

UNRN

ING. AGRONOMIA

TAUER I

2

INTERACCIONES ENTRE LAS ESPECIES

Todas las especies que integran un ecosistema forman parte del mismo y de su ambiente al que contribuyen a modificar así como se manifiesta una influencia recíproca que varía según la etología de cada ser viviente y según sus necesidades imperiosas de existencia desde una competencia o antagonismo hasta una cooperación beneficiosa.

En otros casos hay un estado neutral en que los organismos viven sin molestar por lo menos en forma directa.

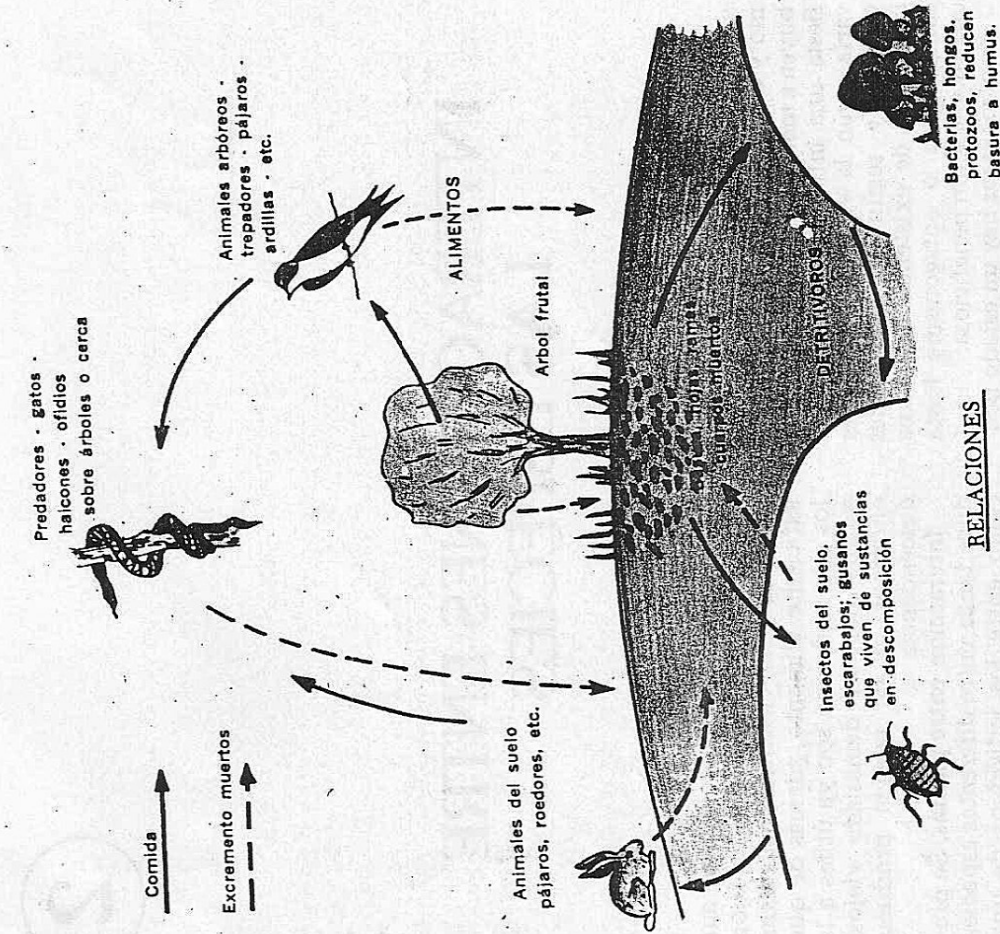
Estas interacciones no son de ninguna manera estáticas y permanentes y varían según los cambios del entorno y las necesidades de las especies que actúan de diferente manera de acuerdo a su vida y que tienen, naturalmente, a la supervivencia, aun cuando a veces parezca el proceso contradictorio como cuando una población es depredada por venados víctimas de carnívoros— pero que en realidad es

beneficiada en su conjunto, aun cuando mueran muchos individuos, pues los sobrevivientes encuentran suficiente alimento, además de que los eliminados no son ya útiles a la estirpe por ser demasiado viejos, enfermos, o no pueden producir descendencia.

Interacción entre plantas. Se produce tanto entre diferentes especies como entre los individuos de una misma y entre los factores capaces de influir en el comportamiento se encuentran la luz, el agua y también la dispersión de enfermedades.

En las selvas se observa precisamente una lucha por alcanzar la luz ya sea por un crecimiento hacia lo alto de los árboles o de otros vegetales que utilizan otros métodos como son las lianas, que trepan sobre los troncos de las especies altas y también las plantas epífitas que crecen sobre ellas.

Por otra parte a un nivel más bajo los vegetales se adaptan mediante



RELACIONES

CADENAS BASICAS ALIMENTARIAS

sus hojas de láminas ensanchadas a captar menor cantidad luminosa en las sombras que les proyectan los árboles del nivel superior y, además, poseen pigmentos fotosintéticos más sensibles que la clorofila como son las antocianinas que funcionan mejor en la penumbra.
 Si por alguna circunstancia, como puede ser la tala de los árboles altos

del bosque o por su destrucción por enfermedades, las plantas que necesitan las sombras también desaparecen pues es tal su adaptación que no resisten la luz del sol directa.
 En cambio muchas gramíneas requieren precisamente ese factor para prosperar, por lo cual no pueden desarrollarse a la sombra de un árbol.

Algunas especies de hongos se relacionan con ciertas plantas —especialmente de la familia de las leguminosas— formando una especie de simbiosis, de ayuda mutua, en que facilitan la absorción por la planta de algunos nutrientes como es el nitrógeno por medio de las raíces donde los hongos forman como túberculos, y, a su vez, obtienen productos útiles de las raíces del hésped.

Ninguna de las dos especies así relacionadas pueden vivir aisladaamente una de la otra.

Es sabido que los líquenes están constituidos por la asociación de un alga con un hongo con beneficios mutuos pues el alga proporciona la materia orgánica que elabora por la fotosíntesis mientras que el hongo facilita la humedad necesaria para la vida. Esta simbiosis aumenta la resistencia del vegetal para afrontar condiciones inhóspitas ambientales y los líquenes medran sobre cortezas de árboles, rocas, regiones frías y otros nichos hostiles.

Interacción entre animales. También entre los animales diversos factores provocan consecuencias que alteran el equilibrio biológico al reaccionar de diversas maneras las especies entre sí.

Tal vez una de las más importantes interacciones se produzca entre los llamados depredadores y las presas. Uno de los animales se beneficia y el otro resulta dañado, aunque como consecuencia de esta relación se beneficia el equilibrio biológico del conjunto viviente e incluso las víctimas momentáneas aparentes como se ha explicado ya.

Los depredadores más conocidos popularmente son los animales carnívoros como el puma, *Felis concolor*, o el yaguar, *Felis onca* y sus víc-

timas predilectas entre otras especies herbívoras, el ciervo de las pampas, pecaríes y otros.

También las aves de presa como águilas y halcones cumplen un cometido limitante y las lechuzas nocturnas, de diversas especies, eliminan buen número de roedores en el campo, observándose que cuando estos mamíferos proliferan excesivamente aparecen asimismo mayor cantidad de depredadores emplumados que aprovechan la oportunidad y limitan la expansión.

Entre los reptiles son depredadores por excelencia la boa de las vizcachas, *Boa constrictor occidentalis*, las víboras de la cruz o yarará, *Bothrops alternatus* y la cascabel, *Crotalus durissus terrificus*, y sus presas ratas de campo y otros mamíferos.

Los anfibios como el sapo, *Bufo arenarum*, la llamada rana sudamericana, *Leptodactylus ocellatus*, son devoradores de insectos en grandes cantidades y el escuerzo, *Ceratophrys ornata*, se dedica a cuanto animalillo se le ponga delante sin importarle el grupo al que pertenezca.

En el mundo diminuto de los insectos la interacción depredadora no es menos implacable por su pequenez. El mamboretá, *Mantis religiosa*, de colores miméticos verdes por vivir sobre vegetales, apodado también el tigre de los insectos por su ferocidad, devora a mortiscos a los insectos que atrapa con sus patas anteriores raptoras sin esperar siquiera a que sus víctimas se mueran antes.

Son igualmente depredadores muchos otros insectos como las libélulas o aguaciles, la hormiga león, las vaquitas roja y cardinales que devoran pulgones y cochinillas, perjudiciales a los cultivos, etc.

Otra interrelación entre animales es el parasitismo en que una especie vive a expensas de otra pero

sin exterminarla, por lo menos momentáneamente.

Son conocidas las tenias o lombrices solitarias, *Taenia saginata* y *Taenia solium*, platelmintos que viven en el intestino del hombre, la *Taenia echinococcus*, transmitida por el perro, cuya forma larval produce los quistes hidatídicos, en el hombre, de pronóstico quirúrgico, y en especial la *Trichinella spiralis*, transmitida al ingerir carne de cerdo, que a su vez se infecta de las ratas, particularmente grave pues formaquistes esparcidos por los músculos que produce la triquinosis.

En realidad hay diversos grados de parasitismo desde las especies externas como los piojos, luego las garrapatas, la sarna, hasta las que hacen totalmente internas de los organismos parasitados.

Las mismas interrelaciones parasitarias son abundantes en el mundo de los insectos.

Adaptadas en gran número a tales menesteres son gran cantidad de avispietas que para asegurar el porvenir de su descendencia no trepidan depositar sus huevecillos o larvas en el cuerpo succulento de orugas que allí prosperan, evolucionan, y de paso, las destruyen llegando a su adultez.

Una de las peores plagas del algodón es la oruga llamada "lagarta rosada", *Platyedra gossypiella*, que nace de los huevos que la mariposa adulta deposita sobre las "peras" de la planta y las destruye empezando por las semillas. Pero he aquí que pequeñas avispas buscan afanosamente a las "lagartas" y les inyectan con su aguijón caudal una sustancia paralizante y luego depositan sobre su cuerpo sus huevecillos de los cuales salen las larvas que se alimentan de la oruga chupándola por completo para continuar luego su

son las del género *Micrurus* y, justamente, otra culebra perteneciente al mismo género que la anterior, *Lystrophis dorbignyi*, tiene diseños semejantes a la víbora *Bothrops alternatus* y se la llama por ello falsa yarará. Ciertas culebras y víboras que viven sobre los árboles son de color enteramente verdes y pasan inadvertidas en ese ambiente.

Estas semejanzas confunden a los depredadores que se cuidan de atacar a estas culebras de apariencia de víboras venenosas.

En el mundo de los insectos los subterfugios miméticos de gran eficacia en la interrelación de las especies son muy comunes.

El predicador —ya mencionado— es de color verde como las hojas de los vegetales en donde vive con lo cual pasa inadvertido y lo mismo sucede con el "bicho palo" otro insecto que no solamente es de tono clorofílico sino también que su cuerpo delgado apenas si parece una rama de árbol inhallable entre el follaje.

Otros insectos como ciertas mariposas tienen en sus alas enormes ocelos coloreados con lo cual mimetizan a la cabeza de una lechuza con las ventajas consiguientes.

Ciertas especies de ranas cambian el color de verde a pardo, según el ambiente en que se encuentran y es conocido la variación cromática del camaleón que puede cambiar rápidamente.

Las inambúes americanas —impropiamente llamadas peridices— que pertenecen al orden de las Tinamiformes tienen una combinación de colores en sus plumas que las hace invisibles entre los pastizales del hábitat donde moran si permanecen inmóviles que, por lo demás es su hábito defensivo.

Cuando en un ecosistema coexis-

ten dos poblaciones de especies similares se establece una competencia si los recursos no son suficientes para mantener a ambas.

Resulta axiomático que dos especies de hábitos y alimentación semejantes no pueden coexistir permanentemente en un nicho ecológico.

Es conocido el hecho de que los gorriones, *Passer domesticus*, importados a la ciudad de Buenos Aires, terminaron por desplazar totalmente de plazas y lugares arbolados a los pájaros autóctonos del país que vivían anteriormente.

Algunas veces una de las especies puede ajustarse a la situación de presión cambiando sus hábitos alimentarios.

En otros casos en el mismo hábitat pueden coexistir varias especies similares pero ocupando nichos diferentes con lo cual no se molestan mutuamente.

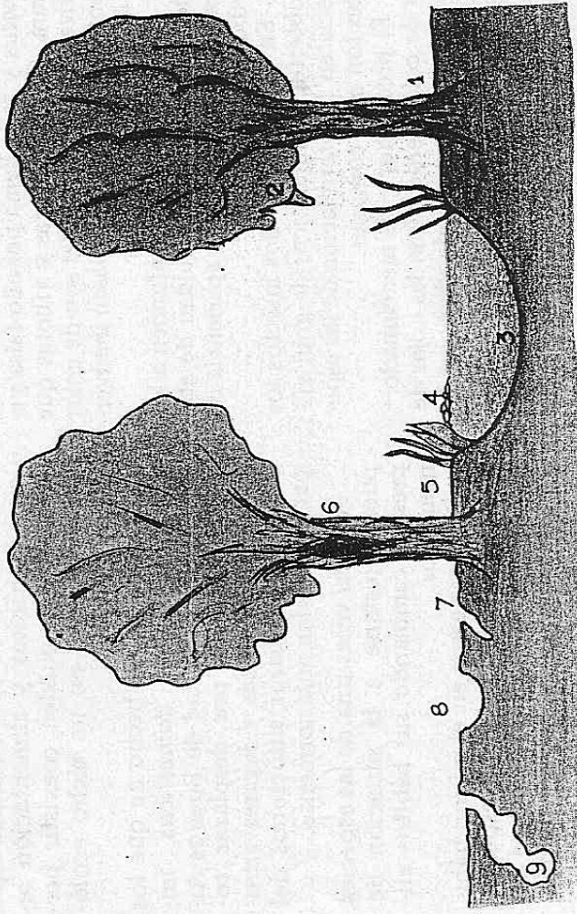
Así en un hábitat lacunar, como el que se observa en el esquema, las especies de anfibios procrean en sus nichos determinados sin interferirse mutuamente.

En las simbiosis viven juntas dos especies que se prestan servicios mutuos. Así en "bernardo el ermitaño" que es un cangrejo cuya parte abdominal débil se aloja en la concha de un caracol vacío, sobre esa caparazón está adherido un pólipo que viaja con el crustáceo y cuyos tentáculos urticantes sirven de defensa a ambos, mientras que el deambular permite encontrar su comida variada al celestrado.

El mismo tipo de simbiosis se observa en un cangrejo que porta —sin hacerle daño— a una ascidia en sus pinzas, quién le sirve de defensa.

Es común en la campiña de las pampas argentinas el espectáculo

NICHOS ECOLÓGICOS EN UN MISMO HABITAT DONDE CONVIVEN EN ARMONIA ANFIBIOS.



- 1) Sapo, *Bufo arenarum* (huevos en ristas gelatinosas)
- 2) Rana de zarzal, *Phyllomedusa sauvagii* (nidos de hojas péndulas del árbol)
- 3) Rana de zarzal, *Hyla pulchella* (huevos en el fondo del charco)
- 4) Yui, *Leptodactylus ocellatus* (huevos en nidos de espuma en la superficie del charco)
- 5) Rana de zarzal, (nidos sobre acúmulos de agua en eringios, *Phyllomedusa hypochondrialis*)
- 6) Rana de zarzal, *Hyla venulosa* (nidos en huecos de troncos de árboles)
- 7) Ranita *Leptodactylus bufonius* (nidos de espuma en huecos del suelo)
- 8) Rana de zarzal, *Hyla faber* (nidos de barro que construye en el suelo)
- 9) Rana coralina, *Leptodactylus laticeps* (habita en cuevas de vizcachas)

También puede considerarse como simbiótica la ligazón que une a ciertas especies de pájaros que depositan su huevo en los nidos de otros de distinta familia que, sin advertir el cambio, lo incuban y lo alimentan, a veces en detrimento de su propia prole que suele morir de hambre ante la voracidad del intruso. En realidad este caso linda con el parasitismo ya que deriva de una imposición del pájaro incurso.

La misma operación realiza un pájaro africano en las fauces abiertas del cocodrilo haciéndole una luz mientras el reptil mantiene abierta su boca sin que se le ocurra cerrarla...

INTERACCIONES ENTRE ANIMALES Y VEGETALES

Existen muchas formas y niveles de relaciones entre los animales y las plantas y por lo común representan un medio de alimentación para los primeros que con su actividad contribuyen a diseminar semillas o a la reproducción de los vegetales por la polinización.

No pocas de estas relaciones varían de acuerdo a las estaciones o a los diferentes estadios vitales.

Relación de tomar y dar es relativamente común entre animales que comen los frutos de ciertas plantas y las semillas—después de pasar por el tubo digestivo—son esparcidas en otros lugares y germinan diseminando la especie vegetal que no podría crecer agrupada en el mismo lugar.

Incluso en el Amazonas se da el caso de un pez que come los frutos de una determinada especie de árbol,—su alimento habitual—y sus deyecciones en otro lugar del río propagan la estirpe vegetal.

La relación es tan específica que sin ese árbol el pez no podría subsistir y sin el animal tampoco el árbol podría propagarse.

Una interrelación muy interesante es la que se produce entre las ardiillas y los árboles en los bosques de los cuales se alimentan de sus semillas o nueces.

Al comer esos productos los animales limitan la excesiva reproducción de las plantas pero, por otra parte, como parte de esos frutos son acarreados y guardados para su alimentación futura y comúnmente enterrados en lugares que pueden ser favorables para la germinación que, finalmente, se produce, con lo cual la especie vegetal aumenta su dispersión y evitan la competencia

por el espacio con la planta madre.

Otra relación muy común es una dependencia de las plantas que necesitan imperiosamente de animales para su reproducción mediante la polinización. Juegan aquí un papel importantísimo los insectos como las mariposas, avispas, moscas, e incluso algunos pájaros y murciélagos, que al frecuentar las flores para libar el néctar del cual se alimentan se impregnan del polen—algunas especies con dispositivos anatómicos especiales adaptados para ello—y contribuyen a la reproducción de las plantas.

Las flores tienen colores y formas atractivas para atraer a los animales polinizadores e incluso adaptan su apertura y producción de polen a sus hábitos—algunas abren de noche—y sin el concurso de esta colaboración no podrían producir semillas y desaparecerían. En la misma forma los polinizadores dependen para su alimentación de las plantas y sin ellas no podrían vivir.

Otra relación cosechadora o de aprovechamiento es la que existe entre la hormiga negra, *Atta lundii*, que corta trocitos de hojas verdes de diversos vegetales, los acarrea hacia su hormiguero donde los mastica y forma un substratum en el que cultiva filamentos de hongos que prosperan y le sirven de alimento.

Las hay también que viven en huecos en la base de espigas de una acacia de Sudamérica de cuyas secreciones dulces se alimentan y retribuyen manteniendo alejados a intrusos mediante urticantes pinchazos.

La oruga de una mariposilla, *Oiketicus kirbyi*, al salir del huevo y crecer, se rodea de hojas de árbol donde vive y construye un receptáculo protector, por lo cual se lo conoce con el nombre común de

“bicho de cesto” y allí pasa el estado de crisálida hasta que emerge el adulto.

Constituye por su abundancia una plaga importante forestal.

La mosca del Mediterráneo —grava plaga de los frutales— deposita sus huevecillos sobre la fruta y al nacer la larva cava galerías alojándose en las partes succulentas que destruye y le sirve de protección.

Con frecuencia relativa hay una interrelación en la que los animales aprovechan o construyen dispositivos con vegetales que aseguran el desarrollo de sus crías.

Así es como una rana arbórea, *Phyllomedusa sauvagii*, utiliza hojas de arbustos que une por sus bordes con una gelatina endurecida para construir nidos colgantes en cuyo interior deposita sus huevecillos en el seno de una sustancia fluida. Cuando eclosionan, las larvitas se arrojan al agua del charco situado por debajo, a través de un orificio producido al efecto en el fondo y allí continúan su evolución.

El boyero es un pájaro de la selva misionera que construye largos nidos colgantes con fibras vegetales donde deposita e incuba sus huevos.

LA MATERIA

Tanto las partes inertes del entorno como los seres vivientes están formados por sustancias químicas que son los elementos.

Sin embargo de los 105 elementos identificados en la naturaleza solamente de 15 a 20 se encuentran formando parte de la vida en la Tierra, que reciben el nombre de esenciales, y se localizan en todas las capas que integran la biósfera, es decir en la atmósfera o sea el aire, en la costra terrestre o litósfera, y en el agua o hidrósfera.

Estos elementos fundamentales para la vida entre los cuales pueden citarse al oxígeno, hidrógeno, el carbono como base de la sustancia orgánica, el nitrógeno, el hierro, el sodio, el magnesio, el cobre, el zinc, el fósforo, el iodo, el cloro y otros y que son absorbidos por los seres vivientes —desarrollados a través de las edades a medida que disponían de mayores proporciones de los mismos— no están locali-

zados permanentemente en el sistema biótico sino que retornan una y otra vez a la esfera abiótica, pero a medida que evoluciona la vida esos elementos se obtienen en un plan de reciclaje.

De la forma en que estos ciclos funcionan o sea de como hay una continua disposición de los elementos que enlazan a la vida con la tierra es el objetivo primordial de los ecólogos al estudiar estos ciclos bioquímicos cuidadosamente.

La vida no puede existir sin el agua que es el origen de dos de los elementos más esenciales como son el oxígeno y el hidrógeno.

El compuesto más importante del protoplasma es la proteína o albúmina constituido por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre.

La clorofila —origen de la materia orgánica base de la vida y que se encuentra en los vegetales verdes— está compuesta por oxígeno, hidró-

geno, carbono, nitrógeno y magnesio.

Aunque en proporciones muy pequeñas otros elementos tienen mucha importancia en el correcto funcionamiento de los fenómenos de la vida y no son menos esenciales. Son los elementos micronutrientes como el yodo, el cloro, el boro, el cobalto, el cobre, el hierro, el manganeso, y el zinc, entre otros, y en los ecosistemas los seres vivos los captan en los procesos desintegradores por la reabsorción de las raíces de las plantas o bien por la obtención directa de las aguas potables de bebidas.

Algunos micronutrientes están relacionados con los fermentos en el funcionamiento del protoplasma. Si faltan, su deficiencia se manifiesta en forma algunas veces tan grave que pueden afectar a un ecosistema, pues la base de la cadena alimentaria puede fallar desde su iniciación.

A pesar de que solamente se necesitan solamente trazas del micronutriente si, por el contrario, hay un exceso, suelen ser sumamente tóxicos.

La presencia de flúor en el agua potable es necesaria para dar consistencia a la estructura de los dientes en el niño. Pero si hay un exceso de dicho metaloide mientras se forman las piezas dentarias hasta los ocho años de edad —como es el caso del contenido de las aguas bebibles en las provincias de Córdoba y Santiago del Estero, por ejemplo—, se produce lo que se llama el “veteado” y el esmalte adquiere en su estructura una coloración neogruza y gran fragilidad al aumentar excesivamente su dureza.

La salud humana puede verse afectada por causas similares. La falta de yodo en la alimentación de los habitantes del noroeste de Ar-

gentina, que es un componente de una hormona de la glándula tiroidea, impide la formación de la tiroxina y la glándula se agranda y produce el bocio exoftálmico y el cretinismo.

Basta pasar algunas temporadas a orillas del mar —donde el yodo abunda— para evitar la afección o bien incluir en la alimentación sal yodizada.

El hierro es otro componente imprescindible para animales y plantas pues forma parte de la hemoglobina de la sangre y en los vegetales las hojas no pueden tornarse verdes y cumplir su función fotosintética, salvo que cuenten —en ambos casos— con el aporte del mineral.

CICLO DEL CARBONO

Forma parte de todos los compuestos orgánicos y, por lo tanto, ocupa un lugar muy importante en la biosfera donde se entrelaza con varios otros ciclos.

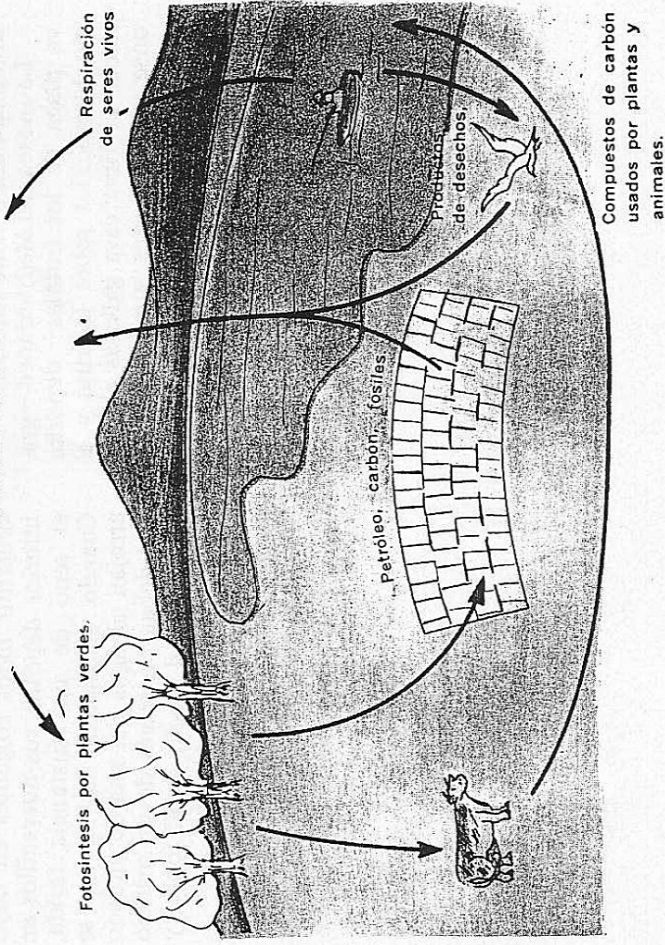
Desde hace millones de años los compuestos del carbono producidos por fotosíntesis han quedado almacenados y por el mismo proceso siguen produciéndose en la actualidad y quedan en las maderas de los árboles.

Merced a la asimilación clorofiliana el anhídrido carbónico que representa alrededor del 0.03 por ciento de la atmósfera por volumen, es el nexo de unión entre la energía solar y la tierra ya que al transformarse químicamente se convierte en almacenador de la energía que utilizan los seres vivientes como compuestos alimentarios gracias a las plantas verdes.

Por la función respiratoria la energía contenida en estos compuestos se libera a temperaturas bajas o tam-

CICLO DEL CARBONO

Anhídrido, carbónico en la atmósfera y agua.



bién sucede por una oxidación rápida quemándose con desprendimiento inmediato de mucho calor.

Por lo tanto la fotosíntesis y la respiración son las vías por las que los átomos del carbono son vueltos a usar en el sostenimiento de la vida.

Se calcula que de esta manera el carbono de la atmósfera se recicla a la biosfera más o menos cada 300 años.

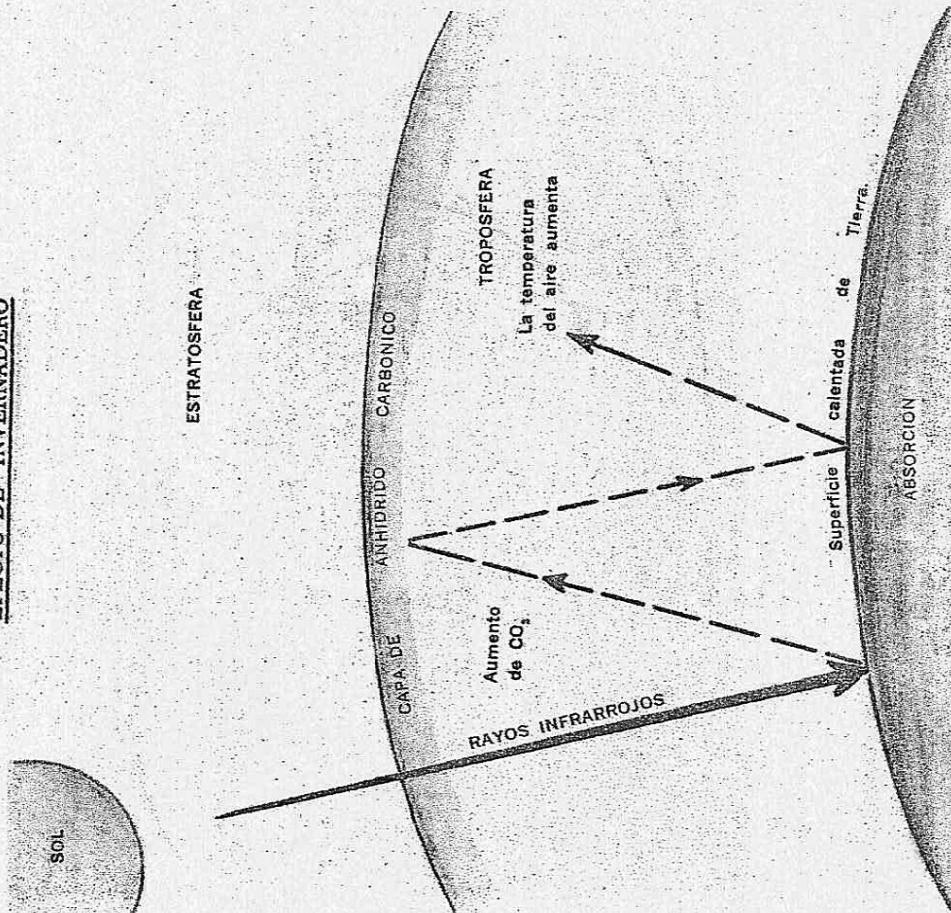
También es una fuente muy importante de carbono la hidrosfera en cuyo seno se producen los mismos fenómenos de fotosíntesis y respiración de los organismos acuáticos pues este elemento es abundante tanto en forma de anhídrido

carbónico, con una enorme provisión pues se estima que este gas disuelto en el agua se ajusta constantemente con el de la atmósfera pues absorbe la mitad del existente también en forma de carbonatos y compuestos orgánicos.

Cuando mueren los organismos marinos y caen a las aguas profundas no se desintegran por la falta de oxígeno por lo cual hay grandes cantidades de sedimentos orgánicos en el fondo.

Tienen lugar otros procesos químicos por acción del anhídrido carbónico que precipitan en forma de carbonato de calcio (CaCO_3) y por lo tanto grandes cantidades de cal están depositados en el mundo que

EFEECTO DE "INVERNADERO"



se liberan lentamente merced a la acción de reacciones químicas derivadas de procesos vitales.

Dado el proceso químico que implica, la fotosíntesis depende del anhídrido carbónico. Durante los cálidos días soleados el nivel del anhídrido carbónico es mayor en el aire cerca del suelo pero disminuye más tarde por la mañana. Estos li-

mites en la tasa en que puede reproducirse la fotosíntesis reduce así la cantidad básica de alimento a elaborarse. La reposición normal del anhídrido carbónico se produce por la noche cuando dicho gas es liberado por plantas y animales mediante la función de la respiración y cuando no se realiza la fotosíntesis.

No faltan investigadores que su-

gieren que la proporción en que el anhídrido carbónico se ha liberado en la atmósfera por la quemazón de los combustibles en las recientes décadas podría haber anulado esta limitación natural en la producción de la fotosíntesis, lo cual no ha sido comprobado en la naturaleza fehacientemente.

Las estaciones del año afectan el contenido del anhídrido carbónico en la atmósfera. En el norte hay un aumento de este gas durante el invierno, ya que la fotosíntesis se restringe a los árboles que conservan su verdor, mientras que en las áreas en que predominan los bosques caducifolios, desprovistos de hojas en esa época, la liberación de anhídrido carbónico por la respiración es mayor que la cantidad que se utiliza para la fotosíntesis.

Este efecto es de corta duración a causa de la mezcla cabal y rápida de los gases de la atmósfera y también por la gran capacidad del agua para absorber el anhídrido carbónico de la atmósfera.

El efecto de "invernadero" se refiere al calentamiento de la superficie de la tierra debido a la acumulación de anhídrido carbónico en las capas superiores de la atmósfera.

El anhídrido carbónico absorbe y detiene las radiaciones infrarrojas, es decir de calor, que en otra forma escaparían de la atmósfera. Ese gas puede aumentar en la atmósfera superior debido a la quemazón de combustibles fósiles, un efecto sutil pero constante que puede tener influencia en el clima. Unos pocos grados en el promedio anual de la temperatura podría disolver los icebergs polares y causar cambios extensos en el nivel de los océanos.

CICLO DEL OXIGENO

Es obvio destacar la extraordinaria importancia del oxígeno en el proceso del mantenimiento de la vida. Como oxígeno libre o molecular es utilizado por los organismos en la respiración. Proviene del agua, del anhídrido carbónico, de los óxidos metálicos y de la mayoría de la materia orgánica.

Además del oxígeno molecular (O₂), la atmósfera contiene también el ozono (O₃) y oxígeno atómico (O).

En cuanto al ciclo del oxígeno es muy complejo y está enlazado con varios otros ciclos bioquímicos en especial los relacionados con el carbono, el hidrógeno y el agua.

La vida sería imposible sin un suministro continuo de oxígeno cuya fuente principal es la fotosíntesis.

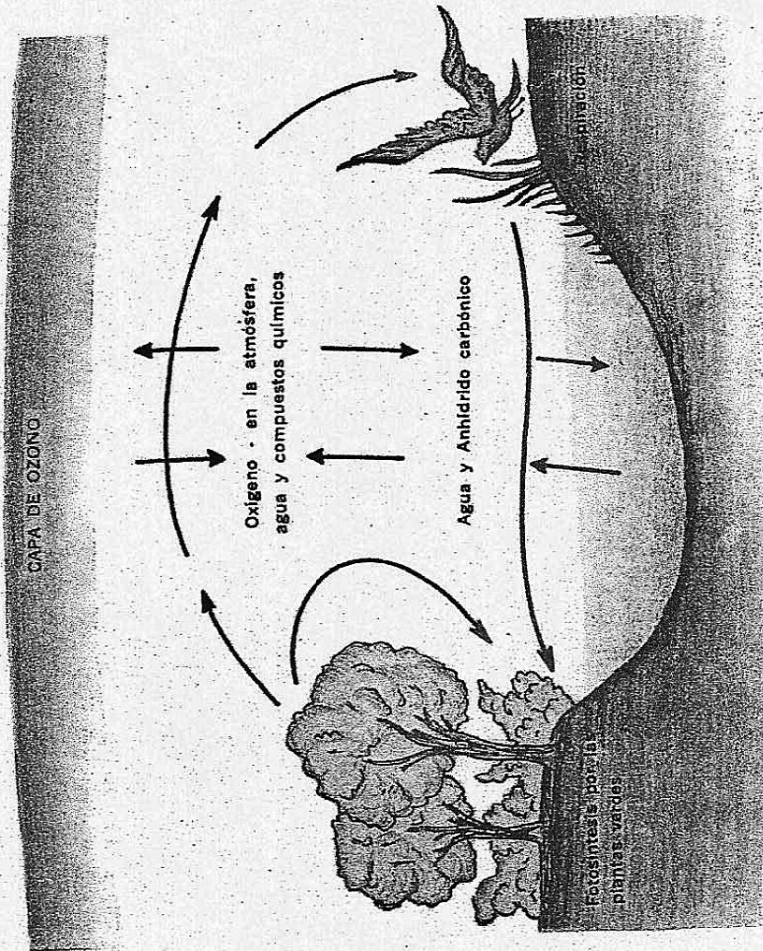
Se encuentra el oxígeno atmosférico en los niveles inferiores donde existe la mayoría de la vida en alrededor de un 20 por ciento por volumen.

Preocupó a los ecólogos la idea que el uso creciente de los combustibles fósiles podría reducir la proporción del gas en la atmósfera a un nivel crítico para la vida, pero cálculos recientes demuestran que no ha variado significativamente a través de los años y los estudios realizados revelan que los átomos de oxígeno se reciclan a través de la biósfera más o menos cada 2.000 años por la fotosíntesis.

El oxígeno disuelto en el agua está determinado por la presión y por la temperatura y pasa de la atmósfera a la hidrósfera, o en sentido contrario, hasta que se establece un equilibrio en que el líquido almacena todo el gas que puede contener.

Si hay una elevada función fotosintética en las plantas acuáticas el

CICLO DEL OXIGENO



agua puede superarse de oxígeno. Entonces el exceso es liberado en la atmósfera.

A veces sucede el fenómeno contrario y en aguas cálidas cuando su capacidad de almacenar el gas baja y en días nublados la fotosíntesis se hace más lenta hay un "vaciamiento" y mueren peces y otros organismos.

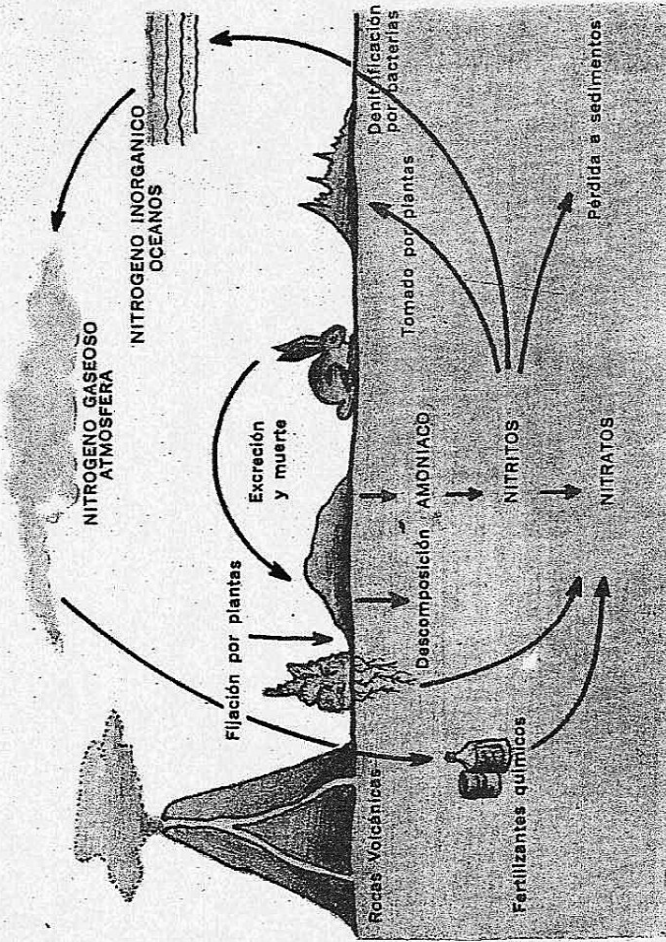
También hay oxígeno entre las partículas del suelo donde existe aire, lo cual es esencial para la mayoría de las raíces y los organismos de vida subterránea.

Cuando se producen prolongadas inundaciones y los espacios se llenan de agua, disminuye la proporción del oxígeno disponible y muchas formas de vida—incluidos grandes árboles—mueren sin ese suministro respiratorio.

Se encuentran asimismo grandes cantidades de oxígeno en la litósfera en la forma de compuestos de óxidos, carbonatos y partículas liberado solamente por cambios químicos.

El ozono proviene, básicamente,

CICLO DEL NITROGENO



del oxígeno molecular producido por la fotosíntesis.

En realidad puede ser tanto beneficioso como perjudicial para la vida. Una capa natural de ozono existe en la atmósfera superior absorbe parte de las radiaciones ultravioletas del sol, que previene a plantas y animales de las radiaciones dañinas que contienen. Incluso pequeñas cantidades de ozono pueden causar graves daños a las plantas y, por otra parte, forma parte del "smog" que afecta centros poblados humanos.

En recientes décadas se ha incrementado la cantidad de ozono en la atmósfera más baja debido a la acción fotoquímica de la luz solar

sobre sustancias químicas autocontaminadas.

CICLO DEL NITROGENO

Aunque el nitrógeno forma parte en un 79 por ciento de la atmósfera no es utilizable en ese estado por la mayoría de los seres vivos, si bien es un elemento esencial por que forma parte de cada molécula de proteína y de clorofila.

Para los procesos vitales debe ser "fijado" a partir de compuestos de nitratos, urea, amino-ácidos o proteínas y la abundancia de vida puede estar limitada por la presencia de estos compuestos nitrogenados en el ecosistema.

Diversos microorganismos realizan procesos naturales de fijación del nitrógeno. Otros, en cambio, lo liberan en la atmósfera en la llamada desnitrificación.

Algunos pocos fenómenos abióticos tales como el relampagueo agregan pequeñas cantidades de nitrógeno fijo al ecosistema. Por lo tanto hay un reciclaje continuo de nitrógeno entre la litósfera, la hidrósfera, la atmósfera y la biósfera, que está estrechamente coordinado con otros ciclos del ecosistema tales como el del carbono y el del oxígeno.

En la fijación del nitrógeno por simbiosis los microorganismos que pueden hacerlo viven dentro de los tejidos de las plantas huéspedes que tienen sus raíces en el suelo.

Realizan esta tarea bacterias, ficomicetas y algas azul-verdosas entre las plantas inferiores y los huéspedes mejor conocidos entre las superiores son la alfalfa y en general las leguminosas, aunque también figuran los mirtos, álisos y Ginkgo.

En la mayoría de los casos los microorganismos simbióticos se hallan en las raíces pero también invaden las hojas y las ramas de las mismas plantas.

Cuando mueren los huéspedes el nitrógeno fijado se libera en el suelo durante la descomposición, entonces las plantas carentes de simbiosis pueden absorberlo.

La cantidad de nitrógeno fijado biológicamente es bastante menor de lo que se necesita para producir abundantes cosechas de granos. El ciclo del nitrógeno de la tierra estaba naturalmente equilibrado antes de la intervención del hombre, y así los ecosistemas estaban acordes con esos montos relativamente pequeños.

Las agrupaciones humanas prosperas y bien alimentadas dependen

de una agricultura productiva basada en la habilidad para abonar artificialmente fijando así el nitrógeno por métodos químicos. Estos abonos han hecho posible obtener grandes cosechas incluso con suelos pobres.

CICLO DEL AZUFRE

El azufre integra la cadena alimentaria al ser absorbido en la forma de sulfato por las plantas, donde es incorporado a los amino ácidos que son las moléculas básicas para la construcción de las proteínas en los seres vivos.

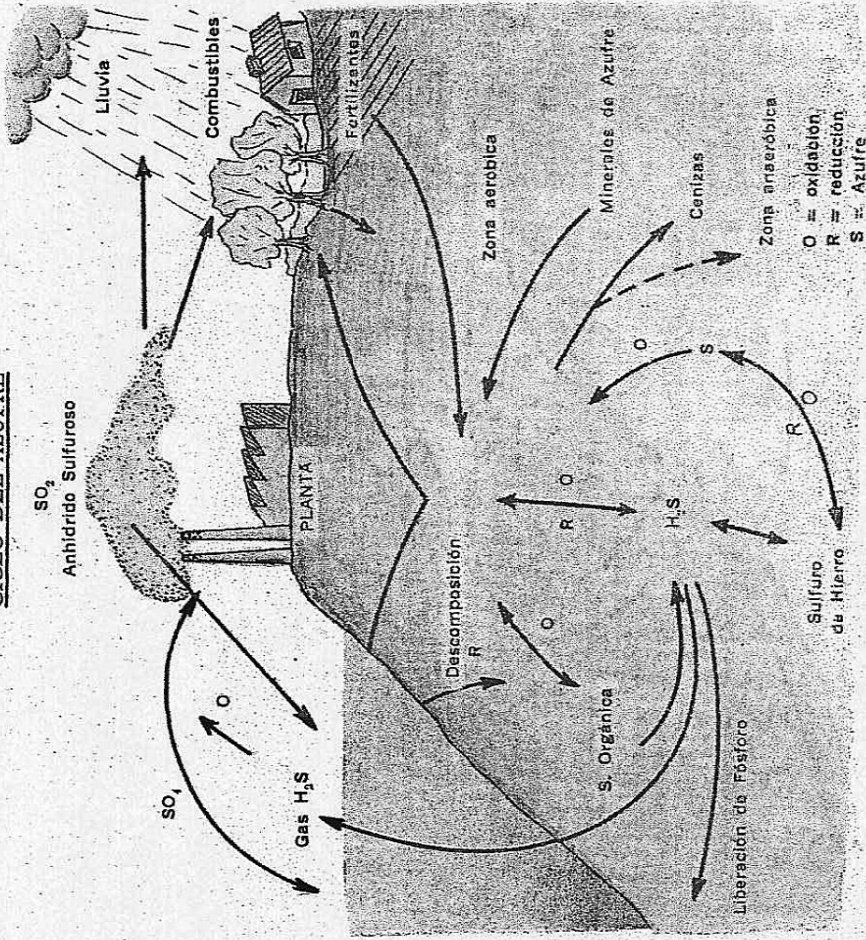
El azufre puro, el anhídrido sulfuroso, el ácido sulfúrico, los sulfuros metálicos, etc., son tóxicos, pero ciertas clases de bacterias pueden utilizarlos en sus ciclos de azufre, de esto se deduce que este elemento no está en condiciones de ser utilizado directamente por los animales y vegetales.

El ciclo del azufre permite el reemplazo continuo del sulfato utilizable. Este reciclaje es realizado por ciertos micro-organismos entre los reservorios y la biósfera.

Las proteínas en las excreciones de los organismos y de sus cuerpos muertos se convierten en sulfatos gracias a las bacterias y a los hongos. Estos sulfatos pueden retornar a la cadena alimentaria después de ser absorbidos y procesados por las plantas verdes, sin embargo debe haber oxígeno para ello. En aguas profundas y en los pantanos, donde falta el oxígeno, otra clase de bacterias reducen ese material a azufre puro y sulfuros.

El ácido sulfhídrico se produce en medios anaerobios o sea desprovis-

CICLO DEL AZUFRE



de oxígeno como en el fondo de los pantanos. Tiene un olor a huevos podridos que se percibe cuando se remueven esas aguas o lodos. Cuando se liberan grandes cantidades de sulfatos los sistemas biológicos se sobrecargan de ácido sulfhídrico y se produce la muerte masiva de peces.

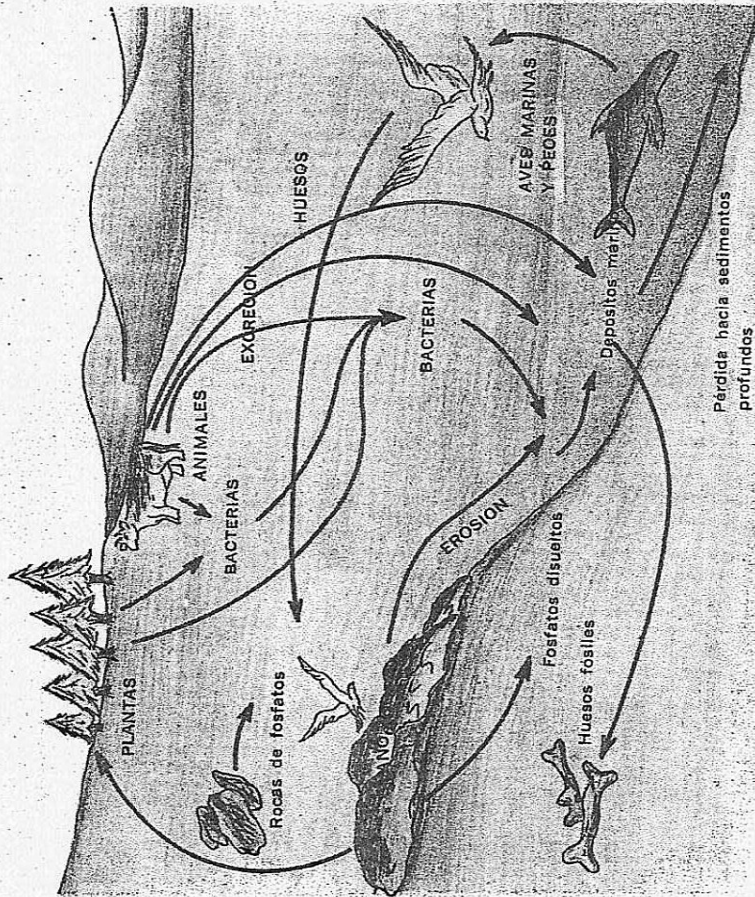
En el ciclo del azufre sus bacterias incoloras y algunas verdes fotosintéticas pueden utilizar el ácido sulfhídrico puro y el azufre en su metabolismo evitando la acumula-

ción excesiva del ácido. Compuestos azufrados dañinos también pueden ser precipitados por el hierro como sulfato de hierro cuando ambos elementos se encuentran juntos en los lodos anaerobios.

El anhídrido sulfuroso es uno de los principales contaminantes del aire causando daños a las plantas y por lo demás es un componente del "smog" que aflige a las ciudades densamente pobladas.

Se encuentra en grandes cantidades en la atmósfera de manera que

CICLO DEL FOSFORO



el ciclo del azufre puede estar sobrecargado, pero los efectos no se conocen todavía muy bien. El suelo y los océanos absorben finalmente la mayor parte de este gas dañino volviendo a empezar el ciclo otra vez.

CICLO DEL FOSFORO

Conjuntamente con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el azufre,

pósitos en las rocas del pasado geológico. De lo que se infiere que el fósforo necesario para la vida proviene en primer término de un reciclaje de la cantidad limitada que se encuentra todavía en materiales orgánicos vivientes y no vivientes.

El fósforo que se pierde constantemente de las cadenas alimentarias como materia orgánica se convierte en una parte de los sedimentos de los fondos de los lagos profundos y de los océanos. Solamente de esa fuente puede volver ese fósforo otra vez a la circulación. Esto sucede regularmente en algunos lagos y en áreas específicas de los mares. Ricos florecimientos de algas y otras formas microscópicas de vida producen estos acontecimientos y una buena pesca le sigue. Para mantener sus cosechas y su alimentación el hombre fabrica grandes cantidades de fertilizantes fosfatados.

Tres formas de fósforo pueden encontrarse en la naturaleza, inorgánico que la mayoría de las plantas aprovechan y transforman en orgánico; de tal manera que los consumidores obtienen su fósforo de su alimentación vegetal o animal.

La tercera forma es de fósforo orgánico disuelto que se produce por la excreción de los seres vivos y por la descomposición de sus cuerpos al morir.

Cuando hablamos de "empezar de nuevo el ciclo" nos referimos al tiempo necesario para que un elemento, ya utilizado vuelva a su estado inorgánico absorbible.

Es obvio que si este lapso es relativamente breve una pequeña cantidad de fósforo pueden mantener un ecosistema.

Los estudios realizados con el fósforo radiactivo indican que el tiempo es relativamente corto, desde algo así como minutos hasta 12 días como máximo.

El tiempo difiere de acuerdo al ecosistema y también con la estación del año, siendo mayor en invierno.

La contaminación ambiental debida al fósforo es un inconveniente nuevo. Los detergentes conteniendo fosfatos son liberados en grandes cantidades en las aguas naturales como basuras.

En esos ambientes el fósforo no es más un factor limitado y como consecuencia se produce una exagerada producción de plantas transformando el ecosistema natural.

Se perfeccionan constantemente métodos para eliminar los fosfatos y el nitrógeno de las basuras. Una técnica promisoría es bombear las aguas de albañal en tierras deficientes, con lo cual se fertilizan y se produce aumento en las cosechas de granos.