de bioma se desarrolla al Sur de la tundra, se caracteriza por presentar clima frío pero más benigno que el de la tundra, así mismo, existe gran cantidad de humedad debido a las frecuentes lluvias. En ella abundan las coníferas (abetos, oyameles, cedros y pinos) que son árboles que soportan las condiciones de vida relativamente frías y extremas de esas latitudes y altitudes, mejor que los árboles caducifolios.

El suelo típico de la taiga es el podsol. Este bioma ocupa una franja de más de 1500 km de anchura a lo largo de todo el hemisferio Norte, a través de América del Norte, Europa y Asia. También hay porciones más pequeñas de este tipo de bosque en las zonas montañosas.

El ecosistema de la taiga está condicionado por dos factores

1. Las bajas temperaturas durante la mayor parte del año, ya que se alcanzan temperaturas inferiores a  $-40^{\circ}\text{C}$  en el invierno, y el periodo vegetativo, en el que las plantas pueden crecer, sólo dura unos tres o cuatro meses.
2. La escasez de agua, como no llueve mucho (entre 250 y 500 mm anuales), y además el agua permanece helada muchos meses, por lo que no está disponible para las plantas.

La vegetación dominante en la taiga es el bosque de coníferas. En las zonas de clima más duro el bosque es muy uniforme y puede estar formado exclusivamente por una sola clase de árbol, las hojas en forma de aguja de las coníferas les permiten soportar bien las heladas y perder poco agua, además, el ser de hoja perenne (no las tira durante el invierno) les facilita el que cuando llega el buen tiempo pueden empezar inmediatamente a hacer fotosíntesis, sin tener que esperar a formar la hoja. En las zonas de clima más suave el bosque es mixto de coníferas y árboles de hoja caduca (álamos, abedules, sauces, etc.)

Los animales que viven en la taiga tienen que estar adaptados a las duras condiciones invernales. Algunos son especies migratorias y otros resisten el frío encerrándose en sus madrigueras en un estado de hibernación que les permite pasar esos meses encerrados, con muy poco gasto de energía. La fauna característica de este bioma son: osos, zorro plateado, visón, ardillas, liebre, musarañas, lobos, lince, alces, algunos reptiles, así como una gran diversidad de aves e insectos.

## **2.8.- Bosque templado.**

Este bioma se sitúa en zonas con climas más suaves que el bosque de coníferas, se extiende al sur de la taiga en el hemisferio norte, Los bosques templados son típicos de todo el continente europeo, la región oriental de Asia (en especial, China y Japón) y América del Norte, también se los encuentra en áreas templadas y templado-frías de América del Sur; gran parte del bosque templado ya ha sido talado para la obtención de madera y el aprovechamiento del suelo con fines agropecuarios, se le

denomina como templado por la característica de que sus inviernos no son tan extremosos como los de la taiga. En el hemisferio Sur sólo está representado en estrechas franjas del Sur de América, Nueva Zelanda y Australia; también se encuentra en las zonas bajas de las regiones montañosas de latitudes cálidas. La vegetación es predominantemente arbórea, aunque también hay arbustos y plantas herbáceas.

El clima en las zonas templadas es muy variable, con las cuatro estaciones del año bien marcadas y alternancia de lluvias, periodos secos, tormentas, etc. Las precipitaciones varían entre 500 y 1000 mm al año, los suelos son ricos porque la meteorización es alta y la actividad biológica también. El desarrollo de vegetación arbustiva y herbácea en este bioma se ve facilitado por la caída de las hojas en invierno, que permite que los rayos solares alcancen el suelo durante el resto del año, la sedimentación de hojarasca aporta sales minerales y materia orgánica, que fertilizan el suelo.

Las especies de árboles que forman el bosque son muy numerosas, y son del tipo caducifolias, (tiran sus hojas durante el invierno) encinos, robles castaños, maple y alder son las especies predominantes en este bioma, sus maderas son del tipo duro y de gran valor económico. El factor limitante es el agua, pues existe un período del año en que las precipitaciones son menores, por estar alejado de la zona tórrida o tropical se encuentra sujeto al cambio de las estaciones.

La fauna es rica y variada, muchos insectos y otros animales viven en el suelo y alimentan a un gran número de aves, también los anfibios, reptiles y mamíferos son muy abundantes. El hombre encuentra en este bioma una importante fuente de ingresos, de las reservas del bosque se extraen materias primas para las industrias alimenticia, maderera, papelera y farmacéutica, los bosques también sirven como medio de contención y regulación de los caudales de agua, conservan la calidad de los suelos y los protegen de la erosión; en otro aspecto, contribuyen a mantener el equilibrio térmico de la Tierra al absorber el dióxido de carbono presente en la atmósfera.

## **2.9.- Bosque mediterráneo.**

Lo encontramos en las regiones de clima mediterráneo con veranos muy calurosos e inviernos templados, en las que la lluvia es de alrededor de 500 mm anuales y cae con gran irregularidad y torrencialmente.

Es típico de toda la franja que rodea al Mediterráneo y de algunos lugares de California, EE.UU., Baja California, México y África del Sur, a veces podemos observarlo mezclándose con el bosque caducifolio.

Las especies arbóreas suelen ser de hoja perenne, pequeña y dura, esto para soportar mejor las sequías durante la época veraniega. Encinos y alcornoque, acompañados de acebuches, quejigos, algarrobos, etc. son los principales árboles de este tipo de bosque, por debajo de estos árboles proliferan las plantas aromáticas como romeros, salvias, lavanda, etc., y madroños, lentisco, jaras, etc. La fauna es rica y variada e incluye todo tipo de animales, las poblaciones de insectos y de aves nidificantes, sufren oscilaciones periódicas acordes a las estaciones del año.

Este bosque soporta también una gran población de aves migradoras que, de paso o invernantes, contribuyen a enriquecer la fauna ornítica. En el suelo y sobre la vegetación habitan infinidad de invertebrados terrestres, los cuales son la base de la nutrición de biodiversidad faunística insectívora;

la materia vegetal así mismo, sustenta todo tipo de organismos fitófagos; tal cantidad de variedad de especies en el primer eslabón de los productores secundarios conlleva igual riqueza de depredadores, la cual culmina con algunos otros depredadores, en particular el águila imperial y el lobo, quedando la pirámide rematada por el grupo de los necrófagos, los buitres.

El ecosistema de bosque mediterráneo es muy sensible a la desertización si se destruye su cubierta vegetal, las lluvias torrenciales arrastran el suelo con facilidad y se erosiona con gran rapidez.

## 2.10.- Selva.

Los bosques de las regiones cálidas se conocen más por el nombre de selva, son análogas de las latitudes más altas pero en general presentan una mayor biodiversidad. En las zonas tropicales y ecuatoriales encontramos distintos tipos de bosques porque aunque todas las regiones cercanas al ecuador tienen en común el ser calurosas.

Con su múltiple variedad de especies vegetales y animales, las selvas tropicales son los biomas más productivos de la Tierra y los de mayor biodiversidad. Se caracterizan por temperaturas medias anuales de 25°C, abundantes precipitaciones, de hasta 4.500 milímetros por año, y su factor limitante es la luz.

Las selvas se extienden en forma discontinua sobre dilatados territorios; la presencia de montañas, mesetas, lagos, pantanos y ríos impide que cubra toda la zona ecuatorial. La selva virgen se ubica en América Central y del Sur, África Central y en Malasia e Indonesia. El paisaje es parecido en todas esas áreas, pero cada una de ellas tiene características propias, hay grandes diferencias de regímenes de lluvias de unas a otras por lo que se forman bosques muy diferentes

La pluviselva o bosque tropical húmedo es típica de lugares con precipitación abundante y está formada por plantas de hoja perenne, ancha. La selva amazónica es el representante más extenso de este tipo de bioma, aunque se encuentra también en África y Asia, es un ecosistema con una gran riqueza y variedad de especies y de gran interés porque de esta gran biodiversidad se pueden obtener muchos recursos: alimentos, medicinas, sustancias de interés industrial, etc.

El suelo de la selva es sorprendentemente débil y pobre en comparación con la riqueza de vida que soporta. La explicación es que la mayor parte de los nutrientes se encuentran en los seres vivos y no en el suelo. Cuando este ecosistema es destruido, por la tala o los incendios, su recuperación es imposible o muy difícil, porque el suelo desnudo se hace costoso y duro con gran rapidez. Por otra parte, al ser un suelo tan pobre, no es apto para la agricultura, porque en tres o cuatro cosechas pierde sus nutrientes. En la pluviselva típica, las plantas son de hoja perenne, pero hay un bosque tropical de hoja caduca en lugares en los que las estaciones son más marcadas, por ejemplo en zonas montañosas del trópico.

El bosque tropical espinoso o seco crece en zonas tropicales con poca pluviosidad (unos 400 mm). Está formado por plantas con muchas espinas que pierden la hoja en la estación seca y que se disponen en grupos rodeados por zonas carentes de arbolado.

El manglar es típico de los estuarios de los grandes ríos y de zonas costeras. La especie vegetal característica de este ecosistema es el mangle, un árbol muy singular que crece sobre el agua. Sus largas raíces se hunden en el fondo de arenas y limos y sostienen a la planta por encima del agua. Es un

ecosistema de mucho interés para el mantenimiento de la variedad de poblaciones de peces, porque muchas especies hacen sus puestas entre las raíces de los mangles y ahí crecen los alevines.

Como ya mencionamos, en la selva, el suelo proporciona agua y sales minerales es humedad, y los nutrientes son lavados por las intensas lluvias. Además, permanece húmedo, ya que el follaje espeso absorbe casi toda la luz y no permite el paso de los rayos solares hacia el interior. La visibilidad alcanza unos 20 metros. La vegetación de la selva es predominantemente arbórea, con ejemplares de 20 hasta 40 metros de altura. Contra lo que se cree, los árboles de troncos altos y sin ramas bajas, integran un paisaje en el que es relativamente fácil desplazarse.

También abundan las plantas epifitas (que viven sobre otras), las típicas enredaderas leñosas llamadas lianas, los helechos, los arbustos y otras infinitas especies, prosperan incluso formas de vida pertenecientes al reino de los hongos, los protistas y las moneras, al carecer este bioma de clima frío, las plantas conservan su follaje durante todo el año.

La mayor parte de la vegetación consiste en árboles de madera dura, con muy pocas plantas herbáceas, opuestamente a alguna zonas boscosas de Europa o de América del Norte, donde hay pocas especies arbóreas predominantes y a veces una sola (por ejemplo pinares o robledales), en la selva virgen prosperan unas cien especies distintas de árboles por hectárea; suele haber dos niveles de altura, el superior, que alcanza a 30 y más metros, y el sotobosque, que llega hasta los 15 metros, las lianas, los helechos, las plantas con flores y ciertas algas y musgos pueden crecer en la selva, pero sólo en la zona de mayor altura, donde reciben suficiente luz.

Al ser posible la asimilación durante todo el año la vegetación es muy exuberante y con un rápido crecimiento, de suerte que llega a formar una pared casi impenetrable, la cual hace difícil los desplazamientos de los animales; este factor ha configurado de alguna manera especial la fauna de la selva; muchos de los grandes mamíferos presentan en este ambiente formas enanas, por ejemplo, el hipopótamo pigmeo, el elefante enano, el búfalo enano del Congo.

En el bioma selva están representadas las tres capas de suelo u horizontes: A, B y C. Las lluvias abundantes favorecen el lavado de los minerales, lo que determina un suelo poco fértil, y la acumulación de óxidos de hierro y aluminio que le dan ese color rojizo particular.

Los animales selváticos viven en los distintos estratos o fajas de vegetación, adaptados a sus características. Las aves de presa anidan en las copas de los árboles, por debajo de ellas se encuentran los monos, los loros y los tucanes, que conviven con mariposas y flores coloridas. A nivel del suelo viven los antílopes, jabalíes, tapires, lagartos y serpientes, sapos, ranas y felinos, algunos de los cuales también trepan a los árboles, son numerosos los saltamontes, escarabajos, hormigas, termitas y otros de gran tamaño.

Para tener una idea de la biodiversidad selvática se puede considerar que en 10 km<sup>2</sup> de superficie pueden convivir unas 760 especies de árboles, 125 de mamíferos, 400 de aves, 100 de reptiles y 60 de anfibios. En un solo árbol pueden contarse 400 especies de insectos.

Según la teoría de Charles Darwin sobre la evolución de las especies, los antepasados del hombre evolucionaron a partir de primates que habitaban en selvas y bosques tropicales, donde se alimentaban de tallos, hojas, raíces, semillas y frutos silvestres.

Los homínidos, grupo de primates en el que está incluido el hombre (hoy su único representante), abandonaron pronto la selva, pero continuaron aprovechando los recursos que ella les brindaba, no sólo en alimentos, sino para obtener fuego y fabricar armas, viviendas y hasta medios de transporte. En el pasado, las selvas cubrían superficies mayores que las actuales, es probable que la selva africana se extendiera por el este y el norte hasta unirse con las selvas de Arabia y de la India. Se cree que la influencia del hombre sobre los cambios climáticos modificó el espacio en esas regiones, los estudios han demostrado que hubo selvas vírgenes desde los tiempos del cretácico, hace más de 100 millones de años, los fósiles de aquellas épocas confirman que el norte de Europa estuvo poblado de selvas semejantes a las que hoy cubren los trópicos.

## **2.11.- La sabana.**

A medida que las condiciones climáticas van haciéndose más secas y calurosas, o bien en aquellos puntos en los que un proceso de degradación ha invertido la sucesión natural de la vegetación, aparecen formaciones características con una colectividad propia muy acusada, la sabana, este bioma suele extenderse alrededor de las selvas tropicales, tanto en Suramérica como en África, si bien es en África donde resulta más característica. El rasgo principal que distingue a la sabana de las formaciones arbóreas colindantes, es la progresiva rarificación de los grandes fanerófitos, así mismo el clima se torna más extremado, con una estación seca y otra húmeda.

Las nuevas condiciones ambientales han determinado de manera paralela a la flora, una fauna propia con un predominio claro de las formas terrestres, donde la evolución favorece a las especies con mejor vista y olfato. Son pocos los grupos de animales que logran alcanzar en ambos media una presencia importante, pero entre ellos destacan los monos por su adaptación progresiva al medio ambiente nuevo.

La sabana es especialmente idónea para los grandes herbívoros, como los ñus, las cebras, o los antílopes; así mismo son característicos de la sabana: las jirafas, los rinocerontes, los elefantes, y los búfalos; así como depredadores del tipo del león, el guepardo, la hiena, el chacal, por mencionar algunos. Durante la época de lluvias abundan insectos y es el momento adecuado en que se

crían gran número de aves. Como ya se menciono con anterioridad las sabanas son biomas propios de los trópicos, se encuentra en extensas regiones de África, Asia, Australia y América del Sur.

En la sabana predomina la vegetación herbácea, sin embargo, no carecen de árboles, aunque éstos se encuentran algo dispersos.

El suelo que se presenta en la sabana es arcilloso e impermeable; el suelo de la sabana no llega a gran profundidad, en la primera capa, llamada horizonte A, las partículas de suelo se mezclan con materia orgánica en descomposición, no muy abundante, en la segunda capa, u horizonte B, prevalecen los minerales. Una característica propia de este bioma es la alternancia de una estación húmeda y otra seca, la estación seca es muy árida, por lo que ésta característica facilita la propagación de incendios, el fuego agiliza el crecimiento de las hierbas y frena el desarrollo de los árboles, acelera la mineralización del suelo y el crecimiento de las plantas que se adaptan a esas condiciones.

La sabana africana, se encuentra ocupando el este del área central de África, aquí se registran temperaturas medias de 23° C, con precipitaciones anuales de 600 mm. No existe una frontera bien

determinada entre el bosque y la sabana, en África el terreno boscoso se interna en la sabana por medio de especies arbóreas de hojas caducas, es decir, que caen en la estación seca; los árboles más frecuentes son acacias. Este bioma está poblado de antílopes, cebras, jirafas de más de cinco metros de altura, rinocerontes, elefantes, búfalos y grandes mamíferos carnívoros.

Las plantas herbáceas como hierbas, pastos y gramíneas son típicas de las sabanas, hace 50 millones de años el régimen de lluvias de la Tierra sufrieron un cambio, originando que en vastas zonas del planeta se difundieran las herbáceas en perjuicio de los árboles.

Los animales de selvas y bosques acudieron atraídos por la abundancia de alimentos, la clave de la continuidad de las gramíneas y otras herbáceas en las sabanas consiste en su gran adaptabilidad por un lado, y por otro, en el hecho de que brotan a ras del suelo e inclusive, en muchas especies, debajo de él, lo cual le permite que los animales herbívoros se alimenten sin destruir la planta, que puede seguir creciendo.

Dado que las gramíneas en épocas de sequía aumentan su contenido de celulosa y ésta dificulta su ingestión, los animales de la sabana desarrollaron molares más duros y, en el caso de los rumiantes, un estómago dividido en cavidades para facilitar la digestión.

Otras formas de vida típicas de este bioma son las innumerables especies de insectos, que aparecen en la temporada de lluvias.

En el continente Americano existen tres tipos diferentes de sabanas: los cerrados, el chaco y los llanos. Los cerrados son formaciones que se extienden por el altiplano de Brasil y cubren casi 2.000.000 de km<sup>2</sup>. Estas regiones presentan una amplia variedad de ecosistemas: campos limpios, que son zonas de pastos, campos sucios, donde hay árboles y arbustos, campos cerrados, que son las típicas sabanas leñosas, y los cerrados, donde la cobertura arbórea ocupa el 50% del terreno.

El chaco abarca casi 1.000.000 de km<sup>2</sup> en territorios de Bolivia, Paraguay y Argentina. Es una zona donde predominan las plantas leñosas con espinas, las condiciones climáticas se vuelven progresivamente más secas al oeste de los ríos Paraguay y Paraná; los bosques chaqueños pasan de tener un carácter de selva tropical en la llamada zona de chaco húmedo, a ser una zona de bosque ralo a la que se denomina chaco seco.

Los llanos abarcan casi 500.000 km<sup>2</sup> en Venezuela y en Colombia. De abril a octubre las lluvias hacen desbordar los ríos y provocan inundaciones; en la estación seca, el agua se evapora y el terreno se vuelve muy árido. Se piensa que el ser humano se originó en este bioma, en 1924, el antropólogo Ragmond Dart descubrió un pequeño cráneo petrificado en la región de Taung, Sudáfrica, declaró que pertenecía a un antepasado del hombre actual, y lo llamó Australopithecus.

La idea de que el hombre se originó en la sabana africana fue confirmada por hallazgos posteriores que permitieron acumular un importante registro de restos fósiles, gracias sobre todo a las investigaciones de Richard Louis y Mary Leakey en distintos lugares de África; los zoólogos establecieron que los hallazgos pertenecían a especies que, como el hombre, integraban el orden de los primates, se piensa que estos seres, menores en tamaño y fuerza que los animales que capturaban, debían necesariamente movilizarse en grupos, con división de las tareas según el sexo y la jerarquía, y consumo compartido de los alimentos.



## 2.12.- Praderas.

Las praderas se desarrollan en zonas con precipitaciones entre los 250 y 600 mm anuales, es decir, entre las de desiertos y las de bosques. Estas cifras pueden variar dependiendo de la temperatura y de la capacidad del suelo para mantener el agua y en las zonas tropicales encontramos praderas en lugares que tienen hasta 1200 mm de precipitación anual, porque caen sólo en una estación, y el resto del año no hay humedad suficiente para mantener el arbolado.

La forma de vegetación dominante en la pradera, son diversas gramíneas, que van desde pequeñas hierbas hasta especies de mayor tamaño, que llegan a alcanzar los 2,50 m. Suele haber distintas especies según la temperatura dominante; y también se encuentra algo de matorral y árboles, sobre todo formando cinturones a lo largo de los cursos de agua. La escasa humedad general provoca que con las lluvias solo la capa superficial del suelo se empape de agua, por lo que las posibilidades de supervivencia de los árboles son escasas o nulas y no resisten la competencia de las herbáceas. La escasez de refugios naturales ha provocado que la fauna esteparia se haya especializado en la huida frente a los depredadores, o bien en la excavación de madrigueras, los fitófago suelen formar grandes manadas o poblaciones y las migraciones son frecuentes, condicionadas por la rotación de los pastizales; en las aves abundan fundamentalmente las especies terrestres.

En zonas donde la pluviosidad es insuficiente para el desarrollo de bosques, surgen las praderas templadas, que se caracterizan por la presencia de vegetación herbácea. En América del Norte este bioma se extiende desde el río Misisipi al este y los Grandes Lagos al nordeste hasta las montañas Rocosas en el oeste. Es decir parte del centro de Norteamérica, esta región ha sufrido una intensa degradación y en la actualidad se reduce a unas pequeñas superficies limitadas a los parques nacionales, las diversas especies de gramíneas que la constituyen se mezclan con algunas bulbosas y compuestas, la fauna predominante consiste de bisontes (búfalos), antílopes, bovinos, liebres, pequeños roedores, lobos, y una gran variedad de aves que anidan en el suelo.

La región de praderas de América del Sur es conocida como pampa. Esta región abarca el sur de Brasil, Uruguay y el centro-este de Argentina; toda esta región de pastos naturales se explota para la agricultura y la ganadería y allí se han establecido numerosas industrias.

Entre las aves que pueblan esta zona podemos mencionar perdices, martinetas, charatas, patos, así mismo abundan los pequeños mamíferos como armadillos, vizcachas, y zorro de la pampa; el puma se encuentra entre los depredadores más importantes aunque en franca regresión en muchos lugares.

El factor limitante de la pradera es el agua, el promedio anual de precipitaciones puede llegar a 600 mm, y la temperatura media anual es de 20°C. En las zonas más húmedas, donde las lluvias se equilibran con la evaporación desde el suelo desnudo y la transpiración de las plantas, abundan las hierbas altas; a medida que las precipitaciones disminuyen, las hierbas son más bajas y la pradera termina convirtiéndose en estepa y semidesierto. Las plantas se adaptan al clima, de manera que algunas crecen en la estación cálida y otras en otoño y primavera. El suelo de la pradera se caracteriza por tener una abundante primera capa, horizonte O, constituida por materia orgánica en descomposición, en la segunda capa, también de gran espesor, esta materia se halla mezclada con partículas de suelo. En el gran desarrollo de estos dos estratos radica la fertilidad de las praderas. El bioma pradera se usa por el ser humano como espacio para la agricultura, ya que a lo largo de los cursos de agua hay arbustos y árboles, los pastos naturales han sido sustituidos por el cultivo de cereales y de pasturas aptas para la ganadería. Es notable la fertilidad del suelo de las praderas, las

gramíneas que allí crecen tienen períodos de vida muy cortos, por lo que el humus, que se forma a partir de materia orgánica en descomposición y minerales del suelo, se acumula en una capa gruesa.

Los incendios que ocurren en estas regiones arrasan los arbustos, pero no los tallos subterráneos de las gramíneas, estas vuelven a brotar, fertilizadas además por la carbonización de la materia orgánica gracias a la acción del fuego.

La pradera es el bioma donde se puede observar con claridad la influencia de la mano del hombre.

Las regiones más húmedas son explotadas para cultivos de como trigo, maíz, avena, cebada y centeno, y las más secas ha dedicadas a la ganadería, ante todo ovina y bovina. Pero no siempre esa tarea se hizo con el cuidado necesario desde el punto de vista ecológico, al no respetarse la técnica de rotación de cultivos, muchas regiones han sido erosionadas y degradadas.

En cuanto a la fauna de las praderas; de América del sur, son originarios roedores y otros animales pequeños: vizcachas, maras y cuises, armadillos como los peludos y mulitas, comadrejas, lagartijas y zorros. Entre las aves se encuentran ñandúes, perdices americanas, lechuzas, patos, martinetas, chajáes, teros, chimangos y caranchos. De las especies de pájaros que pueblan los sitios arbolados se distinguen horneros, cardenales, calandrias, benteveos, tijeretas, churrinches y picaflores. En las regiones de pajonales abundan los pechos colorados, las cachirlas y los chingolos. En América del Sur corren peligro de extinción el puma y el venado de las pampas.

La fauna de la pradera cumple un papel fundamental en la preservación del equilibrio natural, esencial para la cadena alimentaria, numerosas especies de animales excavadores de las praderas, al remover el suelo, modifican el contenido mineral de éste, y posibilitan el crecimiento de las especies vegetales, bajo tierra, actúan las lombrices y otros invertebrados que, además, oxigenan el suelo, junto con millones de bacterias que descomponen los residuos orgánicos

En América del Norte se encuentran en peligro de extinción los búfalos, que hasta el siglo pasado formaban grandes rebaños, actualmente se encuentran habitando en reservas naturales. Por otra parte, también son animales característicos de esas praderas el tejón americano, la mofeta rayada y el coyote. En las praderas asiáticas se encuentra el antílope saiga, que también frecuenta las estepas. La fauna de la pradera cumple un papel fundamental en la preservación del equilibrio natural, esencial para la cadena alimentaria, numerosas especies de animales excavadores de las praderas, al remover el suelo, modifican el contenido mineral de éste, y posibilitan el crecimiento de las especies vegetales, bajo tierra, actúan las lombrices y otros invertebrados que, además, oxigenan el suelo, junto con millones de bacterias que descomponen los residuos orgánicos

### **2.13.- Estepa.**

El nombre de estepa se suele reservar a las praderas propias de regiones templadas o frías en las que las temperaturas son muy extremas y la lluvia escasa y mal repartida en el tiempo. Su suelo es característico y distinto del que se encuentra en el bosque, aunque procedan de la misma roca madre. Acumula mucho humus porque la gran cantidad de materia orgánica que aportan las hierbas al suelo (tienen vida corta) se descompone rápidamente formando humus. Los suelos negros de pradera (chernozem) están entre los mejores para cultivar maíz y trigo.

Al igual que en la pradera y sabana, la presencia de grandes herbívoros es un rasgo característico de este bioma. Según el continente, pueden ser bisontes, antílopes o canguros, u otros tipos de ramoneadores (animales que se alimentan de las hojas de las ramas), pero la función ecológica que juegan todos ellos es equivalente. Cuando la pradera, de hierbas altas y abundantes, se extiende a zonas donde las precipitaciones son escasas, deriva en terrenos cubiertos por hierbas más bajas y menos numerosas, lo que fue pradera asume así las características de estepa.

A diferencia de los desiertos calurosos, la estepa suele definirse como un desierto frío, la estepa es un bioma típico de las regiones más alejadas del mar, por lo que su influencia moderadora de las temperaturas es escasa o nula. El clima es árido y netamente continental, es decir, con temperaturas extremas: la media anual es de  $-12^{\circ}\text{C}$ , la amplitud térmica anual, es decir la diferencia de temperatura entre invierno y verano, es grande; los veranos son secos y los inviernos, largos y fríos.

Como en muchos otros biomas el factor limitante es el agua: la media anual de precipitaciones solo alcanza los 250 mm. Estos rasgos hacen que este bioma aparezca como una gran extensión, con manchones de hierbas bajas, zarzas espinosas y matorrales.

Los suelos que componen las estepas presentan poco desarrollo, son ricos en elementos minerales pero con poca materia orgánica, por lo común menos que en las praderas, los suelos de la estepa son poco profundos, esto se debe a las escasas lluvias, ya que el agua es uno de los factores responsables del desarrollo de los suelos, junto con la temperatura y la roca madre o material a partir del cual se desarrolla; las distintas tonalidades que se observan en los suelos de la estepa se deben a los contenidos de óxidos de hierro, que si son elevados les dan una coloración rojiza; en general son suelos duros porque nunca han sido roturados.

La vegetación predominante de la estepa es del tipo xerófilo, que se caracteriza por su adaptación a la escasez de agua: aunque los tallos se sequen la planta se mantiene con vida debajo de la tierra. Debido a las escasas precipitaciones no permiten el desarrollo de pasturas; por lo que predomina la vegetación herbácea con arbustos aislados.

Son comunes las gramíneas, los arbustos espinosos, las hierbas y plantas aromáticas, prosperan plantas con raíces profundas, que se desarrollan muchos metros bajo tierra, en busca de las capas de agua en la superficie de la tierra, o subterránea, otros vegetales presentan raíces que crecen en forma de bulbos o tubérculos, donde se acumulan reservas de líquido y de sustancias nutritivas que utilizan al rebrotar en la estación favorable. La fauna que habitan esta región son el caballo de Przewaiski, el águila de las estepas, la grulla damisela, el antílope saiga, la avutarda, el spalax menor, el hámster y la marmota bobac, son especies adaptadas a soportar los veranos calurosos y los inviernos fríos y secos, el antílope saiga, por ejemplo, es un mamífero cuyas fosas nasales están desarrolladas de modo que pueda filtrar el aire frío y polvoriento, la grulla damisela es un ave migratoria, que se traslada hacia la estepa desde otros ambientes en la estación invernal.

Animales como el coyote se adaptan perfectamente a vivir en las estepas, donde recorren largas distancias en busca de agua y alimentos. El frío y el calor intensos, además de impedir el desarrollo vegetal, obligan a los animales a migrar en busca de cualquier pozo de agua fangosa; en primavera y otoño llegan las lluvias, las cuales son breves y muy violentas, saturando el terreno de agua, es el momento en que crece la hierba; los escasos árboles, muchos de ellos con forma de botella, llenan sus troncos para disponer de reservas. Durante las lluvias, los pocos riachuelos de la estepa, pueden

convertir sus lechos secos en torrentes turbios e impetuosos en apenas diez minutos. Finalizada la temporada de lluvias, volverá la sequía durante varios meses.

#### **2.14.- Chaparral.**

Este bioma también es conocido como matorral, se encuentra localizado entre los 30° y 40° de latitud, podemos ubicar al chaparral en el sur de Estados Unidos y Norte de México, a lo largo de la costa de Australia y alrededor del Mediterráneo. Estas regiones presentan veranos cálidos y secos, y los inviernos son lluviosos al estar el clima bajo influencia de vientos que llegan de los océanos, debido a las condiciones de clima, la flora es altamente susceptible a incendios, tras

lo cual sucede un proceso de sucesión muy corto y el sistema se recupera de manera rápida

La flora está compuesta principalmente de arbustos de hoja serosa, roble achaparrado, yuca, palmilla, manzanita, olivo, chamizo. La fauna representativa incluye algunos roedores, zorras, reptiles, liebres, coyotes, y una escasa biodiversidad de insectos.

#### **2.15.- Las regiones polares.**

En torno a los dos polos del planeta se extienden las regiones polares. Los casquetes polares se encuentran delimitados por los círculos polares Ártico, y Antártico a los 66° 33' de latitud Norte, y Sur, ambas regiones se encuentran en su mayor parte cubiertas de hielos, el cual es producto de la acumulación de nieve invernal que no alcanza a ser fundida por la luz solar durante el verano. Son características de los mares polares las grandes masas de hielos llamadas iceberg, bloques que por estar situados al borde de las costas se desprenden y comienzan a flotar a la deriva, hasta que desaparecen confundidos con el agua del mar.

El clima en los polos, es afectado por la posición de la Tierra respecto del Sol, donde sus rayos inciden de manera oblicua, por lo que en consecuencia, no logran ser absorbidos totalmente por el suelo, y un gran porcentaje del calor es rechazado por reflexión, las temperaturas imperantes son muy rigurosas; en muchos sitios, no alcanzan valores por encima de cero, ni siquiera en verano. Las marcas extremas que se han registrado son de -88° C en la Antártica, y -50° C en el Ártico.

Otra característica es que en ambas áreas, a medida que se está más cerca de los polos, los inviernos son más oscuros y los veranos más luminosos, en las zonas polares, el verano e invierno duran seis meses, y durante la estación más fría el Sol no asoma en el horizonte. En su región continental, el Ártico se encuentra comprendiendo los extremos septentrionales de América del Norte (Alaska, Canadá y Groenlandia), Europa (países escandinavos) y Asia (Rusia).

En la región ártica (polo norte) el frío no es tan extremo, esto se debe a que la mayor parte de esta zona, está ocupada por el mar (a diferencia de la antártica). La masa de agua oceánica absorbe mejor el calor durante el largo verano.

El animal más conocido de este bioma es el oso polar, el mayor carnívoro viviente, el cual puede llegar a pesar hasta 800 kg., su alimentación está basada sobre todo de focas y peces, y cuando no consigue atraparlos, come musgos y líquenes.

A diferencia del Ártico, la Antártica es un verdadero continente, de unos 14.000.000 de km<sup>2</sup>, pero solamente apenas unos 7.600 km<sup>2</sup> de esa extensión quedan libres de hielo; el casquete glacial tiene en algunos sitios hasta 4 km. de espesor. La vida vegetal se reduce a líquenes y musgos, sin embargo, hay dos especies de plantas con flores, ambas crecen en la Península Antártica, el cual es el extremo más cercano a América del Sur, por lo cual es la región más cálida y húmeda, que el resto del territorio.

Los líquenes surgen en las superficies desnudas de las rocas, son muy resistentes al frío y a la sequía; obtienen agua de la nieve fundida, y nutrientes de excrementos de aves, transportados por el viento.

Ante la escasa vegetación, no existen mamíferos terrestres. El animal terrestre de mayor tamaño mide 0,5 cm. el cual es una mosca sin alas, que en verano habita en los charcos de agua dulce. Allí se encuentran también diminutos crustáceos, junto con protozoos y otras formas vivientes sencillas.

En el antártico habitan los pingüinos, los cuales son aves no voladoras que anidan y viven en grandes colonias cerca de las costas, son torpes en tierra, pero muy hábiles nadadores y buceadores, el pingüino emperador es la especie más bella y de mayor tamaño. Otras aves típicas de la región son los albatros y los petreles, poseen alas alargadísimas y angostas que les permiten planear, en un vuelo continuo sobre la superficie del mar, y sólo descienden al agua para alimentarse de peces y calamares, o para reposar; en tierra firme se posan sobre prominencias rocosas, pero únicamente durante el período de reproducción. A pesar del frío extremo y la larga noche polar, se pueden encontrar en estas regiones innumerables especies, como osos polares, focas ballenas, pingüinos y otros Seis especies de focas habitan la región; pero en la actualidad han visto drásticamente reducida su presencia por las cacerías desatadas para aprovechar su piel y su grasa.

Otro poblador típico de las aguas antárticas es la ballena, igualmente amenazada por la captura indiscriminada con fines industriales por los países asiáticos. Se ha prohibido la pesca de algunas de sus especies, como la de la ballena azul, para otras, sólo se permite, como en el caso de las focas, la captura con fines científicos. En los fondos marinos antárticos existe gran riqueza en peces, que se alimentan sobre todo de kril. Se denomina así al zooplancton, formado por varias especies de crustáceos marinos. El kril desempeña un papel importantísimo en la cadena alimentaria, por lo que el exceso de su pesca podría introducir peligrosas modificaciones en los biomas marinos.

El continente antártico es considerado de gran valor ecológico, pues participa en la regulación del clima en todo el planeta, así como en el flujo de las corrientes oceánicas.

El riesgo de la alteración de un ecosistema de tal importancia impulsó, a partir del Tratado Antártico de 1959, la acción de muchos grupos de científicos, ecologistas y ciudadanos comunes que propician declarar a la Antártica reserva ecológica de la humanidad.

## 2.16.- El medio aéreo.

No solo la tierra y el océano tenemos ecosistemas, existe otro medio ambiente que si bien solo posee algunas pocas especies netamente propias y exclusivas de él, es muy importante ya que ejerce una influencia decisiva sobre los otros dos mencionados con anterioridad. El medio aéreo si no tomamos en cuenta su aspecto “respiratorio”, del hecho de que la atmósfera contiene oxígeno necesario para los organismos aerobios y lo consideramos como un elemento dinámico.

El viento es la expresión tangible de la dinámica de la atmósfera, ya que es el fiel reflejo del movimiento de las masas de aire resultante de los cambios en su presión, densidad y temperatura; es así mismo, un factor de gran importancia en la climatología, ya que al transportar las nubes de un lugar a otro, provoca el estancamiento de aire cálido, o bien barre la superficie del planeta con violencia, elimina la humedad de una región y la acumula en otra parte; también se encuentra condicionando las corrientes marinas superficiales, provoca huracanes, tornados, ciclones, etc.

Así mismo desempeña un doble papel en los seres vivos ya que Muchos de los organismos que viven en el medio aéreo se desplazan apoyándose en el terreno, pero algunos han desarrollado estructuras para volar o para flotar en el aire, por un lado actúa como elemento de transporte, por ejemplo del polen o semillas de plantas, contribuyendo de esta manera a su dispersión; por otra parte facilita el trabajo de los animales que se desplazan en el aire, permitiéndoles recorrer grandes distancias con apenas un pequeño gasto de energía al recurrir a técnicas de planeo.

Entre los animales terrestres, el guepardo llega a los 90 km/h. Entre los voladores los insectos, que llegan a centuplicar su metabolismo en el momento del vuelo, alcanzan velocidades de 8 a 60 km/h. Las aves suelen volar a 45 - 90 km/h, aunque se han medido velocidades de hasta 180 km/h en vencejos (pájaros de 2 cm de largo).

Muchas plantas y algunos animales usan para diseminarse estructuras que flotan o son arrastradas por el viento. Así sucede en los granos de polen, algunas semillas, pequeñas arañas que lanzan un hilo hacia arriba que es arrastrado por el viento, etc.

La atmosfera sufre un gran calentamiento en la región de los trópicos, y un enfriamiento en las regiones cercanas a los polos, ese aumento y descenso de la temperatura del aire ocasiona un cambio en su densidad, por lo que el aire caliente se eleva y el frío baja, por lo que el hueco dejado por las masas cálidas de aire es ocupado por las frías. Este cambio de masas de aire a nivel del planeta, es el causante de las principales corrientes de circulación atmosférica.

El viento a tenido influencia sobre los organismos vivos con relación a su desarrollo y evolución, ya que como sustrato de desplazamiento, es un factor que condiciona la dirección de la evolución y así ha sucedido en distintos grupos de animales.

La atmósfera sufre un gran calentamiento en la, que han llegado en el curso del tiempo a una convergencia adaptativa. Las alas les permiten a las aves y a los insectos desplazarse de manera activa

por el aire; la vegetación de las dunas sometidas a la acción constante del viento, presenta una especial flexibilidad que evita que la fuerza del viento las arranque.

En las islas del Pacífico y del Índico existen algunas especies de moscas que han perdido las alas, ya que como existe un viento permanente, el cual las arrastraría si emprendieran el vuelo, actuando como en este caso como factor evolutivo; también la dirección del viento es un factor determinante en la capacidad de propagación de muchas especies de vegetales, las cuales no podrían conquistar un terreno que satisfaga sus necesidades si sus semillas son arrastradas siempre en sentido contrario.

Las corrientes de aire generadas en la atmósfera influyen en la dispersión de los organismos. Sobre todo son eficaces con las estructuras de pequeño tamaño: polen, esporas, semillas, etc.; pero en algunos casos llegan a transportar organismos de mucho mayor tamaño.

Es conocido el caso, por ejemplo, de una fuerte tormenta que en el invierno de 1937 arrastró a muchos zorzales reales (aves del mismo género que el mirlo) desde Europa hasta Groenlandia. En los bosques los vientos fuertes sirven para su renovación. Derriban los árboles enfermos o viejos con lo que se abren claros que pueden ocupar los árboles jóvenes.

#### Actividad

1. Es la unidad de estudio de la ecología \_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles son las partes que integran a un ecosistema?

\_\_\_\_\_

3. En un ecosistema acuático como un lago, ¿cuáles son los organismos productores más importantes? \_\_\_\_\_

4. Menciona dos ejemplos de organismos consumidores primarios

\_\_\_\_\_

5. En el ecosistema ¿qué función tienen los organismos descomponedores?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿Qué es la biocenosis del ecosistema?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿Qué entiendes por hábitat en un ecosistema?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Define nicho ecológico

\_\_\_\_\_

---

9. ¿Qué entiendes por biodiversidad?

---

---

10. ¿Para qué nos sirve una pirámide trófica?

---

---

11. ¿Cómo se altera el equilibrio en un ecosistema?

---

---

12. ¿Qué pasa con la energía en un ecosistema al pasar de un nivel trófico a otro?

---

---

13. Define el concepto de bioma

---

---

14. ¿Cómo se clasifican los lagos de acuerdo a su producción de biomasa?

---

---

15. El proceso de eutrofización ¿qué significa?

---

---

---

16. ¿Qué es lo que diferencia a los biomas terrestres entre ellos?

---

---

17. En este tipo de bioma el factor limitante es el agua \_\_\_\_\_

18. ¿Cuáles son las características del bioma conocido como tundra?

---

---

19. ¿Qué factores condicionan a la taiga?

---

---

---



20. En este bioma el hombre extrae materias primas importantes para la industria

papelera, maderera, alimenticia y farmacéutica

---

21. ¿Es el bioma mas productivo y con mayor biodiversidad del planeta?

22. En este bioma el hombre lleva a cabo siembras de grandes extensiones de

terreno para la agricultura

---

## UNIDAD III

### ECOLOGIA TROFICA

#### 3.1.- Redes tróficas y alimentarias.

La vida necesita un aporte continuo de energía el cual llega a la Tierra desde el Sol y pasa de unos organismos a otros a través de la cadena trófica. Los seres vivos pueden dividirse en categorías de acuerdo con su función en el flujo de energía en las comunidades. La energía fluye a lo largo de las comunidades de los productores fotosintéticos hacia varios niveles de consumidores, cada categoría de organismo se denomina nivel trófico (vocablo griego que significa alimentación), los productores, desde los grandes árboles hasta las cianobacterias, forman el primer nivel trófico, y obtienen su energía directamente de la luz solar; los consumidores se encuentran formando varios niveles tróficos e incluso algunos pueden cambiar de nivel trófico al alimentarse de organismos de niveles diferentes, por ejemplo, los gorriones pueden alimentarse de semillas o bien de insectos. Algunos consumidores se alimentan solamente de manera directa y exclusiva de productores, estos organismos productores (plantas) son la fuente de energía viva más abundante del ecosistema. Los herbívoros, que van desde los saltamontes hasta las jirafas, se denominan consumidores primarios y se encuentran formando el segundo nivel trófico. Los carnívoros, por ejemplo, las arañas, halcones, lobos, se alimentan de carne, principalmente de herbívoros y se llaman consumidores secundarios, y forman el tercer nivel trófico. A veces algunos carnívoros se comen a otros carnívoros y, cuando lo hacen, forman el cuarto nivel trófico, llamado consumidores terciarios; dependiendo de la naturaleza de las presas, los carnívoros también pueden ser consumidores cuaternarios y estarán ocupando el quinto nivel trófico. Las redes de alimentación se conforman por la reunión de todas las cadenas tróficas y se inician en los organismos productores (las plantas), las cuales captan la energía luminosa del sol y con su actividad fotosintética, la convierten en energía química almacenada en moléculas orgánicas. Las plantas son devoradas por otros seres vivos (herbívoros) que forman el nivel trófico de los consumidores primarios.

La cadena alimentaria más corta estaría por lo tanto constituida por los dos eslabones, por ejemplo, un elefante alimentándose de vegetación; pero los herbívoros suelen ser presa, generalmente, de los carnívoros como los leones (depredadores) los cuales son consumidores secundarios en el ecosistema. Lo cual constituiría una cadena alimentaria de tres eslabones. Pero las cadenas alimentarias no acaban en el depredador cumbre como el león, sino que como todo ser vivo muere, existen necrófagos, como algunos hongos o bacterias que se alimentan de los residuos muertos y detritos, en general denominados, organismos descomponedores o detritívoros; solucionando la naturaleza, de esta manera, el problema de los residuos.

Los restos orgánicos de los seres vivos (detritos) constituyen en muchas ocasiones el inicio de nuevas cadenas tróficas, por ejemplo los animales que habitan las regiones de mar muy profundas (zonas abismales), se nutren de los detritos que van descendiendo de la superficie. Las diferentes cadenas alimentarias del ecosistema no están aisladas, sino que se encuentran entrecruzadas entre sí, y se suele hablar entonces de una red trófica. Una representación muy útil para estudiar todo este entramado trófico son las pirámides de biomasa, energía o cantidad de individuos.

En ellas se van sobreponiendo varios niveles con su anchura o su superficie proporcional a la magnitud representada, en el nivel inferior se colocan los organismos productores (plantas); por encima los consumidores de primer orden (herbívoros), después los de segundo orden (carnívoros) y así sucesivamente. El flujo de energía mantiene en funcionamiento el ecosistema, esta energía va pasando de un nivel al siguiente, la energía fluye a través de la cadena alimentaria sólo en una dirección: va siempre desde el sol, a través de los productores, a los descomponedores.

La energía entra en el ecosistema, en forma de energía luminosa y sale en forma de energía calorífica, que ya no puede reutilizarse para mantener otro ecosistema en funcionamiento; es por esta razón, que no es posible un ciclo de la energía similar al de los elementos químicos.

Una manera común de representar el ciclo de la energía, es por medio de las llamadas cadenas alimentarias, que como ya mencionamos, consisten simplemente en una serie continua de diversos organismos, cada uno de los cuales se alimenta del anterior, es decir, cada organismo representa un nivel o etapa trófica.

Un ejemplo clásico de lo anterior es el bioma de la sabana africana, en la cual el sol emite energía, los vegetales la absorben y transforman en sustancias orgánicas, por ejemplo, un trébol, esta planta es un buen ejemplo de productor primario y se encuentra situado en la base de la pirámide ecológica de los ecosistemas terrestres, la energía solar, que acumula rápidamente, sirve para nutrir a los herbívoros, por ejemplo: una cebra, una gacela, o un insecto. Si un depredador como el guepardo captura y devora una gacela, pero a su vez también puede caer presa de un león; los depredadores ocupan la cúspide de la pirámide ecológica, superados solo por los organismos carroñeros y a veces por los súper depredadores, como el ser humano, cuando el león muere los buitres se alimentan de sus restos, las aves carroñeras se encuentran en la parte superior de una pirámide ecológica, aunque dado que al ascender en la escala, se reduce la productividad, la cantidad de energía de que disponen estas aves es un porcentaje mínimo de la inicial, lo que queda, y los propios restos del buitre cuando muera, pasaran a la tierra al descomponerse en elementos minerales que las plantas podrán utilizar de nueva cuenta. Dado que el aprovechamiento en cada una de estas etapas es como máximo el 10% de la anterior, las cadenas alimentarias son por necesidad cortas y se reducen a cuatro o cinco eslabones. En la naturaleza las cadenas alimentarias no son simples series longitudinales, sino que se presenta toda una serie de diversas interacciones y cruces entre las distintas cadenas, resultando que en realidad se parece, mas a una red o malla, estas redes pueden estudiarse individualmente para cada ecosistema, y en éstas, más que especies concretas, se identifican grupos de animales, en los cuales, una u otra especie desempeña un mismo papel.

La energía que las plantas absorben del sol, se va transmitiendo hacia los componentes de los niveles superiores de la pirámide ecológica, concentrándose de esta manera; lo anterior provoca que la cantidad de organismos de cada nivel se vaya reduciendo al subir por la pirámide.

Una típica red trófica, es por ejemplo un bosque templado, la cual estaría conformada por presas y depredadores de varios niveles, así un depredador de primer nivel como el erizo, que se alimenta de caracoles, lombrices, insectos y pequeños reptiles, a este individuo le darán caza los zorros, los búhos, así como algunas águilas, pero estos depredadores del segundo nivel son también a su vez, presa de un súper depredador como el hombre (cazador), pero existen también otros depredadores de este tipo que cazan a otros de primer nivel: por ejemplo: una culebra captura además de aves que se alimentan de granos, ranas y mamíferos pequeños como las musarañas, las cuales se alimentan de insectos y pequeños vertebrados, sin embargo este depredador de segundo nivel no ataca al erizo

común, el cual si era víctima de otros animales de este nivel trófico; como se puede observar el cúmulo de interacciones resumidas aquí de una manera sencilla, son en realidad bastante complejas.

Una pirámide ecológica, nos muestra la pérdida progresiva de energía en cada uno de sus niveles tróficos; la base se encuentra formada por los productores primarios y la parte superior la ocupan los superdepredadores. Entre la base y la cumbre se encuentra una cantidad de niveles que puede variar, y cada uno de estos niveles alberga a una cantidad menor de individuos ya que al pasar de un nivel a otro superior, una parte de la energía se pierde. Es así, que de este modo, las poblaciones de depredadores son menores que las de sus presas, pues por ejemplo, si existieran mas coyotes que conejos, los coyotes morirían de inanición al faltarles el alimento.

En los sistemas alterados por el ser humano, dicha pirámide ecológica puede sufrir grandes modificaciones, sobre todo en cuanto a la composición de su fauna, pues al limitar uno de los niveles tróficos produce una restricción a todos los demás. Supongamos, por ejemplo, el bioma de la estepa, en la cual se cultivan grandes extensiones de cereales por todo el planeta; el hombre ha estado eliminado de manera paulatina prácticamente a todos los productores primarios, dejando solo las gramíneas que le interesan (trigo, cebada, maíz), este monocultivo, deja un espectro bastante pobre en la flora, reduciéndola, aparte de las especies cultivadas, a algunas herbáceas y arbustos. La fauna puede quedar limitada prácticamente a las aves, con escasos representantes de otros grupos de vertebrados como algunos roedores, y mamíferos depredadores ocasionales, procedentes de otros ecosistemas, así como algunas especies de insectos pero que a menudo se encuentran reproduciéndose masivamente hasta formar una plaga. Las palomas, perdices, pájaros, serán algunas de las especies orníticas que se situaran en el nivel inferior de los consumidores. Las, lechuzas, alcotanes, aguiluchos y algunas otras aves de presa formaran el gran ejercito de los depredadores, y por encima de todos ellos un superdepredador, el halcón peregrino.

#### Productores primarios.

En el sol, el cual se encuentra a 153 millones de kilómetros de distancia de la tierra, se produce la fusión de hidrogeno en helio, liberando tremendas cantidades de energía; una pequeña porción de ésta energía, llega al planeta en forma de ondas electromagnéticas, de esta energía que arriba al planeta, una parte es reflejada por la atmósfera, las nubes y la superficie terrestre. Así mismo una cantidad mayor es absorbida como calor por la corteza terrestre y la atmósfera, quedando apenas aproximadamente el 1.0% para que se desarrolle la vida en nuestro planeta. De este porcentaje, los vegetales absorben casi el 3.0%. Por lo tanto como ya se menciono con anterioridad la vida sobre el planeta se encuentra soportada por menos del 0.03% de la energía que arriba del sol.

La producción es un aspecto dinámico del ecosistema que ha adquirido una gran importancia en la ecología, y se refiere al uso que hacen los seres vivos de la energía radiante procedente del sol, los productores primarios son los organismos que hacen entrar la energía en los ecosistemas. Los principales productores primarios son las plantas verdes terrestres y acuáticas, incluidas las algas, y algunas bacterias, y se encuentran formando el 99,9% en peso de los seres vivos de la biósfera.

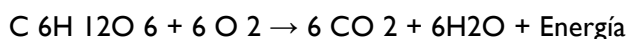
Los organismos fotosintetizadores, son los únicos individuos capaces de aprovechar la energía procedente del sol, y utilizan solamente una pequeña fracción del total que arriba a nuestro planeta, algo menos del 1%, que es la porción correspondiente a la parte visible de la luz. En la biosfera tiene lugar un flujo constante de energía, la cual recorre diversas etapas con magnitudes variables, la producción primaria corresponde a la etapa de mayor magnitud, y se encuentra localizada en la base

de todos los demás niveles de utilización de la energía en el ecosistema. La fotosíntesis es la reacción más importante de la naturaleza, y en ella se basa la obtención de energía para todos los seres vivos, es una reacción de tipo endotérmica que transforma compuestos pobres en energía, en otros ricos en ella, para que esta reacción se lleve a cabo, se requiere la presencia de una sustancia fotosensible al espectro de la luz visible, llamada clorofila, la cual se encuentra en el interior de los cloroplastos de los vegetales. La fotosíntesis es el proceso por el que se capta la energía luminosa que procede del sol y se convierte en energía química, con esta energía el CO<sub>2</sub>, el agua, y los nitratos que las plantas absorben, reaccionan sintetizando las moléculas de carbohidratos (glucosa, almidón, celulosa, etc.), lípidos (aceites, vitaminas, etc.), proteínas y ácidos nucleicos (ADN y ARN) que forman las estructuras vivas de la planta.

Las plantas crecen y se desarrollan gracias a la fotosíntesis, pero respiran en los periodos en los que no pueden obtener energía por fotosíntesis porque no hay luz o porque tienen que mantener los estomas cerrados. En la respiración se oxidan las moléculas orgánicas con oxígeno del aire para obtener la energía necesaria para los procesos vitales, en el proceso de respiración se consume O<sub>2</sub> y se desprende CO<sub>2</sub> y agua, por lo que, en cierta forma, es lo contrario de la Fotosíntesis que toma CO<sub>2</sub> y agua desprendiendo O<sub>2</sub>. La fotosíntesis se produce en los cloroplastos de los vegetales verdes y su reacción



durante la fase luminosa y utilizada para regenerar moléculas de ATP (trifosfato de adenosina) y NADPH (dinucleótido fosfato de nicotinamida adenina reducido). En una segunda fase la energía química contenida en el ATP y el NADPH es utilizada para reducir moléculas de CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono) hasta gliceraldehído, a partir del cual, se sintetizan las distintas moléculas orgánicas, principalmente glucosa. Con la glucosa se forma almidón, celulosa y otros carbohidratos esenciales en la constitución de las plantas. La respiración se realiza en las mitocondrias de las células con una reacción global de la siguiente manera:



La energía desprendida en esta reacción queda almacenada en ATP y NADPH que la célula puede utilizar para cualquier proceso en el que necesite energía.

La temperatura es un factor muy importante para que pueda llegar a tener lugar el proceso fotosintético, ya que al igual que muchas otras reacciones químicas, es posible solo entre límites muy estrechos, de 0° C a 50° C, aunque la temperatura óptima es la que se encuentra entre valores de 20° C y 30° C. La producción primaria depende así mismo de los nutrientes que se encuentran a disposición de la planta, y será mayor, por ejemplo, en aquellas plantas que crecen en suelos ricos, que en otras que, por el contrario, lo hacen sobre terrenos empobrecidos.

Cuando se habla de producción de un ecosistema, se hace referencia, a la cantidad de energía que ese ecosistema es capaz de aprovechar, una pradera húmeda y templada, por ejemplo, es capaz de convertir más energía luminosa en biomasa, que un desierto y por tanto, su producción es mayor.

La producción primaria bruta de un ecosistema, es la energía total fijada por fotosíntesis por las plantas; la producción primaria neta, es la energía fijada por fotosíntesis menos la energía empleada en la respiración, es decir la producción primaria bruta menos la respiración.

Cuando la producción primaria neta es positiva, la biomasa de las plantas del ecosistema va aumentando, es lo que sucede, por ejemplo, en un bosque joven en el que los árboles van creciendo y aumentando su número; cuando el bosque ha envejecido sigue haciendo fotosíntesis pero toda la energía que recoge la emplea en la respiración, la producción neta se hace cero y la masa de vegetales del bosque ya no aumenta.

	<b>Producción anual (entre bruta y neta) (gC/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Extensión (106 km<sup>2</sup>)</b>	<b>Producción anual (106 ton C)</b>
Bosques	400	41	16 400
Cultivos	350	15	5250
Estepas y pastos	200	30	6000
Desiertos	50	40	2000
Rocas, hielos, ciudades	0	22	0
Tierras		148	29 650
Océanos	100	361	36 100
Aguas continentales	100	1.9	190
Aguas		362.9	36 290
<b>Total</b>			<b>65940</b>

En el concepto de eficiencia, no interesa sólo la cantidad total de energía asimilada por el ecosistema en energía química, sino, cual es la proporción del total de energía luminosa que le llega al ecosistema, llamamos eficiencia de la producción primaria, al cociente entre la energía fijada por la producción primaria, y la energía de la luz solar que llega a ese ecosistema, es decir, la eficiencia del sistema, viene dada por la proporción entre salidas y entradas de nutrientes y energía consumida para producir una determinada cantidad de materia final.

El proceso de fotosíntesis podría llegar a tener una eficiencia teórica, de hasta un 9% de la radiación que llega a la superficie, sobre las plantas, es decir, un 2% de la energía que llega a la parte alta de la atmósfera, pero nunca se han medido en la realidad, valores tan altos. El valor máximo observado, en un caso muy especial de una planta tropical con valores de iluminación muy altos, ha sido de un 4,5% de la radiación total que llegaba a la planta, eficiencias "normales", en plena estación de crecimiento, con buenas condiciones de humedad, temperatura, etc., son

	<b>Eficiencia de la Producción primaria bruta</b>	<b>% dedicado a Respiración</b>
Comunidades de fitoplancton	Menor que 0.5%	10 – 40%
Plantas acuáticas enraizadas y algas de poca profundidad	Mayor que 0.5%	
Bosques	2 - 3.5%	50 – 75%
Praderas y comunidades herbáceas	1 – 2%	40 – 50%
Cosechas	Menor a 1.5%	40 – 50%

Se puede decir, en resumen, que en plena estación de crecimiento y con las condiciones que hemos dicho, eficiencias muy normales son del 1% de la energía que llega a las plantas, o lo que es lo mismo del 0.2% de la energía total que llega a la parte alta de la atmósfera.

Algunas plantas están bien adaptadas al uso de luz difusa y de relativamente baja intensidad y son mediocres usando luz de alta intensidad, por ejemplo, como la del mediodía. La explicación más probable de por qué no usan mejor la luz que reciben, es decir, con más eficiencia, es que su actividad se encuentra limitada por la escasez de elementos químicos y no tanto por la luz. Por consiguiente en el proceso evolutivo no ha sido necesitado desarrollar mecanismos de fotosíntesis más eficientes.

El carbono (C), el nitrógeno (N), y el fósforo (P), entre otros, son los elementos que las plantas necesitan. La producción depende siempre del más escaso de esos elementos: el llamado factor limitante, normalmente suele ser el fósforo, aunque a veces lo es el nitrógeno. Al analizar la productividad en los ecosistemas, resulta muy interesante el cociente productividad neta / biomasa; así, por ejemplo, en una población de algas en la que cada alga se dividiera en dos iguales cada 24 horas, ese cociente sería de 1.0 lo que nos daría una eficiencia del 100%, por lo tanto, significa que cada gramo de algas dobla su peso en 24 horas.

La relación productividad / biomasa es muy alta en el plancton marino, puede ser cercana al 100% diario, esto quiere decir, que la población se renueva con gran rapidez, lo que significa que pueden llegar a tener tasas de renovación de hasta un día. En la vegetación terrestre, el valor suele estar entre un 2 y un 100% anual lo que significa tasas de renovación de entre 1 y 50 años. Aunque la productividad de comunidades tan sencillas como la de las algas se renueva con gran rapidez y llega alcanzar una productividad muy elevada; en una planta herbácea como el trébol disminuye, y en un bosque frío es aproximadamente de un 2% anual.

La producción de las plantas superiores, presenta problemas muy difíciles en cuanto a la manera de calcularla, pues comprende tanto raíces y tubérculos como los frutos, hojas, así como también la hojarasca, que resulta de la llegada de la estación fría. Aunque la productividad de comunidades sencillas, como algas, es mucho más elevada que la de poblaciones maduras, por ejemplo los bosques, la producción primaria de los ecosistemas terrestres, que ocupan una superficie mucho mayor que la de las aguas marinas y continentales, es equiparable a la suya en una proporción de 9:1

#### Productores secundarios

Como ya se menciona con anterioridad, las plantas son organismos que recogen la energía procedente del sol y la transforman en materia orgánica que ellas utilizan, es decir, son organismos autótrofos (producen su propio alimento), además, esta materia orgánica queda a disposición de otros organismos, los heterótrofos, que son incapaces de sintetizarla. Por lo tanto, la energía fluye del sol hasta los animales, pasando por las plantas, siendo lo anterior el aspecto dinámico de la producción en los ecosistemas.

Existen dos principales características las cuales condicionan este flujo de energía: la primera consiste en que la energía sigue un camino unidireccional, desde el sol hasta los consumidores finales; la segunda consiste, en que la energía disminuye de manera progresiva según aumenta el nivel trófico, es decir, en cada etapa; por ejemplo, en el paso de la hierba hacia la vaca se pierde energía debido a los residuos del propio metabolismo del organismo productor.

Tras la fase final de este flujo de energía, la producción primaria de materia orgánica a cargo de las plantas, los organismos heterótrofos continúan su producción de materia a expensas de la que toman ya elaborada: esto es, la producción secundaria, y cada uno de los pasos constituye el alimento para los seres que vienen detrás. La hierba es el alimento de la gacela, la cual da de comer al leopardo, de cuyos restos se nutrirá el buitre.

La materia orgánica, ya sea en forma de una hoja, fruto, pez o bien un pedazo de músculo de un herbívoro grande, es un alimento. La cantidad de energía que se encuentra en la materia viva es altamente uniforme, presenta valores muy cercanos a una media que se cumple para todos los organismos, las diferencias en el valor nutritivo de uno u otro, se encuentran en la diferente proporción de sus componentes así como en el valor fisiológico final, es decir, el grado de utilización que el propio organismo pueda hacer de ellos. El contenido energético no es la principal característica de un alimento, sino, que otros componentes (proteínas, elementos químicos, vitaminas) desempeñan un importante papel y en ocasiones los vuelve insustituibles; la ausencia de cualquiera de ellos suele provocar enfermedades en los organismos. Para sintetizar materia orgánica, los animales no solo requieren disponer de otra ya elaborada (la que producen las plantas), sino que requieren así mismo, sustancias inorgánicas, como son los elementos químicos que se presentan en forma de minerales, por ejemplo, muchos animales buscan la sal que aflora en determinados lugares y también aprovechan la que encuentran en otros organismos.

La biodiversidad de las especies actuales ha sido originada por el proceso evolutivo, y a dado lugar también, a dietas muy diversas como resultado de la adaptación de los organismos a las distintas condiciones del medio y, a las fuentes disponibles de alimento, la dieta equilibrada y natural es el resultado de un largo proceso de evolución y, posibles desajustes, provocan alteraciones a las que no siempre puede hacer frente el organismo.

La eficiencia de un sistema productor secundario es más difícil de calcular que la de uno primario, pues los factores que intervienen en ella, son varios, así como también es mayor la variabilidad en cuanto al modo de obtención de la energía. Además de tener en cuenta el alimento ingerido y el asimilado, se debe considerar la energía gastada en el metabolismo, el crecimiento, la reproducción, y la energía pérdida en la forma de excreciones y desechos.

El metabolismo, es un factor importante que condiciona la cantidad de alimento que ingerirá el animal, es así, que las especies que presentan un metabolismo basal (el necesario para mantener con vida al animal) muy elevado tienen que comer más cantidad, que las que lo tienen bajo. La cantidad de biomasa generada por los productores secundarios es variable según los ecosistemas y las especies implicadas aunque en general puede afirmarse que en los medios marinos es solo algo inferior a la obtenida gracias a la actividad desarrollada por los productores primarios.

En tierra firme la situación es distinta, el índice de aprovechamiento se sitúa por término medio en el 1.0%. Los animales solo consumen una parte muy pequeña del alimento vegetal disponible, así en un bosque, los ratones únicamente comen el 2.0% de la biomasa vegetal disponible y los venados apenas llegan al 5.0%.

Los productores secundarios del ecosistema son todo el conjunto de animales, y detritívoros (descomponedores) que se alimentan de los organismos fotosintéticos (vegetales). Los animales herbívoros se alimentan de manera directa de las plantas, pero los diferentes niveles de carnívoros y los detritívoros también reciben la energía indirectamente de las plantas, a través de la cadena trófica.



Los animales obtienen la energía para su metabolismo, de la oxidación de los alimentos (respiración), pero no todo lo que comen acaba siendo oxidado, parte se desecha en las heces o en la orina, otra parte se difunde en forma de calor, la repartición de energía en un animal se da mediante un proceso.

Así, por ejemplo, una ardilla se alimenta de piñones, que son la energía bruta que introduce en su sistema digestivo, pero deja como residuos todo el resto de la piña (energía no utilizada), de los piñones que ha comido, una parte se elimina en las heces y sólo los nutrientes digeribles pasan a la sangre, para ser distribuidos entre las células, de esta energía, parte se elimina en la orina y sólo el resto se utiliza para el metabolismo, parte de la energía metabólica es usada para mantener su organismo vivo y activo y parte (producción secundaria neta) para crecer o reproducirse; es decir, los animales herbívoros, transforman parte de la energía solar acumulada en la hierba, en proteínas (producción secundaria) y el resto lo utilizan para su propio funcionamiento; en cambio los animales con un metabolismo muy elevado, por ejemplo los insectos, acumulan un porcentaje reducido de la energía que consumen, sin embargo, su elevado número les convierte en una presa codiciada. En cambio los grandes depredadores como leones, pumas, leopardo, etc., procuran gastar el mínimo de energía y reservarla para la búsqueda y captura de la presa, que acumula en si los nutrientes de cada uno de los niveles de la pirámide ecológica.

El ser humano, intenta en la cría selectiva de su ganado, que éste transforme la mayor cantidad posible de pasto en carne, con lo que incrementa la productividad, pero esto se da con un detrimento de otras características del animal. Como ya vimos, la mayor parte de la energía solar absorbida se utiliza en el mantenimiento o bien se pierde a través de las heces, sólo una pequeña parte se convierte en producción secundaria (aumento de peso del animal o nuevas crías). Sólo una fracción insignificante de la energía puesta en juego en la biosfera circula por las estructuras más complejas de la vida, las de los animales superiores. Es por este motivo, que las biomásas de los niveles tróficos decrecen rápidamente a medida que aumenta el nivel; así, por ejemplo, con 8 toneladas de hierba se alimenta una tonelada de vacas, y con una tonelada de vacas se alimenta una persona de unos 48 kg.

En ecosistemas acuáticos, cuando la diferencia de tasa de renovación entre dos niveles tróficos sucesivos es muy grande, no se produce esta reducción de la biomasa; así sucede en algunos sistemas planctónicos en los que la masa de fitoplancton se puede duplicar en 24 horas y 1 kg de fitoplancton puede alimentar a más de 1 Kg de zooplancton.

Por ejemplo, las ballenas, para poder satisfacer sus necesidades de energía, aprovechan los recursos tróficos de los niveles inferiores de la pirámide ecológica: el plancton animal y vegetal. Dentro del grupo de los productores secundarios, además de los animales grandes y longevos (de larga vida), está el grupo de los detritívoros o descomponedores, formado fundamentalmente por los hongos y las bacterias. Son de tamaño muy pequeño, pero están en todas partes, con poblaciones que se multiplican y se desvanecen con rapidez.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de la energía son despilfarradores y aprovechan poco la energía: su eficiencia es pequeña.

Los descomponedores tienen gran importancia en la asimilación de los restos del resto de la red trófica (hojarasca que se pudre en el suelo, cadáveres, etc.), son agentes necesarios para el retorno de los elementos, que si no fuera por ellos, se irían quedando acumulados en cadáveres y restos orgánicos sin volver a las estructuras vivas, gracias a su actividad se cierran los ciclos de los elementos.

En los ecosistemas acuáticos abundan las bacterias, y los hongos, estos son muy importantes en la biología del suelo; su biomasa supera frecuentemente la de los animales del ecosistema. La biomasa bacteriana de los ecosistemas terrestres está comprendida habitualmente entre 0.2 y 15 g C/m<sup>2</sup> (la de los animales raramente sobrepasa 2 g C/m<sup>2</sup>), y en los ecosistemas acuáticos oscila entre 0.1 y 10 g C/m<sup>2</sup>.

Actividad

1. ¿Cómo se forma una red de alimentación?

---

---

2. Describe una cadena alimentaria de tres eslabones

---

3. En una pirámide trófica qué tipo de organismos ocupan el segundo nivel trófico

---

4. ¿Cómo entra la energía a un ecosistema? \_\_\_\_\_

5. ¿Por qué en un ecosistema las poblaciones de un nivel trófico superior son menores que la de uno inferior?

---

---

6. ¿Por qué es importante el proceso de fotosíntesis en la ecología?

---

---

7. ¿Qué es un organismo heterótrofo?

---

---

8. ¿Cuál es el proceso que ha dado origen a la gran biodiversidad de organismos?

---

9. ¿Qué tipo de organismos integran a los productores secundarios del ecosistema?

---

---

10. ¿Qué tipo de organismos están constituyendo el grupo de los detritívoros o Descomponedores? \_\_\_\_\_

### 3.2.- Flujo de energía en el ecosistema.

En el planeta tierra, casi toda la vida se encuentra impulsada por la energía solar, desde un conejo, hasta el transporte activo de moléculas a través de la membrana celular; cada vez que se utiliza esta energía, una parte de ella se pierde en forma de calor, sin embargo, aunque la energía solar se encuentra bombardeando de manera continua el planeta y, a la vez se pierde continuamente como calor, los nutrientes permanecen, podrán cambiar de forma y manera de distribución, pero no salen del ecosistema, y se encuentran reciclándose de manera continua.

Existen dos leyes básicas inherentes en la función del ecosistema; primero, la energía se mueve a lo largo de los ecosistemas en una sola dirección, en un flujo continuo; la energía necesita llegar constantemente de una fuente externa: el sol. Segundo, en contraste con la energía, los nutrientes pasan por ciclos constantes y, se reciclan en un flujo circular dentro de los ecosistemas: estas dos leyes originan interacciones complejas en las comunidades vivas.

Como ya conocemos, la fotosíntesis capta la energía que se libera por la respiración celular y se usa para construir las complejas moléculas de la vida. También sabemos de algunas de las formas complejas en las cuales los organismos interactúan en comunidades ecológicas, y en este tema relacionaremos algunos de estos principios básicos con la forma de trabajar de los ecosistemas.

Como se menciona con anterioridad, la energía captada por los organismos fotosintéticos se le denomina productividad primaria, cuando en el sol se están fusionando hidrogeno en helio.

Los organismos se encuentran ocupando diferentes niveles tróficos de acuerdo a la forma en que adquieren energía, los seres vivos pueden dividirse en categorías de acuerdo con su función en el flujo de energía en las comunidades, la energía fluye a lo largo de las comunidades de los productores fotosintéticos, hacia varios niveles de consumidores; cada categoría de organismos recibe el nombre de nivel trófico (del vocablo griego alimenticio).

Los productores, desde árboles hasta cianobacterias se constituyen en el primer nivel trófico, y obtienen su energía de manera directa de la luz solar; los consumidores forman varios niveles tróficos, y algunos incluso cambian de nivel trófico al alimentarse de organismos de niveles diferentes, por ejemplo, las palomas, que pueden alimentarse de semillas o bien de insectos.

Existen algunos consumidores que se alimentan exclusivamente de productores, los cuales son la fuente de energía viva más abundante en el planeta, estos organismos son los llamados herbívoros, y van desde los grillos hasta las jirafas, se llaman consumidores primarios y están formando el segundo nivel trófico.

Los carnívoros como las arañas, lobos, halcones, comen carne, principalmente de herbívoros y se denominan consumidores secundarios, estos están formando el tercer nivel trófico. Existen algunos carnívoros que algunas veces se comen a otros carnívoros y, cuando esto sucede constituyen el cuarto nivel trófico, denominada el de los consumidores terciarios. Dependiendo de la naturaleza de su presa, los carnívoros también pueden ser consumidores cuaternarios, con lo que ocuparían el quinto nivel trófico.

Para ilustrar quien se alimenta de quien dentro del ecosistema, los ecólogos de manera frecuente identifican a un representante de cada nivel trófico, que se come al representante del nivel inferior; esta relación lineal se denomina cadena alimentaria, por lo que los diferentes sistemas presentan cadenas alimentarias radicalmente distintas.

Las comunidades naturales, rara vez contienen grupos bien definidos de consumidores primarios, secundarios y terciarios, una red alimentaria muestra las muchas cadenas alimentarias que se conectan a un ecosistema, describiendo las relaciones alimentarias reales dentro de una comunidad específica, de manera mucho más precisa que una cadena, algunos animales como, los mapaches, osos, ratas, humanos, son omnívoros (del latín que come de todo) y actúan en distintos momentos como consumidores primarios, secundarios y, a veces, terciarios.

Muchos carnívoros comerán herbívoros o bien a otros carnívoros, por ejemplo, el búho será un consumidor secundario cuando se come un ratón, pero es un consumidor terciario cuando se come una musaraña que se alimenta de insectos; si una musaraña se comiera un insecto carnívoro, sería un consumidor terciario y el búho que se alimentara de ella sería entonces, un consumidor cuaternario. Cuando una planta carnívora, como el atrapamoscas, digiere una araña, inesperadamente puede fungir como productor y como consumidor secundario a la vez.

Entre los ramales más importantes en la red alimentaria, se encuentran los alimentadores y descomponedores de detritos. Los alimentadores de detritos son un ejército de animales pequeños, que con frecuencia pasan desapercibidos, además de protistas que viven de los desechos de la vida, tales como: exoesqueletos fundidos, hojas caídas, desperdicios y cadáveres. La red de alimentadores de detritos es extremadamente compleja e incluye lombrices de tierra, garrapatas, protistas, ciempiés, algunos insectos, crustáceos, gusanos nematodos e incluso, algunos vertebrados grandes, como los buitres. Estos organismos consumen materia orgánica muerta, extraen parte de la energía almacenada en ella y la excretan en un estado más descompuesto, sus productos excretorios sirven como alimento para otros alimentadores y descomponedores de detritos, hasta que se ha utilizado casi toda la energía almacenada.

Los descomponedores son básicamente, hongos y bacterias que digieren alimento fuera de su cuerpo, absorben los nutrientes que necesitan y liberan los nutrientes restantes. Por medio de las actividades de los alimentadores y descomponedores de detritos, los cuerpos y desechos de los organismos vivos, se reducen a moléculas simples, como bióxido de carbono, agua, minerales y moléculas orgánicas, que regresan a la atmósfera, suelo y agua. Al liberar los nutrientes para su nuevo uso, los alimentadores y descomponedores de detritos forman un enlace vital en los ciclos de nutrientes de los ecosistemas, en algunos ecosistemas como los bosque caducos, más energía pasa por los alimentadores y descomponedores de detritos, que por los consumidores primarios, secundarios y terciarios, aunque poco evidente, esta parte de la red alimentaria es absolutamente esencial para la vida en la tierra, si los alimentadores y descomponedores de detritos desaparecieran de repente, poco a poco las comunidades estarían colmadas de desechos acumulados y de cuerpos muertos; no sería posible que los nutrientes almacenados en estos cuerpos, enriquecieran el suelo, sin estos nutrientes, la calidad del suelo empeoraría hasta que ya no sería posible sostener la vida vegetal; con la eliminación de las plantas, la energía dejaría de entrar en la comunidad y los niveles tróficos más altos también desaparecerían.

Como ya sabemos, la energía fluye a lo largo de los niveles tróficos, y conocemos una ley básica de la termodinámica que indica, que el uso de la energía nunca es completamente eficiente, por ejemplo,

cuando usamos el automóvil, este convierte la energía almacenada en la gasolina, en la energía del movimiento, alrededor del 75% se pierde de inmediato en forma de calor; lo mismo pasa en los sistemas vivos, la división de los enlaces químicos del trifosfato de adenosina (ATP) para impulsar una contracción muscular, también produce calor como un producto secundario, como lo ha comprobado, cualquiera que haya hecho ejercicio vigoroso.

La germinación de una semilla y las sacudidas de la cola de un espermatozoide también producen cantidades pequeñas de calor de deshecho.

La transferencia de energía de un nivel trófico al siguiente, también es poco eficiente, cuando un gusano (consumidor primario) come hojas de una planta de tomate (productor), solo una parte de la energía solar de la planta, se encuentra a disposición del insecto, parte de la energía fue usada por la planta para crecer y conservar la vida, otra parte fue convertida en enlaces químicos de moléculas, como celulosa, que el gusano no puede descomponer, y parte permanece en la planta, por lo tanto, solo una fracción de la energía captada por el primer nivel trófico está disponible para los organismos del segundo nivel trófico; a su vez, parte de la energía consumida por el gusano se usa para permitir que se arrastre y mueva las partes bucales, parte se usa para construir el exoesqueleto

Los descomponedores son básicamente, hongos y bacterias que digieren alimento fuera de su cuerpo, absorben los nutrientes que necesitan y liberan los nutrientes restantes.

Por medio de las actividades de los alimentadores y descomponedores de detritos, los cuerpos y desechos de los organismos vivos, se reducen a moléculas simples, como bióxido de carbono, agua, minerales y moléculas orgánicas, que regresan a la atmósfera, suelo y agua. Al liberar los nutrientes para su nuevo uso, los alimentadores y descomponedores de detritos forman un enlace vital en los ciclos de nutrientes de los ecosistemas, en algunos ecosistemas como los bosque caducos, mas energía pasa por los alimentadores y descomponedores de detritos, que por los consumidores primarios, secundarios y terciarios, aunque poco evidente, esta parte de la red alimentaria es absolutamente esencial para la vida en la tierra, si los alimentadores y descomponedores de detritos desaparecieran de repente, poco a poco las comunidades estarían colmadas de desechos acumulados y de cuerpos muertos; no sería posible que los nutrientes almacenados en estos cuerpos, enriquecieran el suelo, sin estos nutrientes, la calidad del suelo empeoraría hasta que ya no sería posible sostener la vida vegetal; con la eliminación de las plantas, la energía dejaría de entrar en la comunidad y los niveles tróficos más altos también desaparecerían.

Como ya sabemos, la energía fluye a lo largo de los niveles tróficos, y conocemos una ley básica de la termodinámica que indica, que el uso de la energía nunca es completamente eficiente, por ejemplo, cuando usamos el automóvil, este convierte la energía almacenada en la gasolina, en la energía del movimiento, alrededor del 75% se pierde de inmediato en forma de calor; lo mismo pasa en los sistemas vivos, la división de los enlaces químicos del trifosfato de adenosina (ATP) para impulsar una contracción muscular, también produce calor como un producto secundario, como lo ha comprobado, cualquiera que haya hecho ejercicio vigoroso.

La germinación de una semilla y las sacudidas de la cola de un espermatozoide también producen cantidades pequeñas de calor de desecho.

La transferencia de energía de un nivel trófico al siguiente, también es poco eficiente, cuando un gusano (consumidor primario) come hojas de una planta de tomate (productor), solo una parte de la

energía solar de la planta, se encuentra a disposición del insecto, parte de la energía fue usada por la planta para crecer y conservar la vida, otra parte fue convertida en enlaces químicos de moléculas, como celulosa, que el gusano no puede descomponer, y parte permanece en la planta, por lo tanto, solo una fracción de la energía captada por el primer nivel trófico está disponible para los organismos del segundo nivel trófico; a su vez, parte de la energía consumida por el gusano se usa para permitir que se arrastre y mueva las partes bucales, parte se usa para construir el exoesqueleto indigerible y una gran parte se libera como calor. No toda esta energía estará disponible para un pájaro ubicado en el tercer nivel trófico, que se alimenta del gusano, el ave pierde energía como calor corporal, usa más durante el vuelo y convierte una cantidad considerable en plumas, pico y huesos indigeribles. Toda esta energía, no estará disponible para el halcón que la atrapa.

Este modelo simplificado de flujo de energía, a lo largo de los niveles tróficos en un ecosistema, muestra la pérdida de energía durante su transferencia entre los niveles tróficos en una comunidad, como se muestra en la figura anterior donde el ancho de las flechas es proporcional a la cantidad de energía transferida o perdida. Al llevar a cabo estudios de varios ecosistemas, los resultados indican que la transferencia de energía neta entre los diferentes niveles tróficos, presenta una baja eficiencia, de cerca del 10 %, esto aun cuando los distintos ecosistemas presenten una variación importante.

Esto significa que, en general, la energía almacenada en los consumidores primarios (herbívoros) solo es aproximadamente el 10% de la energía almacenada en los cuerpos de los productores. A su vez, los cuerpos de los consumidores secundarios tienen básicamente 10% de la energía almacenada en los consumidores primarios.

En otras palabras, por cada 100 calorías de energía solar captadas por los pastos, solo 10 calorías se convierten en herbívoros y solo una en carnívoros. Esta transferencia poco eficiente se llama la “ley del 10 por ciento”. En una pirámide de energía, la base muestra la cantidad máxima de energía, esta energía disminuye uniformemente sus cantidades al subir a niveles más altos, es decir nos muestra las relaciones de energía entre los niveles tróficos de manera gráfica.

En algunas ocasiones, los ecólogos usan la biomasa para medir la energía almacenada en cada nivel trófico, como la masa seca de los cuerpos de los organismos en cada nivel trófico, es proporcional a la cantidad de energía almacenada en ellos, la pirámide de biomasa para un ecosistema específico tiene por lo general la misma forma que su pirámide de energía.

Lo anterior es importante para los ecosistemas por la siguiente razón, si caminamos por un ecosistema que no ha sido alterado, nos daremos cuenta, que los organismos que más abundan son las plantas, que como ya sabemos, tienen la mayor energía disponible porque la obtienen directamente de la luz solar. Los animales más abundantes serán los que se alimenten de plantas (herbívoros) y los carnívoros serán siempre, relativamente raros.

Para el ser humano, la ineficiencia de la transferencia de energía también tiene consecuencias importantes para la producción de alimentos, cuanto más bajo sea el nivel trófico que estemos usando, más energía alimentaria tendremos a nuestra disposición, por lo tanto, es posible alimentar a una cantidad mucho mayor de personas con granos que con carne. Un efecto secundario negativo de la ineficiencia de la transferencia de energía, junto con la producción y liberación humana de sustancias químicas tóxicas, es el fenómeno de la ampliación biológica, el cual consiste en la concentración de algunas sustancias tóxicas persistentes en los cuerpos de los carnívoros (incluyendo al hombre), como se describe a continuación.

La ampliación biológica sucede cuando las sustancias tóxicas pasan a través de los diferentes niveles tróficos, por ejemplo, en la década de 1940, existía un insecticida muy poderoso denominado dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) el cual presentaba propiedades que parecían ser casi milagrosas; en las regiones tropicales, se salvaron millones de vidas al eliminar los mosquitos que transmitían la enfermedad llamada malaria. Como resultado de la destrucción de los insectos plaga de las cosechas, se incremento la producción de alimentos y se salvaron millones de personas de morir de hambre. El DDT es un producto de larga duración, por lo que una sola aplicación continúa sus efectos mortíferos.

El investigador que invento este producto recibió el premio Nobel y las personas esperaban vivir una nueva era libre de insectos plaga, sin embargo, no se dieron cuenta de que el uso indiscriminado de este insecticida estaba desenmarañando la compleja red de la vida, por ejemplo, a mediados de la década de 1950, la Organización Mundial de la Salud aplico DDT en la isla de Borneo con el objetivo de controlar la malaria; un gusano que se alimentaba de la paja de los tejados de las casas, casi no resultado afectado, mientras que la avispa depredadora que se alimentaba del gusano fue destruida, como resultado de esto, los techos de paja se cayeron comidos por los gusanos sin control, las lagartijas gecko, que se alimentaban de los gusanos envenenados, acumularon altas concentraciones de DDT en su cuerpo. Tanto las gecko como los gatos nativos de la isla que se comían a las lagartijas gecko, morían envenenados, cuando se eliminaron los gatos, exploto la población de ratas y la aldea se vio amenazada por un brote de peste, transmitida por las ratas sin control. El brote de peste se evito llevando gatos nuevos a las aldeas.

Por otra parte en los Estados Unidos, durante las décadas de 1950 y 1960, los biólogos investigadores de la vida silvestre observaron una reducción alarmante de poblaciones de aves depredadoras, en especial las que se alimentaban de peces, como águilas calvas, cuervos marinos y pelícanos cafés. Comúnmente estos depredadores de los aires nunca presentan poblaciones abundantes, por lo que la reducción llevo a algunos, como el pelicano café, al borde de la extinción.

Los sistemas acuáticos que soportan estas aves habían sido rociados con cantidades relativamente bajas de DDT para controlar a los insectos, los científicos se sorprendieron al encontrar altas concentraciones de DDT en los cuerpos de las aves depredadoras en cantidades de hasta un millón de veces la concentración presente en el agua. Este hallazgo llevo al descubrimiento de lo que hoy conocemos como ampliación biológica, siendo ésta, el proceso mediante el cual, las sustancias tóxicas se acumulan en concentraciones cada vez más altas en los niveles tróficos superiores. En 1973 se prohibió el DDT en los Estados Unidos, aunque se sigue usando en algunos países en desarrollo. En 1994, se retiro el águila calva de la lista de las especies en peligro de extinción El DDT y otras sustancias que presentan la característica de ampliación biológica tienen dos propiedades que las hacen sumamente peligrosas: la primera es, que no se descomponen fácilmente en sustancia inofensivas; y la segunda es, que son solubles en grasa, pero no en agua, por lo tanto, se acumulan en los cuerpos de los animales, especialmente en la grasa, en lugar de ser descompuestos y excretados en la orina líquida.

Como ya conocemos, la transferencia de energía de los niveles tróficos más bajos a los más altos es poco eficiente, los herbívoros deben comer grandes cantidades de material vegetal, el cual puede haber sido rociado con DDT, los carnívoros deben comer muchos herbívoros, etc.

Como el DDT no se excreta, el depredador acumula la sustancia de todas sus presas durante muchos años, por lo tanto, el DDT alcanza los niveles más altos en los depredadores de los aires, como las

aves depredadoras, donde interfiere con los depósitos de calcio en los cascarones de los huevos, imitando e interrumpiendo las funciones del estrógeno (hormona sexual natural).

En la actualidad existe una creciente preocupación por los efectos causados por varios compuestos clorados, químicamente relacionados con el DDT, los cuales también comparten las características de persistir, acumularse e interferir con las funciones normales de la hormona sexual; estas sustancias químicas, que incluyen compuestos como la dioxina y los bifenilos policlorados (PCB), son producidos por varios procesos industriales, las investigaciones han señalado a la región de los grandes lagos (ubicada entre Canadá y los Estados Unidos), que hasta hace poco presentaba niveles relativamente altos de estos compuestos clorados, en esta zona las poblaciones de nutrias de río, las cuales se alimentan de peces, se han reducido en forma drástica, y una variedad de aves que comen peces, incluyendo las recuperadas águilas calvas, producen crías deformes o huevos que nunca empollan.

A nivel experimental se utilizan cantidades minúsculas de dioxina, que suministradas a ratas preñadas origina disminución de espermatozoides y deformaciones genitales en sus crías machos. En el lago Apopka de Florida, recientemente se ha relacionado un derrame de sustancias químicas cloradas, incluyendo DDT en 1980, con una reducción del 90% en el índice de natalidad de los lagartos del lago.

Varias sustancias tóxicas se encuentran sujetas a ampliación biológica, como el mercurio y algunos compuestos radioactivos; en la década de 1960, el mercurio de la contaminación de los océanos alcanzó niveles tan altos en el pez espada, el cual es un depredador superior, que se prohibió la venta de su carne.

Comprender las características de la contaminación y la manera de cómo funcionan las redes alimentarias es crucial si deseamos prevenir tanto los peligros para la salud humana como una pérdida extensa de la vida silvestre.

Los humanos tenemos motivos poderosos de preocupación, porque con frecuencia nos alimentamos en un nivel alto de la cadena alimentaria, por ejemplo, cuando se come un sándwich de atún, seremos un consumidor terciario o incluso cuaternario, además, la larga duración de nuestra vida proporciona más tiempo para que se acumulen las sustancias en el cuerpo y lleguen a niveles tóxicos.

#### Actividad

1. ¿Cómo se mueve la energía a lo largo de un ecosistema?

---

---

2. ¿A qué se le llama organismos autótrofo?

---

---

3. Define productividad primaria neta

---

---

4. ¿Qué tipo de organismos constituyen el primer nivel trófico?

---



5. ¿De dónde obtienen energía los organismos productores? \_\_\_\_\_

6. ¿Qué tipo de organismos están formando el segundo nivel trófico? \_\_\_\_\_

7. ¿De qué nos sirve una cadena alimentaria?

---

---

---

8.Cuál es la función de los alimentadores de detritos en una red alimentaria

---

---

9.Cuál es la eficiencia en la transferencia de energía entre los niveles tróficos

---

10. Qué tipo de animales serán los más abundantes en un ecosistema que no ha sido alterado y por que

---

---

11. Explica el fenómeno de ampliación biológica

---

---

### 3.3.- Sinecología.

El estudio del ámbito de la ecología es tan amplio y complejo, como lo son la totalidad de los seres vivos y su medio ambiente, la ecología se apoya por lo tanto en el resto de las ciencias naturales, por lo que no debe de extrañarnos que tanto la geografía como la geología, la fisiología, la teología, la bioquímica, o la meteorología sean campos que en mayor o menor medida afecten a la ecología, por lo que los investigadores ecologistas deben de recurrir a los conocimientos de estas ciencias para poder llevar a cabo sus análisis.

En un principio, la ecología estuvo separada en una ecología de animales y otra de vegetales, esta ciencia ha ido recomponiéndose en el transcurso de los años, hasta llegar a la actual ecología de síntesis. La ecología actual trata de abstraer unos principios generales, que sean validos para todos los ecosistemas, esto a partir de los datos proporcionados por las diversas ramas científicas en las que se apoya, así como de los resultados de sus propias investigaciones.

Las interrelaciones entre los organismos y el medio en que viven pueden estudiarse partiendo de dos puntos: el estudio individualizado para cada especie y el más general, el de las relaciones mutuas. Cuando se estudia una determinada especie o bien otra entidad taxonómica, sus exigencias vitales o bien el modo en que ha adaptado a los factores del entorno en que vive, entonces se habla de autoecología, es decir estudia las relaciones de una especie con su medio ambiente.

Sin embargo, si el objeto de estudio son las relaciones que se establecen entre los diversos organismos ya sean animales o vegetales considerados como una comunidad que vive en un ambiente concreto, se trata entonces de sinecología.

Por ejemplo, cuando pasa el invierno, las lluvias de primavera dan origen a un pequeño estanque en el bosque, que tal vez solo dure unos pocos meses, pero aun así, este estanque se convierte en un ecosistema completo; sus componentes abióticos lo definen físicamente: la depresión del suelo contiene el agua, granos finos de limo, arcilla, hojas y ramas muertas dan forma al fondo y sobre todo el agua.

En un principio el componente biótico del ecosistema podrá consistir quizá solo de bacterias y hongos, pero pronto, el fondo estará lleno de organismos unicelulares, plantas acuáticas germinarán, y las ranas, salamandras e insectos depositarán sus huevos los cuales poblarán el agua después con sus larvas; los caracoles invadirán el lugar e incluso podrían llegar patos, con parásitos que infecten a los caracoles. Pronto, docenas de especies habitarán en el estanque. Aquí los individuos de cada una de las especies se encuentran constituyendo una población, aunque cada una tiene su propio estilo de vida, las poblaciones interactúan de tres maneras importantes.

Las poblaciones pueden competir con otras poblaciones por recursos limitados; una población puede rapiñar a otra, en algunos casos, dos especies pueden vivir juntas en una relación estrecha durante un largo tiempo, ya sea beneficiándose las dos especies o bien resultando alguna de las dos perjudicada.

Estos tres procesos de: competencia, conductas predatorias y simbiosis, forman la base de unacomunidad.

Como ya conocemos, las poblaciones en las comunidades se han desarrollado juntas, en un proceso denominado coevolución, durante este proceso, diferentes especies actúan como agentes mutuos de selección natural; los animales de presa, han desarrollado complejas defensas que les auxilian a sobrevivir, los herbívoros desarrollan sistemas digestivos especializados que les permiten digerir plantas. Al mismo tiempo las plantas crecen rápidamente o se defienden con medios químicos o físicos, tratando de mantenerse un paso adelante de sus depredadores. Toda la comunidad sobrevive por medio de un delicado equilibrio entre las poblaciones, que puede se ha destruido por la invasión de una nueva especie al ecosistema.

Nuestro estanque temporal pasa de manera rápida por una serie de etapas antes de llegar a su madurez a finales de verano, sin embargo el bosque que se encuentra rodeando al estanque, ha permanecido estable durante cientos de años; por lo general, las comunidades que se establecieron hace muchos años son complejas e independientes y están conformadas por poblaciones que interactúan y que se conservan de manera relativa constantes. No obstante, incluso estas comunidades presentan cambios graduales de largo plazo, en el caso del bosque, este cambio gradual pudo haber seguido a un incendio, o un terremoto. Durante este desarrollo, un tipo de comunidad da lugar a otra, en un proceso denominado sucesión, el cual finalmente origina como resultado una comunidad estable e independiente.

En cualquier ecosistema encontramos entonces poblaciones de todo tipo de especies. La ecología estudia la función que las distintas especies desempeñan en el ecosistema y los distintos tipos de relaciones que mantienen entre sí.

A las especies que de manera natural pertenecían al ecosistema se les llama especies nativas o autóctonas. Las especies inmigrantes son las que son introducidas ya sea de manera deliberada o accidentalmente en un ecosistema. La actividad humana ha acelerado la introducción de nuevas especies en los ecosistemas. Algunas veces, el resultado es de beneficio por ejemplo, para luchar contra una plaga, pero en otras, los resultados son muy perjudiciales, porque estas especies inmigrantes se convierten en plagas o eliminan a otras especies nativas. Como sucedió con la introducción del conejo en Australia o los gatos u otros mamíferos en muchas islas del Pacífico en las que han llevado a la extinción a varias especies de aves.

Las distintas poblaciones contienen diferentes especies de individuos, estas especies se clasifican de acuerdo al lugar donde habitan, en: generalistas y especialistas. Las especies generalistas, como el hombre, la rata, las moscas, etc. pueden vivir en muchos lugares diferentes, ingerir gran variedad de alimentos y toleran muy diferentes condiciones ambientales. Las especies especialistas sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas. Así, por ejemplo, el oso panda que se alimenta de hojas de bambú.

En muchas ocasiones las especies tienen que competir entre ellas para ocupar un lugar en el ecosistema. Las diferentes especies han ido adquiriendo, a lo largo de su evolución, una serie de características que les facilitan la competencia. Pero las "habilidades" que les ha convenido adquirir son muy distintas según sea el ambiente en el que deben habitar, son muy distintas las características que debe tener un ser vivo para adaptarse a un ambiente cambiante que a otro relativamente estable.

Por eso se distinguen dos grandes tipos de estrategias de supervivencia: la de la "r" y la de la "K".

Estas letras hacen referencia a la importancia relativa que tengan los parámetros "K" (densidad de saturación) y "r" (tasa de incremento) en sus ciclos de vida.

Como se mencionó en capítulos anteriores, las especies que siguen estrategia de tipo "r" suelen ser de tamaño pequeño o microscópicas, como bacterias, protozoos, plantas fugaces, animales pequeños, etc. Su población mantiene un crecimiento exponencial hasta desaparecer bruscamente cuando las condiciones cambian. Es lo que sucede, por ejemplo, cuando llueve y se forman charcos. Si la temperatura es adecuada la población de protozoos del charco crecerá rápidamente hasta que llegue un momento en el que el charco se seque o se termine el alimento y entonces la población disminuirá bruscamente.

Las especies con estrategia de supervivencia tipo "r" son típicas de lugares efímeros (de corta duración) como: charcas de lluvia, montones de tierra junto a madrigueras, rocas desnudas, desiertos, terrenos arados, etc. Son oportunistas o pioneras, ocupan áreas nuevas con facilidad y se extienden por ellas con rapidez. El papel que cumplen en los ecosistemas, es colonizarlos en las primeras etapas de su desarrollo y, para ello, suelen ser organismos que producen muchas unidades de dispersión (hasta millones y miles de millones de esporas o huevos). Pero no pueden tener éxito si la competencia es fuerte, frente a organismos con estrategia de supervivencia tipo "K".

El hombre favorece la dispersión de las especies oportunistas con sus viajes y transportes y, además, con su actividad, degrada los ecosistemas facilitando su colonización por especies pioneras. Las plantas que se usan para los cultivos son, normalmente, de este tipo.

Las especies con estrategia de supervivencia tipo "K" suelen ser los animales y plantas grandes y de larga edad. Su población se mantiene con altibajos, pero cerca de la máxima densidad (K) que puede

tener, dadas esas condiciones, es lo que sucede, por ejemplo, con los robles de un bosque, las gaviotas o los linces. Los organismos con estrategias tipo “K” tienen, por su tamaño, gran capacidad de competencia, larga vida y reducido número de descendientes. Los encontraremos en medios que permanecen estables largo tiempo (selva, bosques, regiones esteparias, etc.).

#### Relaciones intraespecíficas

A nivel de organismos unicelulares, tanto en organismos animales como vegetales, las relaciones entre los distintos individuos presentes en un medio determinado, se encuentran condicionadas principalmente por factores de tipo físico y químico. Al ser su hábitat generalmente el agua, donde suelen formar parte del plancton, la rápida multiplicación de estos organismos puede provocar a veces, en ambientes reducidos, una cantidad excesiva de residuos metabólicos o un agotamiento total del oxígeno disuelto que provoque su muerte. La relación entre cada organismo unicelular viene mediada por el medio común que comparten, al que vierten sus metabolitos y del que reciben los de otros organismos.

En el caso de los organismos de formas pluricelulares, cualquier relación entre individuos de una misma especie lleva siempre un componente de cooperación y otro de competencia, con predominio ya sea de una u otra en casos extremos. Así en una colonia de pólipos, la cooperación es total, mientras que animales de costumbres solitarias, como la mayoría de las musarañas, apenas permiten la presencia de congéneres en su territorio fuera de la época reproductora

Sabemos que las plantas, aunque por su propia constitución y fisiología son organismos con más autonomía que los animales, pero al no poder desplazarse de una manera activa y depender para su propagación de frutos y semillas, que en la mayoría de los casos caen en sus alrededores, tienden a conformar agrupaciones en las cuales se presente una influencia mutua de manera inevitable. Dichos grupos, en el mundo vegetal se encuentran en los niveles inferiores, tal como sucede en algas y plancton que flotan en el océano; otros vegetales más evolucionados, como diversas algas y muchos hongos, forman colonias originadas a partir de un único individuo, el cual ya sea por gemación o bien por división ha dado origen a una gran cantidad de descendientes que se mantienen después más o menos unidos.

Entre las plantas superiores se crean agrupaciones de mayor complejidad, las cuales pueden llegar a construir comunidades conocidas como “formaciones”, en éstas, se crea un tipo de relaciones que también se da entre los animales (como el parasitismo y la competencia), un bosque de pinos es un claro ejemplo de este tipo de agrupación, ya que se encuentra formado por una gran cantidad de individuos de una misma especie, lo cual, les confiere ciertas ventajas a los miembros individuales del grupo, como puede ser: la mayor humedad ambiental, y la protección física para los miembros más jóvenes. Entre los organismos animales inferiores, las colonias son semejantes o similares a las que podemos encontrar en el mundo vegetal, pero conforme va aumentando el grado de evolución, las relaciones entre los componentes se van volviendo más complejas. Entre los organismos vertebrados, los grupos de individuos pueden ser, desde un simple cardumen de sardinas, los cuales presentan escasa cohesión y ninguna jerarquía, o bien hasta manadas organizadas de lobos, los cuales mantienen entre sí, intensas relaciones personales, capaces de planificar la caza y ayudarse mutuamente, así mismo los insectos sociales, como las abejas o las hormigas, han establecido una compleja red de interacciones, tanto físicas como de conducta, que hacen depender la existencia del individuo del estado general de la comunidad o colonia.

En el reino animal encontramos sociedades, como las de hormigas o abejas, con una estricta división del trabajo. En todos estos casos, el agrupamiento sigue una tendencia instintiva automática. A medida que se asciende en la escala zoológica encontramos que, además de ese componente mecánico de agrupamiento, surgen relaciones en las que el comportamiento de la especie, desempeñan un papel creciente.

En las grandes colonias de muchas aves (flamencos, gaviotas, pingüinos, etc.), las relaciones entre individuos están basadas en rituales para impedir una competencia perjudicial. Algo similar sucede en los rebaños de mamíferos, entre muchos carnívoros y, en grado máximo entre los primates, aparecen los grupos familiares que regulan las relaciones intraespecíficas y en este caso factores como el aprendizaje de las crías, el reconocimiento de los propios individuos y otros aspectos de los que estudia la etología pasan a ocupar un primer plano.

#### Relaciones interespecíficas

Las relaciones interespecíficas son de manera básica de dos tipos: de competencia y de cooperación; incluyendo dentro de las de competencia, en un sentido muy amplio, la competencia estricta por espacio, luz, territorio, etc., así como la depredación y parasitismo; en las de cooperación podemos considerar la simbiosis, las formaciones vegetales o las agrupaciones mixtas de herbívoros.

La selva de las amazonas es un claro ejemplo de este tipo de relaciones, existen grandes cantidades de especies epifitas (plantas que viven sobre otra pero sin alimentarse de esta), las cuales crecen en las ramas y el tronco de los árboles; otras, se nutren a expensas de los restos de vegetales muertos, y una casi infinita variedad de formas tendientes a conseguir un recurso escaso en los niveles inferiores: la luz. Los árboles crecen lo más alto posible para que sus hojas alcancen una altura mayor que las de los árboles vecinos, así mismo otras plantas se configuran como lianas y trepan por el tronco de los árboles.

Esta lucha entre las plantas, también encuentra su análogo en el reino animal, en el cual, las aves de presa capturan los primates que habitan en los árboles o bien el jaguar que acecha a las cabras que han acudido a la orilla del río. Los simios por su parte, comen hojas y frutos de los árboles, por lo que dependen de su presencia, si bien es cierto estos últimos sacan muchas veces como beneficio la dispersión de sus semillas.

En cualquier tipo de ecosistema, todas las especies mantienen entre sí unas relaciones de dependencia mutua y son eslabones de una red extensa, en la que la ausencia de uno de ellos puede causar el desmoronamiento de todo el conjunto. Por esta razón la gravedad de la intervención irresponsable del ser humano, al ignorar el delicado equilibrio existente en la naturaleza. Cuando dos especies de un ecosistema tienen actividades o necesidades en común, es frecuente que interactúen entre sí, puede que se beneficien o que se dañen o, en otros casos, que la relación sea neutra. Por ejemplo, en la sabana africana especies diferentes como las gacelas y los ñus, mantienen relaciones interespecíficas basadas en el interés común de estar alerta ante el depredador, así mismo en compartir el mismo medio, dado que no compiten entre sí. Los tipos principales de interacción entre especies son: competencia, depredación, simbiosis, parasitismo, comensalismo, cooperación y mutualismo.

#### Competencia

La competencia se da cuando dos especies se encuentran compitiendo cuando utilizan o aprovechan un mismo recurso, el cual puede ser muy diverso, desde la luz o el agua, o bien hasta el territorio donde viven, pero por lo general se trata en esencia, de uno de un tipo trófico, y todos los demás pueden considerarse relacionados con él, en mayor o menor medida. Por ejemplo, la luz por la que compiten las plantas de la selva, es en última instancia un recurso trófico, ya que sin ella no serían capaces de sintetizar sus nutrientes; en la selva tropical la escasez de espacio y la lucha por los recursos, como la luz, obliga a que unas plantas trepen sobre otras, o incluso crezcan encima de ellas (como las epifitas), lo mismo puede decirse sobre el territorio ocupado por un depredador, por ejemplo, un puma, si no permite en ese lugar la presencia de otros individuos de su misma especie o de otra que tenga los mismos hábitos alimenticios, es debido principalmente a que necesita ese territorio para poder cazar y alimentarse, él o sus crías.

La competencia se origina entonces cuando ambas poblaciones tienen algún tipo de efecto negativo una sobre la otra. Esta relación interespecífica se presenta especialmente entre especies con necesidades de recursos y estilos de vida parecidos. Por ejemplo: poblaciones de paramecios creciendo en un cultivo común o escarabajos de la harina y el arroz.

Existe un principio general en ecología que dice que dos especies no pueden coexistir en un medio determinado, si no hay entre ellas alguna diferencia ecológica. Si no existen diferencias, una acaba desplazando a la otra. La competencia es así mismo, reflejo de una lucha más profunda entre los organismos: la que se ha desarrollado y continúa produciéndose en el curso de la evolución de las especies, es decir; la selección natural resultante de la competencia entre diversas combinaciones de genes que adoptan la forma de un organismo. Cualquier ser vivo, ya sea una planta o un animal, es la expresión material de esas pequeñas partículas de ADN o de ARN, que se encuentran dentro del núcleo de cualquier célula: los cromosomas y sus genes. La combinación de cromosomas y genes ha originado a la gran diversidad de organismos existentes hasta nuestros días y, la lucha entre ellos, ha permitido que unos, los más aptos para las condiciones que existen, hayan sobrevivido y se reproduzcan. Por ejemplo, durante la época de celo, los venados luchan entre sí por conquistar un rebaño de hembras, los más fuertes serán los que logren reproducirse y transmitir sus genes a la descendencia: la evolución establece así sus pautas de actuación.

La competencia en el reino vegetal se da tanto en organismos inferiores como superiores, los organismos vegetales inferiores, como son las algas que conforman el fitoplancton marino, compiten usando medios tan diversos como la acumulación de clorofila en sus células, o la velocidad de crecimiento; cuando las condiciones de un medio son estables, la competencia entre dos especies, que utilizan el mismo recurso finaliza con la desaparición de una de ellas.

Sin embargo, en un medio sometido a variaciones cíclicas, esta lucha no conduce a la aniquilación de una de las especies, sino a un aumento relativo de la población de la otra.

Muchas plantas superiores secretan sustancias que inhiben el desarrollo de otras especies en su entorno inmediato. A esto se le denomina, alopatía. Así tenemos hongos que usan antibióticos, como la penicilina, para eliminar las bacterias que podrían crecer a su alrededor. El yucateco o el nogal también impiden, con venenos, que otras plantas crezcan en sus proximidades; otras plantas enriquecen en sal el suelo en el que se asienta por lo que las plantas no adaptadas a suelos salinos mueren.

Con esto, estas plantas pueden crecer con mayor rapidez para llegar así antes a los recursos disponibles, hunden a más profundidad sus raíces para acceder al agua o trepan sobre otra planta consiguiendo crecer y acabar por ahogar literalmente a la que les servía de soporte, como sucede con plantas de género ficus de las selvas tropicales. En los bosques, y aun con más claridad en la selva, la competencia en el mundo vegetal se manifiesta en forma de una clara estratificación de la vegetación. Es así que hundidas en el suelo, están las raíces y crecen también numerosos hongos, formando en conjunto la capa hipogea, por encima de la cual, tapizando el suelo, se disponen los líquenes, los musgos, las plantas rastreras, y otras similares, dando forma a la capa denominada capa epigea o muscinea.

Las hierbas constituyen la capa herbácea, la siguiente capa será la capa arbustiva, constituida por las matas y arbustos y, por encima de todas estas, se encuentra la capa arbórea constituida por los árboles. Cada una de estas formas vegetales se encuentra ocupando un nicho ecológico, es decir, un espacio ecológico en el que puede satisfacer sus necesidades vitales.

El principio de exclusión es muy importante en el reino animal, según este principio, cuando dos especies compiten por un mismo nicho ecológico, una de ellas desplaza a la otra, ya sea total o parcialmente, es decir, así como dos organismos no pueden estar ocupando exactamente el mismo espacio físico al mismo tiempo, dos especies no pueden habitar en el mismo nicho ecológico. Este importante concepto con frecuencia se le llama principio de exclusión competitiva, y fue formulado en 1934 por el microbiólogo ruso, G. F. Gause, por lo que también se le llama principio de Gause, que se puede definir como: si dos especies con los mismos nichos son puestas juntas y se ven obligadas a competir por recursos limitados, inevitablemente, una de ellas superará a la otra, y la menos adaptada morirá. Gause demostró este principio usando dos especies del protista del género *Paramecium*: *P. aurelia* y *P. caudatum*.

En matraces separados, las dos especies prosperaron con bacterias y se alimentaron en las mismas partes del matraz, ambas poblaciones florecieron, sin embargo, cuando Gause las colocó juntas, una siempre eliminaba o excluía competitivamente a la otra.

Después Gause repitió el experimento, reemplazando a *P. caudatum* con otra especie, *P. bursaria*, la cual solía alimentarse en el fondo del matraz; en este caso, las dos especies de paramecios lograron coexistir por tiempo indefinido, esto, porque ocupaban nichos ligeramente diferentes. En la naturaleza, por ejemplo, en un charco de agua, ocupado por poblaciones de distintas especies de paramecios, la temperatura se encuentra actuando como un factor determinante en la competencia, favoreciendo a aquella especie que mejor pueda superar determinadas temperaturas.

El ecólogo estadounidense R. Mac Arthur demostró, en condiciones naturales los descubrimientos de laboratorio llevados a cabo por Gause. Realizó una investigación de cinco especies de aves que se alimentan de insectos y anidan en el mismo tipo de pino; aunque los nichos de estas aves al parecer se invaden considerablemente, Mac Arthur descubrió que las cinco especies se concentraban en buscar, en áreas específicas del árbol, usaban distintas tácticas de cacería y anidaban en tiempos ligeramente diferentes.

Al dividir el recurso, las aves minimizaban la invasión de sus nichos y reducen la competencia entre las diferentes especies. Este científico descubrió que cuando coexisten especies con requisitos similares, con frecuencia ocupan un nicho más pequeño, que si estuvieran solas, este fenómeno, denominado división de recursos, es una adaptación evolucionista que reduce los efectos dañinos

de la competencia ínterespecífica. Por ejemplo, en los bosques de coníferas escasean los huecos en los que anidar, y para conseguirlos se establece una dura competencia entre diversas aves, de la que salen vencedoras las más agresivas, o bien las que inician antes la construcción de sus nidos; de este modo, logran expulsar a las más pacíficas o tardías.

La división de los recursos, es el resultado de la coevolución de las especies con una gran invasión de nichos (pero no total), la coevolución también llamada evolución conjunta, sucede cuando dos o más especies actúan como agentes mutuos de selección natural, y como la selección natural, favorece a los individuos con menos competidores, con el paso del tiempo las especies en competencia, desarrollan adaptaciones físicas y de conducta que minimizan sus interacciones competitivas. Un ejemplo de este tipo de adaptación fue descubierto por Darwin al estudiar los pinzones de las islas Galápagos, estas aves habían desarrollado diferentes tamaños y formas de picos, así como diferentes conductas alimentarias que reducían la competencia entre ellos.

La competencia ínterespecífica ayuda a controlar el tamaño de la población, aunque la coevolución tiende a minimizar la invasión de nichos, las especies muy relacionadas continúan en competencia por los limitados recursos, esta competencia, puede restringir el tamaño y la distribución de las poblaciones de los individuos en competencia, por ejemplo, los percebes (tipo de crustáceo) del género *Chthamalus* se encuentran compartiendo playas rocosas de Escocia con otro género de percebe, *Balanus*, y sus nichos se invaden de forma considerable.

El ecologista J. Connell descubrió que *Chthamalus* domina la parte superior de la playa la cual es más seca y que *Balanus* domina la parte más baja, la cual por lo tanto está sumergida más tiempo.

Cuando removió a *Balanus*, aumento la población de *Chthamalus*, que se diseminó hacia abajo, a la región que había habitado antes su competidor. Como *Balanus* no tolera la sequía, la remoción de *Chthamalus* tiene poco impacto en la distribución de *Balanus*. Cuando el hábitat es apropiado para ambas especies, *Balanus* conquista, porque es más grande y crece más rápidamente. Sin embargo, *Chthamalus* tolera condiciones más secas, por lo que tiene una ventaja en la parte superior de la playa, donde solo las mareas altas sumergen a los percebes.

Como podemos ver, por medio de este ejemplo, la competencia ínterespecífica limita tanto el tamaño como la distribución de las poblaciones en competencia. Otro ejemplo lo tenemos en ríos y arroyos de escaso caudal y régimen estacionario, se ha observado un predominio de aquellas especies efímeras, cuyo ciclo de desarrollo es más rápido, la velocidad de crecimiento es importante en este caso, pues con la llegada de la estación cálida, el nivel de las aguas desciende e incluso el cauce llega a secarse.

En la competencia por este nicho ecológico, la brevedad del ciclo vital se ha convertido en una ventaja competitiva.

### Depredación

La depredación es una forma especial de la relación entre especies y una consecuencia de la competencia por los recursos tróficos, en este caso, un organismo se alimenta de otro capturándolo, es decir, se da cuando una población vive a costa de cazar y devorar a la otra (presas). En el funcionamiento de la naturaleza resulta beneficiosa para el conjunto de la población depredada, ya que suprimen a los individuos no adaptados o enfermos por lo que previenen la superpoblación, por ejemplo el guepardo es depredador de las gacelas así mismo, también las águilas son depredadores de



los conejos La propia naturaleza de la depredación, la búsqueda y captura de la presa, hace que sea un fenómeno casi exclusivo del reino animal, aunque existen algunas pocas plantas que cubren parte o la totalidad de sus necesidades energéticas y de nutrientes a base de los animales que capturan. La íntima dependencia que existe en cualquier ecosistema entre todos sus componentes alcanza la máxima expresión entre los depredadores y sus presas.

Las plantas llamadas carnívoras son, en su gran mayoría, angiospermas y las técnicas de “caza” que aplican, difieren notablemente de las empleadas por los animales. No puede hablarse en este caso de depredadores en sentido estricto, sino más bien de “cazadores al acecho”.

Suelen recurrir a trampas, como en el caso de los atrapamoscas, cuyas hojas modificadas y provistas de pelos táctiles se entrecruzan cuando un insecto los roza, encerrándolo y permitiendo entonces a la planta, secretar sustancias digestivas. Otras producen líquidos pegajosos, a los cuales quedan adheridas las presas, o bien se cierran de manera súbita, cuando un pequeño invertebrado se posa sobre ellas.

Podemos considerar que todos los animales son depredadores, pues al ser su tipo de alimentación heterótrofa y necesitar la materia orgánica elaborada por otro individuo, forzosamente se ven obligados a buscarlo y capturarlo. Cuando el alimento es de origen vegetal, el proceso se hace más simple, aun cuando la planta ofrezca algunas dificultades, por ejemplo, las espinas de muchos cactus, pero en este caso, no hablamos de depredación, ya que este término se reserva para los animales que han de captura a otros.

Las modalidades de depredación son muchas, desde la manera en que un protozoo engloba a otro, hasta las elaboradas técnicas de persecución utilizadas por una manada de lobos. La evolución ha llevado pues, a una depredación selectiva, es decir, a una especialización trófica en el sentido de evitar la competencia entre especies cercanas, así, por ejemplo, en un bosque espeso (vegetación formada por matas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque), la población de pequeños mamíferos como ratones, topos, musarañas, etc., permite la existencia de un cierto número de depredadores, entre los que las aves de presa desempeñan un papel importante.

Algunos mamíferos pequeños son activos durante el día, y otros por la noche, con lo cual, un mismo nivel trófico está disponible en todo momento; esto ha hecho posible la presencia al mismo tiempo, de depredadores que en otras circunstancias competirían, por ejemplo, en el caso de las aves, el águila durante el día, y el búho durante la noche.

Con cierta frecuencia, se presenta también el caso de que la condición de depredador sea variable, esto en función de la edad del individuo, esto a menudo se observa en poblaciones de peces, en las cuales una especie de gran tamaño que se alimenta de otra menor, es a su vez presa de ésta cuando se encuentra en etapa juvenil.

A los depredadores se les considera de manera general como organismos que matan y se alimentan de otros, con frecuencia los herbívoros se incluyen en esta categoría, aun si solo matan parte de las plantas que consumen, por lo que para nuestros fines, los depredadores incluyen: el antílope que mordera el pasto, y la exótica planta drosera que enreda y digiere a su insecto presa, así mismo el murciélago que se abalanza sobre una rana, así como al oso que atrapa un salmón; por lo general, los depredadores son de mayor tamaño que sus presas o bien cazan en conjunto, cómo, los lobos cuando derriban a un alce, así mismo los depredadores son menos abundantes que su presa.

Para poder sobrevivir, los depredadores deben alimentarse y sus presas deben evitar convertirse en su alimento, por lo tanto, estas poblaciones ejercen una presión selectiva mutua, muy alta.

Cuando las presas se hacen más difíciles de atrapar, los depredadores deben de hacerse más aptos para la cacería, la selección natural, ha proporcionado velocidad y manchas de camuflaje a la chita, y a su presa, la cebra, le proporcione también velocidad y rayas de camuflaje. Así mismo también ha producido visión aguda al halcón y el llamado de advertencia de la ardilla, el recato de la araña alguacil y la sorprendente imitación que hace la araña de la mosca que acecha.

Por lo tanto, la acción del depredador ha provocado que su presa desarrolle unos medios de defensa, los cuales pueden clasificarse de dos maneras: pasivos o activos. Uno de los medios de defensa pasivos más generalizados en la naturaleza son las espinas o pelos en sus más diversas formas; desde pequeños protozoarios cubiertos de excrecencias, a las largas espinas de los cactus, la variedad es infinita. Así mismo, este medio cumple a veces dos funciones, una activa, como arma de caza, y otra pasiva, como defensa contra los enemigos; tal es el caso de los largos tentáculos de muchas medusas.

La concha de los moluscos y de los crustáceos es un medio defensivo que muchas veces convierte al animal en invulnerable; otro medio pasivo de defensa es de origen químico, ya sea por medio de secreciones tóxicas o bien porque el sabor del animal resulta muy desagradable.

Los medios químicos de defensa se encuentran muy extendidos en el reino vegetal, las hojas de muchas plantas son tóxicas, algunas otras secretan sustancias que las vuelven incomedibles. Sin embargo, si el animal es muy nutritivo y apetitoso para sus enemigos, el último medio de defensa pasivo que le queda es ocultarse para tratar de pasar desapercibido, para esto, adopta una forma y color lo más parecido posible al medio sobre el que se encuentra, a esto se le conoce como mimetismo.

Entre las especies más evolucionadas, la defensa adopta muchas veces una forma activa, por ejemplo, las gacelas huyen del león, el conejo del zorro, el ratón del águila; en otras ocasiones, cuando la presa es de tamaño grande, se enfrenta a sus enemigos, es decir, la manada de lobos, no siempre puede derribar al ciervo.

Los murciélagos y las palomillas han desarrollado estrategias de neutralización mutuas, ya que todos los murciélagos son cazadores nocturnos que navegan y localizan a su presa por la ecolocalización, al emitir impulsos de sonido, de una frecuencia e intensidad muy alta y, al analizar los ecos que producen, crean una imagen de los objetos cercanos a su alrededor. Como respuesta a este sistema único para la localización de presas, algunas palomillas, las cuales son una de las presas favoritas de los murciélagos, han desarrollado oídos sencillos que son sensibles a las frecuencias usadas por los murciélagos, cuando escuchan un murciélago, las polillas ponen en práctica una acción evasiva, volando de manera errática o bien tirándose al piso. Los murciélagos pueden a su vez neutralizar esta defensa, al cambiar la frecuencia de sus impulsos de sonido y así la palomilla no pueda escucharlos.

Algunas palomillas han desarrollado una manera de obstruir la ecolocalización de los murciélagos produciendo sus propios ruidos de alta frecuencia y, como respuesta, cuando el murciélago caza una palomilla que hace ruidos, puede neutralizarla pagando sus propios impulsos de sonido de manera temporal, y centra su puntería en los ruidos de la palomilla; todas estas interacciones nos muestran de manera clara la complejidad de las adaptaciones coevolucionistas. El camuflaje sirve para ocultar tanto a los depredadores como a las presas, tanto los depredadores como las presas han desarrollado

colores y patrones que simulan a los alrededores, esta coloración, denominada camuflaje, hace que no se distingan los individuos aunque se encuentren a plena vista.

Algunos animales se parecen mucho a objetos poco interesantes, por ejemplo, hojas, ramas, o incluso excremento de las aves, por lo que permanecen inmóviles como defensa; aunque con frecuencia, los animales camuflageados parecen plantas, algunos tipos de plantas, se han desarrollado de tal manera que parecen rocas, esto a fin de ser ignorados por sus depredadores herbívoros.

Los depredadores que emboscan a su presa, en lugar de perseguirla, se auxilian también por el camuflaje, por ejemplo, el pez escorpión, se parece a las rocas cubiertas con algas y a las algas en las que permanece inmóvil, con un señuelo colgando de su labio superior. Muchas veces, los colores brillantes son una advertencia de peligro, ya que algunos animales han desarrollado una coloración de advertencia, muy diferente y brillante, por lo general, estos animales presentan un sabor desagradable y son muy venenosos, pero, puesto que envenenar a su depredador no es mucho consuelo, si el individuo ya ha sido comido, los colores brillantes dicen: “cómeme bajo tu riesgo”.

Una sola experiencia desagradable, es suficiente para enseñar a los depredadores que deben evitar estas presas notorias.

Algunos otros individuos se protegen con la imitación, ya que la imitación se refiere a una situación en la cual una especie se desarrolla para parecerse a otra cosa (con frecuencia a otro organismos), por ejemplo una vez que se desarrollo la coloración de advertencia, se origino una ventaja selectiva para los individuos sabrosos y benéficos si se parecían a los venenosos; la serpiente coralillo, una de las mas venenosas, presenta colores brillantes de advertencia, y la serpiente reina de la montaña, la cual es inofensiva, evita las prácticas deprecatorias, pareciéndose a la coralillo. Así mismo, al parecerse entre ellas, dos especies desagradables pueden obtener beneficios de la experiencia dolorosa de los depredadores, por ejemplo, los depredadores aprenden rápidamente a evitar las franjas notorias de abejas, avispones y avispas.

Por otra parte la mariposa monarca es venenosa y poco agradable de sabor; y la mariposa virrey que también es muy desagradable presenta patrones en las alas muy similares a los de las monarcas. Un patrón común da como resultado que los depredadores aprendan rápidamente, ocasionando así menos prácticas deprecatorias en todas las especies con colores similares.

Algunos otros depredadores han desarrollado una imitación agresiva, es decir, un enfoque de “lobo con piel de oveja” para realizar sus prácticas predatorias, simulan ser un indefenso animal para atraer a su presa a sus cercanías, por ejemplo, aunque el cuerpo del pez escorpión se encuentre oculto por el camuflaje, sobre su boca le cuelga una carnada con movimientos que parecen un pez pequeño, cualquier otro pez curioso, que se sienta atraído por las carnada, es tragado rápidamente: Otro pez, el blenia diente de sable, imita a un inofensivo pez llamado labro limpiador, el cual, recoge parásitos de la piel de peces grandes; los peces llenos de parásitos llaman la atención del labro limpiador y son engañados por el blenia diente de sable, que los muerde en lugar de ir sobre sus parásitos.

Algunas especies de presas usan otra forma de imitación, llamada coloración de sobresalto; muchos insectos han desarrollado patrones de color que se parecen mucho a los ojos de un animal, mucho más grande y, posiblemente peligroso, si un depredador se acerca demasiado, la presa de repente destella sus manchas que simulan ojos y sobresalta al depredador para hacer que escape.

Algunos depredadores y sus presas participan en una batalla química, ya que tanto los depredadores como la presas han desarrollado una variedad de sustancias tóxicas para el ataque, así como para la defensa, una gran variedad de plantas producen toxinas defensivas, por ejemplo, las plantas del lúpulo producen sustancias químicas del tipo alcaloides, las cuales desalientan el ataque de la mariposa azul, cuyas larvas se alimentan de sus brotes, se conoce también que diferentes individuos de la misma especie de lupinos, producen formas diferentes de esta toxina, con lo que se dificulta la evolución de la resistencia. Algunos moluscos como, pulpos, calamares, y caracoles marinos, emiten unas nubes de tinta cuando son atacados, estas cortinas de humo de sustancias químicas coloridas confunden a sus depredadores y ocultan su escape.

Las plantas y los individuos herbívoros, también han desarrollado adaptaciones coevolucionistas, ya que las plantas han desarrollado adaptaciones químicas que desalientan a los depredadores, muchas, como el algodoncillo, sintetizan sustancias químicas tóxicas y de mal sabor, los animales aprenden con rapidez a no comer alimentos que los enfermen, por lo que los algodoncillos así como otras plantas tóxicas, no son comidas mucho, en consecuencia, estas plantas por lo general son muy abundantes, y cualquier animal inmune a sus venenos disfrutara de un abundante suministro de alimento. Cuando las plantas desarrollan sustancias químicas para su defensa, algunos insectos evolucionan de manera cada vez más eficiente para desintoxicarse o bien incluso, para utilizar esas sustancias químicas.

El resultado es que casi todas las plantas tóxicas son alimento por lo menos de un tipo de insecto, por ejemplo, las larvas de la mariposa monarca consumen el tóxico algodoncillo, las larvas no solo toleran el veneno, sino que lo almacenan en sus tejidos para usarlo como defensa contra sus propios depredadores: La toxina almacenada es así mismo retenida en la mariposa monarca adulto, al pasar por el proceso de metamorfosis.

Así mismo algunas plantas sueltan una resina pegajosa y dañina, para evitar que los animales se las coman, existen insectos depredadores, como un tipo de chinche asesina, el cual recoge esta sustancia y se la unta en el abdomen, la resina cubre sus huevecillos cuando salen y les da un toque desagradable para sus depredadores, cuando las crías salen del huevecillo, raspan esta sustancia pegajosa de los cascarones y la transfieren a sus patas delanteras, ayudándoles así, a capturar a sus primeros insectos presa. En esta compleja relación, este insecto ha desarrollado conductas que le permiten usar las defensas desarrolladas por una planta, contra sus propios depredadores y su presa.

Algunos zacates han desarrollado filamentos que presentan sustancias duras de silicio para desalentar a todos los depredadores, con excepción de aquellos que tienen dientes moledores y quijadas fuertes; por lo tanto, los animales de pastura han sufrido presión selectiva para tener dientes más largos y duros. Un ejemplo es la evolución de caballos y del pasto que se alimentan, cuando los pastos desarrollaron filamentos más duros para reducir las prácticas predatorias, los caballos adquirieron dientes más largos cubiertos con esmalte más grueso para resistir el desgaste.

### Simbiosis

El término simbiosis significa literalmente “vivir juntos”, y lo podemos definir como la asociación o relación entre dos o más individuos de una misma especie o de diferentes especies por un tiempo prolongado, de lo que resulta un beneficio para todos ellos, cada uno de los componentes de la simbiosis se denomina simbiote. El término huésped es usado para el más grande de los dos miembros de una simbiosis mientras que el miembro más pequeño es llamado simbiótico. Uno de los ejemplos más conocidos es el de los líquenes, asociación con entidad propia, en la cual participa un

hongo y un alga, los cuales han alcanzado tal grado de compenetración que ninguno de los dos puede vivir por separado. El alga que es autótrofa, se encarga del alimento, mientras que el hongo, que es incapaz de sintetizar los carbohidratos, se encarga del suministro de agua y del aporte de nutrientes.

La Simbiosis se puede dividir dentro de dos distintas categorías: ectosimbiosis y endosimbiosis. En ectosimbiosis, el simbiótico vive sobre el cuerpo (en el exterior) del organismo huésped, incluido el interior de la superficie del recorrido digestivo o el conducto de las glándulas exocrinas. En endosimbiosis, el simbiótico vive en el espacio intracelular del huésped. Un ejemplo de una simbiosis mutua es la relación entre la anémona de mar y el cangrejo ermitaño, el cangrejo "ofrece" desplazamiento a la anémona y ésta le ofrece protección.

Otra simbiosis importante en el reino vegetal son las micorrizas, en las que un hongo se asocia a las raíces de una planta, por ejemplo de alfalfa, incrementando la capacidad de absorción de nutrientes para la planta, y obteniendo por su parte nutrientes ya elaborados que el mismo hongo o puede fabricar. Existe también simbiosis entre plantas y animales, especialmente en el medio acuático, siendo frecuentes las que se establecen entre algas y protozoarios rizópodos, anémonas, medusas e incluso moluscos.

Entre los vertebrados, la simbiosis se encuentra muy extendida con bacterias y protozoos, adoptando la forma conocida como flora intestinal: los microorganismos transforman la celulosa en materia asimilable que, salvo una pequeña cantidad que el mismo consume, queda a la disposición del vertebrado. La bióloga Lynn Margulis, famosa por sus trabajos sobre endosimbiosis, afirma que la simbiosis es el principal resultado forzado por la evolución. Ella considera que las ideas de

Darwin sobre evolución, basadas en la competencia están incompletas, y reivindica que la evolución está fuertemente basada en la cooperación, interacción, y dependencia mutua entre organismos. Según Margulis y Sagan (1986), "La vida no se hizo con el planeta por combatir, si no para trabajar unidos".

#### Parasitismo

Este tipo de relación resulta en beneficio para una especie y la actividad de esta especie resulta perjudicial para la otra, el parasitismo se considera una forma extrema de depredación, en la cual, el depredador se ha especializado de tal manera que no llega a matar a su presa, sino, que se alimenta de ella durante toda su vida, es decir, el parasitismo sucede cuando una especie vive dentro de la presa o bien sobre ella (huésped o hospedero), perjudicándola con frecuencia al dañarla o debilitarla, pero como ya se menciono, sin matarla de inmediato.

Aunque en ocasiones resulta difícil identificar de manera clara entre un depredador y un parasito, a menudo los parásitos son mucho más pequeños y más numerosos que sus huéspedes. En el transcurso de la evolución, tanto el parasito como el huésped, han experimentado adaptaciones mutuas, hasta el punto que aquellos se han vuelto exclusivos. Los parásitos pueden ser de tipo ectoparásitos (externos) y endoparásitos (internos), estos últimos disponen casi siempre de órganos especiales de fijación, ya sea ventosas o bien garfios. Casi todos los grupos animales presentan formas parasitas, incluso vertebradas, por ejemplo un pez pequeño suramericano llamado chupa o candirú, el cual penetra en la cavidad branquial de otros peces y allí se alimenta de su sangre.

Los parásitos más conocidos incluyen la tenia (estado adulto del cisticerco), pulgas y varios protozoarios, bacterias y virus patógenos; muchos parásitos, en especial los gusanos y los

protozoarios, presentan ciclos de vida complejos, que incluyen dos o más huéspedes. La variedad de bacterias y virus infecciosos y la precisión del sistema inmune que contrarresta sus ataques, son evidencias de las poderosas fuerzas de coevolución entre microorganismos parásitos y huéspedes; otro ejemplo puede ser el parásito del paludismo, el cual ha ocasionado una fuerte presión de selección en un gen humano que origina la anemia falciforme, el Trypanosoma, un protozooario parásito, causa encefalitis letárgica en los humanos y una enfermedad en el ganado llamada nagana. El antilope africano, que coevolucionó con este parásito, se ve poco afectado por el.

El ganado de reciente introducción a menudo sufre infecciones, pero sobrevive si se ha criado en un área infestada durante muchas generaciones, sin embargo, el ganado recién importado con frecuencia muere si no recibe tratamiento.

También pueden considerarse parásitos a los murciélagos hematófagos, pues se limitan a tomar una cierta cantidad de sangre de la presa, visitándola con frecuencia pero sin llegar a matarla. La forma de vida parásita tiene un gran éxito; aproximadamente una cuarta parte de las especies de animales son parásitas. Son ejemplo de esta relación las tenias, los mosquitos, garrapatas, piojos, muérdago, etc.

### Comensalismo

Este tipo de relación se puede considerar como una derivación de la simbiosis, en este tipo de relación el beneficio trófico es solo para una de las especies, aunque la otra no resulta perjudicada. Le especie beneficiada suele aprovecharse de los restos de comida de la segunda, sin que esta consiga ninguna ventaja a cambio. Por ejemplo, las esponjas, por su propia estructura, contienen en su interior grandes cantidades de invertebrados comensales.

El término comensalismo proviene del latín “com mensa”, que significa "compartiendo la mesa". Originalmente fue usado para describir el uso de comida de desecho por parte de un segundo animal, como los carroñeros que siguen a los animales de caza, pero esperan hasta que el animal termine su plato.

Existen dos tipos de comensalismo: Un tipo de comensalismo es el llamado inquilinismo, en este tipo de relación el recurso aprovechado es el espacio, es un tipo de relación interéspecifica, en la que una especie da cobijo a otra. En esta relación la especie que alberga no se beneficia ni se perjudica y la otra que encuentra el albergue resulta beneficiada. Uno de los casos más conocidos son los peces que habitan en el interior de las cavidades de las esponjas, o bien las aves que habitan en árboles participan en este tipo de relación ya que las aves obtienen albergue y protección sin afectar a los árboles, así mismo muchas orquídeas se adhieren a los árboles sin causarles daño, la orquídea obtiene soporte para poder tener acceso a la luz solar en la parte superior de los bosques tropicales.

El otro tipo de comensalismo es la llamada foresia, la cual se define como la relación entre los especies que por lo general son muy diferentes en cuanto a su tamaño, en la que una de las especies utiliza a la otra como medio de transporte, por ejemplo, las rémoras que se adhieren a la piel de los tiburones, o bien los insectos que se sujetan al pelaje de los mamíferos, o bien, algunas lapas que viven sobre las ballenas.

La lapa tiene un lugar seguro para vivir y facilidad para alimentarse de plancton, mientras que la ballena no se ve ni perjudicada ni beneficiada.

### Cooperación.

Se da cuando dos especies se benefician una a otra pero cualquiera de las dos puede sobrevivir por separado. Sería el caso de las esponjas que viven sobre la concha de moluscos marinos.

### Mutualismo

Es el tipo de relación en el que dos especies se benefician entre sí hasta el extremo de que su relación llega a ser necesaria para la supervivencia de ambas especies. Las abejas, por ejemplo, dependen de las flores para su alimentación y las flores de las abejas para su polinización.

Hablamos de mutualismo cuando dos especies se limitan a aprovechar un mismo recurso, o cuando la actividad de una de ellas reporta algún beneficio a la otra, es decir cuando dos organismos interactúan de manera que ambos se benefician.

Por ejemplo, las garzas comen los parásitos que hay sobre la piel de las vacas, búfalos o ñus, beneficiándose estos mamíferos de la actividad trófica de las aves; otro ejemplo sería los peces limpiadores, los cuales eliminan los restos de comida de los dientes de otras especies mayores, liberándoles de esta manera de un posible foco de infección. Las asociaciones mutualistas también ocurren en el tracto digestivo de las vacas y de las termitas, donde los protistas y bacterias encuentran alimento y albergue, mientras ayudan a sus huéspedes a extraer los nutrientes, otro buen ejemplo son las bacterias fijadoras de nitrógeno en las plantas leguminosas, donde las bacterias obtienen alimento y albergue de la planta y a cambio fijan el nitrógeno de forma que la planta lo pueda aprovechar.

Las relaciones mutualistas entre los vertebrados son raras y, por lo general, son menos íntimas y prolongadas, como en la relación del labro limpiador, o bien en el pez payaso, que se refugia entre los tentáculos venenosos de la anémona, el pez obtiene albergue y protección y, por lo menos ocasionalmente, lleva pedazos de alimento a su huésped.

### Actividad

1. ¿Qué estudia la autoecología?

---

2. Si el objeto de estudio son las relaciones que se establecen entre los diversos organismos, entonces estamos utilizando la \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son los tres procesos que se encuentran formando la base de una comunidad en un ecosistema?

---

4. ¿Cómo afectó la coevolución a las poblaciones de las comunidades en un Ecosistema?

---

5. ¿Qué estudia la ecología?

---

---

6. En una población existen dos tipos de especies, ¿cuál es la generalista?

---

7. ¿Cómo es el crecimiento de la población que usa la estrategia de supervivencia tipo “ r “?

---

8. ¿Qué papel desempeñan las poblaciones con estrategia de supervivencia del tipo “ r “ en el inicio de los ecosistemas?

---

9. Qué tipo de organismos son los que utilizan estrategias de supervivencia del tipo “K”?

---

10. Cuando dos individuos de la misma especie presentan interrelaciones, ¿cuáles son los factores determinantes de estas?

---

11. ¿Qué pasa en un ecosistema cuando la intervención del hombre rompe el equilibrio existente?

---

12. Menciona los tipos principales de interacción entre especies

---

13. Define la relación denominada competencia

---

14. Este tipo de relación ínterespecífica se da entre especies con estilos de vida y necesidades de recursos similares \_\_\_\_\_

15. Si dos especies de animales habitan en un mismo nicho ecológico y no existen diferencias ecológicas entre ellas, ¿qué pasa con sus poblaciones?



---

---

16. ¿Qué significa el termino alopátía?

---

---

17. Define el concepto del principio de exclusión

---

---

18. ¿Cuándo sucede una coevolución entre dos especies?

---

---

19. ¿Cuándo las especies muy relacionadas continúan en competencia por los recursos, qué sucede con las poblaciones?

---

---

20. Este tipo de relación se da cuando una población vive a costa de cazar y devorar a la otra \_\_\_\_\_

21. ¿Por qué razón la depredación es benéfica para la población depredada?

---

---

22. ¿A qué se le considera un organismo depredador?

---

---

23. Describe un medio de defensas pasivo ante la depredación

---

---

24. Describe cómo funciona el mimetismo

---

---

25. Define el concepto de simbiosis

---

---

26. Define el concepto de parasitismo

---

---

27. Define el concepto de comensalismo -

---

---

28. Este tipo de interacción se define como la relación entre dos especies en la que una de las especies utiliza a la otra como medio de transporte

---

---

29. Define el concepto de mutualismo

---

### 3.4.- Variaciones temporales.

Cualquier población ya sea animal o vegetal experimenta variaciones numéricas en el transcurso de un año, aunque por lo general los valores oscilan alrededor de un punto medio que supone el estado “normal”. Sin embargo en el curso de estas variaciones se producen ciclos, con años de mayor productividad y otros en los que la biomasa total del ecosistema disminuye. Existen muchos factores que influyen sobre las fluctuaciones, debido en parte a las relaciones interespecíficas (depredadores, presas) y en parte también a componentes abióticos del ecosistema, tales como los cambios en las grandes corrientes oceánicas, las variaciones en la energía solar que llega a la superficie del planeta, etc.

Por regla general, cuando las fluctuaciones observadas en la población se deben a las variaciones en las condiciones del medio se habla de oscilaciones. Estas son frecuentes en las especies con ciclo vital corto, inferior a un año. Si se representa en un gráfico el nivel de población con respecto al tiempo, se obtiene una curva de crecimiento de población, la cual nos dará la pauta de crecimiento de esa población. Los estudios realizados en laboratorio con organismos unicelulares cultivados en condiciones especiales han dado una curva característica: tras una fase inicial de crecimiento lento sigue otra en la que la población experimenta un aumento notable, hasta llegar a un punto en el que se estabiliza. Esta curva se toma como tipo para aplicar a otras especies; si representamos de este modo el desarrollo de un animal de ciclo corto, como puede ser un insecto o una planta anual, la curva obtenida difiere de la anterior en que no se llega a un punto de estabilización, sino a una caída brusca hasta cero. La población experimenta un crecimiento indefinido hasta que, con la llegada de la estación fría, desaparece. Estos gráficos muestran las grandes fluctuaciones en el número de algunas especies de insectos, determinadas por los cambios en las condiciones ambientales (temperatura, alimento, depredadores) En los organismos de ciclo vital más largo, la curva aumenta como en el primer caso, pero después, en lugar de estabilizarse en el punto máximo, sufre un descenso, aunque sin llegar a cero. Con diversas fluctuaciones acaba por centrarse alrededor de un valor medio.

Este hecho refleja la adaptación de la especie a las condiciones de su medio y, por consiguiente, a

la variación de los factores ambientales. En cuanto al potencial de reproducción y la tasa de mortalidad, aquellas especies sometidas a una gran presión ambiental (incluida la de los depredadores) tienen tasas de reproducción muy altas, necesarias para compensar las elevadas pérdidas de población, las especies longevas y que por su tamaño u otras circunstancias carecen de enemigos, presentan tasas de mortalidad y crecimiento muy bajas. Las del primer tipo soportan bien las alteraciones bruscas del medio y las grandes mortandades que puedan producirse al azar; no así las del segundo tipo. De ahí la dificultad de exterminar las ratas de una ciudad y, sin embargo, la facilidad con la que la caza incontrolada de las ballenas las está llevando al borde mismo de la extinción.

La estabilidad o equilibrio, tiene en ecología un sentido dinámico, significa un estado de fluctuación alrededor de un valor medio, que supone un compromiso entre los distintos factores que influyen sobre ella.

Cuando en ecología se habla de que una población es estable no se quiere decir que sea capaz de recuperar su estado normal tras una agresión intensa, por ejemplo, en un bosque, el equilibrio supone que a medida que los árboles más viejos mueren van siendo sustituidos por otros más jóvenes, y que podremos encontrar ejemplares de todas las edades distribuidos de una manera uniforme y formando numerosas subpoblaciones sin diferencias muy marcadas entre ellas.

A diferencia de las fluctuaciones, que tienen una importancia demográfica evidente, los ritmos son variaciones periódicas de menor duración que afectan solo al individuo, los ritmos pueden afectar a la actividad interna del organismo o a su distribución espacial; así en algunas plantas la intensidad luminosa determina que se desarrollen un tipo u otro de hojas y entonces, en las diversas épocas del año o, según crezcan, en una zona donde el sol pegue de lleno o bien de una zona donde casi siempre de sombra, su morfología será diferente.

Hay ritmos diarios como los de apertura de la flores, la actividad nocturna o diurna de muchas aves de presa o la salida de muchos insectos del capullo a una hora precisa del día (determinada por la intensidad de la luz), por ejemplo el curso del sol en el horizonte hace que la cabezuela de la planta del girasol gire, en este caso la variación diurna de la iluminación dan lugar a un ritmo diario en esta planta, otros ritmos son por ejemplo, el ascenso y descenso del plancton marino; así mismo los de las mareas, que obligan a cerrar sus valvas (pliegues membranosos que impiden el retroceso de lo que circula por los vasos o conductos del cuerpo de los animales) a numerosos moluscos cuando se retiran las aguas, los ritmos mensuales, que con las fases de la luna determinan las épocas de migración de numerosas especies, como la hibernación de osos, murciélagos y roedores. El ritmo de las estaciones es observable con especial espectacularidad en el bosque de caducifolios, condiciona las fases de crecimiento vegetal y los ritmos de vida de los animales sedentarios o migradores .

Cuando un agente externo como por ejemplo el ser humano interfiere en una población animal, al eliminar a sus enemigos, dicha población experimenta un crecimiento descontrolado y puede convertirse en plaga, aunque en este caso a menudo aniquila sus propios recursos y llega a desaparecer.

### Sucesión

Todo ecosistema va cambiando con el transcurso del tiempo. Continuamente están muriendo unos individuos y naciendo otros. En ocasiones hay cambios fortuitos como incendios o grandes perturbaciones imprevisibles, aunque lo normal son modificaciones graduales.

La sucesión es el conjunto de cambios que experimenta una comunidad y que siguen una secuencia conocida y previsible. El objetivo final es alcanzar una fase en la que el ecosistema se estabilice, auto organizándose, esta tendencia es tan fuerte que acaba imponiéndose sobre los cambios fortuitos. El proceso puede durar algunos decenios o prolongarse por espacio de varios milenios, si bien suelen producirse fluctuaciones más breves en su transcurso. Las diversas comunidades más o menos transitorias que aparecen en el desarrollo de la sucesión se denominan etapas, fases o comunidades seriales, las cuales tienden todas al estadio final. Se denomina maduración a un proceso de auto organización del sistema que tiene cierto carácter irreversible, por lo que las primeras etapas de una sucesión serán las que presentan menos madurez, y la fase final la de mayor madurez.

El clímax es la etapa final o Terminal de una sucesión. Es la de mayor madurez y la que se encuentra en un equilibrio óptimo con respecto a las condiciones del medio. Hay distintos tipos de series, según el medio en que se desarrollen. Una xeroserie es el conjunto de sucesiones que tienen lugar sobre la tierra, y la hidroserie es la producida en las aguas. La litoserie es la que parte de la roca desnuda, y la pasmoserie la que lo hace de la arena. En las sucesiones suele observarse un desarrollo continuo que a través de sus distintas etapas, culmina en la fase clímax, aunque a veces, no se diferencian de manera clara las diferentes comunidades seriales que la componen. En una sucesión se presentan patrones regulares, en las primeras etapas, siempre aparecen especies más oportunistas, menos exigentes y con una mayor capacidad de adaptación, gran facilidad de dispersión y rápida multiplicación.

Todos estos son requisitos necesarios para lograr colonizar un medio que la mayoría de las veces se presenta hostil, si no francamente adverso; después, poco a poco, van apareciendo especies de crecimiento más lento pero más resistentes y más organizadoras; esas primeras especies se denominan pioneras.

Los primeros organismos en llegar a una zona virgen son vegetales inferiores, por ejemplo, algas y líquenes, que preparan o crean el suelo sobre el que podrán asentarse después, otras plantas más desarrolladas. Hasta que la flora no logra colonizar el medio no pueden llegar las especies animales pioneras.

Conforme la sucesión va avanzando aumenta la biomasa total y principalmente las porciones menos "vivas" (madera de los árboles, caparazones, etc.). También aumenta, aunque menos, la producción primaria y disminuye la relación entre la producción primaria y la biomasa total, es decir, se retarda la tasa de renovación del conjunto del ecosistema.

El trayecto de la energía desde el lugar de producción primaria, es decir los vegetales, hasta el final de las cadenas alimentarias se alarga y se hace más lento y, sobre todo, más constante y regular.

Por ejemplo, aumenta el número de niveles tróficos, o la longitud de los vasos de transporte en los árboles, etc.

Aumenta la diversidad, originándose una estructura más complicada (redes tróficas mayores y más complicadas), y se incrementan las relaciones de parasitismo, comensalismo, etc., entre especies. Ejemplos de sucesión es lo que sucede en un tronco muerto en el que van sustituyéndose unos organismos a otros; o la colonización por multitud de organismos de cualquier objeto que queda sumergido en el mar; o las distintas fases por las que va pasando un campo que deja de ser cultivado; etc.

El proceso de sucesión no continúa de manera indefinida, conforme se va incrementando la biomasa en el ecosistema, aumenta también la respiración, hasta llegar a un tiempo en el que se igualan la respiración y la producción. Siendo éste momento, el límite de madurez del ecosistema, a partir de ese instante, el proceso de sucesión ecológica se detiene.

Recibe el nombre de clímax, al ecosistema que se forma al final de la sucesión, son sumamente raras las veces en que se alcanza la comunidad clímax, ya que se producen muchos factores de retroceso en el proceso de sucesión, tales como incendios, cambios climáticos, inundaciones, sequías, etc.; y, a mayor escala, glaciaciones, volcanes, deriva de las placas, etc.

La fase de clímax es, en algunos casos, un ecosistema que no alcanza una madurez muy grande, o bien, no tiene la máxima madurez, ejemplo de estos tipos de ecosistemas son, el plancton, ecosistemas de aguas corrientes, o dunas, etc. El que el grado de madurez no se incremente más allá de cierto límite, se suele deber a que el exceso de producción se exporta (o explota): ríos, pendientes fuertes, sedimentación de parte del plancton, explotación humana, etc. Existen algunos ecosistemas, los cuales al alcanzar sus etapas finales se destruyen, prácticamente, a sí mismos, así, por ejemplo tenemos, el chaparral, que parece estar hecho para quemarse o, las zonas de turberas (combustible fósil formado de residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos) cuyo pH se hace muy ácido. También en los ecosistemas de los lagos se va produciendo senescencia (que empieza a envejecer) y acaban desapareciendo.

En un ecosistema maduro, las poblaciones que conforman a la comunidad, se relacionan entre sí y con su ambiente abiótico, de maneras complicadas. Sin embargo, ésta complicada red de vida no apareció y se formó de rocas lisas o de suelos vacíos, sino que, se produjo durante un largo tiempo en varias etapas, a este periodo de tiempo lo conocemos como sucesión ecológica, es decir, es un cambio en una comunidad y en su ambiente abiótico con el paso del tiempo.

La sucesión es en sí, un tipo de sustitución en la comunidad, en la cual, los conjuntos de plantas y animales se reemplazan en una secuencia que es, por lo menos de alguna manera pronosticable.

El proceso de sucesión se produce en una gran variedad de circunstancias, pero se observa de manera más fácil en los ecosistemas terrestres y de agua dulce. Los estanques y lagos de agua dulce, normalmente suelen pasar por una serie de cambios que los transforman, primero en pantanos y, a la larga, en tierra seca. Las dunas de arena se estabilizan por medio de plantas trepadoras y, con el tiempo, estas dunas pueden servir como soporte a un bioma de bosque. Las erupciones volcánicas, como en el caso del monte Santa Elena en el estado de Washington E.U.A., que el 18 de mayo de 1980 explotó, devastando el ecosistema del bosque de pinos a su alrededor; nueve años después, se empiezan a observar plantas pioneras, con alturas de entre 10 y 15 centímetros, así mismo, los arbustos cubrían ya la ceniza rica en nutrientes; estas erupciones, pueden arrasarse con los ecosistemas existentes o bien crear islas nuevas, que pronto son colonizadas. Los incendios forestales crean ambientes ricos en nutrientes que alientan la invasión rápida de vida nueva, por ejemplo, en el verano de 1988, extensos incendios arrasaron los bosques del parque nacional de Yellowstone en el estado de Wyoming en E.U.A., dos años después, las plantas floridas habían surgido bajo la luz solar y regresaban las poblaciones de vida silvestre.

Las transformaciones precisas que transcurren durante el proceso de sucesión, son tan variadas como los ambientes en los cuales se da la sucesión, pero se pueden reconocer algunas etapas generales. En cada caso, la sucesión empieza con algunos invasores resistentes llamados pioneros y termina con una

comunidad clímax diversa y relativamente estable; conforme la comunidad avanza, de los pioneros a la comunidad clímax, los individuos alteran de manera gradual el ambiente abiótico. Es importante resaltar que es irónico que estos cambios con frecuencia favorezcan a los organismos competidores, los cuales desplazan a las poblaciones ya existentes. La comunidad clímax es diferente de las etapas anteriores de sucesión porque cuando se llega a ella, ya no se altera el ambiente, de manera importante.

La comunidad clímax perdurara indefinidamente, a menos que, se vea alterada por fuerzas externas, las cuales pueden ser de tipo: actividades humanas, sucesos naturales como incendios, huracanes, inundaciones, o bien un cambio gradual en el clima.

Durante el proceso de la sucesión terrestre, suceden algunas tendencias generales en la estructura del ecosistema:

El suelo se incrementa en profundidad así como en contenido de materia orgánica. Se incrementa la productividad general. El número de especies y el número de interacciones dentro de la comunidad se incrementan.

El ecosistema es dominado por las especies de más longevas, la velocidad a la cual se reemplazan las poblaciones se reduce, lo que da una comunidad más estable y resistente al cambio.

En la comunidad clímax, la masa total de organismos alcanza su máximo nivel y las especies presentes ya no alteran el ecosistema de maneras que alienten el crecimiento de sus competidores.

Existen dos maneras primordiales de sucesiones de tierra seca: la primaria y la secundaria; durante el proceso de sucesión primaria, el ecosistema se forma a partir de las rocas desnudas, la arena, o un estanque glacial despejado, donde no existen rastros de una comunidad anterior. La formación de un ecosistema a partir de cero es un proceso que con frecuencia necesita de miles de años para llevarse a cabo. Durante la sucesión secundaria, se desarrolla un ecosistema nuevo después de que se ve alterado uno anterior, por ejemplo, como en el caso de un incendio forestal o de un terreno agrícola abandonado; la sucesión secundaria sucede con mucha mayor rapidez que la sucesión primaria, esto debido a que la comunidad anterior ha dejado su marca en la forma del suelo y de las semillas. La sucesión en un campo agrícola abandonado puede alcanzar su fase de clímax después de dos siglos.

El proceso de sucesión primaria, se inicia en las rocas desnudas, como las que se pueden observar cuando se retira un glaciar, estas rocas empiezan a liberar nutrientes, como minerales, esto ocasionado por el desgaste debido a los agentes atmosféricos; así mismo, cuando la roca se congela y se descongela, contrayéndose y expandiéndose, se le forman algunas grietas. Para los líquenes (asociaciones simbióticas de hongos y algas), la roca desgastada les proporciona un lugar al cual adherirse, donde no existen competidores y si mucha luz solar, los líquenes son capaces de realizar fotosíntesis y obtienen minerales descomponiendo parte de la roca con un ácido que secretan, conforma los líquenes pioneros se extienden sobre la roca, otros organismos, los musgos, los cuales son amantes del sol y resistentes a las sequías, empiezan a crecer en las grietas, fortalecidos por los nutrientes liberados por los líquenes, el musgo forma un tapete denso que atrapa entre otras cosas, polvo, partículas pequeñas de roca y pedazos de desechos orgánicos.

Al morir el musgo, una parte de éste aumenta la base de nutrientes, mientras que el tapete de musgo continua actuando como una esponja que atrapa humedad, dentro del musgo germinarán las semillas.

de plantas más grandes, con el tiempo, sus cuerpos contribuyen a incrementar la capa de suelo; cuando los arbustos leñosos, como el arándano y el enebro, se benefician del suelo recién formado, el musgo y los líquenes pueden ser cubiertos por sus sombras y quedar enterrados por las hojas y vegetación en descomposición.

Con el tiempo los árboles como el pino y el abeto echan raíces en las grietas más profundas y los arbustos, que son amantes del sol, quedan cubiertos por su sombra.

Dentro de las profundidades del bosque prosperan las plantas resistentes a la sombra de árboles más altos o de crecimiento más rápido, como el abeto balsámico, el abedul de papel, y el abeto blanco; a la larga, estos superan y reemplazan a los árboles originales, que no toleran la sombra.

Después de mil años o más, un bosque clímax alto prospera en lo que antes fueron rocas desnudas.

El proceso de sucesión ocurre también en estanques y lagos de agua dulce, la sucesión se da, tanto por los cambios dentro del estanque o del lago, como a resultado de un flujo de nutrientes del exterior del ecosistema. Los sedimentos y los nutrientes que son acarreados por los deslaves de la tierra alrededor, tienen un impacto especialmente fuerte en los lagos, estanque y pantanos pequeños de agua dulce, que poco a poco pasan a través del proceso de sucesión para convertirse al final en tierra seca, es decir, la sucesión se ve acelerada debida a el flujo de materiales minerales que provienen de los alrededores del estanque, estos minerales disueltos son arrastrados por deslaves de los alrededores y sirven de alimento a las plantas acuáticas, cuyas semillas o esporas fueron transportadas por los vientos, o bien por las aves y otros animales, al paso del tiempo, al morir las plantas acuáticas, sus cuerpos en descomposición construyen un suelo, el cual proporciona un anclaje para más plantas terrestres, finalmente, el estanque se encuentra totalmente cubierto de tierra seca.

La sucesión termina con una comunidad clímax relativamente estable, una comunidad clímax generalmente varía mucho de una región a otra, la naturaleza exacta de la comunidad clímax se encuentra establecida por gran cantidad de variables, geológicas y climáticas, entre las cuales se incluyen: temperatura, altura, precipitación pluvial, latitud, longitud, tipo de rocas, exposición al sol, viento y mucha más.

Así mismo, las actividades humanas también pueden afectar en un grado mayor o menor a la vegetación clímax, por ejemplo, grandes extensiones de prados en el oeste de EUA ahora están dominados por una planta denominada Artemisa debido a un sobre pastoreo, ya que el pasto, que normalmente supera en altura a la Artemisa, es ingerido de manera selectiva por el ganado, ocasionando con esto que la artemisa prospere al no encontrar competencia.

Se pueden observar, como algunos ecosistemas no pueden alcanzar la etapa de clímax y se conservan en una etapa anterior denominada subclímax; por ejemplo, la pradera de pasto alto que anteriormente se encontraba cubriendo el norte de los estados de Missouri e Illinois E.U.A., es de hecho, una fase de subclímax de un ecosistema, cuya comunidad clímax es el bioma de bosque caduco.

Esta pradera se vio conservada debido a incendios periódicos, algunos ocasionados por relámpagos y algunos otros, provocados de manera intencional por los nativos estadounidenses, esto para aumentar las tierras de pastoreo para los búfalos. El hombre ahora lo invade y las reservas limitadas de las praderas se conservan por medio de una quema controlada de manera cuidadosa.

Así mismo, la agricultura depende también, del mantenimiento que se da, de manera artificial, de las comunidades subclimax seleccionadas cuidadosamente. Los granos seleccionados son pastos especializados, característicos de las primeras etapas de sucesión, y en esa comunidad se invierten grandes cantidades de energía, esto para prevenir que los individuos competidores (llámese malezas) tomen el control del ecosistema. Por ejemplo, el zacate domesticó de parques y jardines es también, un ecosistema subclimax, el cual se conserva con muchos trabajos, la poda destruye a los invasores boscosos y los herbicidas selectivos matan a los organismos pioneros.

Al estudiar el proceso de sucesión estamos estudiando los cambios en las comunidades durante un periodo de tiempo. Las comunidades clímax que se forman durante la sucesión son influidas fuertemente por el clima y la geología: a distribución de los ecosistemas en el espacio, los desiertos, las tierras de pastoreo y los bosques caducos, son comunidades clímax formadas en regiones geográficas extensas las cuales presentan condiciones ambientales características; estas regiones de comunidades vegetales características reciben el nombre de biomas, y aunque las comunidades que conforman los diferentes biomas difieren de manera radical en los tipos de poblaciones que soportan, estos biomas se encuentran estructurados de acuerdo con reglas generales.

Un medio que ha sido objeto de estudio muy detallado por parte de los ecólogos han sido las dunas, dado que les permite seguir con relativa facilidad el curso natural de una sucesión. La acción del viento que arrastra pequeñas partículas de arena se manifiesta fuertemente en las zonas costeras o bien en la orilla de los grandes lagos, con la creación de dunas, que constituyen así un medio vacío y susceptible de sufrir la invasión de todo tipo de organismos, la llegada de estos individuos puede ser de manera aleatoria, pero solo podrán prosperar aquellos que presenten los requisitos de una especie pionera.

El ecosistema de la duna presenta un sustrato que se caracteriza por su dispersión e inestabilidad, se encuentra formado por arena suelta, en el habitan algunos insectos que para refugiarse excavan cuevas provisionales, pero hasta que no arriban las primeras plantas herbáceas, no se puede estabilizar el terreno, las raíces de las gramíneas desempeñan el importante papel de fijar las dunas y permitir de este modo que especies vegetales de mayor tamaño crezcan sobre ellas; de este modo se da inicio a la formación de suelo, con lo que permitirá a la comunidad florística desarrollarse y tender a la fase clímax del entorno inmediato, por ejemplo bosque de pino marítimo. Junto a este aspecto temporal del proceso, suele producirse otro espacial debido al avance de la duna, que muchas veces gana terreno al mar gracias a los sedimentos arrojados en la orilla, este es un caso frecuente en los deltas y estuarios.

El proceso analizado en las dunas, nos permite inferir cual es el modelo utilizado para la colonización de un nuevo territorio, si bien, en ese medio, el factor determinante, es el entorno inmediato, pues la invasión de la duna supone un ampliación o prolongación del ecosistema fronterizo, sin embargo, la naturaleza nos ha brindado algunas oportunidades de contemplar cómo se da inicio a la colonización de un medio totalmente nuevo, carente en sus orígenes de toda forma posible de vida. Por ejemplo, el 14 de noviembre de 1963, frente a las costa de Islandia surgió una isla debido a una erupción volcánica submarina, a diferencia de otras islas de este tipo, que tras una breve vida vuelven a hundirse en el océano, esta pequeña isla, logro configurarse y asentarse de manera estable, recibiendo el nombre de Surtsey.

Al paso de un periodo de tiempo la lava se seco y enfrió, y entonces los biólogos pudieron contemplar paso a paso la llegada de la vida a aquellas rocas recién formadas; no obstante, el proceso



aun continua, pues el tiempo transcurrido es todavía corto y al ubicarse en una posición de latitudes muy al norte, los procesos vitales se desarrollan con mejor empuje que en regiones más cálidas. Un ejemplo clásico de sucesión ecológica es el de la evolución de las dunas llevada a cabo en la región de los Grandes Lagos, en Estados Unidos, estas dunas se formaron en terrenos dejados por los glaciares en su retirada, al finalizar la última glaciación. Son acumulaciones de arena ubicadas en las orillas de los lagos, que al transcurrir el tiempo, van siendo colonizadas por distintos tipos de plantas. En su proceso de formación se distinguen varios pasos:

1. hierbas que se reproducen por medio de estolones fijan las dunas en unos 6 años.
2. en las dunas estabilizadas, al cabo de unos 20 años, crecen otras gramíneas que desplazan a las anteriores.
3. arbustos como el cerezo de las arenas y los sauces contribuyen a la estabilización de la arena. Aparecen los primeros árboles (álamos).
4. cuando la duna está bien estabilizada (a los 50 o 100 años) aparecen y se extienden rápidamente los pinos.
5. en condiciones normales, a los 100 o 150 años, los robles reemplazan a los pinos, a partir de aquí el proceso que había sido muy rápido se hace lento y el bosque de robles se estabiliza durante unos 1000 años; aparecen gran cantidad de arbustos, conforme el bosque de robles va haciéndose más denso, los arbustos primeros van siendo sustituidos por otros propios de ambiente sombríos.

A partir de aquí el proceso puede seguir varios caminos: bosque de roble y nogal americanos para pasar a bosque definitivo de haya y arce; u otros tipos de bosque según humedad, suelo, factores bióticos, etc. Así mismo, el suelo va evolucionando de forma paralela desde un pH de 7,6 a uno de 4,0 al cabo de 10.000 años.

#### Colmatación de lagos

La colmatación de los lagos es otro ejemplo de gran interés. Los lagos se encuentran recibiendo, poco a poco, pero de manera continua, sedimentos y nutrientes, tales como nitratos y fosfatos, por arroyos y aguas que se encuentran escurriendo, todos los sedimentos se van depositando en el fondo del lago, al incrementarse el nivel de nutrientes del lago se provoca el crecimiento de algas y otros seres vivos que, cuando mueren, precipitan hacia el fondo. Por lo tanto el lago pierde profundidad y las plantas típicas de la orilla (juncos, ranúnculos, cañas, etc.) se extienden más y más y la materia orgánica que se va acumulando en el fondo aumenta a lo que se le denomina turba, que como ya conocemos es el combustible fósil formado de residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos.

Como resultado de este proceso, lo que era un lago se va transformando en una ciénaga o zona pantanosa. Se acidifica, lo que trae como resultado la aparición masiva de juncos, y aparecen los primeros animales terrestres (lombrices, colémbolos, etc.). Al paso del tiempo se continúa depositando una mayor cantidad de turba. Sobre esta turbera, crecen árboles que soportan bien la humedad (alisos, abedules, sauces). Así mismo, aparecen algunas aves y otros animales propios de estos ambientes, aunque cada vez existen una menor cantidad de individuos anfibios, esto debido a que la humedad va desapareciendo.

Dichos árboles serán sustituidos con el tiempo por otros, hasta que se llega a formar un bosque. Si se ha acumulado mucha turba, lo que se instala es el musgo de las turberas, el cual que va transformando

el medio, cada vez más ácido ocasionando la muerte de los árboles. Se originan entonces turberas elevadas pobres en nutrientes, de esta manera se han formado las actuales turberas, por colmatación de lagos, en los 10.000 años transcurridos desde la última glaciación.

Según algunos cálculos, se estima que el lago Ginebra, Suiza se colmatará en unos 30 000 años y el Constanza, ubicado en la parte central de Europa en unos 12 000 años, lo que, en términos geológicos, son muy pocos años. Los pantanos siguen un proceso similar y se calcula que la vida de uno de ellos puede estar entre los 50 y 200 años, según le lleguen más o menos sedimentos.

### Explotación humana

Cuando en una sucesión se presenta la desaparición de las formas de vida superior, las cuales, representan su etapa de mayor madurez, este hecho se menciona como que se ha producido un rejuvenecimiento del ecosistema, como ya sabemos la acción del hombre sobrepasa con mucho los límites de adaptabilidad de la mayoría de los ecosistemas, saca de equilibrio los ya existentes, destruye los frágiles y en cualquier caso invierte el sentido del proceso de sucesión ecológica. Al eliminar a una gran parte de la fauna de un bosque, destruir a la mayoría de sus árboles y por medio de talas o incendios para aclarar el terreno para destinarlo a la agricultura, se han ido eliminando las formaciones más densas, trastocando así el desarrollo normal de la sucesión y favoreciendo a las especies de tipo pionero en detrimento de la fase de clímax.

El ser humano al explotar los ecosistemas se convierte en el principal competidor de otros organismos vivos para conseguir los recursos tróficos y de espacio; además los residuos del hombre, que son de todo tipo, superan de manera amplia la capacidad de auto limpieza del medio natural. La consecuencia de la explotación humana es la regresión permanente de los ecosistemas terrestres y acuáticos, por ejemplo, como consecuencia de estas explotaciones de los ecosistemas tenemos la desaparición de bosques, desecación de humedales, así como la inversión de las sucesiones y la extinción de especies animales y vegetales. En las situaciones en que la intervención del hombre no toma en cuenta los ciclos naturales de los ecosistemas, estos no siguen las sucesivas fases de la degradación de una sucesión, sino que como resultado son destruidos.

### Actividad

1. En una grafica, ¿qué nos indica una curva de población?

---

---

2. Si tenemos una curva de población que se observa un incremento y después un descenso para estabilizarse en un término medio, ¿qué nos indica lo anterior?

---

---

3. ¿Cómo es el potencial de reproducción y mortalidad en una población sometida a una fuerte presión ambiental? \_\_\_\_\_

4. ¿Por qué la cacería sin control de las ballenas las está llevando al borde de la

Extinción?

---

---

5. Es una variación periódica que solo dura un poco tiempo y afectan solo al individuo \_\_\_\_\_

6. Menciona tres ejemplos de ritmos

---

---

7. Cuando el hombre interfiere con una población ,¿qué le ocasiona?

---

---

8. Define el concepto de sucesión

---

---

---

9. ¿Qué son las fases en el desarrollo del proceso de sucesión?

---

---

10. ¿Qué nombre recibe la etapa final en el proceso de sucesión?

---

11. ¿Qué tipo de organismos aparecen siempre primero en el inicio de la sucesión?

---

---

---

12. ¿En qué momento se detiene el proceso de sucesión ecológica?

---

---

---

13. ¿Cuáles son los factores que impiden que se forme una comunidad clímax?

---

---

---

14. Describe cual es el procedimiento que se da en el proceso de sucesión ecológica

---

---

---

---

15. ¿Qué entiendes por sucesión primaria?

---

---

---

16. ¿Qué entiendes por sucesión secundaria?

---

---

---

17. Explica el proceso de colmatación de un lago

---

---

---

---

18. ¿Qué efectos tiene la acción del ser humano en las comunidades clímax?

---

---

---

---

### 3.5.- Ciclo de los elementos.

En contraste con la energía de la luz solar, los nutrientes no fluyen desde arriba; para propósitos prácticos, la misma cantidad de nutrientes ha estado soportando la vida, durante más de 3,000 millones de años. Los nutrientes son elementos y moléculas pequeñas que forman todos los elementos en construcción de la vida, algunos son llamados macronutrientes y son requeridos en grandes cantidades por los organismos vivos, por ejemplo, el agua, carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y calcio. Los micronutrientes solamente se requieren en pequeñísimas cantidades, entre estos tenemos: zinc, molibdeno, hierro, selenio, y yodo.

Los ciclos de los nutrientes son también denominados ciclos biogeoquímicos, estos ciclos nos indican los caminos que siguen estas sustancias cuando se trasladan desde las partes vivas a las no vivas de los ecosistemas y de regreso otra vez a los tejidos vivos.

La fuente más importante o, reserva de los nutrientes importantes es el ambiente abiótico, así por ejemplo, la reserva más importante de carbono y nitrógeno es la atmósfera, por lo que los ciclos de estos elementos se les conocen como ciclos atmosféricos. La reserva de un ciclo sedimentario es el sedimento, es decir, el suelo o, como en el ciclo del fósforo, las rocas. En el ciclo del agua, la

reserva más importante es el océano.

Los elementos químicos se encuentran en el ecosistema biótico, ya que los seres vivos están conformados por elementos químicos, de manera fundamental por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON) que, en conjunto, representan más del 95% de peso de los seres vivos. El resto es fósforo, azufre, calcio, potasio, y un largo etcétera de elementos presentes en cantidades muy pequeñas, aunque algunos de ellos muy importantes para el metabolismo.

Estos elementos químicos también los podemos encontrar en el ecosistema abiótico, formando grandes depósitos. Así, en la atmósfera hay oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En el suelo encontramos agua (H<sub>2</sub>O), nitratos (NO<sub>3</sub>), fosfatos (PO<sub>3</sub>) y otras sales. En las rocas podemos encontrar fosfatos (PO<sub>3</sub>), carbonatos (CO<sub>3</sub>), etc.

La transferencia de estos elementos químicos se da de la siguiente manera. Algunos organismos vivos presentan la capacidad de captarlos de los depósitos inertes en los que se encuentran acumulados, después, van transfiriéndose por medio de las cadenas tróficas de unos individuos a otros, siendo sometidos a procesos químicos que los van situando en distintas moléculas.

Así, por ejemplo, el nitrógeno es absorbido del suelo por las raíces de las plantas en forma de nitrato; en el metabolismo de las plantas pasa a formar parte de proteínas y ácidos nucleídos (químicamente hablando ha sufrido una reducción); los animales contienen el nitrógeno en forma de proteínas y ácidos nucleídos, pero lo eliminan en forma de amoníaco, urea o ácido úrico en la orina. El ciclo lo cierran bacterias del suelo que oxidan el amoníaco a nitratos. Por otros procesos el nitrógeno puede ser tomado del aire por algunas bacterias que lo acaban dejando en forma de nitratos o también puede ser convertido a nitrógeno molecular en forma de gas por otras bacterias que lo devuelven a la atmósfera.

Los ciclos de los elementos mantienen una estrecha relación con el flujo de energía en el ecosistema, ya que la energía utilizable por los organismos es la que se encuentra en enlaces químicos uniendo los elementos para formar las moléculas.

### El ciclo del carbono

El carbono es el elemento químico en el cual se sustenta la vida de todos los seres vivos, es la base de los compuestos orgánicos ya que al formar cadenas de átomos de carbono, constituyen el marco de las moléculas de todos los organismos.

El carbono entra en la comunidad biótica tras la captación de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por parte de las plantas, durante el proceso de la fotosíntesis. La reserva más importante de este compuestos gaseoso se encuentra en la atmósfera, donde constituye hasta el 0.03% de los gases totales, los productores primarios toman el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y lo combinan con H<sub>2</sub>O para formar así, moléculas orgánicas como, los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleídos, es decir, el carbono es elemento básico en la formación de las moléculas, pues todas las moléculas orgánicas se encuentran conformadas por cadenas de carbonos unidos entre sí.

Como ya se mencionó con anterioridad, la reserva fundamental de carbono, que los seres vivos puedan asimilar, es la atmósfera así como también lo podemos encontrar en la hidrosfera, formando moléculas de CO<sub>2</sub>. Este gas se encuentra en la atmósfera en una concentración de más del 0.03% y cada año aproximadamente un 5% de estas reservas de CO<sub>2</sub>, son consumidas en los procesos de

fotosíntesis por los individuos productores (las plantas), es decir, todo el bióxido de carbono en la atmósfera se puede renovar en un periodo de 20 años.

La vuelta de CO<sub>2</sub> a la atmósfera se hace cuando en la respiración los seres vivos oxidan los alimentos produciendo CO<sub>2</sub>. En el conjunto de la biosfera la mayor parte de la respiración la hacen las raíces de las plantas y los organismos del suelo y no, como podría parecer, los animales más visibles.

Los organismos acuáticos toman el CO<sub>2</sub> del agua. La solubilidad de este gas en el agua es muy superior a la de otros gases, como el oxígeno (O<sub>2</sub>) o el nitrógeno (N<sub>2</sub>), porque reacciona con el agua formando ácido carbónico. En los ecosistemas marinos algunos organismos convierten parte del CO<sub>2</sub> que toman en carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) que utilizan para formar sus conchas, caparazones o bien en el caso de los arrecifes, la formación de masas rocosas.

Cuando estos organismos mueren sus caparazones se depositan en el fondo formando rocas sedimentarias calizas en el que el carbono (C) queda retirado del ciclo durante miles y millones de años. Este carbono volverá lentamente al ciclo cuando se van disolviendo las rocas calizas por la del agua. El carbono inicia su entrada a las redes alimentarias gracias a los organismos productores, que captan CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis, parte de este CO<sub>2</sub> es regresado a la atmósfera por la respiración celular, y la parte que se incorpora en el cuerpo vegetal pasa después a los herbívoros. A su vez estos herbívoros respiran parte de el así como también incorporan otra parte en sus tejidos. Todos los organismos vivos son consumidos a la larga por los depredadores, por los alimentadores de detritos y por los descomponedores; al final, casi todo el carbono es regresado a la atmósfera como CO<sub>2</sub>.

Otra parte del ciclo del carbono es la producción de combustibles fósiles a largo plazo. Los combustibles fósiles se forman de los restos de organismos vivos en estos depósitos, transformados por acción altas temperaturas y presión a lo largo de millones de años, en carbón, petróleo o gas natural.

La energía de la luz solar prehistórica también se encuentra atrapada en los combustibles fósiles; la quema de combustible fósil libera su energía. La actividad humana, incluyendo el uso extendido de los combustibles fósiles y la tala y quema de los grandes bosques de tierra (donde esta almacenada una gran cantidad de carbono), está aumentando la cantidad de bióxido de carbono en la atmósfera.

El petróleo, carbón y materia orgánica acumulados en el suelo son resultado de épocas en las que se ha devuelto menos CO<sub>2</sub> a la atmósfera del que se tomaba.

Así apareció el oxígeno (O<sub>2</sub>) en la atmósfera. Si hoy consumiéramos todos los combustibles fósiles almacenados, el O<sub>2</sub> desaparecería de la atmósfera.

Como veremos el ritmo creciente al que estamos devolviendo CO<sub>2</sub> a la atmósfera, por la actividad humana, es motivo de preocupación respecto al nivel de efecto invernadero que puede estar provocando, con el cambio climático consiguiente.

### Ciclo del oxígeno

El oxígeno es el elemento químico más abundante en los seres vivos. Forma parte del agua y de todo tipo de moléculas orgánicas. Como molécula, en forma de O<sub>2</sub>, su presencia en la atmósfera se debe a la actividad fotosintética de primitivos organismos. Al principio debió ser una sustancia tóxica para la vida, por su gran poder oxidante.

Todavía ahora, una atmósfera de oxígeno puro produce daños irreparables en las células. Pero el metabolismo celular se adaptó a usar la molécula de oxígeno como agente oxidante de los alimentos abriendo así una nueva vía de obtención de energía mucho más eficiente que la anaeróbica.

La reserva fundamental de oxígeno utilizable por los seres vivos está en la atmósfera. Su ciclo está estrechamente vinculado al del carbono pues el proceso por el que el carbono es asimilado por las plantas (fotosíntesis), supone también devolución del oxígeno a la atmósfera, mientras que el proceso de respiración ocasiona el efecto contrario.

Otra parte del ciclo natural del oxígeno que tiene un notable interés indirecto para los seres vivos de la superficie de la Tierra es su conversión en ozono. Las moléculas de  $O_2$  activadas por las radiaciones muy energéticas de onda corta, se rompen en átomos libres de oxígeno que reaccionan con otras moléculas de  $O_2$ , formando  $O_3$  (ozono). Esta reacción es reversible, de forma que el ozono, absorbiendo radiaciones ultravioletas vuelve a convertirse en  $O_2$ .

### Ciclo del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno también es un ciclo atmosférico, ya que la atmósfera tiene aproximadamente 70% de este gas ( $N_2$ ), pero ni plantas y animales pueden usarlo de manera directa; las plantas deben de contar con compuestos denominados nitratos ( $NO_3$ )- o amoníaco ( $NH_3$ ). El amoníaco es sintetizado por algunas bacterias y cianobacterias que se encargan de la fijación de nitrógeno, un proceso que combina nitrógeno con hidrogeno.

Algunas de estas bacterias habitan en el agua y el suelo, otras, se encuentran en una asociación simbiótica con plantas de la familia de las leguminosas (frijol, alfalfa, soya, trébol, chícharos) donde viven en protuberancias en sus raíces.

Las bacterias descomponedoras también pueden producir amoníaco y urea en cuerpos muertos y deshechos, otros tipos de bacterias, convierten el amoníaco en nitratos, los nitratos también pueden ser producidos por tormentas eléctricas así como por otras formas de combustión, que provocan que el nitrógeno entre en reacción con el oxígeno atmosférico.

En los ecosistemas dominados por los humanos, como, los campos agrícolas, jardines y prados urbanos, el amoníaco y los nitratos, son proporcionados por medio de los fertilizantes químicos, estos fertilizantes se producen usando la energía que se encuentra en los combustibles fósiles que fijan, de manera artificial, el nitrógeno atmosférico.

Los organismos productores (plantas) convierten el nitrógeno del amoníaco y de los nitratos en: aminoácidos, proteínas, ácido nucleicos y vitaminas. Estas moléculas contienen el nitrógeno de la planta, al paso del tiempo estas plantas son ingeridas por individuos del tipo consumidores primarios (herbívoros), alimentadores de detritos o descomponedores; cuando este nitrógeno pasa por la red alimentaria, se libera parte de él, en desechos y en cuerpos muertos, que las bacterias descomponedoras vuelven a convertir de nueva cuenta en nitratos y amoníaco.

El ciclo se equilibra con el regreso continuo de nitrógeno a la atmósfera por las bacterias desnitrificantes, estos residentes del lodo, los pantanos y los estuarios descomponen los nitratos para liberar gas nitrógeno de regreso a la atmósfera. Como ya se mencionó con anterioridad, los organismos vivos, utilizan el nitrógeno en la fabricación de proteínas, ácidos nucleicos así como otras moléculas fundamentales del metabolismo del organismo.

La reserva fundamental del nitrógeno se encuentra también en la atmósfera, en donde se encuentra en forma de  $N_2$  (nitrógeno gaseoso), pero como ya se dijo antes, esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias).

Estas bacterias y algas cianofíceas que pueden usar el  $N_2$  del aire, desempeñan un papel de suma importancia en el ciclo de este elemento, al llevar a cabo la fijación del nitrógeno. De esta forma convierten el  $N_2$  en otras formas químicas (nitratos y amonio) las cuales son asimilables por los organismos productores (las plantas).

El amonio ( $NH_4^+$ ) y el nitrato ( $NO_3^-$ ) las plantas lo pueden asimilar por las raíces y utilizarlo en sus procesos metabólicos.

Los vegetales utilizan esos átomos de nitrógeno para la fabricación de las proteínas y ácidos nucleicos. En cambio los organismos consumidores como los animales requieren obtener su nitrógeno al alimentarse de las plantas o bien de otros animales.

En los procesos metabólicos de los compuestos nitrogenados en los animales, termina por formarse el ión amonio, el cual es muy tóxico y debe ser eliminado. Esta eliminación la realizan en forma de amoníaco, por ejemplo algunos peces y organismos acuáticos, o bien en forma de urea, como el hombre y otros mamíferos, así mismo, las aves y otros animales de zonas secas lo eliminan en forma de ácido úrico.

Todos estos compuestos, terminan depositándose en la tierra o el agua, de donde pueden tomarlos de nuevo las plantas o ser usados por algunas bacterias. Existen algunas bacterias que convierten el amoníaco, en nitritos y otras bacterias transforman los nitritos en nitratos. Una de estas bacterias del género *Rhizobium* se aloja en una relación simbiótica en los nódulos de las raíces de las leguminosas (alfalfa, frijol, trébol, etc.) y por eso esta clase de plantas son tan interesantes para hacer un abonado natural de los suelos.

En los lugares donde existe un exceso de materia orgánica en el mantillo, bajo condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno), existen otro tipo de bacterias, las cuales producen desnitrificación, convirtiendo los compuestos de N en  $N_2$ , lo que ocasiona que se pierda de nueva cuenta nitrógeno del ecosistema hacia la atmósfera.

A pesar de este ciclo, el nitrógeno suele ser uno de los elementos que escasean y que es factor suelos con nitratos, esto para mejorar los rendimientos agrícolas.

Durante muchos años se usaron productos naturales ricos en nitrógeno como el guano (excremento de aves marinas). Desde que se consiguió la síntesis artificial de amoníaco por medio del proceso Haber, fue posible fabricar fertilizantes nitrogenados, los cuales se utilizan actualmente, en grandes cantidades en la agricultura. Pero el uso indiscriminado de estos fertilizantes nitrogenados ocasiona problemas de contaminación en las aguas: la eutrofización.

### Ciclo del fósforo

El fósforo es un elemento es muy importante en las reacciones energéticas de los seres vivos, sigue un ciclo abierto en la naturaleza, es decir, que una parte del fósforo producido no regresa de nuevo al sistema, sino que se pierde. La microflora del suelo, transforma el fósforo en compuestos llamados fosfatos, los cuales las plantas son capaces de absorber e incorporar a su organismo, los animales adquieren el fósforo más tarde al alimentarse directa o indirectamente de la materia vegetal.



El fósforo es un componente crucial de las moléculas biológicas, incluyendo las de transferencia de energía, Trifosfato de adenosina (ATP), ácidos nucleicos y fosfolípidos de las membranas celulares.

Así mismo es un componente importante de los huesos y de los dientes, la reserva de fósforo en los ecosistemas, son las rocas, donde se encuentra unido al oxígeno formando fosfatos; el ciclo del fósforo es sedimentario, porque a diferencia del carbono, oxígeno y del nitrógeno, no entra en la atmósfera.

Como las rocas que son ricas en fosfatos, están expuestas y se erosionan, el agua de la lluvia disuelve el fosfato, el fosfato disuelto es absorbido de manera fácil por las raíces de las plantas y otros autótrofos, como los protistas fotosintéticos y las cianobacterias, y es incorporado a las moléculas biológicas, como el ATP. De estos productores, el fósforo pasa a la red alimentaria, en todos los niveles tróficos, el exceso de fósforo se excreta; a la larga, los descomponedores regresan el fosfato restante en los cuerpos muertos, al suelo y el agua en forma de fosfato. Aquí, puede ser de nuevo absorbido por los organismos autótrofos o enlazarse con el sedimento para reincorporarse después en las rocas.

Una parte del fosfato disuelto en agua dulce, es transportado hacia los océanos, aunque una gran porción de este fosfato, termina en los sedimentos del fondo marino, parte es absorbido por organismos productores, y con el tiempo, se incorpora en los cuerpos de los invertebrados y los peces, a su vez, algunos de estos organismos, son consumidos por las aves marinas, las cuales excretan grandes cantidades de fósforo de regreso al suelo. Anteriormente existió un tiempo en el cual se extraía el guano (excremento marino) depositado por las aves marinas a lo largo de la costa occidental de América del Sur como una fuente importante del fósforo mundial. Las rocas ricas en fosfato también son extraídas y el fósforo se incorpora a los fertilizantes. Así mismo, la tierra que se erosiona de los campos agrícolas fertilizados, transportan grandes cantidades de fosfatos hacia los lagos, arroyos y el océano, donde se estimula el crecimiento de los organismos productores.

Como ya se menciona con anterioridad, el fósforo es un componente esencial de los organismos, se encuentra formando parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN); del trifosfato de adenosina (ATP) y de otras moléculas que tienen fosfatos ( $(\text{PO}_4)_3^-$ ), las cuales almacenan la energía química; así mismo, es constituyente importante de las membranas celulares en forma de fosfolípidos, así como de huesos y dientes de los animales. Este elemento se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas, en proporciones de un 0.2%, aproximadamente, en cambio en los animales hasta el 1% de su masa puede ser fósforo.

Su reserva fundamental en la naturaleza se encuentra en la corteza terrestre, por meteorización de las rocas o bien sacado por las cenizas volcánicas, queda disponible para que lo puedan tomar las plantas, con facilidad es arrastrado por las aguas y llega al mar. Parte del que es arrastrado sedimenta al fondo del mar y forma rocas que tardarán millones de años en volver a emerger y liberar de nuevo las sales de fósforo.

Otra parte del fósforo es absorbido por el plancton (organismos productores) que, su vez, es comido por organismos filtradores de plancton, como algunas especies de peces. Cuando estos peces son comidos por aves que tienen sus nidos en tierra, devuelven parte del fósforo en las heces hacia la tierra.

El fósforo, es el principal factor limitante en los ecosistemas acuáticos y en los lugares en los que las corrientes marinas suben del fondo, al arrastrar el fósforo que se ha ido sedimentando a través del tiempo, por lo que el plancton prolifera en la superficie. Al existir exceso de alimento se multiplican los bancos de peces, formándose las grandes pesquerías del Gran Sol, costas occidentales de África y América del Sur entre otras.

Con los compuestos de fósforo que se recogen directamente de los grandes depósitos acumulados en algunos lugares de la tierra se fertilizan los terrenos de cultivo, esto a veces en cantidades desmesuradas, que como ya se vio origina problemas de eutrofización.

### Ciclo del azufre

En los organismos productores, como las plantas superiores el azufre se asimila en forma de sulfatos y tras varias transformaciones lo incorporan a los aminoácidos (constituyentes principales de las proteínas). En cambio, en los animales (organismo consumidor), el azufre lo podemos encontrar en las proteínas.

Cuando los organismos productores como consumidores mueren, varios organismos (descomponedores y consumidores de detritos) se encargan de reducir las sustancias resultantes y dejarlas de nuevo en las condiciones adecuadas para que puedan ser utilizadas de nuevo por las plantas. El ciclo del azufre es menos importante que los otros elementos que hemos visto, pero este elemento es imprescindible ya que forma parte de las proteínas. Su reserva fundamental se encuentra en la corteza terrestre y es usado por los seres vivos solamente en pequeñas cantidades. En la actualidad la actividad industrial del hombre está provocando exceso de emisiones de gases sulfurosos hacia la atmósfera, ocasionando con esto problemas como lo que llamamos lluvia ácida.

### Ciclo del agua

Gran parte de la superficie terrestre se encuentra cubierta por agua, se estima que existen cerca de 1.5 millones de Km<sup>3</sup> de agua, y menos del 1% es considerada como agua dulce. El agua, así como el carbono, el nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre, esta también sometida a un ciclo. El agua presente en los ríos, mares, lagos, plantas y animales, se incorpora y pasa a la atmósfera en forma de vapor, una gran parte del agua evaporada sube a la atmósfera y después, si las condiciones son adecuadas, se precipita en forma de lluvia, granizo o nieve. En la atmósfera el agua se condensa formando nubes, las cuales pueden ser trasladadas por los vientos hacia los continentes, donde puede ocurrir la precipitación, en la tierra el agua puede escurrir por los ríos y arroyos o filtrarse en las capas del subsuelo formando corrientes subterráneas. El ciclo del agua es también llamado ciclo hidrológico, es diferente de casi todos los demás ciclos de los elementos, debido a que la mayor parte del agua, permanece en esa forma a lo largo de todo el ciclo y, no se usa en la formación de nuevas moléculas.

La reserva principal del agua se encuentra en el océano, el cual cubre alrededor de las tres cuartas partes de la superficie terrestre y contiene más del 97 % del agua disponible.

El ciclo del agua es posible debido a la energía solar, la cual evapora el agua, y así mismo por la gravedad, que la regresa a la superficie en forma de precipitación (lluvia, nieve, rocío). Casi toda la evaporación sucede desde los océanos y una gran parte se reintegra directamente a ellos, por precipitación. El agua que cae sobre el suelo sigue diversas vías; una parte se evapora del suelo, de lagos y arroyos, otra se escurre de la tierra de regreso al océano y una cantidad pequeña entra en las aguas freáticas.

Como aproximadamente el 70% de los cuerpos de los organismos vivos se encuentran compuestos por este líquido, parte del agua del ciclo hidrológico entra en las comunidades vivas de los ecosistemas, al ser absorbida por las raíces de las plantas, y una parte se evapora de regreso a la atmósfera a través de las hojas. Así mismo una pequeña cantidad se combina con bióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis para producir moléculas de alta energía, las cuales con el paso del tiempo, se descomponen durante la respiración celular y liberan agua de regreso al ambiente.

Los organismos heterótrofos obtienen el agua de su alimento o bien bebiéndola.

Aunque el ciclo del agua continuaría en ausencia de los seres vivos, la distribución de la vida y la composición de las comunidades biológicas, depende de los patrones de precipitación y de evaporación y, en gran medida, se encuentran establecidas por ellos; por ejemplo, la operación del ciclo hidrológico es de manera considerable, diferente en un desierto que en un bosque tropical, y esta diferencia, se refleja en la composición de las comunidades en estos ecosistemas.

Como ya sabemos, el agua es un importantísimo componente de los seres vivos y es así mismo, factor limitante de la productividad de muchos ecosistemas. Los elementos afectados por su ciclo son el hidrogeno y el oxigeno de forma directa, pero la misma molécula de agua es vital para los seres vivos como otras sustancias que van disueltas en ella también lo son.

Existen factores que influyen en la disponibilidad del agua en el ecosistema, los cuales pueden pasar desapercibidos en un primer momento, por ejemplo, en las zonas continentales que se encuentran alejadas del mar, las precipitaciones dependen, sobre todo, del agua que se evapora en el interior del mismo continente. Esto hace que en zonas de clima cálido se pueda producir fácilmente desertización si disminuye la cantidad de agua disponible para la evaporación, cuando se canalizan excesivamente los ríos o, en general, se aumenta la velocidad de salida del agua de la cuenca. Este fenómeno también tiene influencia en las zonas selváticas, cuando se talan los árboles, ya que con esto se pierde capacidad de evapotranspiración por parte de las plantas (los árboles con su transpiración envían una gran cantidad de agua a la atmósfera).

En la mayoría de las zonas continentales el nivel de la producción primaria se encuentra limitado por las disponibilidades de agua, por ejemplo, según cálculos de De Witt, en las condiciones climáticas de

Estocolmo Suecia, las plantas pueden producir al año unos 2,5 Kg/m<sup>2</sup> de materia orgánica seca y en Berlín Alemania, unos 3 Kg/m<sup>2</sup>. Existen cálculos que indican, que para producir un Kg. de materia seca se necesitan unos 500 L de agua, por lo tanto en Estocolmo se necesitarían 1.250 L y en Berlín 1.500.

Esta agua tendría que caer el momento apropiado (no en invierno, etc.), en el lugar adecuado y en el modo adecuado (sin provocar escorrentía, etc.).

### Actividad

I. Describe que son para ti los nutrientes

---



---



---



---

2. Nos indican los caminos que siguen estas sustancias cuando se trasladan desde las partes vivas a las no vivas de los ecosistemas

---

3. Es la fuente más importante de los nutrientes

---

---

4. Menciona cuáles son los ciclos de tipo atmosférico

---

---

5. Son los elementos que conforman fundamentalmente a los organismos vivos

---

6. ¿Cómo es que los ciclos de los elementos presentan una relación directa con el flujo de energía en el ecosistema?

---

---

---

---

7. Es el elemento químico que está soportando toda la vida de los seres vivos

---

8 ¿Cómo sucede la introducción del elemento carbono en la comunidad biótica de los ecosistemas?

---

---

---

9. Explica por qué el carbono es el elemento básico en la formación de las moléculas

---

---

---

10. Menciona la importancia del bióxido de carbono en los ecosistemas marinos

---

---

11. ¿Qué está ocasionando el excesivo derrame de bióxido de carbono al medio ambiente?

---

---

---

12. Durante el proceso de respiración de una planta, ¿qué elemento químico se produce? \_\_\_\_\_

13. Escribe la formula química de una molécula del ozono

---

14. El nitrógeno es un elemento que no puede ser asimilado de manera directa, ¿cómo es que los organismos vivos lo absorben?

---

---

15. Describe el ciclo del nitrógeno

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

16. Este elemento es un constituyente importante de las membranas celulares al estar unido con lípidos \_\_\_\_\_

17. Describe el ciclo del agua

---

---

---

---

---

---

---

---

---

140

18. ¿En qué es diferente el ciclo del agua a los demás ciclos de los elementos?

---

---

19. ¿Cuál es el factor indispensable para que se lleve a cabo el ciclo del agua?

---

---

20. ¿Cuáles son los factores del ciclo del agua que determinan el tipo de comunidades que habitarán un ecosistema?

---

---

### 3.6.- Biodiversidad.

La biodiversidad la podemos observar en el gran número de organismos de diferentes especies que habitan una determinada área, dichos organismos interactúan entre sí y con el medio ambiente; en una comunidad podemos encontrar organismos de diferentes especies, los cuales habitan un área determinada y sobreviven gracias al equilibrio ecológico que se mantiene.

La biodiversidad de los seres vivos es muy amplia; actualmente se conocen unos 5 millones de organismos diferentes, aunque muchas especies se han extinguido, el proceso de la evolución ha permitido la gran diversidad de especies que viven en la actualidad. Sin embargo, el hombre está acabando con la gran diversidad de organismos, para los cuales le resulta cada vez más difícil de sobrevivir; la tala inmoderada, la caza indiscriminada, el sobre pastoreo, la instalación de centros industriales o de población y la contaminación del agua, del aire y del suelo, entre otros factores deterioran en forma considerable la biodiversidad del mundo.

Se consideran especies en peligro de extinción aquellas cuyas poblaciones se encuentran reducidas numéricamente hasta un nivel crítico y cuyo hábitat ha experimentado una reducción tan drástica que se les considera en riesgo inmediato de desaparecer.

Como ya se dijo, la biodiversidad se refiere al número total de especies diferentes dentro de un ecosistema y a la complejidad resultante de las interacciones de ellas; en pocas palabras, define riqueza de una comunidad ecológica, algunas personas se encuentran cada vez más preocupados por la pérdida de la biodiversidad, por la expansión de la población humana y por la expansión resultante de agricultura y de desarrollo y la extinción de las especies.

Un ecosistema con diversidad baja, como un maizal, soporta relativamente pocas especies, con pocas interacciones entre ellas. Las condiciones adversas, como las sequías o la invasión de una

enfermedad del maíz, pueden devastar todo el ecosistema; en contraste, la pradera natural tan diversa que fue reemplazada por el maizal, soportaba una variedad de pastos, cada uno tolerante de condiciones ligeramente diferentes y resistentes a distintos tipos de depredadores y de parásitos. Aunque parece lógico el concepto de que la diversidad reducida, causada por las actividades humanas, produce una reducción en la productividad y en la estabilidad de los ecosistemas, hasta hace poco nunca se había probado de manera rigurosa, ahora, dos estudios diferentes, uno en campo y otro en laboratorio, apoyan dicha relación.

El estudio en campo se realizó durante 11 años en más de 20 terrenos pequeños de estudio dentro de un ecosistema de tierras de pastoreo y robles en Minnesota E.U.A. A la mitad del estudio la región sufrió la peor sequía en 50 años, los terrenos que tenían la biodiversidad más alta sufrieron la menor pérdida de productividad y se recuperaron más rápidamente que los que tenían una diversidad baja.

En el estudio controlado de laboratorio, investigadores de Inglaterra crearon pequeños ecosistemas artificiales, con números en aumento de organismos en cuatro niveles tróficos; de nueva cuenta, aquellos con la biodiversidad más alta tuvieron la productividad más elevada.

Algunas especies, tienen un papel mucho más importante que otras, en la conservación de la función de un ecosistema. ¿Qué especies son las más cruciales en cada ecosistema? Nadie lo sabe, los ecólogos de la Universidad de Stanford E.U.A., Paul y Anne Ehrlich, en sus investigaciones, compararon la pérdida de la biodiversidad, con la remoción de los remaches de las alas de un avión, las personas que quitan los remaches siguen suponiendo que hay muchos más remaches de los necesarios, hasta que un día, en el momento del despegue, comprueban que están totalmente equivocados.

Conforme las actividades humanas lleven a las especies a su extinción, con poco conocimiento del papel que cada una tiene en la red compleja de la vida, corremos el riesgo de remover un remache de más. La diversidad biológica, es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos, al ambiente que encontramos en la biosfera., se suele denominar también como biodiversidad y, constituye la gran riqueza de la vida del planeta.

Los organismos que han poblado el planeta, desde que apareció la vida, hasta la actualidad, han sido de formas muy variadas; los seres vivos han estado evolucionando de manera continua, formándose nuevas especies, al mismo tiempo que otras iban extinguiéndose. Los diferentes tipos de individuos, que habitan nuestro planeta en la actualidad, han sido resultado de este proceso de evolución y diversificación, unido así mismo, a la extinción de millones de especies.

Según cálculos, se estima que sólo sobreviven en la actualidad alrededor del 1% de las especies que alguna vez habitaron el planeta. El proceso de extinción es, por lo tanto, un proceso natural, pero, los cambios que los humanos estamos provocando en el ambiente en los últimos siglos, están acelerando de manera muy peligrosa el ritmo de extinción de algunas especies. Es decir, se está disminuyendo de manera alarmante la biodiversidad del planeta. La situación actual de la biodiversidad en el planeta es de la siguiente manera:

Se conocen en este momento alrededor de 1 700 000 especies de todo tipo de organismos, incluidos desde las bacterias hasta los animales superiores. Pero como continuamente están apareciendo especies nuevas, se sospecha con mucho fundamento que existen muchas más.

Las estimaciones sobre la cantidad de organismos vivos diferentes, que podrían existir en el planeta en este momento, son muy variables. Algunos llegan a proponer hasta treinta, cincuenta u ochenta millones de seres vivos, pero estas son cifras con una base de cálculos poco claros. Una cifra aproximada, aceptada por la mayoría de los científicos como una buena estimación, es la de entre cinco y diez millones de especies.

Como el número de especies que han podido poblar el planeta a través de toda su historia se estima, de manera muy aproximada, en unos 500 millones, se observa que sólo sobreviven en la actualidad el 1%, aproximadamente.

La diversidad no es solamente entre de tipos de organismos, existen diversidades de especies como ya conocemos, así mismo se da una diversidad genética entre esos mismos individuos, y a la vez se puede producir también, una diversidad entre los ecosistemas, por lo que se hace preciso diferenciar:

Diversidad específica.- La biodiversidad más aparente y que primero captamos es la de especies.

Pero es muy importante considerar la importancia que tienen tanto la diversidad genética como la de los ecosistemas.

Diversidad genética.- Aunque los individuos de una especie presentan semejanzas esenciales entre sí, no todos son iguales. Genéticamente son diferentes y, además, existen variedades y razas distintas dentro de la misma especie, esta diversidad es una gran riqueza de la especie, lo cual hace más fácil su adaptación a medios ambientes cambiantes y su propia evolución.

Por lo tanto, desde un punto de vista práctico, es especialmente importante mantener la diversidad genética de las especies que usamos en los cultivos o en la ganadería. Este concepto se refiere por lo tanto a la variedad que existe dentro de los organismos de una misma especie, por ejemplo, la diversidad de razas de perros, gatos, etc.

Cada ser vivo pertenece a una especie en particular, y una especie tiene muchos individuos, que son diferentes entre sí, por ejemplo, todos los seres humanos pertenecen a la especie llamada

Homo sapiens. Pero si observamos a nuestros amigos o amigas, podemos ver que todos somos diferentes. La diversidad genética es fundamental para la adaptación de las especies a cambios en el ambiente.

Diversidad de ecosistemas.- La vida se ha sufrido un proceso de diversificación porque ha ido adaptándose a diferentes hábitat ecológicos, formando parte siempre, de un complejo sistema de interrelaciones con factores bióticos y abióticos, en lo que denominamos ecosistemas. Por lo tanto, la diversidad de especies es en realidad un reflejo, de la diversidad de ecosistemas y no podemos pensar en las especies, como algo aislado del ecosistema. Esto nos lleva al pensamiento, tan importante en el aspecto ambiental, de que no es posible mantener la diversidad de especies en el planeta, si no se mantiene la de los ecosistemas.

De hecho, la destrucción de los ecosistemas, es la principal responsable de la acelerada extinción de especies de los últimos siglos.

La diversidad de ecosistemas será entonces, el número y abundancia de ecosistemas en el planeta. Entendiendo por ecosistemas, al conjunto de elementos bióticos (seres vivos) y abióticos (suelo, agua, luz, minerales, topografía, humedad, etc.) de un determinado lugar que se encuentran relacionados o



interactuando entre sí. El bosque tropical húmedo, los humedales, los arrecifes y el desierto son algunos ecosistemas que encontramos en nuestro país.

El bosque tropical húmedo es el ecosistema del planeta más rico en biodiversidad. Los estudios de la biodiversidad son muy importantes, ya que nos permiten entender las diferencias existentes entre las especies y los ecosistemas.

Al mismo tiempo nos ayudan a pensar y actuar de acuerdo con las necesidades de cada uno de los organismos con los que compartimos el planeta. La supervivencia del ser humano depende en mucho de las relaciones que tenga con las otras especies.

#### Nomenclatura y taxonomía de los seres vivos

El trabajo de muchos científicos ha ido identificando, estudiando y clasificando a los distintos seres vivos, cuando se encuentra un organismo cuyas características son distintas de todos los conocidos hasta ahora se le pone un nuevo nombre y se le clasifica en alguno de los grupos ya existentes o, más raramente, hace un nuevo grupo para él, esto sí es muy diferente de todos los anteriores. Los nombres científicos de las especies están formados por dos palabras latinas, la primera designa el género al que pertenece. Así, por ejemplo, el nombre científico de la encina es *Quercus ilex*.

Es una especie del género *Quercus*, en el que hay otras especies distintas. Por ejemplo *Quercus robur*, el roble pedunculado que forma los grandes robledales de fondo de valle, o *Quercus rubra*, el roble americana, etc.

Los géneros parecidos forman familias, las familias se agrupan en órdenes, estos en clases y las clases en tipos o phylla.

Durante mucho tiempo era habitual agrupar a todos los seres vivos en dos grandes reinos, el de las Plantas y el de los Animales. Esta distribución es muy clara cuando pensamos en las plantas y animales superiores, pero cuando se intentaba situar en estos reinos otros organismos como los hongos, bacterias, protozoos y algas unicelulares había muchas dificultades. Para hacer frente a esta dificultad hace unas décadas se hizo corriente agruparlos en cinco reinos:

- Monera.- Incluye las bacterias y las cianobacterias o algas verdeazuladas. Sus células son procarióticas (sin envoltura nuclear).
- Protista.- Organismos unicelulares o pluricelulares muy sencillos. Sus células son eucarióticas.
- Fungi.- Incluye los hongos. Son organismos que se alimentan secretando enzimas digestivos que digieren la comida en el exterior del organismo y absorbiendo los nutrientes ya digeridos.
- Plantae.- Las plantas. Su nutrición es por fotosíntesis
- Animalia.- Los animales. Son heterótrofos y necesitan nutrirse de moléculas orgánicas complejas. En la actualidad las clasificaciones de los seres vivos que denominamos microorganismos, se han complicado hasta incluir un gran número de troncos filogenéticos.

#### Extinciones naturales

Las especies dejan de existir de forma natural cuando no se adaptan al medio o son sustituidas por otras cuya adaptación es mejor. Este es un proceso que viene sucediendo con continuidad a través de la historia de la vida en la Tierra, y que se acelera en algunas ocasiones.

Se conocen varias épocas en las que se han concentrado grandes extinciones en unos periodos de varias decenas o miles de años que, para la escala de tiempo geológica, son tiempos muy cortos.

Así sucedió, entre otros, al final de la era Paleozoica, hace unos 225 millones de años, y al final del Cretácico (Era Mesozoica) hace unos 65 millones de años.

En estas épocas porcentajes de entre el 50% y el 90% de las especies que vivían hasta entonces dejaban de existir y al cabo de unos millones de años, nuevas especies aparecían sobre la Tierra.

Las causas de estas extinciones no las conocemos bien en todos los casos. Una de las más famosas y mejor conocidas es la de finales del Cretácico que supuso la desaparición de los dinosaurios, entre otros muchos organismos. Muy probablemente esta extinción fue causada por la caída de un gigantesco meteorito de unos 10 kilómetros de diámetro, en la zona de la península de Yucatán en el Golfo de México. Suponemos que el impacto fue tan fuerte que levantó una gran nube de polvo y otras sustancias por lo que se modificó el clima y las nuevas condiciones ambientales supusieron la desaparición de muchos organismos. Al cabo de unos millones de años la vida se recuperó y esa extinción facilitó, por ejemplo, el que el grupo de los mamíferos evolucionara originando una gran diversidad de especies que poblaron muy diferentes hábitat.

#### La biodiversidad en peligro

El impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza está provocando una pérdida de biodiversidad acelerada, la causa principal es la destrucción de ecosistemas de gran interés, cuando se ponen tierras en cultivo desecando pantanos o talando bosques, cuando se cambian las condiciones de las aguas o la atmósfera por la contaminación, o cuando se destruyen hábitat en la extracción de recursos. Aunado a todo esto factores como la cacería, la introducción de especies exóticas y otras actuaciones han provocado la extinción de un buen número de especies.

Cuando se piensa en la extinción de especies lo normal es imaginarse animales como la ballena azul, el oso panda, el rinoceronte negro o bien otros animales bien conocidos por todos, los cuales que se han extinguido (dodo, pichón americano, etc.) o que están en riesgo de extinción muy grave. El tamaño, las costumbres de vida o la apariencia de estos y otros animales hacen que la opinión pública se sensibilice con especial facilidad con estas especies.

La extinción de especies de mamíferos, aves u otros vistosos seres vivos es importante y grave, pero a la comunidad científica le preocupa tanto o más la muy probable desaparición de cientos o miles de especies de plantas desconocidas, insectos, hongos y otros seres vivos que son desconocidos para la mayoría.

Aunque es muy difícil cuantificar el ritmo al que se están perdiendo estas especies, algunos autores suponen que todos los años se extinguen miles de especies y que para el año 2025 podrían desaparecer cerca de la mitad de las que actualmente existen. Hay que entender que estas cifras que se manejan no son especies concretas y conocidas que se sabe positivamente que ya se han extinguido, son estimaciones y cálculos que se hacen en base a ritmo de destrucción de hábitats o similares. Otros estudios discuten la validez de estas suposiciones y no está claro, por ahora, que es lo que realmente está sucediendo.

La dificultad de estos estudios procede que en primer lugar se estarían perdiendo especies que ni siquiera hemos llegado a conocer y en segundo lugar es mucho más fácil encontrar y reconocer

una especie nueva, que poder asegurar que una especie que se conocía ha dejado de existir. Para poder asegurar eso con ciertas garantías hay que haber hecho multitud de observaciones en busca de ese organismo, en todos los lugares en los que se supone que se puede encontrar y haber comprobado que en ninguno de ellos aparecía, lo que, como es fácil comprender, es muy difícil.

Las actividades humanas que causan extinción de especies y una mayor pérdida de biodiversidad son:

- **Alteración y destrucción de ecosistemas.** La destrucción de selva tropical es la mayor amenaza a la biodiversidad ya que su riqueza de especies es enorme. Otros ecosistemas muy delicados y con gran diversidad son los arrecifes de coral y en los últimos años están teniendo importantes problemas de difícil solución. También están muy maltratados los humedales, pantanos, marismas, etc. Los cuales son lugares de gran productividad biológica, usados por las aves acuáticas para la cría y la alimentación y el descanso en sus emigraciones. Durante siglos el hombre ha desecado los pantanos para convertirlos en tierras de labor y ha usado las marismas costeras para construir sus puertos y ciudades, por lo que su extensión ha disminuido drásticamente en todo el mundo.
- **Prácticas agrícolas.** Algunas prácticas agrícolas modernas pueden ser muy peligrosas para el mantenimiento de la diversidad si no se tiene cuidado de minimizar sus efectos. La agricultura ya causa un gran impacto al exigir convertir ecosistemas diversos en tierras de cultivo, además los insecticidas, mal utilizados pueden envenenar a muchos organismos además de los que forman las plagas, así mismo los monocultivos introducen una uniformidad tan grande en extensas áreas que reducen enormemente la diversidad.
- **Caza, exterminio y explotación de animales.** La caza de alimañas y depredadores hasta lograr su exterminio, ha sido una actividad habitual hasta hace muy poco tiempo. Estas plagas eran consideradas una amenaza para el ganado, la caza y el hombre y por este motivo se procuraba eliminar a animales como el lobo, osos, aves de presa, etc. La caza ha jugado un papel doble, en ocasiones ha servido para conservar cazaderos y lugares protegidos que son valiosos parques naturales en la actualidad. En el caso de otras especies ha llevado a su extinción o casi, como fue el caso del Dodo, el pichón americano, el búfalo de las praderas americanas, el quebrantahuesos europeo, algunas variedades de ballena, y muchos otros animales.

En la actualidad el comercio de especies exóticas, el coleccionismo, la captura de especies con supuestas propiedades curativas (especialmente apreciadas en la farmacopea china), el turismo masivo, etc. amenaza a muy distintas especies.

- **Introducción de especies nuevas.** El hombre, unas veces de manera voluntaria para luchar contra plagas o bien por sus gustos y aficiones y otras involuntariamente con sus desplazamientos y el transporte de mercancías, es un gran introductor de especies nuevas en ecosistemas en los que hasta entonces no existían.

Esto es especialmente peligroso en lugares de especial sensibilidad como las islas y los lagos antiguos, que suelen ser ricos en especies endémicas porque son lugares en los que la evolución se ha producido con muy poco intercambio con las zonas vecinas por las lógicas dificultades geográficas. En Hawái, por ejemplo, se calcula que han desaparecido el 90% de las especies de aves originales de la introducción de animales como las ratas y otros que son eficaces depredadores de aves que no estaban habituadas a ese tipo de amenazas. En Nueva Zelanda la mitad de las aves están extintas o en peligro de extinción.

- Contaminación de aguas y atmósfera. La contaminación local tiene efectos pequeños en la destrucción de especies, pero las formas de contaminación más generales, como el calentamiento global puede tener efectos muy dañinos. El deterioro que están sufriendo muchas formaciones de corales, los cuales pierden su coloración al morir, el alga simbiótica que los forma se atribuye al calentamiento de las aguas. Los corales, debilitados por la contaminación de las aguas, cuando pierden el alga crecen muy lentamente y con facilidad mueren.

#### Interés de la biodiversidad

- Obtención de medicinas y alimentos.- La mayor parte de nuestros alimentos proceden de plantas que fueron domesticadas por el hombre en los comienzos de la agricultura. Con el paso del tiempo y el trabajo de selección las variedades que usamos ahora son muy distintas de las originales, aguantan mejor climas más extremos o son más resistentes a determinadas plagas, pero el precio que han tenido que pagar es su debilidad ante otros problemas.

Algunas han sufrido tales modificaciones que no pueden reproducirse sin ayuda del hombre, los genetistas deben mantener un trabajo constante para obtener nuevas variedades, especialmente cuando alguna nueva enfermedad ataca a las que se venían usando.

Para poder tener genes disponibles para esos cruces, o bien para los trabajos de ingeniería genética, es fundamental seguir disponiendo del mayor número de variedades posibles, sin dejar que se pierdan por falta de uso y homogenización de los cultivos. También es muy importante que se conserven las especies silvestres pues mantienen genes que las especies domesticadas han perdido, por otra parte, de las plantas, microorganismos así como de algunos animales, hemos obtenido la mayor parte de las medicinas (penicilina, aspirina, alcaloides, etc.) y muchos productos químicos útiles como el caucho, resinas, aceites, fibras, papel, colorantes, etc.

Quedan muchísimas especies sin investigar que pueden suministrar nuevos productos y más alimentos y sería una pérdida grave e irresponsable el que desaparecieran.

La vincapervinca rosa (*Catharantus roseus*) es una planta angiosperma, originaria de Madagascar. Cuando en la lucha contra el cáncer se estaba buscando nuevos fármacos, se descubrió que en esta planta había varios alcaloides que inhibían el crecimiento de las células cancerígenas. Así se obtuvieron medicamentos como la vincristina y la vinblastina que son especialmente útiles para tratar leucemia infantil y la enfermedad de Hodgkin

- Ruptura de relaciones en los ecosistemas.- Existen especies que cierran ciclos tróficos o reproductivos en el ecosistema y son, por tanto, especies claves, por ejemplo, muchas plantas, especialmente tropicales, dependen para su polinización de especies concretas de insectos, tales como: murciélagos, colibríes u otros animales. Cuando la tortuga de Florida desaparece de un hábitat se ha comprobado que al menos 37 especies de invertebrados desaparecen también, algunas especies desempeñan funciones claves en el ecosistema al cerrar determinados ciclos (bacterias del nitrógeno, etc.) o convertir contaminantes que los hombres emitimos, en sustancias que entran en el ciclo natural de los elementos (bacterias que digieren hidrocarburos, etc.).

- Motivos éticos y estéticos.- Además de las razones prácticas analizadas, muchas personas consideran que el ser humano no tiene derecho a extinguir especies. Es muy clara la sensación molesta que produce pensar que animales como el oso panda o determinados tipos de aves se puedan extinguir, este sentimiento es lógico y muy humano, pero se debe extender a ecosistemas completos que son

los que verdaderamente sustentan la vida en el planeta y aseguran un adecuado mantenimiento de la biodiversidad

Actividad

1. Define el concepto de biodiversidad

---

---

---

2. Describe, el por qué, el hombre está terminando con la biodiversidad del ecosistema

---

---

---

3. ¿Qué es una especie en peligro de extinción?

---

---

---

4. Un ecosistema con poca diversidad, ¿qué características presenta?

---

---

---

5. ¿Por qué el proceso de evolución es importante en la ecología?

---

---

---

---

6. Los cambios provocados por el ser humano, ¿cómo afectan la biodiversidad del Planeta?

---

---

---

7. ¿Cuántas especies de organismos vivos se estima existen en el planeta y cuál es el tipo que más abunda?

---

---

8. ¿En qué parte del planeta viven la mayoría de las especies de individuos conocidos? \_\_\_\_\_

9. ¿En qué región del planeta se encuentra la mayor biodiversidad?

---

---

10. En esta región se estima habita más del 50% de la biodiversidad del planeta

---

151

11. Define el concepto de diversidad genética

---

---

---

---

12. ¿Por qué es importante para el hombre mantener la diversidad genética de las especies que utiliza?

---

---

---

---

13. Describe el término diversidad de ecosistemas

---

---

---

---

14. ¿Cómo es el proceso natural de extinción de una especie?

---

---

---

---

---

---

13. Describe el término diversidad de ecosistemas

---

---

---

---

---

14. ¿Cómo es el proceso natural de extinción de una especie?

---

---

---

---

---

## UNIDAD IV

### EL HOMBRE Y LA NATURALEZA

#### 4.1.- Contaminación.

El descuido del medio ambiente y el maltrato de los hombres sobre sus recursos y fuentes naturales se han convertido en un problema mayor del mundo contemporáneo y una preocupación para políticos, medio ambientalistas y organizaciones no gubernamentales.

Solo un acuerdo entre las naciones y gobiernos puede frenar el creciente deterioro del medio ambiente, con su carga funesta de consecuencias desastrosas para los seres, sobre todo, para los países pobres del mundo.

La humanidad debe trabajar para lograr que la protección del medio ambiente sea compatible con el desarrollo científico y tecnológico, en función del bienestar de los hombres. La protección a los recursos y la energía no renovable debe ser un reto contemporáneo.

Debemos considerar que hoy en día se evidencian muchos problemas con el medio ambiente que preocupan a la humanidad y, sobre todo, a los gobiernos conscientes.

Entre estos podemos mencionar el deterioro constante de la capa de ozono debido al abuso de elementos químicos que degradan la atmósfera. El calentamiento de la tierra debido a las lluvias ácidas y el efecto invernadero, la deforestación de las industrias madereras de gran escala, contaminación de aguas del subsuelo, poca capacidad de reciclaje de productos y agotamiento de recursos naturales.

La mayoría de la problemática ambiental que afecta a nuestra sociedad, son el resultado de la intervención del ser humano en la manera de cómo funcionan los ecosistemas; en la antigüedad, los primeros pobladores del planeta se mantenían solo con la energía que fluía del sol y, producían desechos que fácilmente regresaban a los ciclos de los nutrientes, sin embargo, conforme fue aumentando la población y la tecnología, el ser humano, empezó a actuar con mayor independencia de estos procesos naturales. El hombre ha extraído de la tierra, una gran variedad de sustancias, tales como: plomo, mercurio, petróleo, arsénico, cadmio y uranio, las cuales, son extrañas a los ecosistemas naturales, además, son tóxicas para la mayoría de los organismos que habitan en ellos.

En los procesos industriales, fabricamos sustancias que nunca antes se encontraban en el planeta, tales como: insecticidas, solventes, así como una gran variedad de otras sustancias químicas dañinas para muchos de los seres vivos. La revolución industrial, originó un fuerte incremento en el uso de energía, producida por medio de combustibles fósiles para obtener calor, luz, transporte, etc. La mayoría de las actividades humanas produce desechos, tanto durante, como al final de dichas actividades; el uso de diferentes formas de energía genera residuos tóxicos, en los últimos años, la relación del ser humano con el medio ambiente, no se ha llevado a cabo de manera armónica, dicha relación, se ha sido, de manera irresponsable a partir de la revolución industrial; por una parte, el acelerado desarrollo industrial, y por otra, el aumento de la población, han traído como consecuencia la acumulación de residuos y materia, que lentamente ha deteriorado el medio ambiente. Actualmente, es difícil encontrar ríos libres de contaminantes, lagos o estanques con agua limpia, el aire de las ciudades puro y transparente o alimentos libres de colorantes o conservadores, debido a que la mayoría de las actividades humanas repercute en forma directa en el medio ambiente.



La contaminación es un cambio indeseable en el aire, el agua, el suelo y los alimentos, que no solo ocasiona serios trastornos en la salud de las personas y en la vida de los animales, sino, que deteriora nuestro ambiente, en general, existen dos tipos de contaminantes, los biodegradables y los no degradables.

Entre los contaminantes biodegradables podemos mencionar las aguas negras, el papel, el cartón, restos de vegetales y animales, madera, y telas de origen natural; por lo general este tipo de contaminantes presentan una rápida transformación y reintegración al medio, gracias a procesos naturales, en los cuales intervienen hongos y bacterias. Los detergentes, insecticidas, desechos metálicos de plomo, mercurio y cadmio, fertilizantes, vidrios, medicamentos, así como elementos radioactivos, son los llamados contaminantes no degradables, la reintegración al medio ambiente de este tipo de contaminantes es de manera muy lenta o bien simplemente, nunca sucede, siendo entonces las consecuencias, muy desastrosas, por ejemplo, por mencionar solo algunas; los plaguicidas, que son utilizados en forma desmesurada, destruyen animales, principalmente insectos, así mismo, impiden a hongos y bacterias actuar sobre la materia orgánica en descomposición; los detergentes, llegan directamente a ríos, lagos o mares afectando a los peces; los desechos industriales son arrojados a ríos y arroyos, llegando al suelo muchos contaminantes no degradables; la basura puede afectar el aire, el agua, y al suelo y permitir el desarrollo de algunos animales nocivos para el hombre como los roedores.

Causas que provocan la destrucción del medio ambiente:

- Uso irracional de recursos.
- Consumismo exacerbado de las potencias capitalistas.
- Afán desmedido de riqueza.
- Prácticas agrícolas inadecuadas.
- Multiplicación de la pobreza y el subdesarrollo.
- La ruptura de las leyes naturales que han regido la evolución natural del planeta.

## CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica puede afectar tanto a escala global (macro ecológica) como local (micro ecológico), pudiéndose situar el origen de la misma en la acción del hombre (antropogénico) o simplemente en causas naturales (telúrico). Aunque se desconoce el total de contaminantes en la atmósfera y la forma que éstos tienen de actuar, un buen número de ellos están perfectamente identificados, así como la forma de interferir con el medio y los efectos que producen. La actividad contaminante introduce ciertos desequilibrios en los ciclos biogeoquímicos (carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo,...) lo que puede llegar a provocar reacciones de consecuencias impredecibles para la Biosfera y, por tanto, para el conjunto de nuestro Planeta, amenazando un desarrollo sostenible que pueda garantizar la pervivencia, en condiciones adecuadas, a las generaciones futuras.

Las emisiones a la atmósfera tienen lugar en forma de gases, vapores, polvos y aerosoles así como de diversas formas de energía (contaminación térmica, radiactiva, fotoquímica, etc.), quedando los contaminantes suspendidos en ella y produciendo la degradación del medio ambiente en su conjunto.

## 4.2.- Contaminantes más frecuente.

Contaminantes más frecuentes. Efectos y posibles tratamientos

Las actividades del ser humano lo generan en grandes cantidades siendo, después del CO<sub>2</sub>, el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmósfera por causas no naturales. Procede, principalmente, de la combustión incompleta de la gasolina y el diesel en los motores de los vehículos.

Contaminantes primarios: o emitidos directamente por la fuente, como aerosoles, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y otros menos frecuentes como halógenos y sus derivados (Cl<sub>2</sub>, HF, HCl, haluros,...), arsénico y sus derivados, ciertos componentes orgánicos, metales pesados como Pb, Hg, Cu, Zn, etc. y partículas minerales (asbesto y amianto).

Contaminantes secundarios: se forman por reacción de los primarios con los componentes naturales de la atmósfera, existiendo una gran familia de sustancias producidas por reacciones fotoquímicas.

Comprende al ozono, aldehídos, cetonas, ácidos, peróxido de hidrógeno, nitrato de peroxiacetilo, radicales libres y otras de diverso origen como sulfatos (del SO<sub>x</sub>) y nitratos (del NO<sub>x</sub>), la contaminación radiactiva a partir de radiaciones ionizantes o la contaminación sonora a expensas del ruido.

### Monóxido de carbono.

Esta sustancia es un gas que no presenta color, olor ni sabor. Es considerado así mismo un contaminante primario. Es tóxico debido a que envenena la sangre, al impedir el transporte de oxígeno, esto al combinarse de manera fuerte con la hemoglobina de la sangre reduciendo de esta manera la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados (garajes, habitaciones con braseros, etc.) Alrededor del 90% del monóxido de carbono que existe en la atmósfera se forma de manera natural, en la oxidación de metano (CH<sub>4</sub>) en reacciones fotoquímicas. Se va eliminando por su oxidación a CO<sub>2</sub>.

### Óxidos de Azufre. SOX.

Se incluyen en esta categoría dos tipos de óxidos de azufre, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>). El Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un importante contaminante primario, es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante, su vida media en la atmósfera es de poco tiempo, entre 2 a 4 días. Casi la mitad de este contaminante vuelve a depositarse de nuevo en la superficie y el resto se convierte en iones sulfato (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>. Por este motivo, como se ve con detalle en la sección correspondiente, es un importante factor en la lluvia ácida. En conjunto, más de la mitad del dióxido de azufre que arriba a la atmósfera es emitido a causa de las actividades humanas, sobre todo, por la combustión de carbón y petróleo así como de la metalurgia (Conjunto de industrias, en particular las pesadas, dedicadas a la elaboración de metales), otra fuente muy importante es la oxidación del ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), y, de forma natural, es emitido por la actividad volcánica, gases como el ácido sulfhídrico son contaminantes primarios, pero normalmente sus bajos niveles de emisión hacen que no alcancen concentraciones dañinas.

En algunas áreas industrializadas hasta el 90% de las emisiones emitidas a la atmósfera son originadas por las actividades del ser humano, aunque en los últimos años se está observando una disminución de su emisión en muchos lugares del planeta gracias a las medidas ecológicas adoptadas.

El Trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), es un contaminante de tipo secundario, el cual se forma cuando el  $\text{SO}_2$  reacciona con el oxígeno en la atmósfera. Posteriormente este gas reacciona con el agua formando ácido sulfúrico con lo que contribuye de forma muy importante a la lluvia ácida y produce daños importantes en la salud, la reproducción de peces y anfibios, la corrosión de metales y la destrucción de monumentos y construcciones de piedra.

### Óxidos de Nitrógenos. $\text{NO}_x$

Están considerados en este tipo de contaminantes el óxido nítrico ( $\text{NO}$ ), el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y el óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ). El óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) se suelen considerar en conjunto con la denominación de  $\text{NO}_x$ . Son contaminantes de tipo primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación ambiental. De estos, el emitido en mayores cantidades es el óxido nítrico, pero éste sufre una rápida oxidación a dióxido de nitrógeno, siendo éste, el que predomina en la atmósfera.  $\text{NO}_x$  tiene una vida corta y se oxida rápidamente a  $\text{NO}_3$

- en forma de aerosol o bien a ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Tiene una gran trascendencia en la formación del llamado smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye así mismo en las reacciones de formación y destrucción del ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida. En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas y corroe tejidos y materiales diversos.

Las principales actividades humanas que los producen son, las combustiones realizadas a altas temperaturas, más de la mitad de los gases de este grupo emitidos en el país proceden del transporte.

El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) lo encontramos en la troposfera, es inerte y su vida media es de unos 170 años, va desapareciendo en la estratosfera en reacciones fotoquímicas que pueden tener influencia en la destrucción de la capa de ozono, así mismo también presenta efecto invernadero.

Procede de manera fundamental de emisiones naturales (procesos microbiológicos en el suelo y en los océanos) y un porcentaje menor de actividades agrícolas y ganaderas (alrededor del 10% del total).

Algunos otros gases contaminantes conformados por el elemento nitrógeno, como el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) son contaminantes de tipo primarios, pero normalmente sus bajos niveles de emisión hacen

que no alcancen concentraciones dañinas. El amoníaco que se emite a la atmósfera se origina casi exclusivamente por las actividades en el sector agrícola y ganadero.

### **4.3.- Aerosoles y partículas.**

En la atmósfera suelen permanecer suspendidas sustancias muy distintas, tales como partículas de polvo, polen, hollín (carbón), metales (plomo, cadmio), asbesto, sales, pequeñas gotas de ácido sulfúrico, dioxinas, pesticidas, etc. Es común utilizar la palabra aerosol para referirse a los materiales muy pequeños, sólidos o líquidos, se suele llamar partículas, a los sólidos que forman parte del aerosol, mientras que se suele llamar polvo, a la materia sólida de tamaño un poco mayor (de 20 micras o más). El polvo suele ser un problema de interés local, mientras que los aerosoles pueden ser transportados muy largas distancias.

Según su tamaño pueden permanecer suspendidas en la atmósfera desde uno o dos días, (las de 10 micrómetros o más), hasta varios días o semanas, las más pequeñas. Algunas de estas partículas son

especialmente tóxicas para los humanos y, en la práctica, los principales riesgos para la salud humana por la contaminación del aire provienen de este tipo de contaminación, especialmente abundante en las grandes ciudades.

Los aerosoles primarios son aquellos emitidos a la atmósfera de manera directa desde la superficie del planeta, proceden principalmente, de los volcanes, la superficie oceánica, los incendios forestales, polvo del suelo, o bien de origen biológico (polen, hongos y bacterias) y actividades humanas.

Los aerosoles secundarios son aquellos que se forman en la atmósfera a causa de diversas reacciones químicas que afectan a gases, otros aerosoles, humedad, etc. Normalmente crecen de manera rápida a partir de un núcleo inicial; entre los aerosoles secundarios más abundantes se encuentran los iones sulfato, de los cuales casi el 50% tienen su origen a causa de emisiones producidas por la actividad del ser humano. Otro componente importante de la fracción de aerosoles secundarios son los iones nitrato.

La mayor parte de los aerosoles que son emitidos debido a la actividad humana, son producidos en el hemisferio Norte del planeta y, como no se expanden tan rápido como los gases, por toda la atmósfera, esto, debido sobre todo, a que su tiempo de permanencia promedio en la atmósfera no suele ser mayor de tres días, por lo que tienden a permanecer cerca de sus lugares de producción.

Los aerosoles pueden influir sobre el clima de doble manera. Por una parte, pueden producir calentamiento al absorber radiación solar, o bien, pueden provocar enfriamiento al reflejar parte de la radiación solar que incide en la atmósfera.

#### **4.4.-Oxidante.**

El ozono ( $O_3$ ), es la sustancia principal en este grupo, aunque también otros compuestos actúan como oxidantes en la atmósfera. El ozono, es una molécula formada solamente por átomos de oxígeno, se diferencia del oxígeno molecular normal ( $O_2$ ), en que su molécula está constituida por tres átomos de oxígeno.

Las características de este contaminante son: es un gas de color azulado y presenta un olor fuerte muy característico, que se suele notar después de las descargas eléctricas de las tormentas. De hecho, una de las maneras más eficaces de formar ozono a partir de oxígeno, es sometiendo a este último, a potentes descargas eléctricas.

El ozono es una sustancia que cumple dos papeles importantes, totalmente distintos según se localice en la estratosfera o bien en la troposfera. El ozono estratosférico es aquel que se encuentra en la capa de la atmósfera denominada estratosfera (de 10 a 50 km.) es imprescindible para que la vida se mantenga en la superficie del planeta, lo anterior porque es capaz de absorber las radiaciones ultravioletas que nos llegan del sol las cuales son letales para la vida.

El ozono troposférico es aquel ozono que se encuentra en la capa atmosférica denominada troposfera, la cual se localiza junto a la superficie de la Tierra, este compuesto es un importante contaminante de tipo secundario. El ozono que se encuentra en la zona más cercana a la superficie del planeta se forma por reacciones inducidas debida a la luz solar en las que participan, principalmente, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos presentes en el aire. Es el componente más dañino del smog fotoquímico y cuando está en concentraciones altas, causa daños importantes a la salud y frena el crecimiento de los vegetales.

En la parte alta de la troposfera suele entrar ozono procedente de la estratosfera, aunque su cantidad y su importancia son menores que el de la parte media y baja de la troposfera. Es durante el verano que se dan condiciones meteorológicas favorables para la formación de ozono: altas temperaturas, cielos despejados, elevada insolación y vientos bajos.

#### **4.5.- Sustancias radiactivas.**

Isótopos radiactivos como el radón 222, yodo 131, cesio 137 y cesio 134, estroncio 90, plutonio 239, etc. son emitidos a la atmósfera como gases o partículas en suspensión, normalmente se encuentran en concentraciones bajas, que no suponen peligro, salvo que en algunas zonas se concentren de forma especial.

El problema con estas sustancias se encuentra en los graves daños que pueden provocar, en concentraciones relativamente altas (siempre muy bajas en valor absoluto) pueden, provocar cáncer, afectar la reproducción en las personas humanas y el resto de los seres vivos dañando a las futuras generaciones.

Su presencia en la atmósfera puede ser debida a fenómenos naturales, por ejemplo, algunas rocas, especialmente los granitos y otras rocas magmáticas, desprenden isótopos radiactivos; por este motivo en algunas zonas se presenta una radiactividad natural, mucho más alta que en otras regiones.

Así, por ejemplo, a finales del siglo pasado se pusieron de moda, algunas playas de Brasil, en las cuales la radiactividad era más alta que lo normal, porque se pensaba que por ese motivo tenían propiedades curativas.

En la actualidad preocupa de forma muy especial la acumulación de radón que se produce en casas habitación, construidas sobre terrenos de alta emisión de radiactividad.

Según algunos estudios hechos en Estados Unidos, hasta un 15% de las muertes por cáncer de pulmón que se producen en ese país se podrían deber a la acción carcinogénica de este contaminante.

El radón 222 es un gas radiactivo incoloro, inodoro e insípido el cual se forma de manera natural en las rocas del suelo, especialmente en los granitos y esquistos. Puede penetrar desde el suelo y acumularse en el interior de los edificios poco ventilados, alcanzando de esta manera concentraciones peligrosas. El que sale a la atmósfera se diluye con rapidez y no llega a alcanzar niveles de riesgo,

investigaciones demuestran que la radiactividad emitida por este gas cuando entra en los pulmones es responsable de entre el 10 y el 15% de los cánceres de pulmón. Su efecto se suma al del tabaco, porque las moléculas del gas se adhieren a las partículas del humo y se depositan en la pared de los alvéolos, sometiendo a sus células a intensas dosis de radiactividad. El efecto de este contaminante hay que tenerlo en cuenta especialmente en los edificios construidos en suelos que por sus características geológicas son productores de altas cantidades de radón.

El isótopo iodo 131, cuya vida promedio es de 8 años, se produce en abundancia durante los procesos de fisión nuclear, se deposita en la hierba y entra en la cadena alimenticia humana a través de la leche. Se tiende a acumular en la glándula tiroidea en donde puede provocar cáncer.

#### **Compuestos orgánicos volátiles**

En este grupo de contaminantes orgánicos se incluyen diferentes compuestos como el metano (CH<sub>4</sub>), los clorofluorcarburos (CFC) y otros hidrocarburos.

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es el más abundante y más importante de los hidrocarburos atmosféricos, es un contaminante de tipo primario, el cual se forma de manera natural en diversas reacciones anaeróbicas del metabolismo. El ganado, las reacciones de putrefacción y la digestión de las termitas forman metano en grandes cantidades, también se desprende del gas natural, del cual es un componente mayoritario, y así mismo en algunas combustiones. Grandes cantidades de metano se forman en los procesos de origen humano hasta constituir, según algunos autores, cerca del 50% del emitido a la atmósfera.

El metano desaparece de la atmósfera principalmente a consecuencia, de reaccionar con el radical hidróxido ( $\text{OH}$ ) formando, entre otros compuestos, ozono. La vida media del metano en la troposfera es de entre 5 y 10 años. Se considera que no produce daños en la salud ni en los seres vivos, pero influye de forma significativa en el efecto invernadero y también en las reacciones estratosféricas. A nivel mundial se considera que la gran mayoría del metano emitido a la atmósfera procede de cuatro fuentes, en proporciones muy similares: la agricultura y ganadería, el tratamiento de residuos, el tratamiento y distribución de combustibles fósiles y las emisiones naturales que tienen lugar, sobre todo, en las zonas húmedas.

En la atmósfera están presentes muchos otros hidrocarburos, principalmente procedentes de fenómenos naturales, pero también originados a causa de actividades del hombre, sobre todo aquellas relacionadas con la extracción, la refinación y el uso del petróleo y sus derivados. Los efectos que presentan sobre la salud son variados, algunos no parece que causen ningún daño, pero otros, en los lugares en los que se encuentran en concentraciones relativamente altas, afectan al sistema respiratorio y podrían ser causa cáncer. También intervienen de forma importante en las reacciones que originan el "smog" fotoquímico.

Los clorofluorcarburos, llamados comúnmente freones, son contaminantes especialmente importantes, esto debido a su papel en la destrucción del ozono en las capas altas de la atmósfera.

#### **4.6.- Lluvia acida.**

La lluvia acida es causada por sobrecarga de los ciclos del nitrógeno y azufre, ya que cada año se descargan a la atmósfera aproximadamente unos 30 millones de toneladas de bióxido de azufre (solo en los EUA), de estas, 20 millones provienen de las centrales de energía que funcionan a base de quemar carbón o petróleo, el resto, es producto secundario de las calderas industriales, las fundiciones y las refinerías; aunque los volcanes y las aguas termales también liberan bióxido de azufre, las actividades industriales humanas representan el 90% del bióxido de azufre en la atmósfera. Así mismo en los EUA se liberan también 25 millones de óxidos de nitrógeno al año, procedentes de los vehículos, las plantas eléctricas y la industria.

A fines de la década de 1960, se identificó que la producción excesiva de estas sustancias era la causa de una amenaza ambiental creciente, denominada: lluvia acida; la cual se produce cuando los óxidos de nitrógeno, se combina con el vapor de agua en la atmósfera, se transforman en ácido nítrico; así mismo el bióxido de azufre presente en la atmósfera se transforma en ácido sulfúrico, al combinarse con el vapor de agua atmosférico; días después, y a veces a cientos de kilómetros de distancia de la fuente emisora, los ácidos precipitan, ya sea disueltos en lluvia o bien como partículas secas de tamaño microscópico. Estos ácidos ocasionan grandes daños, talles como: corroer las estructuras,

estatuas y los edificios, dañan los árboles y las cosechas agrícolas y dejan a los lagos sin vida. La lluvia ácida también puede matar a microorganismos descomponedores, con lo que se impide el regreso de nutrientes al suelo, las plantas envenenadas y privadas de nutrientes, se debilitan y se hacen más vulnerables a las infecciones y ataques de los insectos.

Aunque tanto el ácido sulfúrico como el nítrico forman soluciones en el vapor de agua, el ácido sulfúrico también puede formar partículas bajo condiciones secas, estas partículas que pueden formar una nube invisible en el aire, se depositan aun en ausencia de lluvia, nieve o neblina, el término utilizado para describir tanto los ataques por ácidos húmedos como secos en el ambiente, se denomina, deposición ácida.

Los sedimentos ácidos, aumentan la exposición de los organismos a los metales tóxicos, incluyendo aluminio, plomo, mercurio, y cadmio, los cuales son muy solubles en agua acidificada.

El aluminio puede inhibir el crecimiento organismos vegetales; en los lagos y arroyos ácidos, el aluminio disuelto de las rocas y suelos alrededor ocasiona que se acumule moco en las agallas de los peces, lo cual los sofoca; se ha descubierto que el agua potable en algunos hogares se encuentra contaminada de manera peligrosa con plomo, el cual fue disuelto por lluvia ácida en las tuberías de plomo. El abasto de agua de algunas grandes ciudades, debe ser tratado con químicos con el fin de contrarrestar los niveles de acidez, así mismo, se ha encontrado que los peces en agua acidificada presentan niveles peligrosos de mercurio en el cuerpo, el cual está sujeto a ampliación biológica conforme pasa por los niveles tróficos en las cadenas alimenticias.

La interferencia del ser humano en el ciclo del carbono, está provocando el denominado efecto invernadero, hace aproximadamente entre 280 y 350 millones de años, durante el periodo carbonífero, se desviaron enormes cantidades del ciclo del carbono, cuando se enterraron los cuerpos de plantas y animales en sedimentos, escapando así de la descomposición; en ese lugar, con el tiempo, el calor y la presión se convirtieron en combustibles fósiles, como carbón, petróleo y gas natural.

Sin la intervención humana, este carbón habría permanecido intacto durante millones de años, sin embargo, a partir de la revolución industrial, como ya se mencionó con anterioridad, las culturas modernas han dependido cada vez más, de la energía almacenada en estos combustibles; cuando los quemamos en nuestras centrales de energía, fábricas y automóviles, liberamos bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera.

Desde el inicio de la revolución industrial en 1850, el contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se ha incrementado un 25%, la quema de combustibles fósiles es la causa más importante de este aumento.

Otra fuente importante de CO<sub>2</sub> adicional, es la deforestación global, la tala de miles de hectáreas de bosque cada año, la deforestación está sucediendo de manera principal en la región de los trópicos, donde se está eliminando con gran rapidez los bosques tropicales, para incrementar la disponibilidad de tierra agrícola. El carbono almacenado en los árboles de estos bosques regresa a la atmósfera después de la tala, ya sea por quema o por descomposición; durante los últimos 200 años, las actividades humanas han liberado tanto CO<sub>2</sub> como el que se encuentra almacenado actualmente en toda la materia viva en el planeta; aun más, las proyecciones afirman que el contenido actual de CO<sub>2</sub> de la atmósfera se duplicara durante el presente siglo y posiblemente en los siguientes 50 años.

Así mismo, los llamados gases de invernadero atrapan calor en la atmósfera, con consecuencias imprevistas; el bióxido de carbono sigue constituyendo solo una pequeña fracción de la atmósfera del planeta, aproximadamente 0.035%, sin embargo el CO<sub>2</sub> presenta una propiedad de suma importancia, por la cual su acumulación es una causa importante de preocupación: “atrapa calor”. El CO<sub>2</sub> atmosférico funciona como el cristal de un invernadero, permite que entre la energía en forma de luz solar, pero absorbe y conserva esa energía una vez que se ha convertido en calor, varios gases invernadero comparten esta propiedad, incluyendo el metano, los clorofluocarbonos y el óxido nitroso. Intervienen muchos factores, como cambios en la cubierta de las nubes causada por una mayor evaporación y posibles aumentos en la productividad primaria neta debido a mayores niveles de CO<sub>2</sub>, lo cual hace difícil e incierta la creación de modelos climáticos; sin embargo, muchos científicos creen que el efecto invernadero posiblemente cause un aumento de 1.5° a 4.5° C en la temperatura global promedio para finales del este siglo.

Aunque este pequeño aumento podría no parecer importante, las temperaturas promedio durante el pico, del último periodo glacial (que terminó hace 10,000 años), eran solo 5° más bajas que las actuales, el aumento en la temperatura desde el último periodo glacial cambió radicalmente la composición de las especies de los bosques en toda América del Norte e hizo que aumentaran los niveles de los océanos, por lo que la playa avanzó tierra dentro unos 160 Km. En el presente siglo, la tierra puede ser más caliente que nunca en el último millón de años, y la transformación está ocurriendo mucho más rápido que ningún otro cambio en la historia del planeta.

Cuando se derritan los casquetes polares y los glaciales, esto como respuesta al calentamiento atmosférico, el nivel del mar subirá, amenazando con esto a las ciudades costeras, e inundando las tierras pantanosas costeras, estos ecosistemas amenazados son el hábitat de reproducción de muchas especies de aves, y peces; cuyas poblaciones podrían disminuir en forma notable. Otra consecuencia sería de la tendencia del calentamiento del planeta, es el cambio en la distribución global de la temperatura y de la precipitación pluvial; incluso cambios pequeños en la temperatura, pueden alterar de manera radical la dirección de las corrientes más importantes de los aires y los océanos, lo cual a su vez, cambiaría los patrones de precipitación en formas difíciles de predecir.

Parte de los terrenos agrícolas que se cultivan actualmente solo con la ayuda de irrigación podrían volverse demasiado secos para la agricultura, otras regiones podrían recibir más lluvia; la alteración agrícola podría ser desastrosa para la población humana que ya se encuentran a punto de morir de hambre. El impacto del calentamiento atmosférico en los bosques, podría ser profundo, ya que la distribución de las especies de árboles es muy sensible a la temperatura anual promedio, y los cambios pequeños podrían alterar en gran medida el grado y la composición de las especies de los bosques. Estudios recientes de la Agencia Nacional de Aeronáutica Espacial de los Estados

Unidos (NASA) han revelado un aumento en la temperatura global de 0.5° a 0.7° C desde 1860, similar al aumento en los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico y de metano; la mayor parte de este incremento sucedió en la década de 1980, que incluyó los seis años más calientes jamás registrados y, en 1990 se estableció otro record mundial en temperaturas altas. Aunque el panorama se vislumbra negro, en la cumbre de la tierra en Brasil en 1992, y después en Berlín en 1995, los 155 países participantes se comprometieron a reducir las emisiones de gases de invernadero, como muestra de reconocimiento y preocupación por el planeta; el primer paso hacia el cambio por un medio ambiente mejor, como individuos, cada uno de nosotros también puede poner su parte para mejorar el medio ambiente; por ejemplo, un automóvil que da un rendimiento de 8.5 Km por litro emite casi 300



gramos de bióxido de carbono por kilómetro, por lo que podemos reducir en forma importante las emisiones, manteniendo bien afinado el vehículo, exigiendo y comprando automóviles más eficientes en combustible, tratando de viajar varias personas en un vehículo y usando el transporte público.

Como la electricidad se genera en las centrales de energía, las cuales funcionan a base de combustibles fósiles, también se emiten grandes cantidades de bióxido de carbono, de bióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno; para conservar electricidad, podemos comprar aparatos más eficientes, reemplazar los focos incandescentes por fluorescentes y apagar las luces que no se estén utilizando. Así mismo al aislar e impermeabilizar nuestro hogares, podemos reducir en gran medida el consumo de combustible, y también podemos integrar características de energía solar en las casas nuevas, el reciclamiento también representa un gran ahorro de energía, por ejemplo, se conserva casi el 95% de la energía que se utiliza para producir una lata de aluminio cuando la reciclamos.

#### **4.7.- Contaminación del agua.**

La acción y el efecto de introducir materias, o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

Tipos de contaminación del agua

La contaminación del agua puede estar producida por:

1. Compuestos minerales: pueden ser sustancias tóxicas como los metales pesados (plomo, mercurio, etc.), nitratos, nitritos. Otros elementos afectan a las propiedades organolépticas (olor, color y sabor) del agua que son el cobre, el hierro, etc. Otros producen el desarrollo de las algas y la eutrofización (disminución de la cantidad de O<sub>2</sub> disuelto en el agua) como el fósforo.
2. Compuestos orgánicos (fenoles, hidrocarburos, detergentes, etc.) Producen también eutrofización del agua debido a una disminución de la concentración de oxígeno, ya que permite el desarrollo de los seres vivos y éstos consumen O<sub>2</sub>.
3. La contaminación microbiológica se produce principalmente por la presencia de fenoles, bacterias, virus, protozoos, algas unicelulares
4. La contaminación térmica provoca una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua

Tipos de agua en función del origen de su contaminación

1. Aguas residuales urbanas: aguas fecales, aguas de fregado, agua de cocina. Los principales contaminantes de éstas son la materia orgánica y microorganismos. Estas aguas suelen verterse a ríos o al mar tras una pequeña depuración.
2. Aguas residuales industriales: contienen casi todos los tipos de contaminantes (minerales, orgánicas, térmicas por las aguas de refrigeración). Estas aguas se vierten a ríos u mares tras una depuración parcial.
3. Aguas residuales ganaderas: el tipo de contaminantes va a ser materia orgánica y microorganismos. Pueden contaminar pozos y aguas subterráneas cercanas.

4. Aguas residuales agrícolas: los contaminantes que contienen son materia orgánica (fertilizantes, pesticidas). Pueden contaminar aguas subterráneas, ríos, mares, embalses, etc.

5. Mareas negras. La causa de éstas es el vertido de petróleo debido a pérdidas directas de hidrocarburos (solo un 9%), siendo las fuentes de contaminación marina por petróleo más importantes las constituidas por las operaciones de limpieza y lastrado de las plantas petrolíferas.

### Actividad

1. Cuando el ser humano interviene en la manera de cómo funcionan los ecosistemas ¿qué es lo

que ocasiona?

---

---

2. La revolución industrial y el incremento de la población, han traído como consecuencia

---

---

3. Describe el concepto de contaminación

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Cuáles son los dos tipos de contaminantes?

---

---

5. Menciona tres ejemplos de contaminantes biodegradables

---

---

6. Este tipo de contaminantes tienen una rápida reintegración al medio, por medio de procesos

naturales

---

---

7. ¿Cuál es la causa del uso indiscriminado de insecticidas?

---

---

---

---

---

8. ¿Cuáles son los factores que originan la lluvia acida?

---

---

---

9. ¿Cómo se forma la lluvia acida?

---

---

---

---

---

---

---

10. Describe el fenómeno conocido como deposición acida

---

---

---

11. ¿Qué efecto presentan los vegetales cuando son contaminados por aluminio?

---

---

---

12. ¿Cuáles son los gases invernadero?

---

---

13. Describe el llamado efecto de invernadero

---

---

---

---

---

---

---

14. Al derretirse los casquetes polares ¿qué cambios se pueden presentar en el planeta?

---

---

---

---

---

---

---

15. Menciona cuatro actividades en las cuales produzcas algo de contaminación

---

---

---

---

16. Define el concepto de contaminante primario

---

---

---

---

---

17. Define el concepto de contaminante secundario

---

---

---

---

---

---

---

---

---

18. ¿Por qué si el bióxido de carbono no es toxico se le considera como un contaminante?

---

---

---

---

---

---

---

19. Cómo afecta el monóxido de carbono a los seres vivos

---

---

---

---

---

20. Dentro de los contaminantes conocidos como óxidos de nitrógeno, cu'al es el que existe en

mayores cantidades en la atmósfera

---

---

21. Menciona tres ejemplos de contaminantes primarios

---

---

22. Menciona tres ejemplos de contaminantes secundarios

---

---

23. Estos compuestos tienen una gran trascendencia en la formación del llamado Smog fotoquímico

---

---

24. ¿Cuáles son las fuentes de emisión de metano en el planeta?

---

---

---

25. Menciona la razón por la cual los freones son contaminantes

---

---

---

26. De qué forma influyen los aerosoles sobre el clima

---

---

---

---

---

27. ¿Por qué es importante el ozono para mantener la vida en el planeta?

---

---

---

---

28. ¿Cómo es que algunas casas se contaminan con material radiactivo radón 222?

---

---

---

---

---

---

29. ¿Cómo es que el material radiactivo iodo contamina a los seres humanos?

---

---

---

---

30. ¿Por qué el estroncio se puede acumular en los huesos?

---

---

---

31. Son los contaminantes más comunes de la llamada contaminación interior

---

---

---

32. Este contaminante es el responsable de provocar más muertes y enfermedades que cualquier

otro

---

---

33. ¿Por qué el asbesto es un material muy utilizado como aislante en la construcción?

### **Bibliografía básica y complementaria:**

- Educación ambiental. Fabian et al. Ediciones pedagógicas S.A. de C.V.
- Biología. José A. Villalón V. Colección DGETI
- Gran enciclopedia visual de los conocimientos. Editorial Thema, Barcelona.
- España
- Biología. Teresa Audesirk. Prentice Hall
- Elementos estratégicos para el desarrollo de la educación ambiental en México.
- Edgar González G. SEDESOL. INE
- Manuel de la gestión ambiental. Prando Raul R. Ed. Piedra Santa. Guatemala.
- Proyecto Gestión de la Calidad Total/OEA-GTZ.