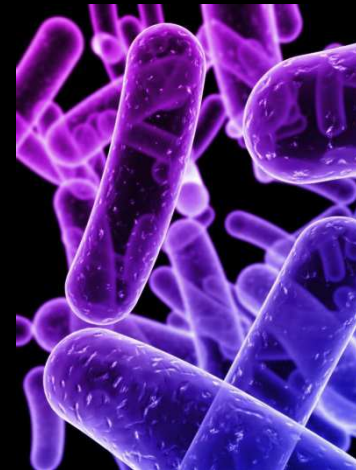


# Ecología microbiana

## Ecosistemas microbianos



# Alguna terminología

**Ecosistema:** Es la unidad básica ecológica, comprende tanto a los componentes bióticos como a los abióticos.

Los ecosistemas de los microorganismos son muy distintos desde el punto de vista de su tamaño, ejem: la cavidad bucal, la panza de los rumiantes, la región radical de la planta, entre otros.

# Alguna terminología

**Hábitat:** Es el lugar o espacio vital que habita normalmente un microorganismo determinado, donde se desarrolla y multiplica.

A cada organismo se le puede asignar por lo menos un hábitat en el que se encuentra normalmente, ejem: sedimento de un lago, el humus de un suelo fértil, la cavidad nasal,

# Alguna terminología

**Nicho:** Hace referencia a una función de la especie o población de microorganismos.

Depende:

Requerimientos nutricionales y fisiológicos.

Características genéticas.

Capacidades bioquímicas.

Características estructurales.

Tolerancia a condiciones ambientales.

# Habitantes del ecosistema

Pueden distinguirse dos categorías:

**Autóctonos:** son propios de un determinado ecosistema (suelo, intestino) y se encuentran siempre en el, su presencia se debe a la afluencia mas o menos constante de nutrientes típicos del ecosistema.

# Habitantes del ecosistema

**Alóctonos:** aquellos cuya presencia se debe al incremento ocasional de la concentración de nutrientes o de un nutriente determinado.

Son hasta cierto punto extraños al ecosistema y se presentan típicamente de forma transitoria o permanecen en formas de reposo.

# Poblaciones, gremios

Es un sistema microbiano, el crecimiento celular forma **poblaciones**.

Las poblaciones metabólicamente relacionadas se denominan **gremios**.

Los conjuntos de agrupaciones interaccionan formando **comunidades microbianas**.

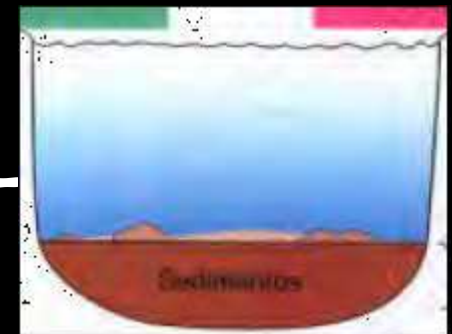
**Ecosistema microbiano:** Suma de todos los microorganismos y los factores abióticos de un ambiente particular.

**Poblaciones:** Por crecimiento celular.

**Gremios:** Poblaciones metabólicamente desarrolladas.

**Comunidades microbianas:** Conjunto de gremios.

**Energía entra en un ecosistema:**  
Luz, C orgánico, Sustancias reducidas:  $H_2$ ,  $Fe^{2+}$ , S,  $NH_3$ .

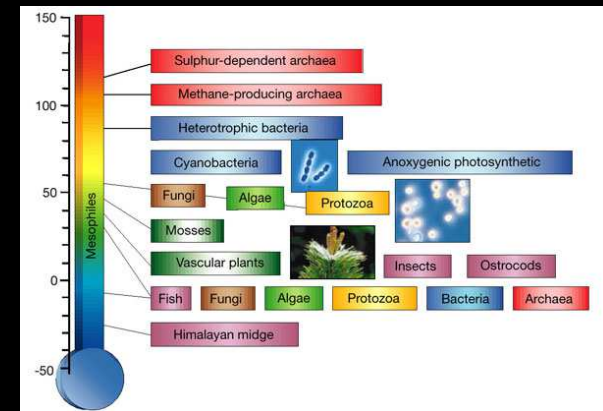




El crecimiento depende de los recursos disponibles y de las condiciones del nicho.

El nicho está determinado por:

- Temperatura
- pH
- Disponibilidad de agua y O<sub>2</sub>.
- Fuente de E.
- C orgánico/inorgánico
- Macronutrientes
- Micronutrientes



# Microambientes

Los microorganismos también habitan las superficies de organismos superiores y algunos pueden, incluso, vivir en el interior de plantas y animales.

En dichos hábitat, sus poblaciones pueden ser muy numerosas y ser muy beneficiosos para la plana o el animal en relación con su nutrición.

---

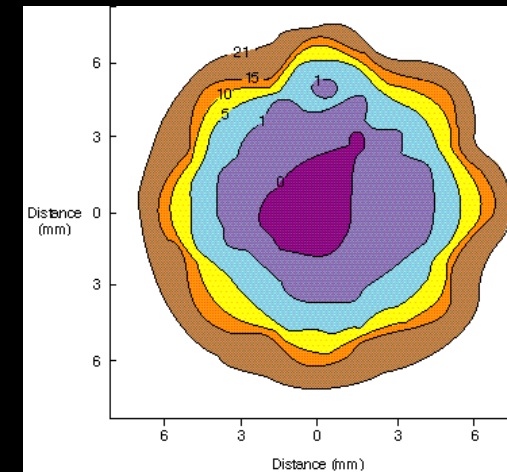
El crecimiento de los microorganismos en la naturaleza depende de los recursos disponibles y de las condiciones de crecimiento.

Para cada microorganismo existe al menos un nicho, el principal será en el que crece mejor.

**Microambiente:** Es el lugar del hábitat en el que un microorganismo vive y lleva a cabo su metabolismo.

En una partícula de suelo de 3mm existen diversos microambientes.

Interior: Anóxico (Sin O<sub>2</sub>)  
Exterior: Óxico (Con O<sub>2</sub>).



Los microambientes son temporarios, las condiciones fisicoquímicas pueden cambiar rápidamente, los microambientes son heterogéneos.

## Niveles de nutrientes y velocidad de crecimiento

Los nutrientes entran en el ecosistema de manera intermitente, los microorganismos han desarrollado sistemas bioquímicos.

Las condiciones óptimas no se dan simultáneamente, la Vel. crecimiento en el medio natural es menor que las alcanzadas en laboratorio.

*Escherichia coli* Intestino 12 h  
Cultivo 20 mi.

## Competencia y cooperación microbianas

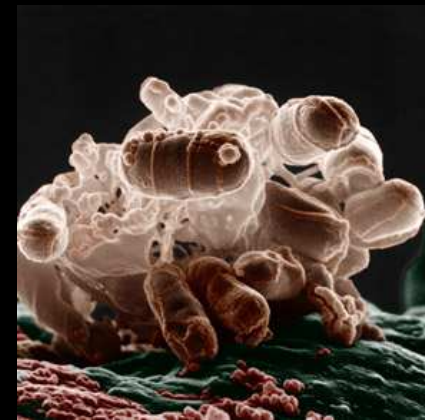
La competencia entre microorganismos depende de:

Incorporación de nutrientes

Tasas metabólicas inherentes

Velocidad de crecimiento

Un hábitat típico alberga una mezcla de diferentes microorganismos.



## Competencia y cooperación microbianas

**Sintrofia:** Es una interacción microbiana en la cual existe una colaboración para llevar a cabo una transformación determinada, que o podrían realizar por si mismos.

**Metabolismos complementarios:** Es una cooperación metabólica en grupos de microorganismos. Ejem: Bacterias nitrosificantes y nitrificantes, se combinan para oxidar el  $\text{NH}_3$  a  $\text{NO}_3$ .

# Crecimiento en biofilms

En el microambiente de una superficie, las concentraciones de nutrientes pueden ser muy superiores a las de toda la solución.

Los biofilmes son microcolonias revestidas de células bacterianas adosadas a una superficie mediante polisacáridos adhesivos excretados por las propias células.

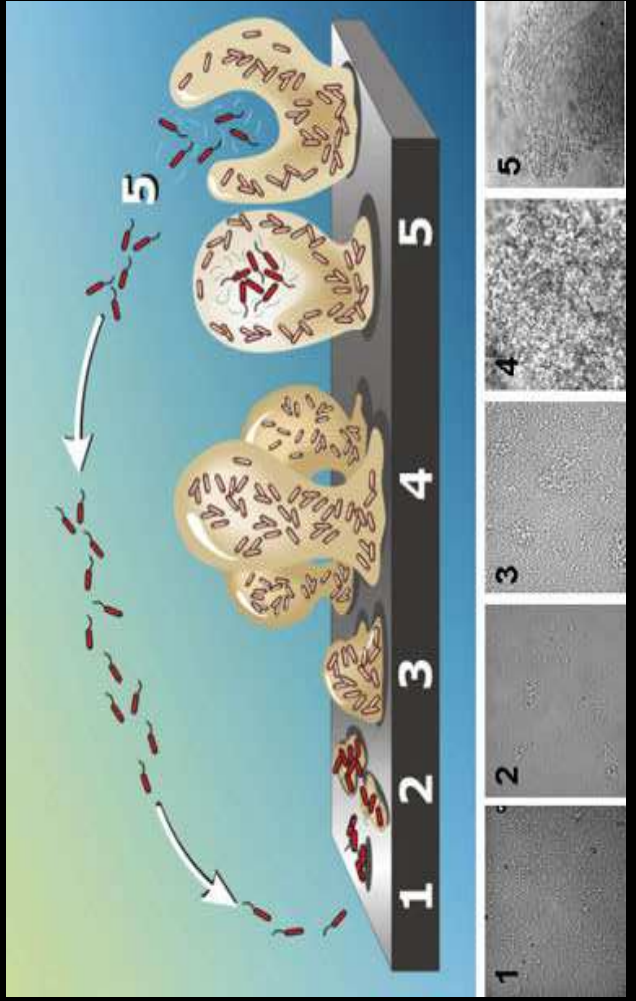


---

Estos biofilmes atrapan nutrientes para el crecimiento de las poblaciones microbianas.

Ayudan a impedir el desprendimiento de las células que crecen sobre las superficies expuestas a corrientes de líquido.

Ejem: La *Pseudomonas aeruginosa* es notable formadora de biofilmes



# Ambientes terrestres

El crecimiento microbiano también tiene lugar en la superficie de las partículas del suelo, normalmente en la rizosfera.

Incluso un pequeño agregado de suelo contiene microambientes muy diferentes, por tanto, podrían encontrarse diferentes tipos de microorganismos.

El agua es un componente del suelo que presenta gran variabilidad.

---

El agua permanece en el suelo de dos maneras:

Por adsorción sobre las superficies.

Como agua libre formando láminas o películas entre las partículas del suelo.

**Solución del suelo:** Es una mezcla de agua y suelo, que contiene diversos materiales disueltos.

## Microbiología de la superficie profunda

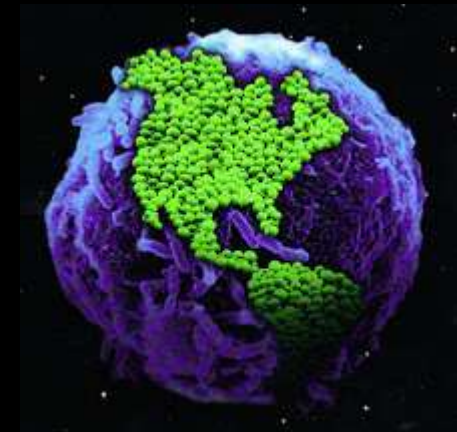
En la subsuperficie, existen microorganismos, principalmente bacterias.

Incluyen:

Anaerobios estrictos.

Anaerobios facultativos.

Bacterias sulfato reductoras.



## Microbiología de la superficie profunda

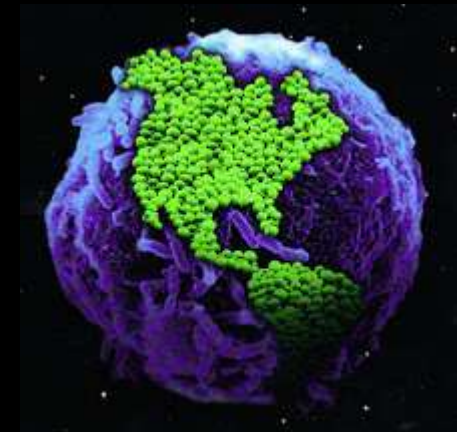
En la subsuperficie, existen microorganismos, principalmente bacterias.

Incluyen:

Anaerobios estrictos.

Anaerobios facultativos.

Bacterias sulfato reductoras.



# Ciclos biogeoquímicos

Es el resultado del conjunto de los procesos biológicos y químicos durante el reciclado de elementos esenciales (C, S, N, Fe) de los sistemas vivos.

Estos ciclos implican reacciones de oxidación-reducción, a medida que el elemento se desplaza a través del ecosistema.

# Ciclos del Carbono

El Carbono circula por todos los reservorios de la tierra que lo contienen:

La atmósfera.

El medio terrestre.

Los mares y otros ambientes acuáticos.

Sedimentos y rocas.

Biomasa.



---

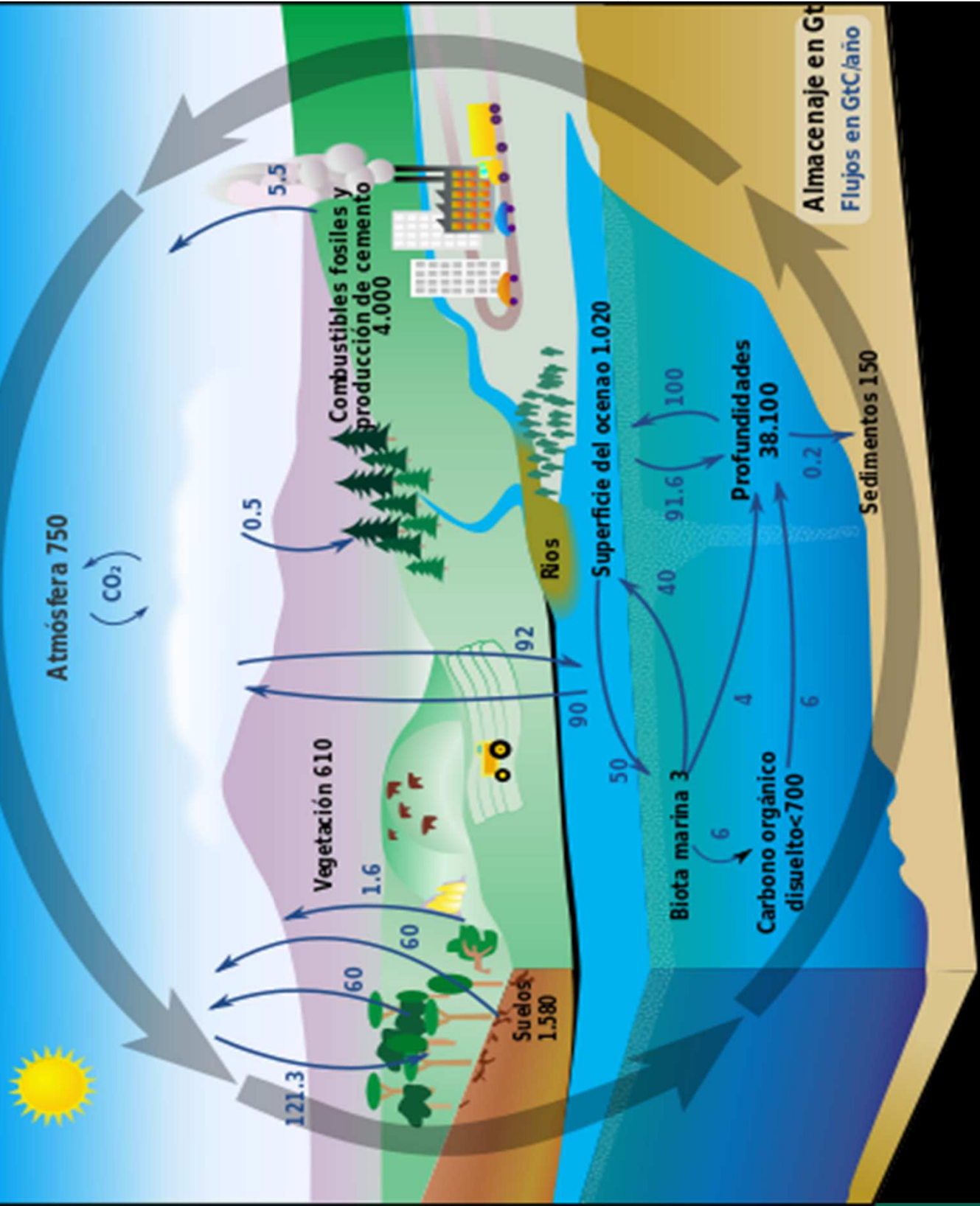
## Reservorios de Carbono

El mayor reservorio de carbono lo constituyen las rocas y sedimentos de la corteza terrestre.

El **C orgánico** se encuentra en las plantas terrestres, representa el C de los bosques, y praderas, son el principal lugar de fijación fotosintética de **CO<sub>2</sub>**.

También el **humus**, mezcla compleja de materia orgánica, contiene C orgánica.

# Ciclo del carbon



## Importancia de la fotosíntesis

La única vía importante de producción de carbono orgánico nuevo, procede de la fotosíntesis y de la quimiosíntesis (fijación de  $\text{CO}_2$  por quimiolitotrofos).

Los organismos fototróficos se encuentran en la base del ciclo del carbono, hábitats donde hay luz disponible.



## Importancia de la fotosíntesis

Los organismos fototróficos oxigénicos pueden dividirse en:

**Plantas superiores:** Predominan en ambientes terrestres.

**Microorganismos fototróficos:** sintetizadores de los ambientes acuáticos.

**Fotosíntesis:**



---

El CH<sub>2</sub>O representa la materia orgánica en estado de oxidación de material celular (polisacáridos).

Los microorg. fototróficos llevan a cabo la respiración, en presencia de luz como en oscuridad.



El ciclo del C se construye a partir del equilibrio neto de la tasas de fotosíntesis sobre la tasa de respiración.

## Descomposición

El C fijado fotosintéticamente es degradado finalmente por varios organismos. Se observan dos estados de oxidación del C:

Metano ( $\text{CH}_4$ ): se produce por la actividad de los metanógenos.

Diox. De C ( $\text{CO}_2$ ): por diversos microorganismos mediante fermentación, respiración aeróbica o anaeróbica.

# Ciclos del Nitrógeno

El  $N_2$  constituye básico del protoplasma se encuentra en varios estados de oxidación.

Los principales procesos de transformación microbiana del nitrógeno:

Nitrificación

Desnitrificación

---

El  $N_2$  gaseoso es la forma más estable, el reservorio más importante está en la atmósfera.

La gran cantidad de E necesaria para romper el enlace N-N, significa la reducción del  $N_2$ .

Un número de microorganismos relativamente reducido puede utilizar  $N_2$  en el proceso de fijación de nitrógeno.



## Desnitrificación

Es el proceso de conversión de nitrato a nitrógeno gaseoso, es el principal proceso biológico de formación de  $N_2$ .

La desnitrificación puede ser perjudicial, pues elimina el Nitrógeno fijado del ambiente.

Resulta beneficiosa, en el tto de aguas residuales, donde se elimina el nitrato.

---

## Flujo de amoníaco y nitrificación

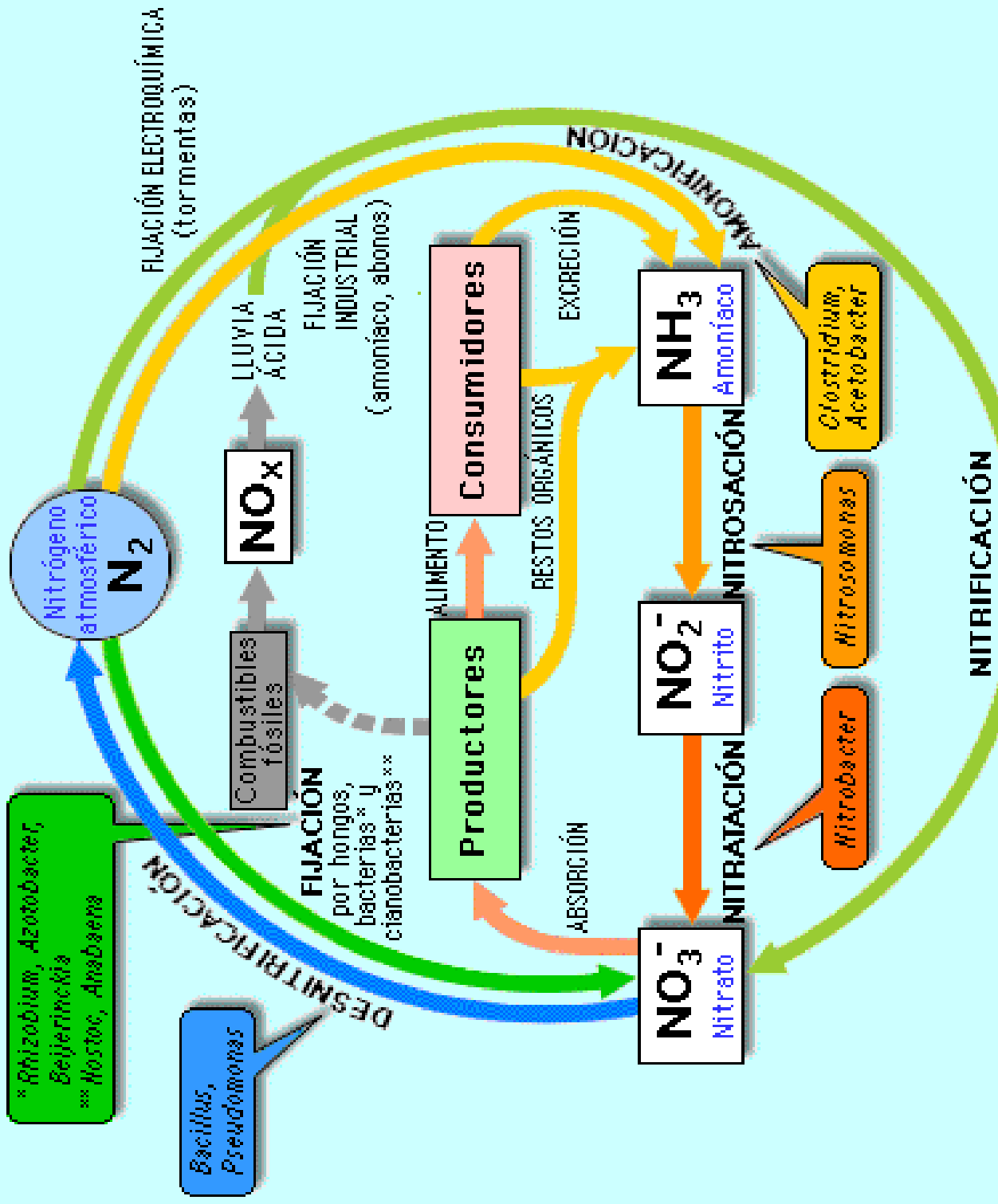
El amoníaco se produce durante la descomposición de los compuestos orgánicos de nitrógeno como aas y nucleótidos.

En los suelos, una parte del amoníaco, liberado por descomposición aeróbica es reciclado y convertido en aas por plantas y microorganismos.

## Flujo de amoníaco y nitrificación

**Nitrificación:** Es la oxidación de  $\text{NH}_3$  a  $\text{NO}_3$ , principal proceso, que ocurre con facilidad en suelos drenados a pH neutro por la acción de bacterias nitrificantes.

La nitrificación no es beneficiosa para la actividad agrícola, el nitrato es muy soluble en agua y se lava rápidamente en los suelos que reciben mucha agua lluvia.



# CICLO DEL NITRÓGENO

# Ciclo del Azufre

El azufre presenta variedad de estados de oxidación, sólo tienen importancia en la naturaleza;

Sufihidrilo (R-SH)

Sulfuro (HS)

Azufre elemental (S)

Sulfato (SO<sub>4</sub>)

La mayor parte de azufre de nuestro planeta se encuentra en sedimentos y rocas en forma de minerales de sulfato, el mar constituye el mayor reservorio.

# Ciclo del Azufre

El Azufre se encuentra además como sulfuro de Hidrógeno ( $H_2S$ ), principal gas volátil de azufre.

Se forma principalmente por reducción bacteriana de  $SO_4$  (Sulfato), su presencia depende del pH.

$pH < 7$  predomina  $H_2S$      $pH > 7$  predomina  $HS$

Las bacterias sulfato reductoras están ampliamente distribuidas en la naturaleza.

# Ciclo del Azufre

En condiciones óxicas, el sulfuro a pH neutro se oxida rápida y espontáneamente.

Las bacterias oxidadoras de azufre (aerobias) catalizan la reacción de estos compuestos, sólo cuando el  $H_2S$  procedente de zonas anóxicas se encuentra con el  $O_2$  que desciende de las zonas óxicas.

La oxidación del azufre elemental produce iones sulfato y de hidrogeno, pH caracte.

# Ciclo del Azufre

El azufre elemental puede ser reducido, en forma de respiración anaeróbica.

Constituye un proceso ecológico importante, especialmente para arqueas hipertermófilas.

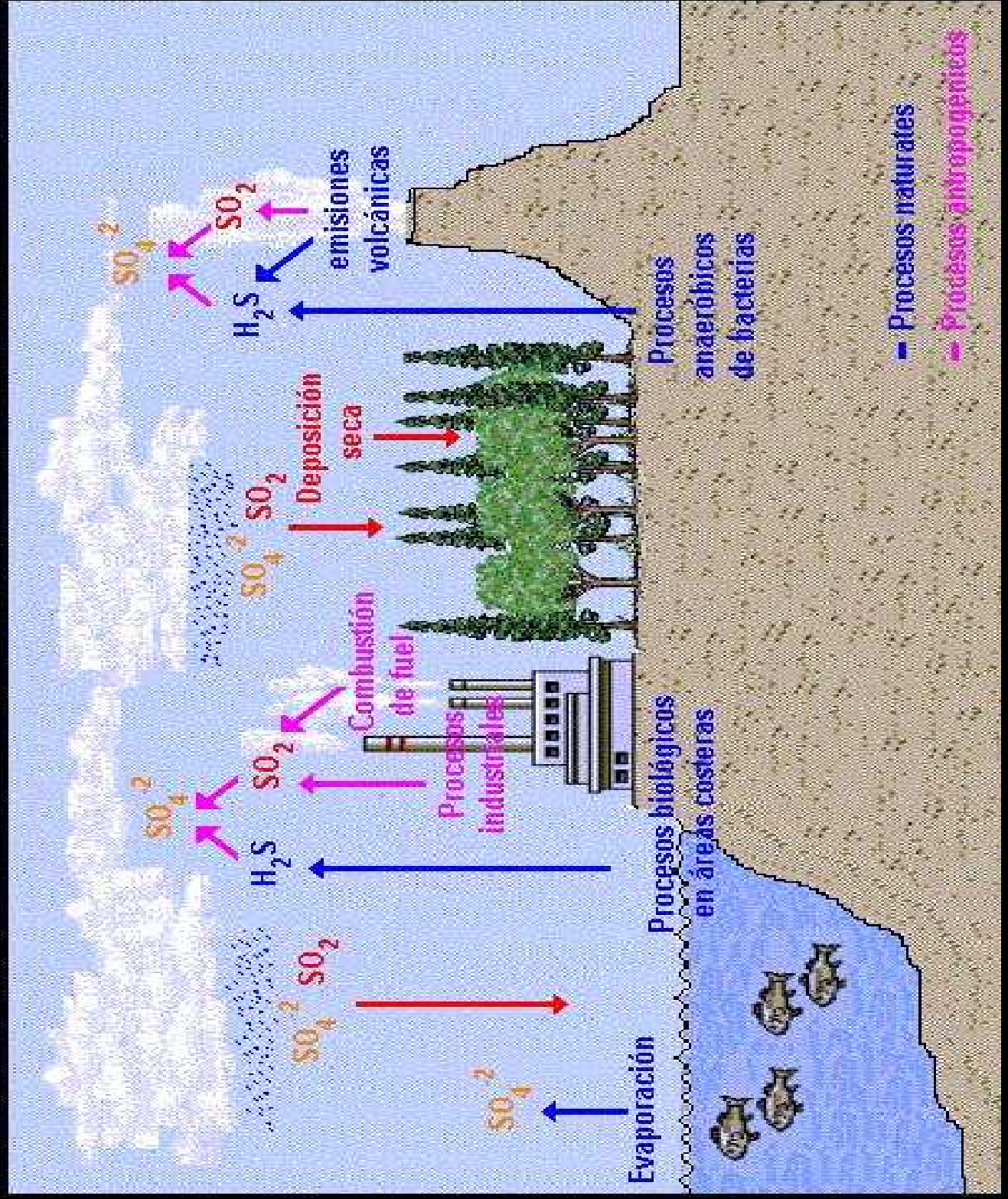
Los compuestos orgánicos de azufre que son sintetizados por los seres vivos son extremadamente volátiles, por lo que se van rápidamente a la atmósfera (Dimetilsulfuro, ambientes marinos).



# Ciclo del Azufre

El dimetilsulfuro se libera a la atmósfera donde experimenta una oxidación fotoquímica dando metanosulfonato ( $\text{CH}_3\text{SO}_3$ ), los microorganismos lo utilizan:

1. Como sustrato para la metanogenésis.
2. Como donador de electrones para la fijación fotosintética de  $\text{CO}_2$  por las bacterias fototróficas rojas.
3. Como donador de electrones en el metabolismo energético.



# Ciclo del Hierro

El Hierro es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre.

Se presenta en dos estados de oxidación: Ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y Férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ).

En la naturaleza, el ciclo del hierro se da entre las formas ferrosa y férrica.

# Ciclo del Hierro

La reducción del  $\text{Fe}^{3+}$  se da en consecuencia de la respiración anaeróbica.

La oxidación de  $\text{Fe}^{2+}$  se produce como resultado de una forma de metabolismo quimiolitotrófico.

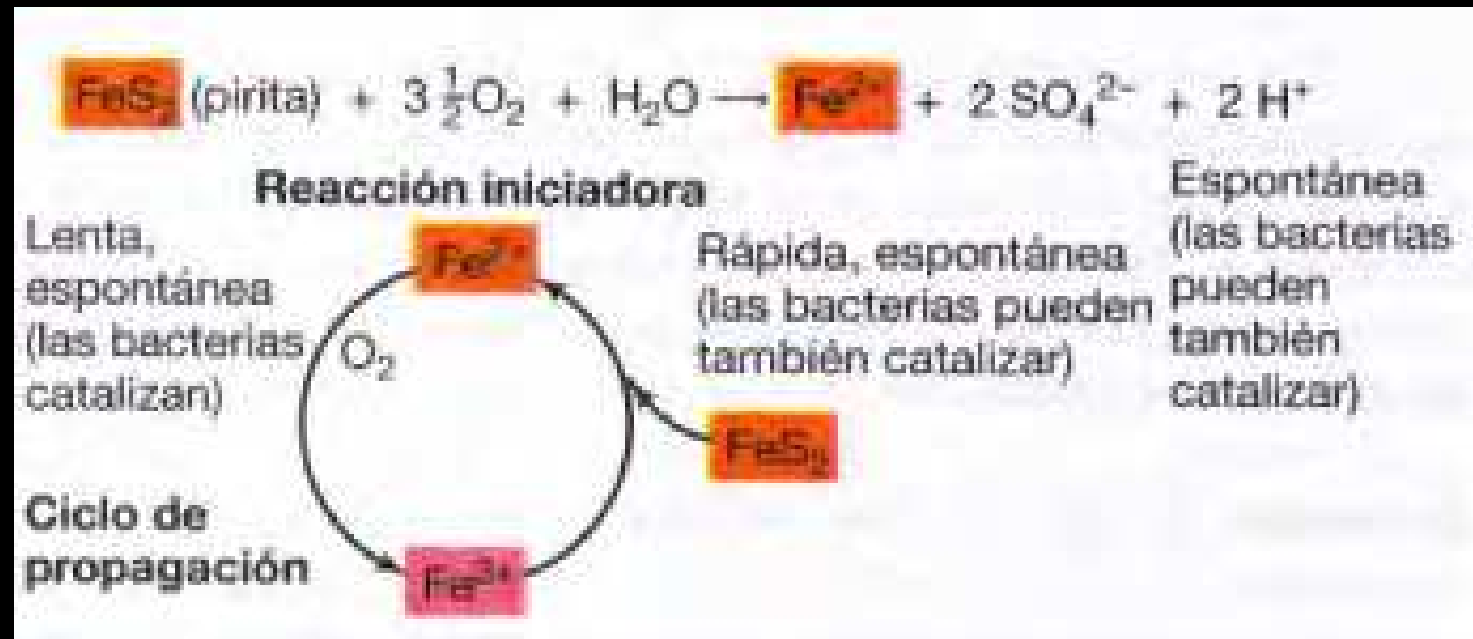
Las bacterias utilizan el hierro férrico como aceptor de electrones, se da en suelos encharcados, turberas y sedimentos anóxicos de lagos.

# Ciclo del Hierro

Cuando las aguas cargadas de hierro, alcanzan las zonas óxicas, el hierro ferroso se oxida (bacterias) y se producen compuestos férricos, que precipitan formando un depósito marrón.

Este precipitado interacciona con otras sustancias como el humus, reduciéndose a  $\text{Fe}^{2+}$ .

# Ciclo del Hierro



Papel de las bacterias oxidadoras de hierro en la oxidación del mineral pirita

# Ciclo del Fósforo

El fósforo, principalmente en forma de ciertos tipos de iones fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), es un nutriente esencial para vegetales y animales.

Diversas formas de fósforo son cicladas, principalmente a través del agua, la corteza de la Tierra y los organismos vivos, por el ciclo del fósforo sedimentario.

# Ciclo del Fósforo

El fósforo se mueve lentamente desde los depósitos de fosfato en la tierra y los sedimentos de los mares someros a los organismos vivos, y luego de regreso a la tierra y al océano.

El fósforo liberado por la degradación lenta o intemperismo de los depósitos de fosfato en las rocas, es disuelto en el agua del suelo y tomado por las raíces vegetales.



# Ciclo del Fósforo

Por otro lado, los animales obtienen su fósforo comiendo productores o animales que han ingerido a su vez productores primarios.

De esta manera, los desechos animales y los productos de su descomposición cuando mueren, devuelven mucho de este fósforo al suelo.

# Ciclo del Fósforo

## CICLO DEL FÓSFORO

