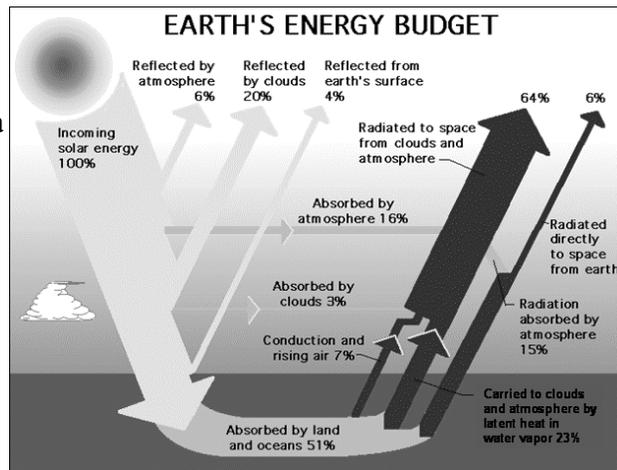


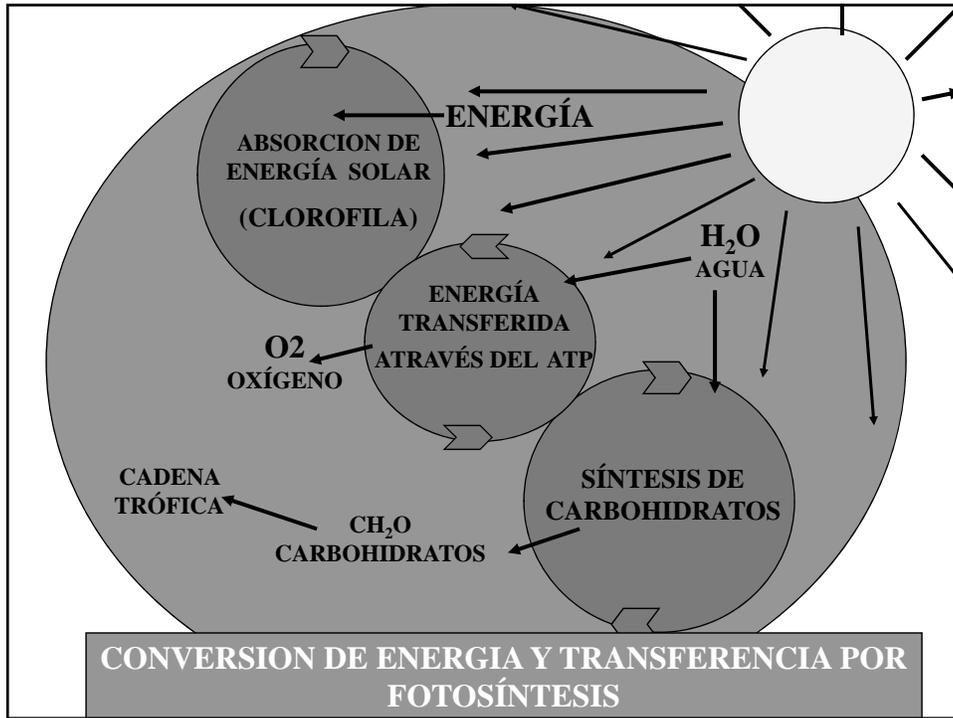
Salud y Medio Ambiente

Ciclos naturales

Flujo de energía

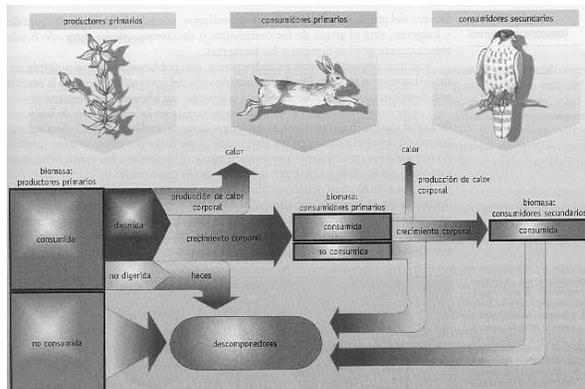


- La fuente primera y principal de energía es el sol, que permite que se realicen todas las actividades de la vida.
- No toda la energía proveniente del sol está disponible para los organismos. Sólo un 0,023 % de la energía está disponible.
- Procesos de absorción y reflexión atmosférica consumen un 76% de la E



El flujo de energía en los ecosistemas ocurre a través de las tramas tróficas o relaciones de consumo de los organismos dentro del ecosistema

Para un individuo en un nivel trófico

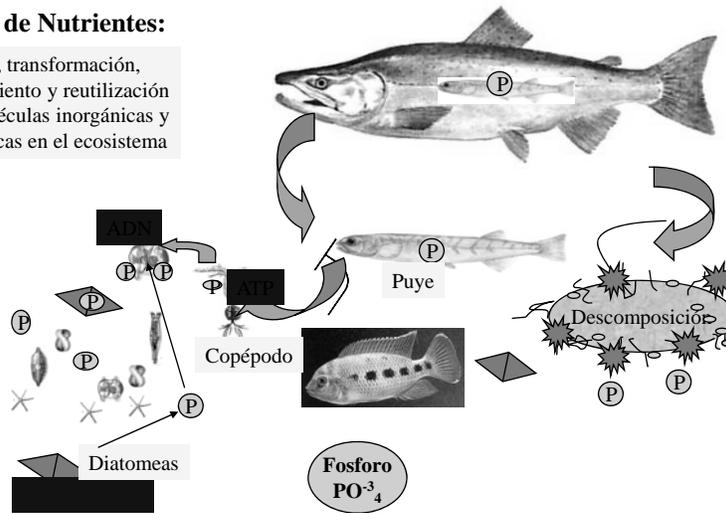


La mayor parte de la energía absorbida se utiliza en el mantenimiento o se pierde a través de las heces. Otra parte es liberada en forma de calor y una pequeña parte se convierte en producción secundaria (aumento de peso del animal o nuevas crías).

Cuando ocurre la transferencia de energía-biomasa a través de una trama trófica se transfieren otros elementos

Ciclo de Nutrientes:

Uso, transformación, movimiento y reutilización de moléculas inorgánicas y orgánicas en el ecosistema

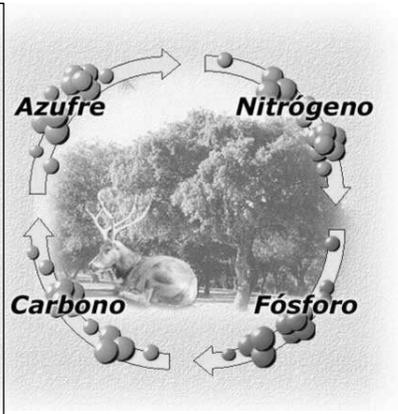


Un **nutriente** es un elemento químico o compuesto químico necesario para el metabolismo de un ser vivo. Desde el punto de vista de la botánica y la ecología, los nutrientes básicos son el oxígeno, el agua y los minerales necesarios para la vida de las plantas. Estos minerales son incorporados a través de la fotosíntesis a las tramas tróficas.

Según la importancia de estos nutrientes:
 N. Esenciales: vitales para el organismo.
 N. No Esenciales: no son vitales para el organismo.

Según la cantidad necesaria :
 Macronutrientes: aportan energía, se requieren a diario en grandes cantidades (proteínas, carbohidratos y grasas).
 Micronutrientes: vitaminas y minerales, se encuentran en los alimentos en pequeñas cantidades y son decisivos en el funcionamiento normal del organismo y en la digestión

Según su función:
 Energéticos: aportan energía.
 Plásticos: forman la estructura del cuerpo. También permite su crecimiento.
 Reguladores: contribuyen al funcionamiento del metabolismo.
 No tienen propiedades energéticas



Se reconocen 6 elementos clave para los seres vivos

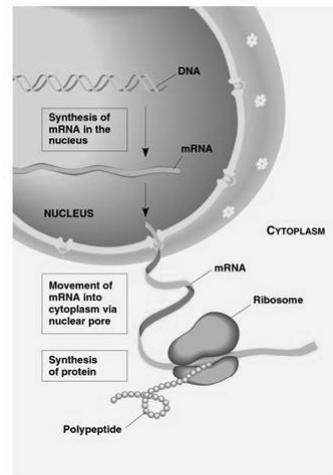
Carbono (C)
Hidrógeno (H)
Oxígeno(O)
Fósforo (P)
Azufre (S)
Nitrógeno (N)



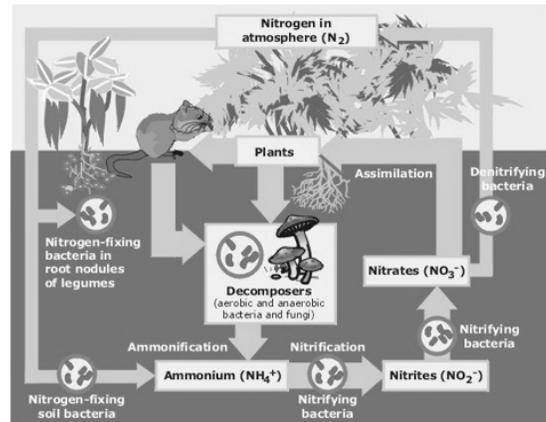
Ciclo del Nitrógeno

Importancia

- Los organismos emplean el nitrógeno en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales del metabolismo.
- La mayor reserva se encuentra en la atmósfera, donde cerca del 78% del nitrógeno está en forma de gas (N_2).



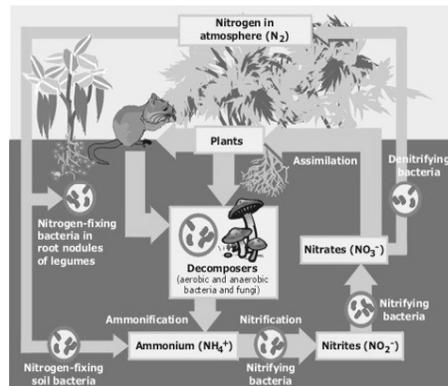
Nitrógeno molecular en la atmósfera no está disponible para su uso directo por plantas o animales, este debe ser convertido a otro compuesto, o fijado, en orden de estar disponible.



La fijación del Nitrógeno se centra en combinar Nitrógeno con Oxígeno, formándose así compuestos denominados nitratos (NO_3). Este proceso sólo puede ser realizado por bacterias, como las cianobacterias y las azotobacteriáceas

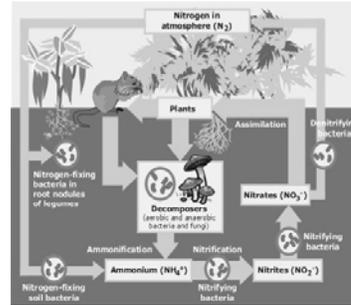
Estas bacterias pueden estar libres en el suelo, agua o formando relaciones simbióticas con plantas (legumbres)

Como **nitrato**, el N es usado por plantas quedando disponible para animales. Las plantas reducen el nitrato (NO_3^-) a grupos amino (**asimilación**). Estado en que lo usan los animales.



Para volver a contar con **NITRATO** los descomponedores lo extraen desde la biomasa dejándolo en la forma reducida como ion **AMONIO** (NH_4^+), proceso que se llama **amonificación**; luego el **amonio** es oxidado (bacterias) a **NITRITO**, proceso llamado **nitrificación**, siendo finalmente convertido a **NITRATO** por **asimilación**

El ciclo del nitrógeno tiene un segundo camino que regresa el nitrógeno atmosférico (N_2). de la **desnitrificación**, una forma de respiración anaerobia. De esta manera se mantiene el depósito de nitrógeno en el aire.



Nitrógeno se considera un ciclo complejo, debido a que involucra una parte viva, una no viva, agua, aire y tierra.

Consideraciones:

-Son numerosos los diferentes compuestos de nitrógeno que se pueden formar en las distintas fases que componen el ciclo del nitrógeno. Algunos de ellos en concentraciones no adecuadas o en lugares no apropiados representan importantes **fuentes de contaminación**, tales como el nitrato y el amonio.

-La procedencia de estos elementos puede estar fuertemente incentivada por la acción del hombre.

En la atmósfera

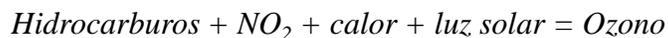
óxidos de nitrógeno (NO) Compuestos que se forman sobre todo por la oxidación del nitrógeno atmosférico a altas temperaturas. Puede tener un origen

natural:	Incendios forestales, basuras.
antrópico:	Quema de combustibles fósiles (gasolina, gas natural, gasoil, carbón) tanto en la industria como en los automóviles; quema de otros combustibles (por ejemplo biocombustibles)

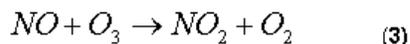
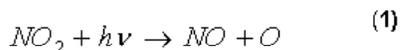
Los óxidos de nitrógeno se emiten, mayoritariamente, como óxido nítrico (NO), molécula altamente inestable en el aire que se oxida rápidamente en presencia de oxígeno convirtiéndose en dióxido de nitrógeno (NO₂).

Consecuencias ambientales:

- Oxido de Nitrógeno (NO₂) favorece la formación de ozono troposférico, en la parte más baja de la atmósfera, donde se encuentra en cantidades muy pequeñas de forma natural, especialmente cuando la mezcla de determinados contaminantes emitidos por la industria o el tráfico reacciona con la luz solar.

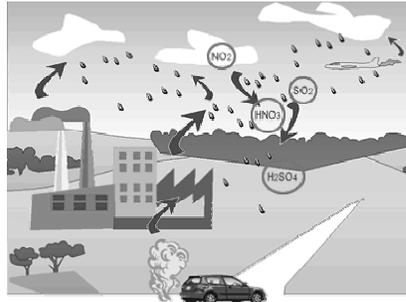


- Oxido nítrico (NO) destruye el ozono troposférico, a pesar que el NO₂ en que se transforma contribuye a su formación.



El ozono penetra por las vías respiratorias y debido a sus propiedades altamente oxidantes provoca la irritación de las mucosas y los tejidos pulmonares

El dióxido de nitrógeno (NO_2), combinado con la humedad del ambiente, es uno de los gases contaminantes responsables de la *lluvia ácida* y del *mal de la piedra* (NO_3H , ácido nítrico).



Representación de la lluvia ácida

SO_2
dióxido de azufre
 NO_2
dióxido de nitrógeno
 H_2SO_4
ácido sulfúrico
 HNO_3
ácido nítrico



Un buen ejemplo de cómo un contaminante presente en la atmósfera puede afectar a cursos de agua y almacenamientos de agua potable subterránea, impactando por diversas vías a la salud humana.

Consecuencias individuales del NO

La relajación de la fibra muscular lisa como componente estructural activo de la pared vascular, da origen a una directa vasodilatación.

Regulación presión sanguínea, el desarrollo del sistema nervioso central, facilitar la transmisión nerviosa en los procesos de aprendizaje y memoria, y la activación de la respuesta inmune. El NO participa en la reproducción sexual, funciona como señal en las primeras etapas del desarrollo embrionario. En plantas, interviene en procesos metabólicos, del desarrollo y la defensa.

Asocia con enfermedades como la hipertensión, la disfunción eréctil, procesos neurodegenerativos, como la enfermedad de Alzheimer y el mal de Parkinson, y con disfunciones del sistema inmune, como el choque séptico, lo que puede resultar en la muerte del paciente.

Las fuentes de contaminación por nitratos en suelos y aguas (superficiales y subterráneas),

Aunque pueden ser muy diversas, se asocian mayoritariamente a actividades agrícolas y ganaderas.

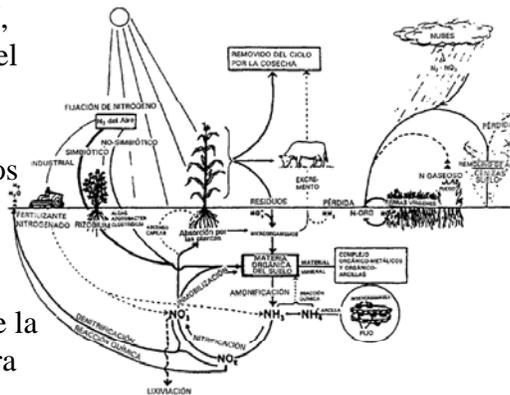
Nitrito (NO_2^-): nitritos presentes en el suelo como resultado del proceso de nitrificación por el que el amonio se transforma en nitrito y luego a nitrato.

Nitrato (NO_3^-): Su procedencia es diversa: contaminación atmosférica; fertilizantes nitrogenados (de origen natural y sintéticos); residuos orgánicos en concentraciones ganaderas estabuladas; lodos depuradoras; compost; vertidos de actividades industriales; vertederos no controlados.

Uso de fertilizantes

El problema ambiental más importante relativo al ciclo del N, es la acumulación de nitratos en el subsuelo que, por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales.

En estos medios los nitratos también actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede aumentar descontroladamente la biomasa del medio. Eutrofización.

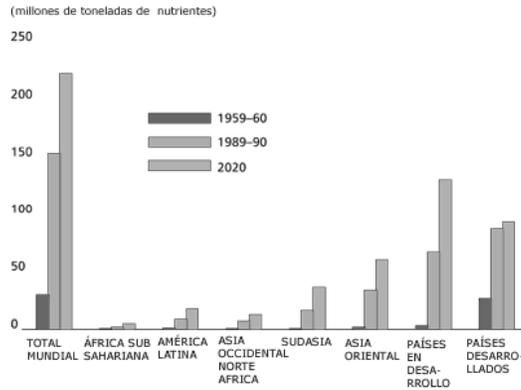


La lixiviación de nitratos hacia el subsuelo puede contaminar los acuíferos subterráneos. Consumir agua rica en nitratos que pueden transformarse en nitritos por bacterias internas posibilita:
Compuestos cancerígenos (Nitrosaminas) que afectan al estómago e hígado

-Disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre.

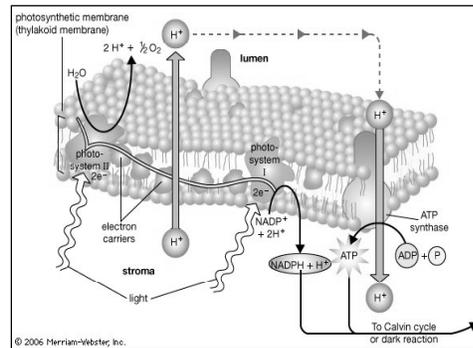
-Disminución del funcionamiento de la glándula tiroidea.

- Bajo almacenamiento de la vitamina A.



Ciclo del fósforo

El fósforo es un componente esencial de los organismos. Forma parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN); del ATP y de otras moléculas que tienen PO_4^{3-} y que almacenan la energía química; de los fosfolípidos que forman las membranas celulares; y de los huesos y dientes de los animales.

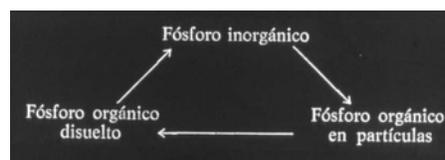
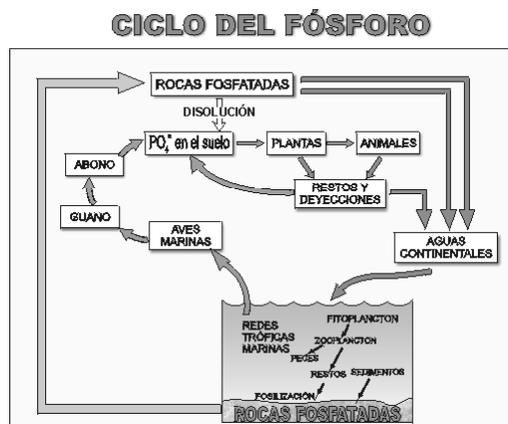


Ciclo del fósforo

- Está en pequeñas cantidades en las plantas, en proporciones de un 0,2%, aproximadamente. En los animales hasta el 1% de su masa puede ser fósforo.
- Su **reserva** fundamental en la naturaleza es la **corteza terrestre**. Por meteorización de las rocas o 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 liberar de nuevo las sales de fósforo.

Absorbido por el plancton ingresa a la cadena trófica hasta regresar a través del guano de las aves a la tierra.



El Fósforo en su forma pura tiene un color blanco, siendo la forma más peligrosa de fósforo conocida. Es extremadamente venenoso y en muchos casos la exposición es fatal. Antes de que la gente muera por exposición al fósforo blanco ellos a menudo experimentan náuseas, convulsiones en el estómago y desfallecimiento. El fósforo blanco puede causar quemaduras en la piel, dañar el hígado, corazón y riñones.



El uso del fósforo blanco como instrumento de muerte está prohibido por convenciones internacionales.

Efectos ambientales del Fósforo

El **fósforo blanco** entra en el ambiente al ser usado en industrias como base para otros productos químicos, y/o cuando el ejército lo usa como munición. A través de descargas de aguas residuales el fósforo blanco termina en las aguas superficiales cerca de las fábricas donde es usado. No obstante su rápida reacción con el oxígeno implica una baja persistencia

Los lubricantes de motores contienen fósforo, el que puede llegar al aire a través de los tubos de escape, sin embargo este reacciona rápidamente con el oxígeno para convertirse en partículas menos peligrosas. En suelos profundos y en el fondo de los ríos y lagos el fósforo puede permanecer miles de años y más.

Fertilizantes

Debido a la constante adición de fosfatos y que exceden las concentraciones naturales, el ciclo del fósforo es interrumpido fuertemente.

El incremento de la concentración de fósforo en las aguas superficiales aumenta el crecimiento de organismos dependientes del fósforo, como son las algas. Estos organismos usan grandes cantidades de oxígeno y previenen que los rayos de sol entren en el agua. Esto hace que el agua sea poco adecuada para la vida de otros organismos.

Eutrofización



Animales transgénicos capaces de reducir la contaminación por fósforo

La revista Nature del mes de mayo publica un trabajo sobre la obtención de ratones transgénicos capaces de producir la enzima fitasa en su tracto digestivo. Esta enzima permite metabolizar el fósforo orgánico que está presente en la alimentación animal, en un 11% en comparación con los animales testigo, que no tienen el gen.

Los animales no pueden normalmente digerir el fósforo orgánico de los alimentos y a menudo se les complementa la dieta con fósforo inorgánico para un crecimiento óptimo. Todo este fósforo, tanto el asimilado como el no asimilado va a parar a las heces y purines y de ahí a las aguas, a las que contamina, produciendo el efecto de eutrofización.

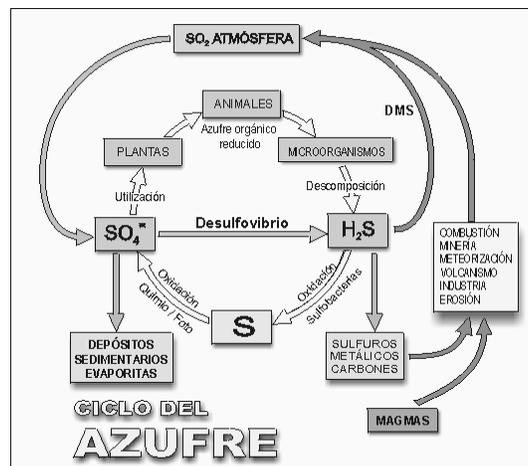
Actualmente se puede administrar la enzima fitasa en las dietas, pero su coste es demasiado elevado. La posibilidad de que los animales pudieran metabolizar el fósforo de los alimentos reduciría la necesidad de suplementos inorgánicos y reduciría su contenido en los residuos animales.

Ciclo del azufre

Forma parte constituyente de las proteínas (*cistina, cisteína, metionina*), vitaminas (*biotina*), es constituyente de enzimas con el sulfidrilo (SH^-) como grupo activo. Actúan en el ciclo de los hidratos de carbono y en los lípidos (en la oxidación de los ácidos grasos, como la *coenzima A, CoA*). Ayuda a la constitución de estas macromoléculas además de formar parte de los aminoácidos. En plantas, contribuye en la formación de la clorofila, a un desarrollo más acelerado del sistema radicular y de las bacterias nodulares, que asimilan el nitrógeno atmosférico, que viven en simbiosis con las leguminosas.

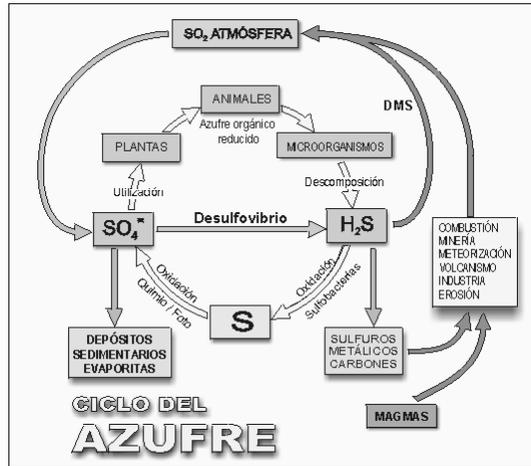
Las plantas y otros productores primarios lo obtienen principalmente en su forma de ion sulfato (SO_4^{-2}). Estos organismos lo incorporan a las moléculas de proteína, y de esta forma pasa a los organismo del nivel trófico superior.

Al morir los organismos, el azufre derivado de sus proteínas es descompuesto por bacterias produciéndose ciertas cantidades de sulfuro de hidrógeno (SH_2) además de amoníaco.



Acido sulfídrico puede ser volatilizado, transformándose gas de **dioxido de azufre** SO₂, debido procesos naturales de descomposición de la materia orgánica, combustión de carburantes y fundición de metales.

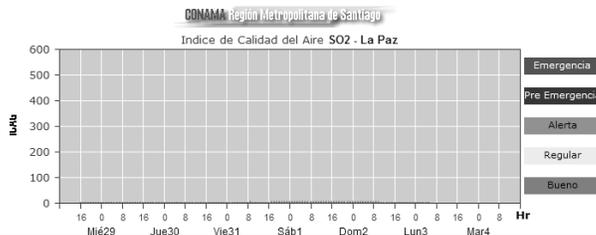
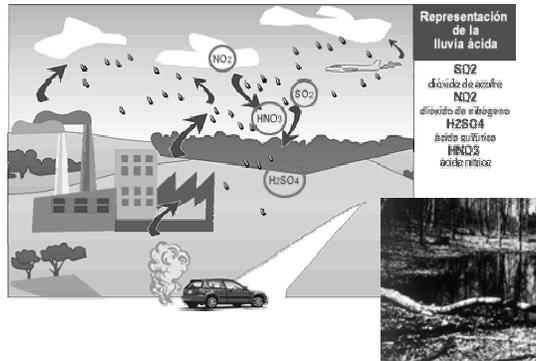
El azufre no solo ingresa a la planta a través del sistema radicular sino también por las hojas en forma de gas de SO₂



Consecuencias ambientales

En la atmósfera. Dióxido de azufre al contacto con la humedad ambiental se convierte en ácido sulfúrico, uno de los componentes de la lluvia ácida.

Forma parte del material particulado en su fracción fina y, por su tamaño, puede llegar a través del aparato respiratorio a nuestra sangre, envenenándola.



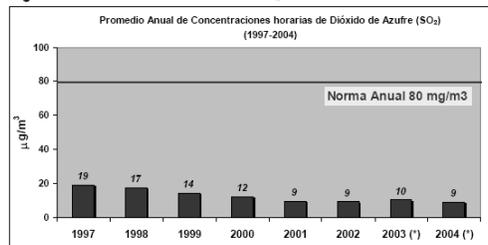
Efecto sobre los individuos

El tiempo medio de permanencia en la atmósfera asciende a unos 3-5 días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias.

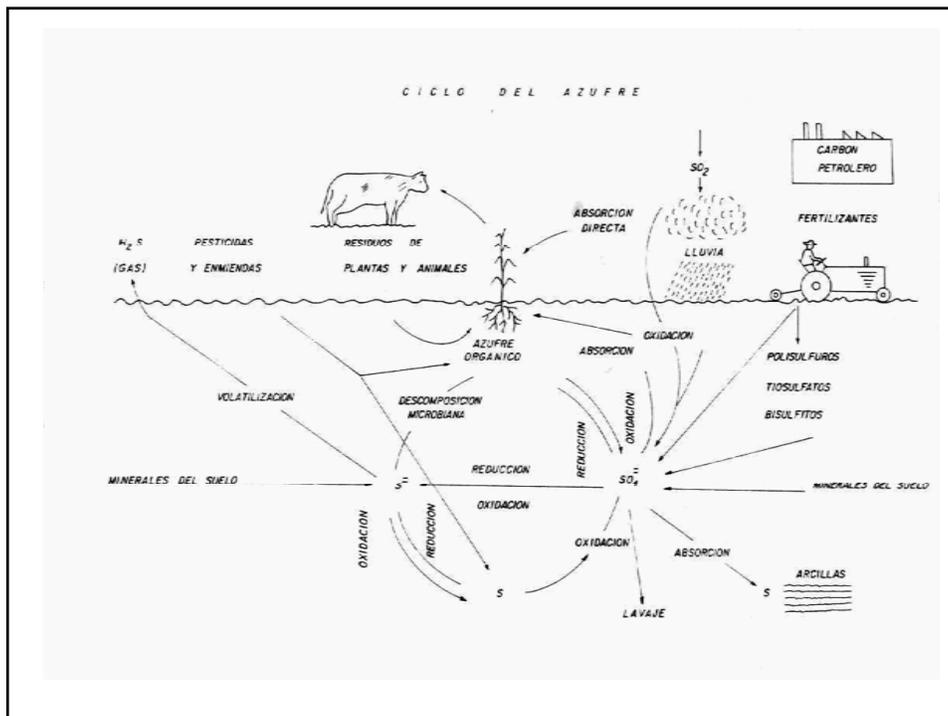
- Opacamiento de la córnea (queratitis).
- Dificultad para respirar.
- Inflamación vías respiratorias.
- Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas
- Alteraciones psíquicas.
- Edema pulmonar.
- Paro cardíaco.
- Colapso circulatorio



Figura 22: Concentraciones Anuales de SO₂



Fuente: SEREMI de Salud RM- CONAMA Metropolitana
 (*) Datos 2003 y 2004 no validados



El **flujo de energía** en el ecosistema es **abierto**, puesto que, al ser utilizada en el seno de los niveles tróficos para el mantenimiento de las funciones propias de los seres vivos, se degrada y disipa en forma de calor (respiración).

En cambio, el **flujo de materia** es, en gran medida, **cerrado** ya que los nutrientes son reciclados cuando la materia orgánica del suelo (restos, deyecciones,...) es transformada por los **descomponedores** en moléculas orgánicas o inorgánicas que, bien son nuevos nutrientes o bien se incorporan a nuevas cadenas tróficas.

La **biorremediación** es el proceso en el que se emplean organismos biológicos para resolver problemas específicos medioambientales, como la contaminación.

Las técnicas de biorremediación:

1.- **Intrínseca**: El propio medio ambiente resuelve el problema si se dan las condiciones óptimas, aunque se controla el proceso por si se produjesen compuestos tóxicos secundarios.

2.- La adición de nutrientes es la opción más económica y la que ofrece más posibilidades de éxito hoy día

In-situ: Se acelera el proceso en el mismo medio, modificando las condiciones ambientales (pH, nutrientes, humedad, temperatura, oxígeno, etc.), añadiendo nutrientes para multiplicar los organismos del lugar, o inoculando organismos más eficaces para el vertido concreto.

Ex-situ: El contaminante se extrae y se degrada en otro sitio en condiciones controladas de laboratorio. No obstante, se trata de un proceso más caro y que no puede realizarse en la mayoría de las ocasiones.

Ventajas y desventajas en la biorremediación

La biorremediación se puede emplear para atacar algunos contaminantes específicos y de difícil acceso, como los pesticidas clorados que son degradados por bacterias, o bien, de forma más general como en el caso de los derrames de petróleo, que se tratan empleando varias técnicas, incluyendo la adición de fertilizantes para facilitar la descomposición del crudo por las bacterias.

Ineficiente frente a Metales pesados como el cadmio, el plomo y el mercurio

