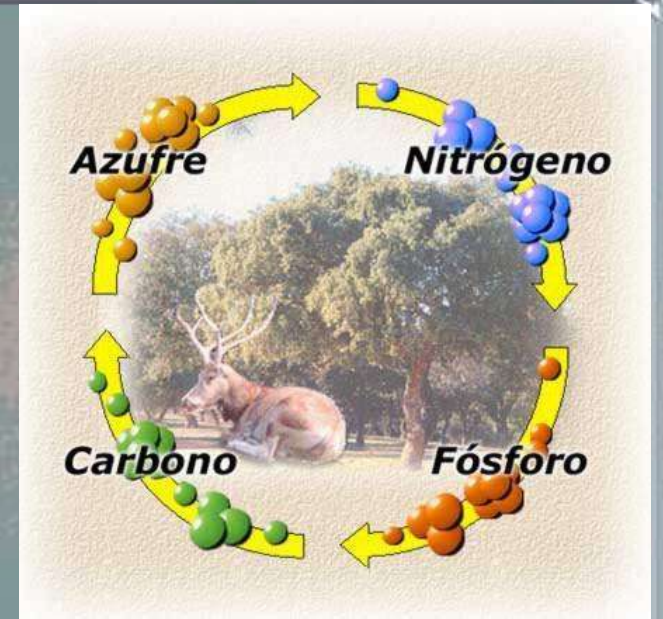




CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

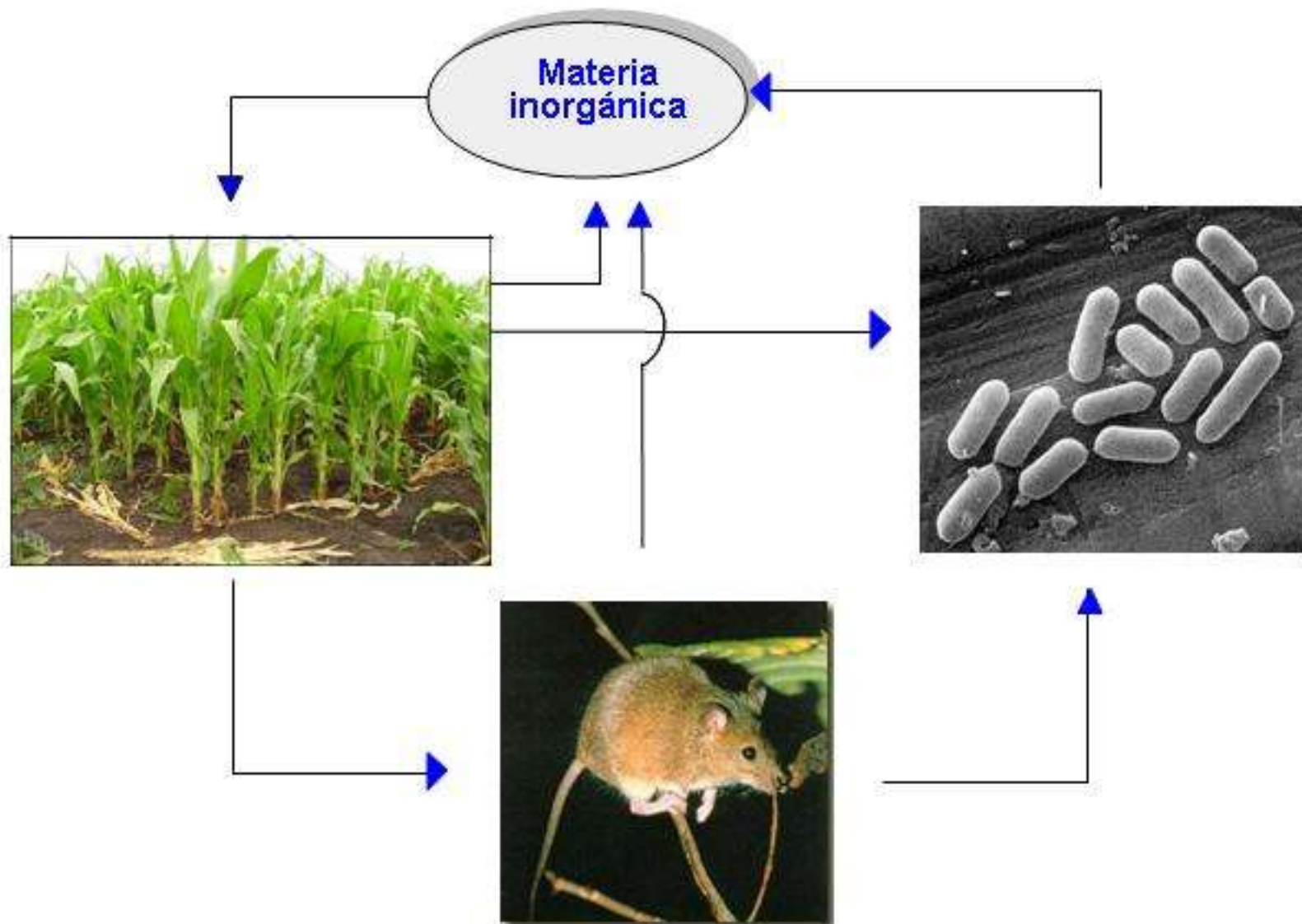


Ecosistemas bacterianos y ciclos biogeoquímicos

EN LOS ECOSISTEMAS, LA MATERIA SE RENUEVA CÍCLICAMENTE

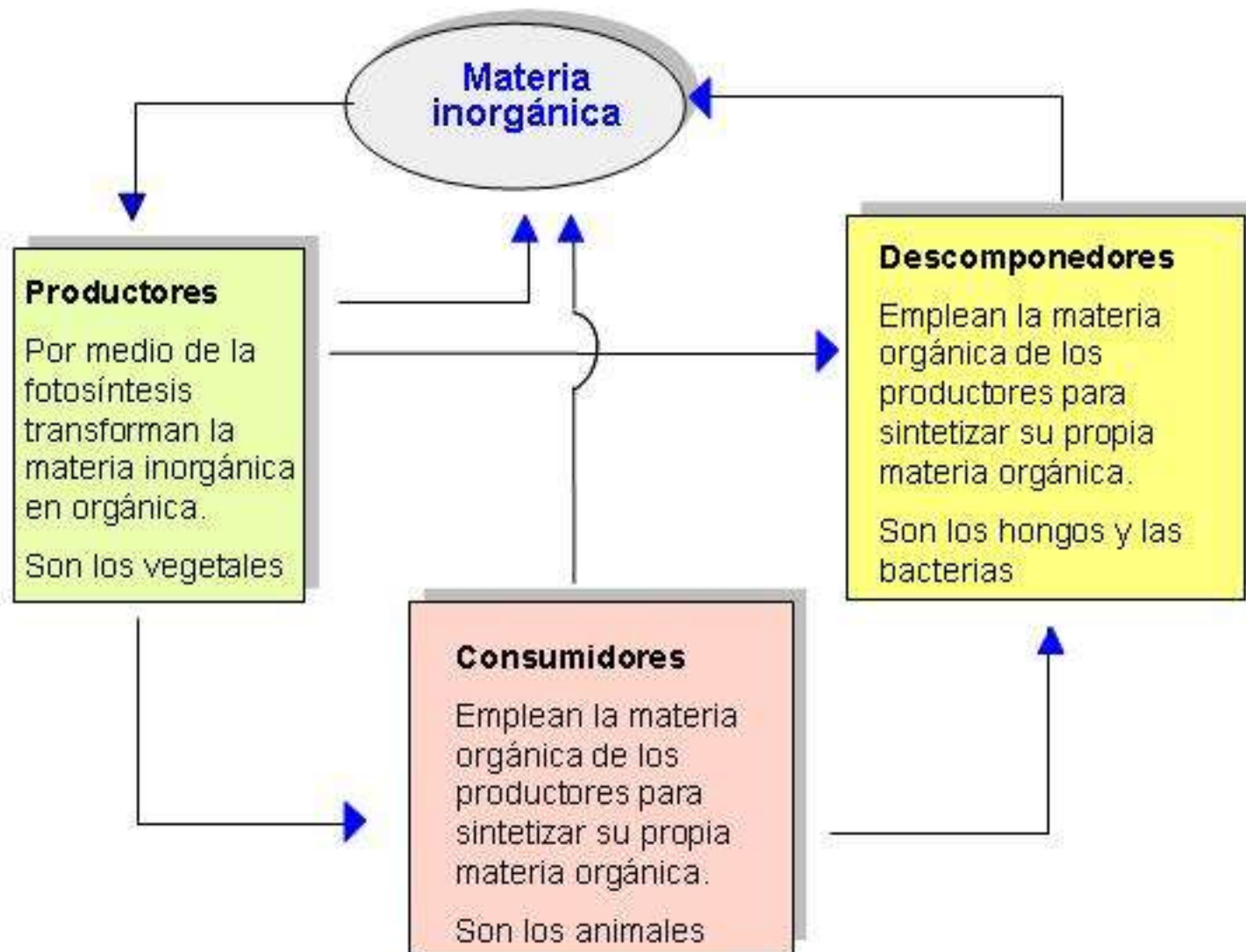


EL CICLO DE LA MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS: Así como la energía pasa de un nivel trófico al siguiente para al final perderse en forma de calor, la materia sigue un proceso cíclico pues al final puede ser de nuevo reutilizada

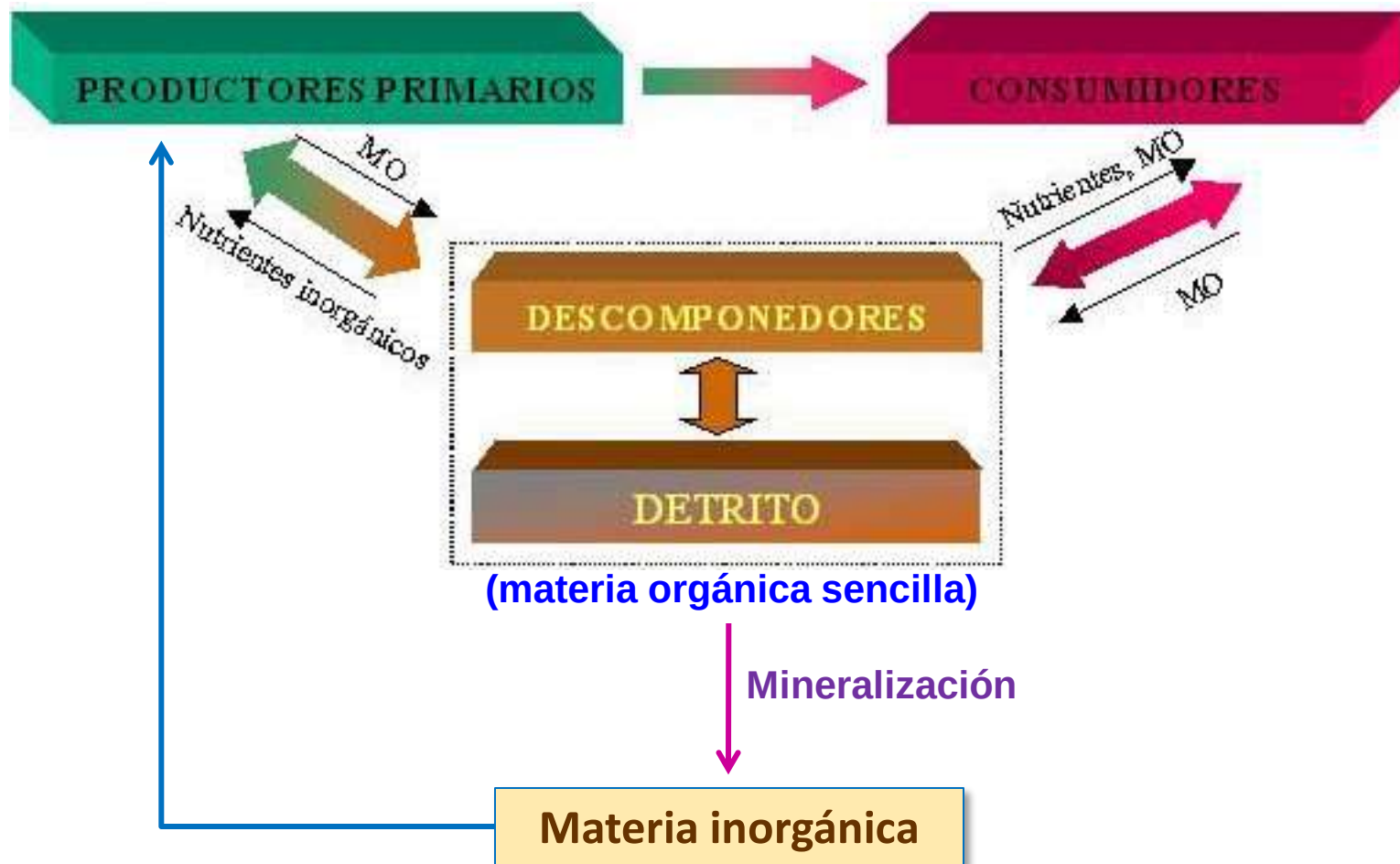


INTERVENCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS.

Las bacterias y los hongos permiten la existencia del ciclo de la materia en la biosfera. Su función es descomponer la materia orgánica convirtiéndola en materia inorgánica.



EL FLUJO DE LA MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS



MICROORGANISMOS DESCOMPOVEDORES

Bacterias descomponedoras

Fermentación butírica → **restos vegetales**
(*Bacillus amylobacter*, *Clostridium butiricum*)

Fermentación pútrida → **restos proteicos**
(*Bacterium limens*, *Clostridium sprogenes*)

CO_2



Hongos de la descomposición de la madera

Arqueobacterias anaeróbicas metanógenas

Ambientes anaerobios: fango de los pantanos, tubos digestivos,...

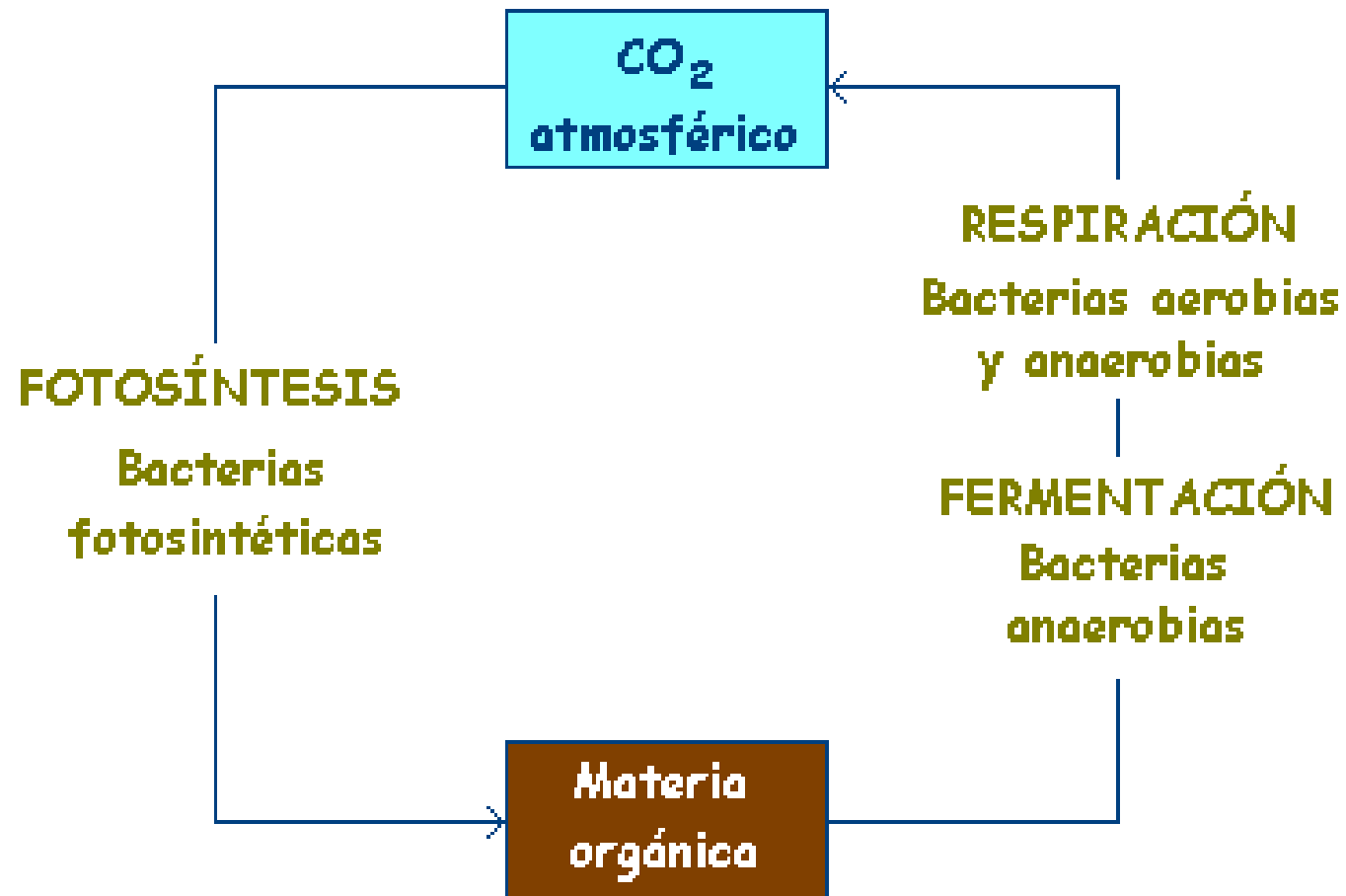
CH_4

Bacterias metanotróficas

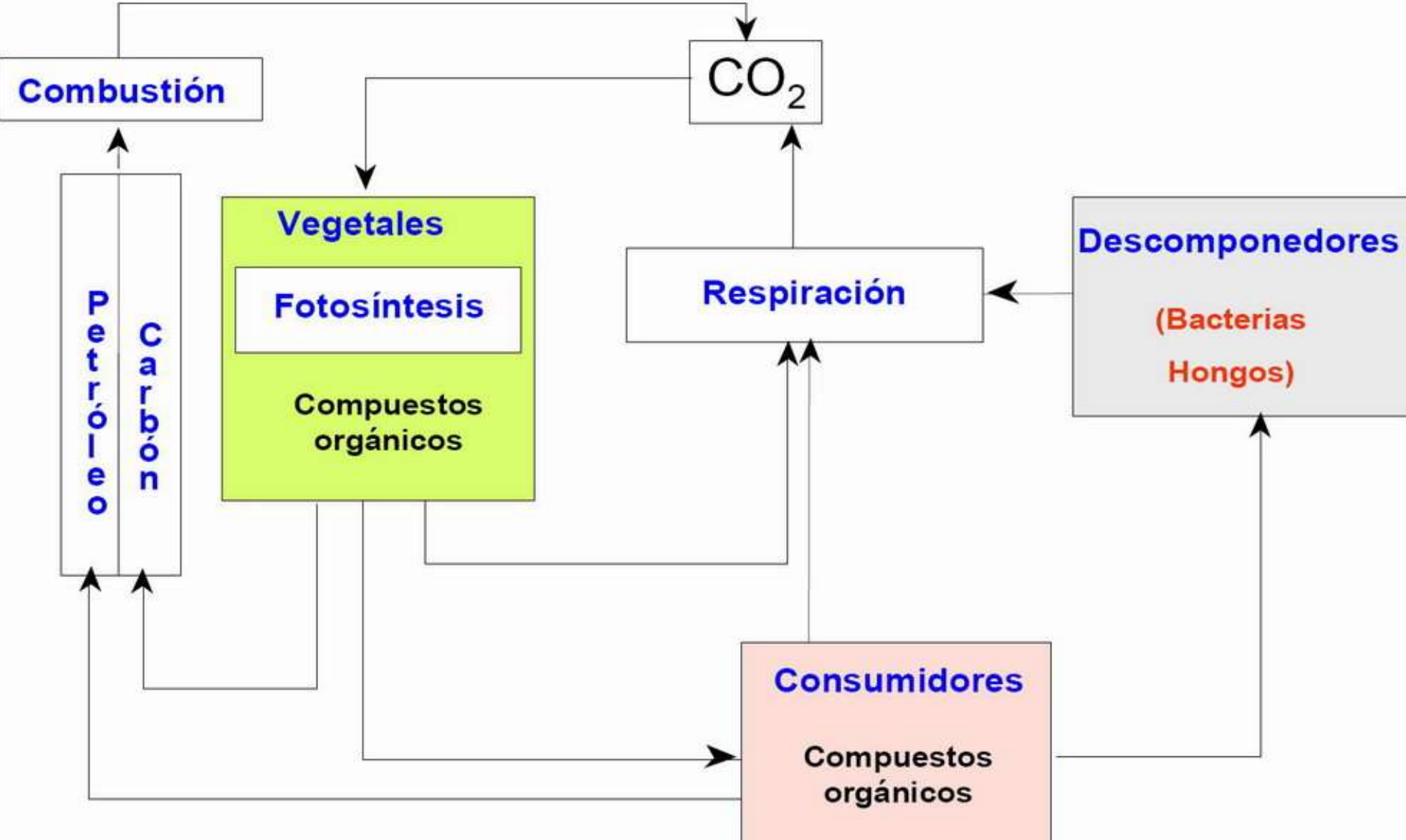
CO_2

Ciclo del C

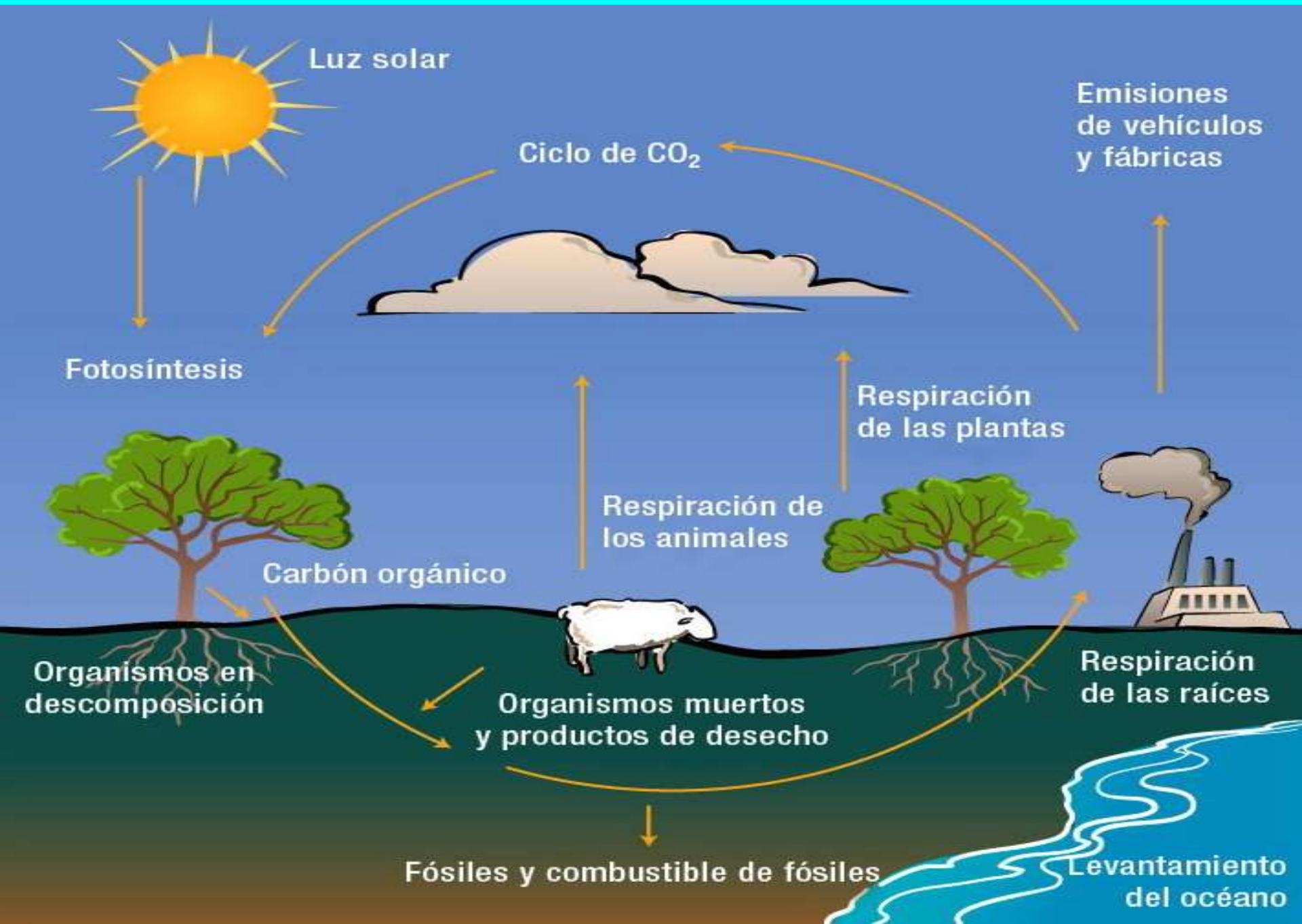
CICLO DEL CARBONO Y LOS MICROORGANISMOS



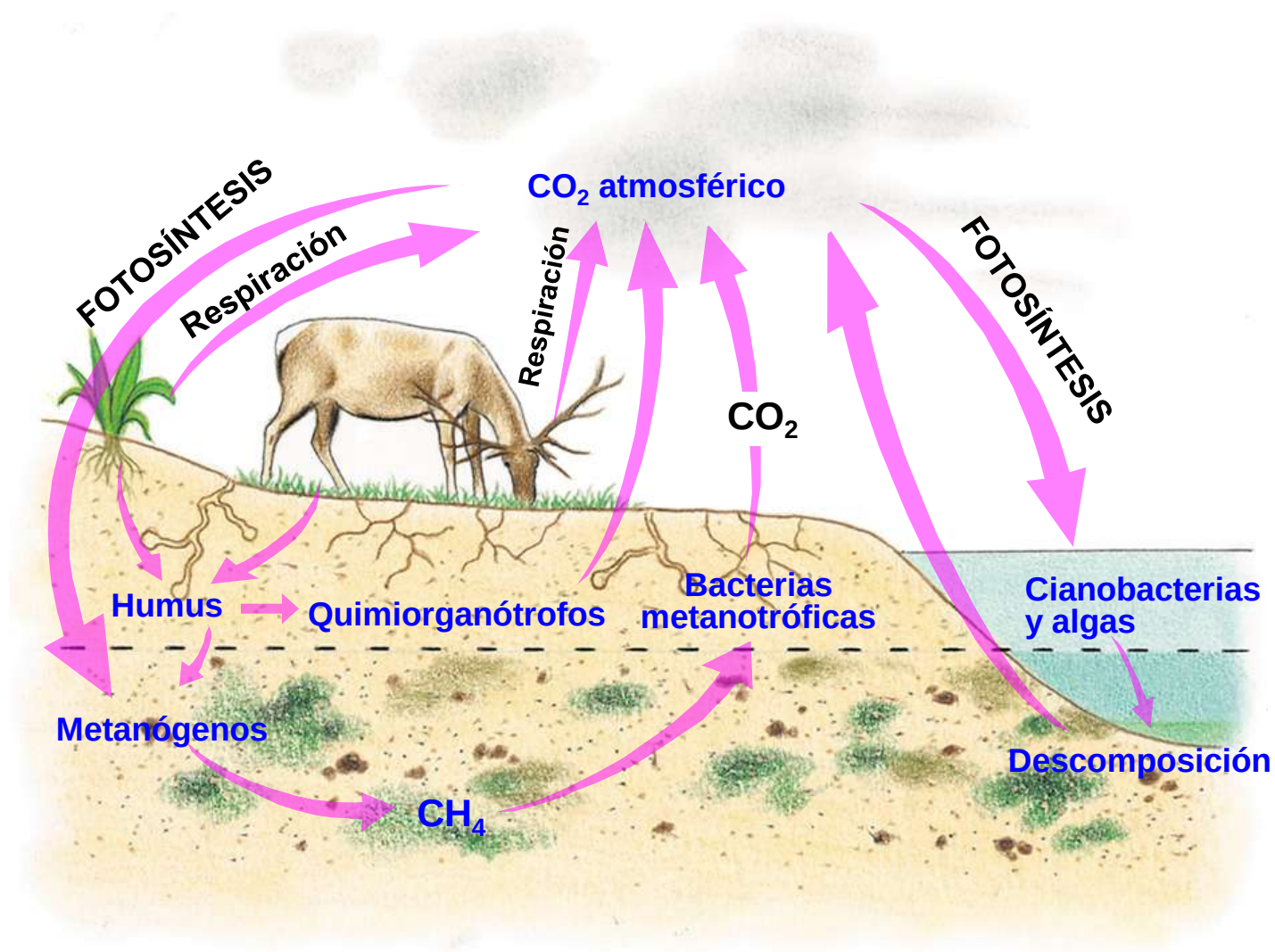
CICLO DEL CARBONO Y LOS MICROORGANISMOS



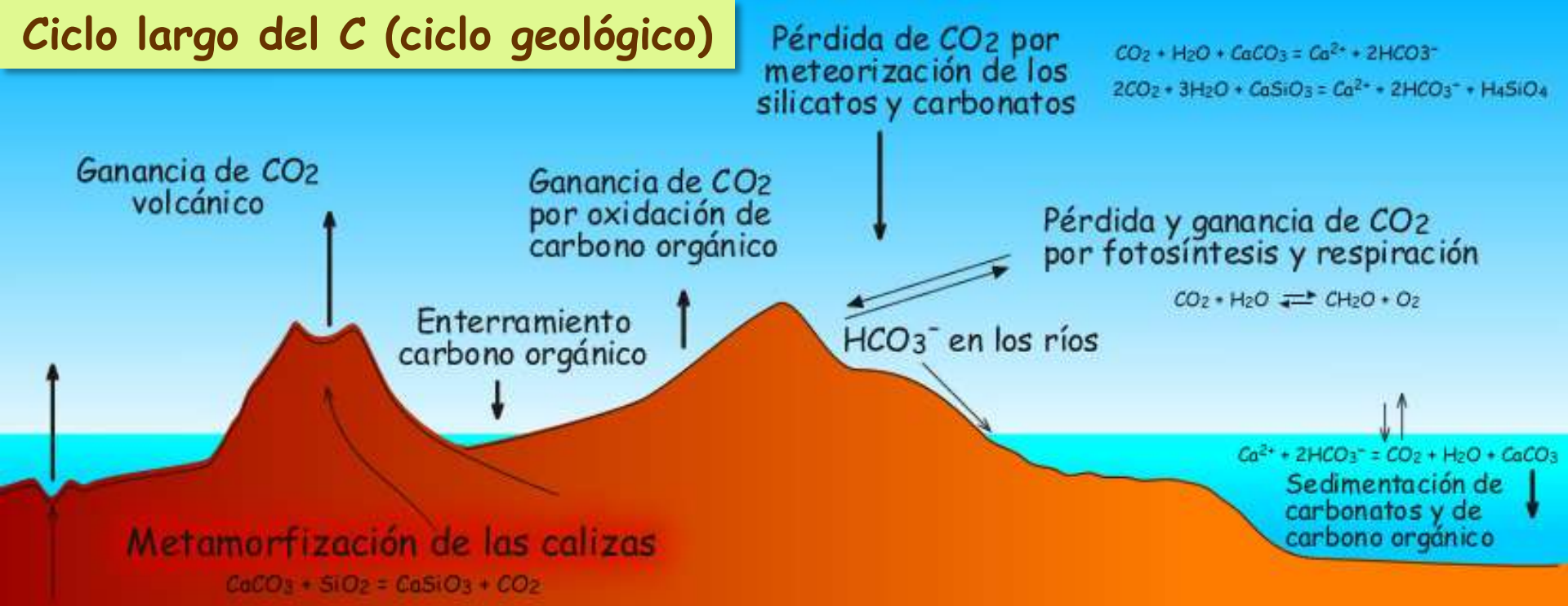
CICLO DEL CARBONO



CICLO CORTO DEL CARBONO (ciclo biológico)



Ciclo largo del C (ciclo geológico)

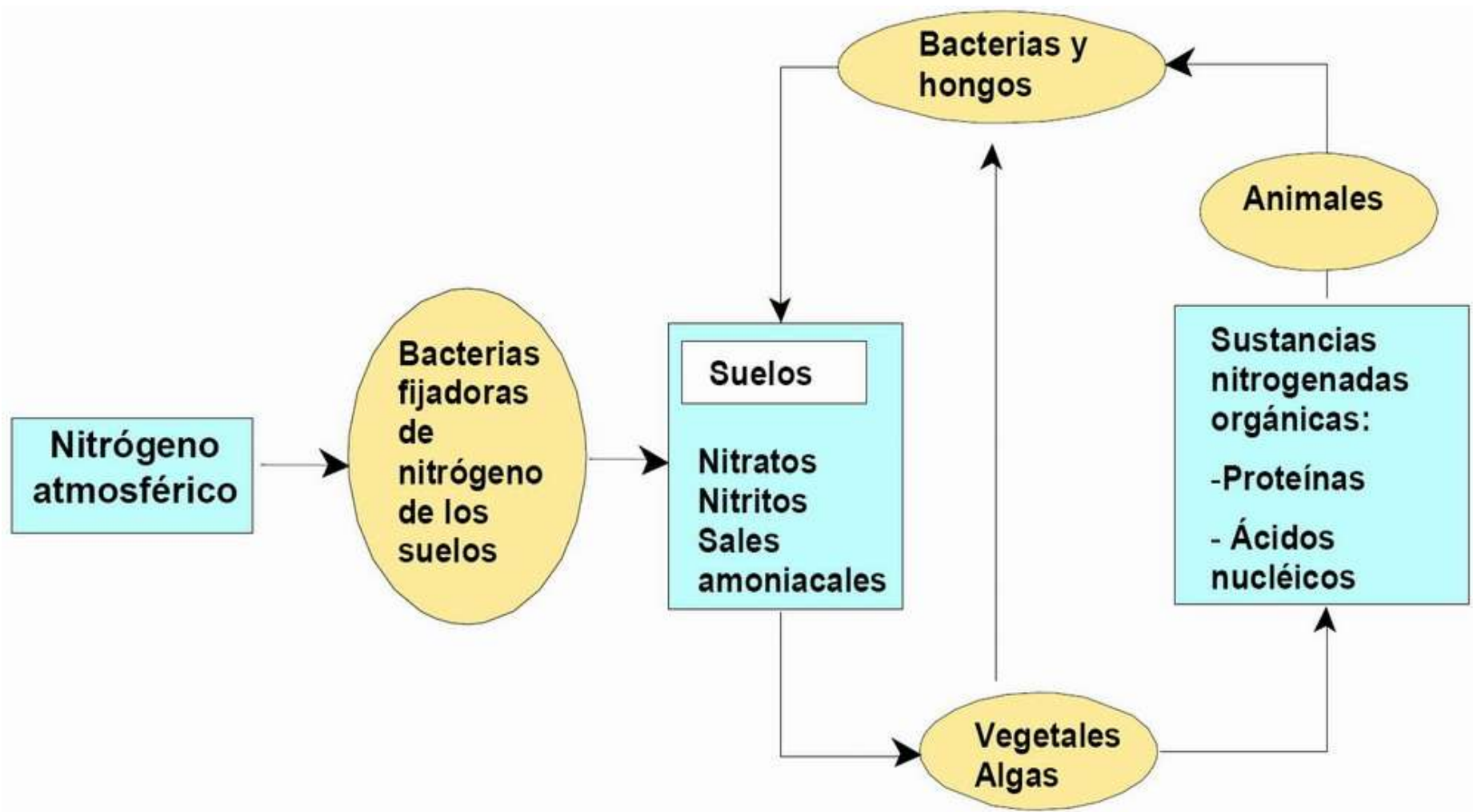


EL CICLO DE LA MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS: EL CICLO DEL CARBONO.

- 1) El carbono se encuentra en la naturaleza en el **CO₂** atmosférico, en los compuestos orgánicos de los seres vivos, en los carbonatos disueltos en las aguas (mares, ríos, lagos), en las rocas calizas, en el carbón y en el petróleo.
- 2) De todas estas fuentes de carbono los seres vivos sólo pueden utilizar el **CO₂** atmosférico, los carbonatos disueltos en las aguas y el carbono de la materia orgánica de los propios seres vivos.
- 3) El carbono del **CO₂** y de los carbonatos disueltos en las aguas puede ser captado por los vegetales terrestres y las algas e incorporado por medio de la **fotosíntesis** en sus compuestos orgánicos.
- 4) Este carbono contenido en los compuestos orgánicos servirá de fuente de carbono para los consumidores.
- 5) Todos los niveles tróficos devuelven una gran parte del carbono asimilado a la atmósfera por medio de la **respiración**.
- 6) Los descomponedores al actuar sobre los excrementos, los restos vegetales y animales y los cadáveres, devolverán también mediante la **respiración** el resto cerrando el ciclo.
- 7) Ahora bien, una gran parte del carbono contenido en el **CO₂** y en los carbonatos será transformado en caparzones y esqueletos. Este carbono formará rocas calizas de origen biológico.
- 8) Una pequeña parte del carbono contenido en los compuestos orgánicos no es consumida ni degradada por los descomponedores y se transforma en **carbón** o en **petróleo** quedando almacenado en las rocas durante millones de años. La **combustión** del carbón y del petróleo devuelve este carbono a la atmósfera en forma de **CO₂**.

Ciclo del N

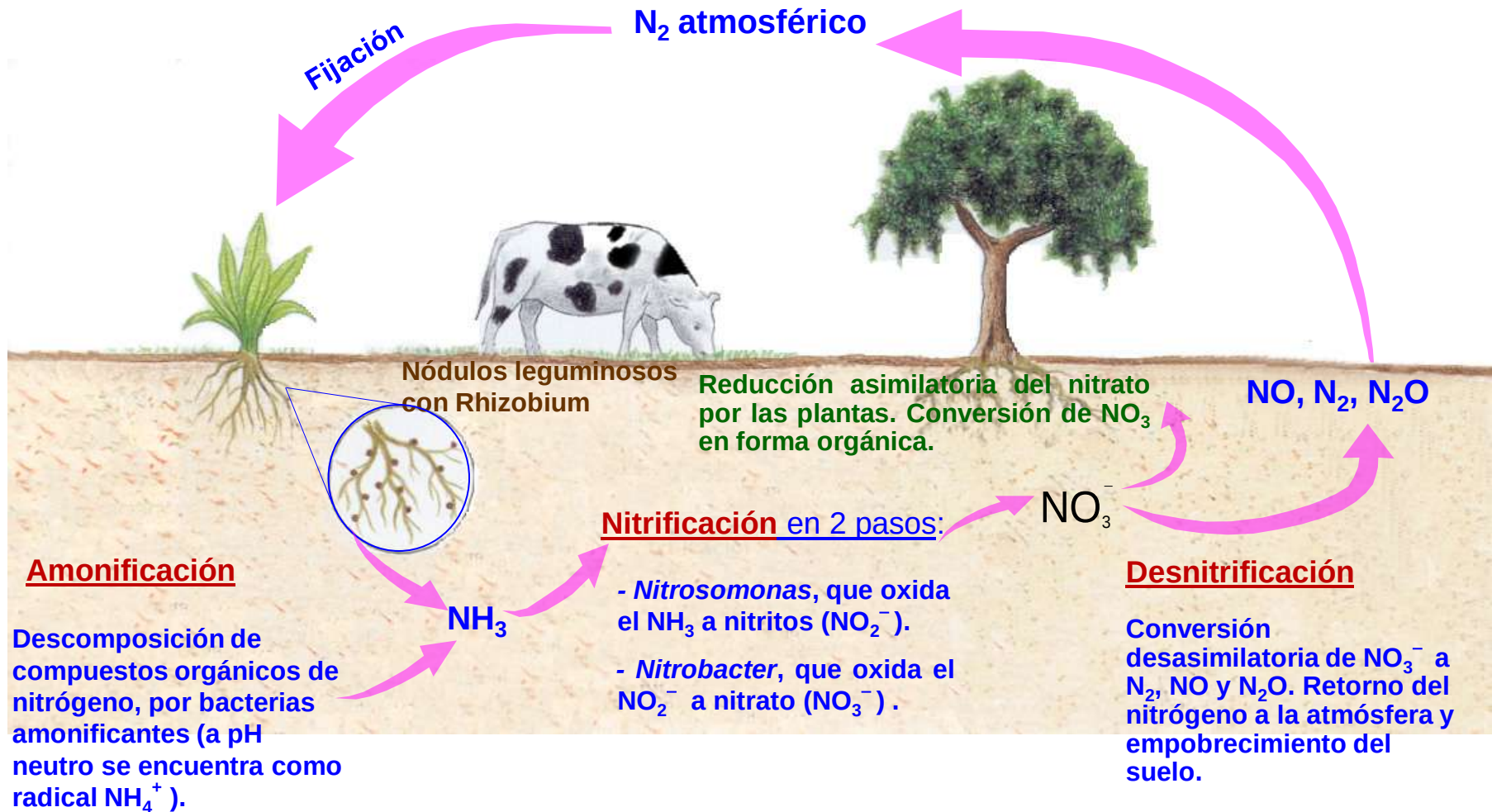
CICLO DEL NITRÓGENO



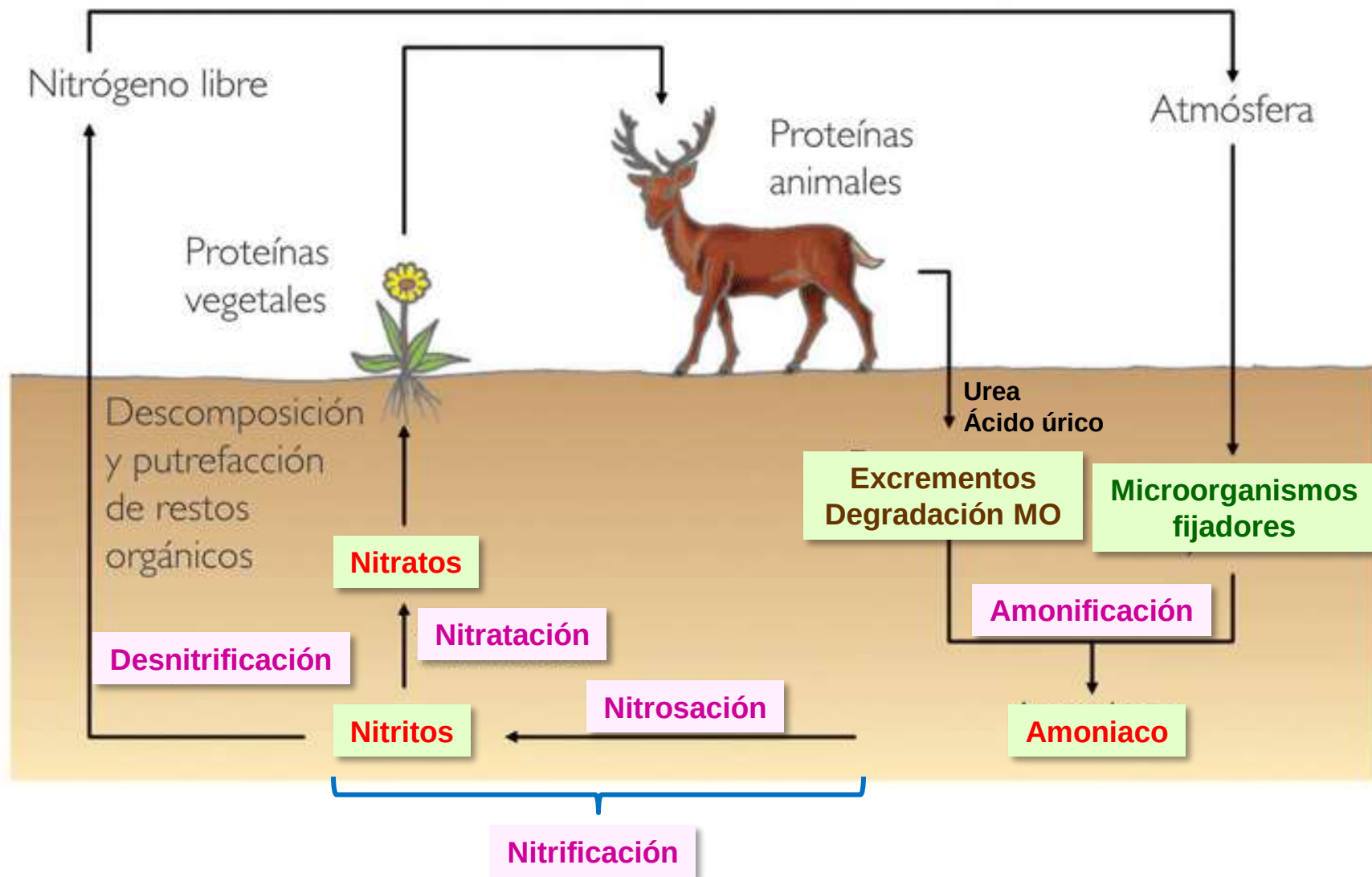
CICLO DEL NITRÓGENO Y LOS MICROORGANISMOS



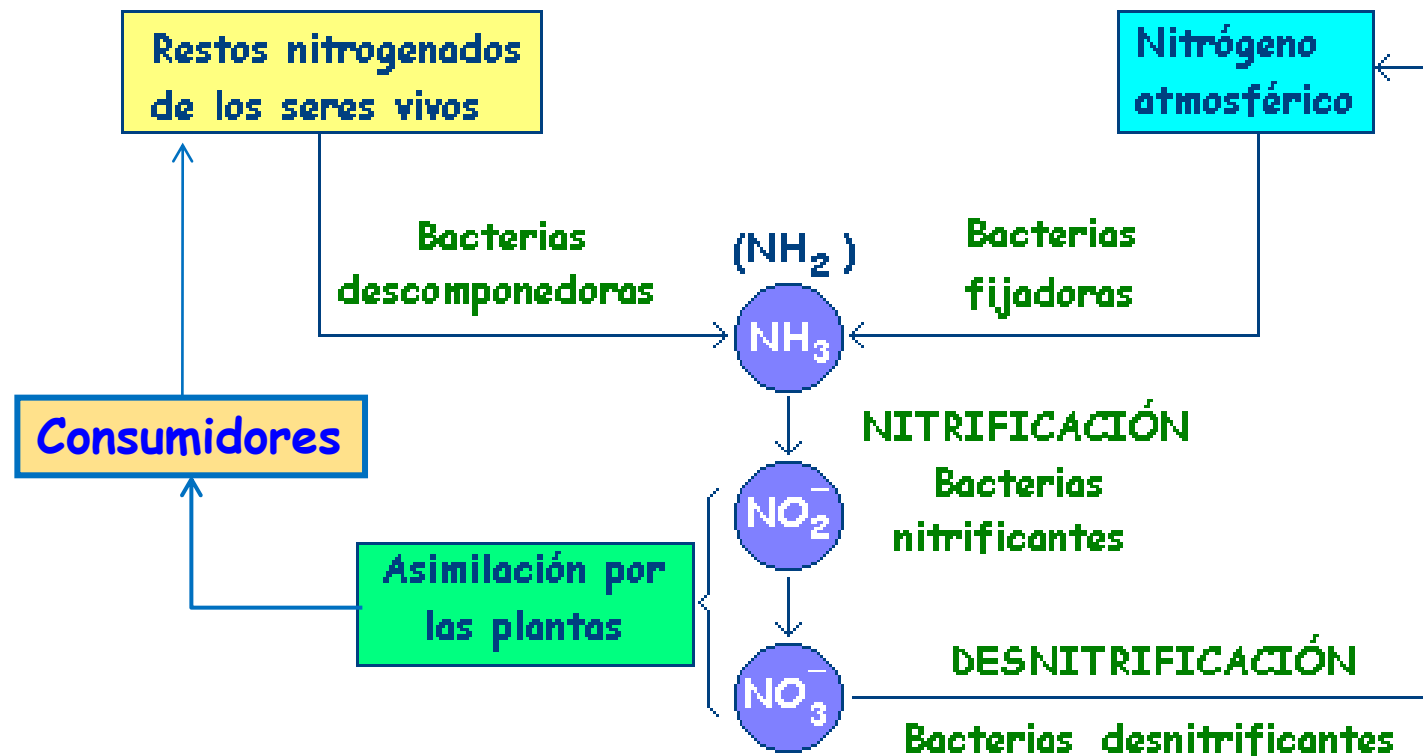
CICLO DEL NITRÓGENO Y LOS MICROORGANISMOS



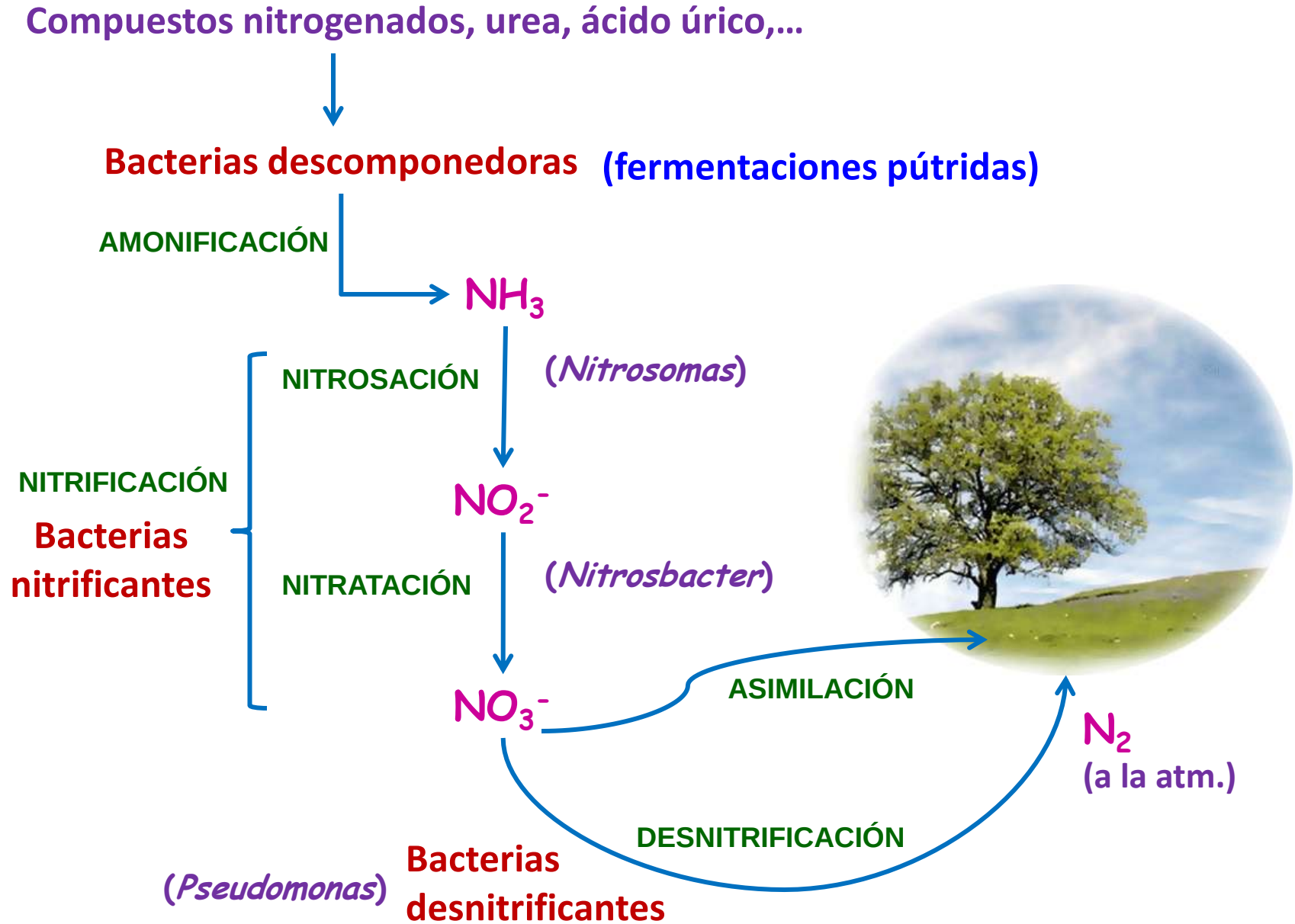
CICLO DEL NITRÓGENO



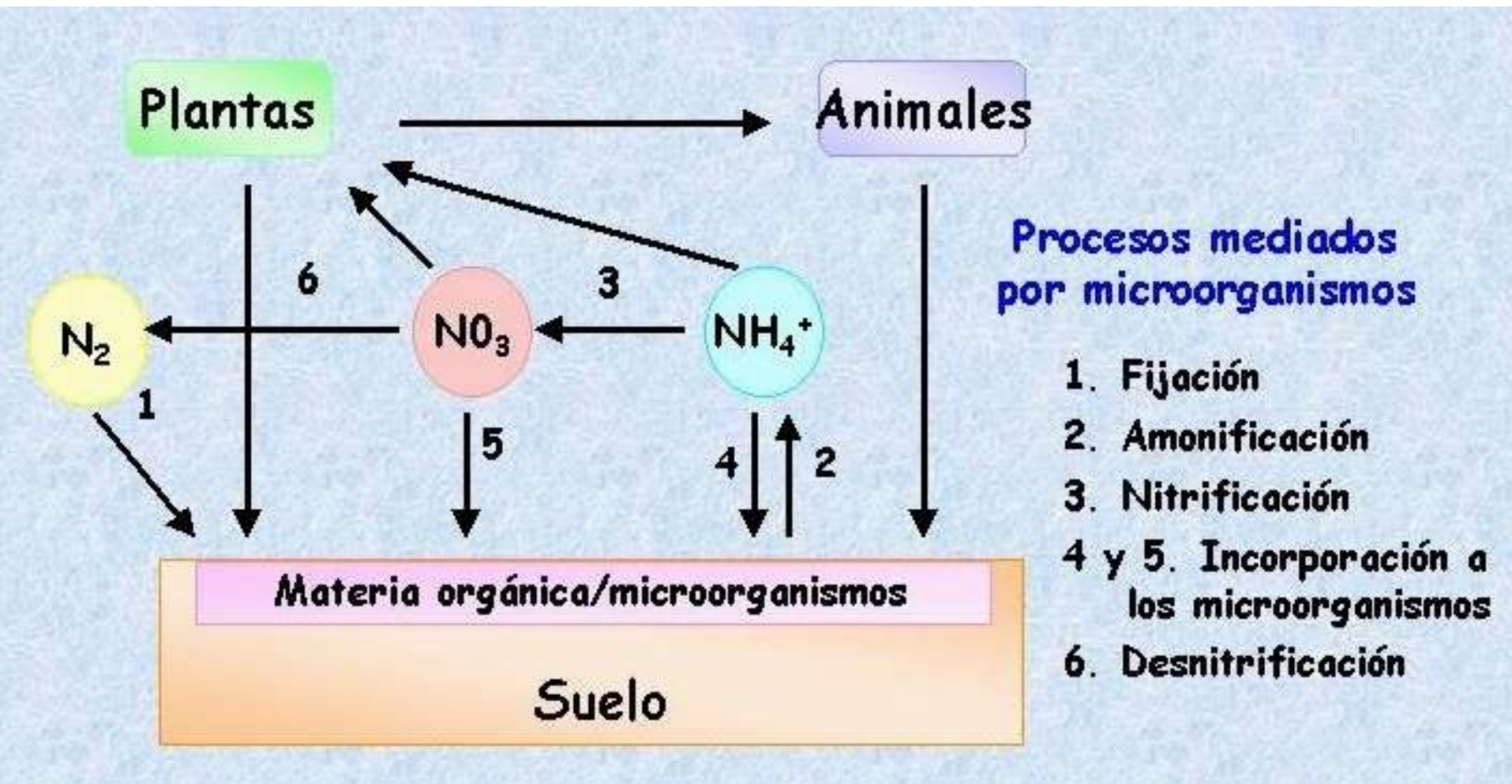
CICLO DEL NITRÓGENO Y LOS MICROORGANISMOS



Bacterias DESCOMPONEDORAS, NITRIFICANTES y DESNITRIFICANTES



LAS BACTERIAS DEL N CIERRAN EL CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL N



Cierran el ciclo biogeoquímico del N

ASIMILACIÓN DEL N. ORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO

Org. autótrofos

Captan el N a partir de los **nitratos** disueltos en el suelo.

Org. heterótrofos

Incorporan el N a partir de los alimentos orgánicos.

Bacterias y cianobacterias

Fijan el N atmosférico gracias al complejo enzimático **nitrogenasa** y al **NADH**.

Los e- del NADH pasan a la **ferredosina**, la cual los transfiere a la **nitrogenasa**, formándose **NH₃**.

Ej. de bacterias fijadoras de N₂

Azobacter, *Clostridium* (heterótrofas)
Rhizobium (simbiontes de plantas)
Rhodospirillum (fotosintéticas)

BACTERIAS FIJADORAS DEL NITRÓGENO

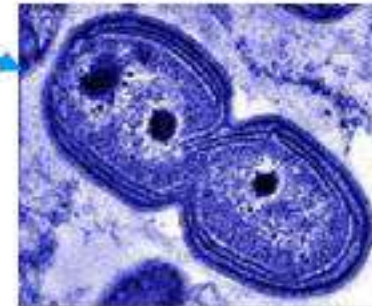


Bacterias nitrificantes y nitrosificantes

Se trata de bacterias que transforman los compuestos orgánicos de los restos de seres vivos en nitrógeno inorgánico, nitratos y nitritos.



Nitrobacter



Nitrosomona

BACTERIAS FIJADORAS DEL NITRÓGENO

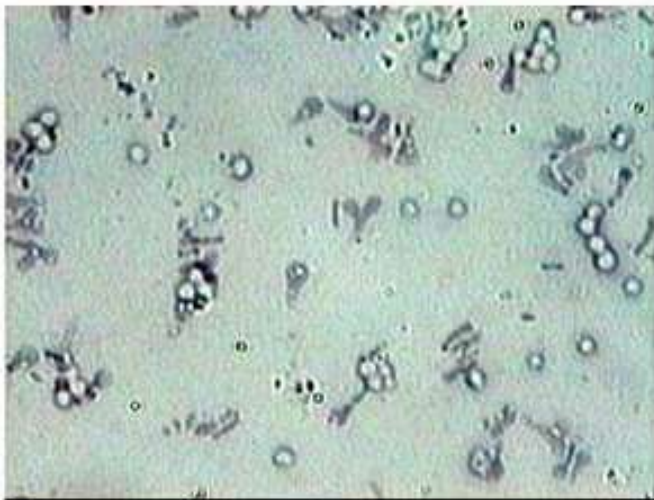
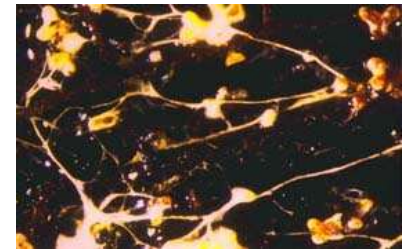
Hay una *simbiosis* entre las bacterias del género *Rhizobium*, que fijan el N_2 atmosférico, y las raíces de las *Leguminosas* (→ bacteriorrizas).



Raíces de una leguminosa



Nódulos en las raíces

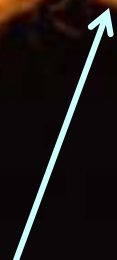


Bacterias del género
rhizobium



Bacteria rhizobium





**Nódulos radiculares
de las bacteriorrizas**

EL CICLO DE LA MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS: EL CICLO DEL NITRÓGENO.

1) El nitrógeno se encuentra en los ecosistemas en tres formas:

- * Como gas N_2 en la atmósfera.

- * Como nitrógeno inorgánico en el suelo y en el agua en forma de nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-) y sales amoniacales (NH_4^+).

- * Como nitrógeno orgánico contenido en las proteínas y en los ácidos nucleicos de los seres vivos y de sus restos (cadáveres, excrementos...).

2) El nitrógeno atmosférico sólo puede ser utilizado para formar sustancias orgánicas por un tipo de bacterias llamadas **bacterias fijadoras**. Estas bacterias se encuentran en los suelos y asociadas a ciertas plantas: **leguminosas** (garbanzos, lentejas, judías, etc.). En este caso las bacterias se encuentran en el interior de las células de las raíces. La leguminosa proporciona a las bacterias azúcares y las bacterias incorporan el nitrógeno atmosférico en compuestos nitrogenados que pueden ser utilizados por la planta para fabricar sus compuestos orgánicos.

3) Los vegetales terrestres y las algas utilizan el nitrógeno contenido en los compuestos inorgánicos para fabricar sus compuestos orgánicos nitrogenados. De esta manera el nitrógeno se incorpora a las cadenas tróficas.

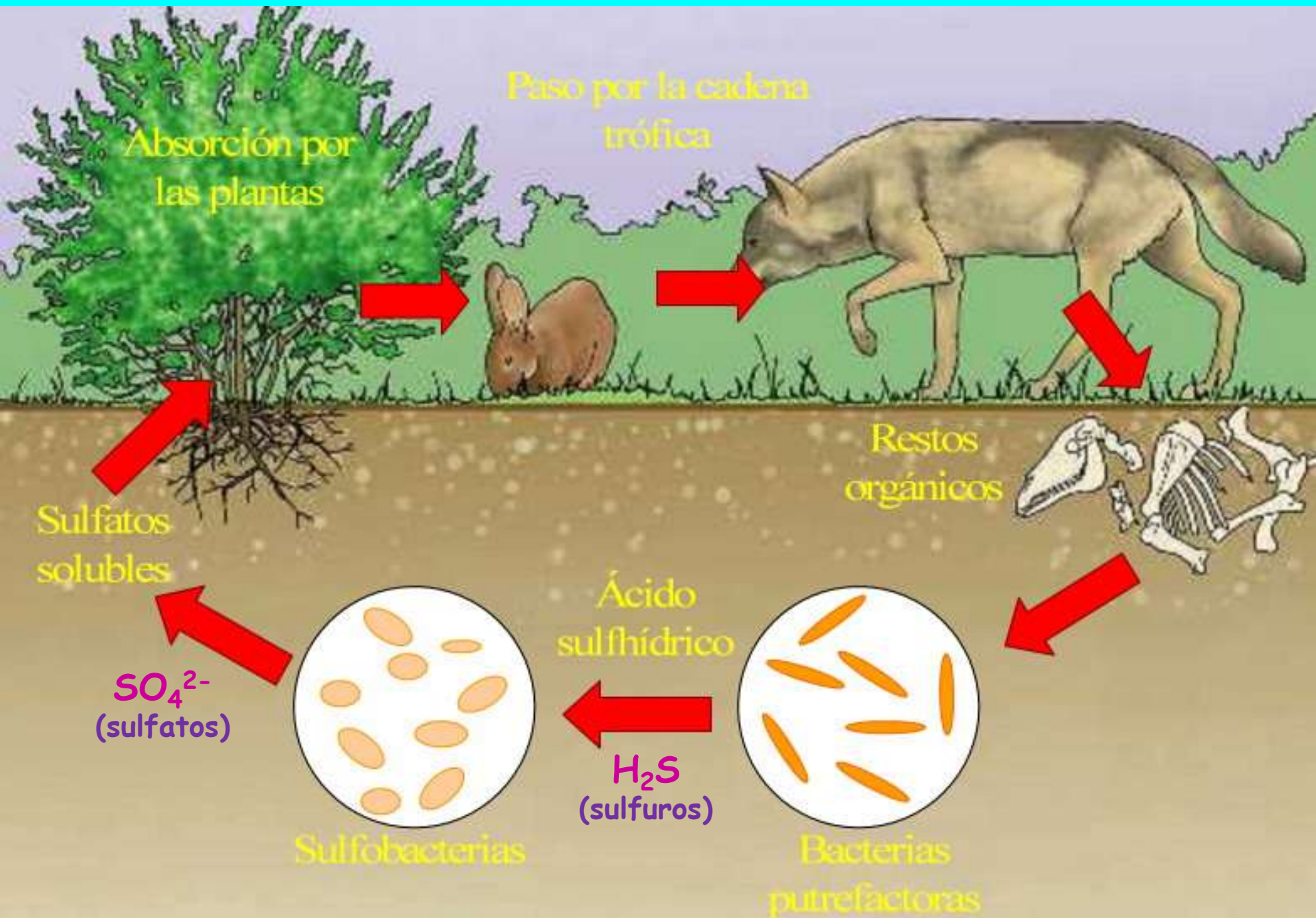
4) Los animales sólo pueden utilizar el nitrógeno contenido en las sustancias orgánicas de los vegetales y de otros animales.

5) El nitrógeno contenido en las sustancias orgánicas (orina, excrementos, restos vegetales y animales, cadáveres) es devuelto a los suelos como nitrógeno inorgánico por los descomponedores: bacterias y hongos. De esta forma puede ser de nuevo utilizado por los vegetales cerrando el ciclo.

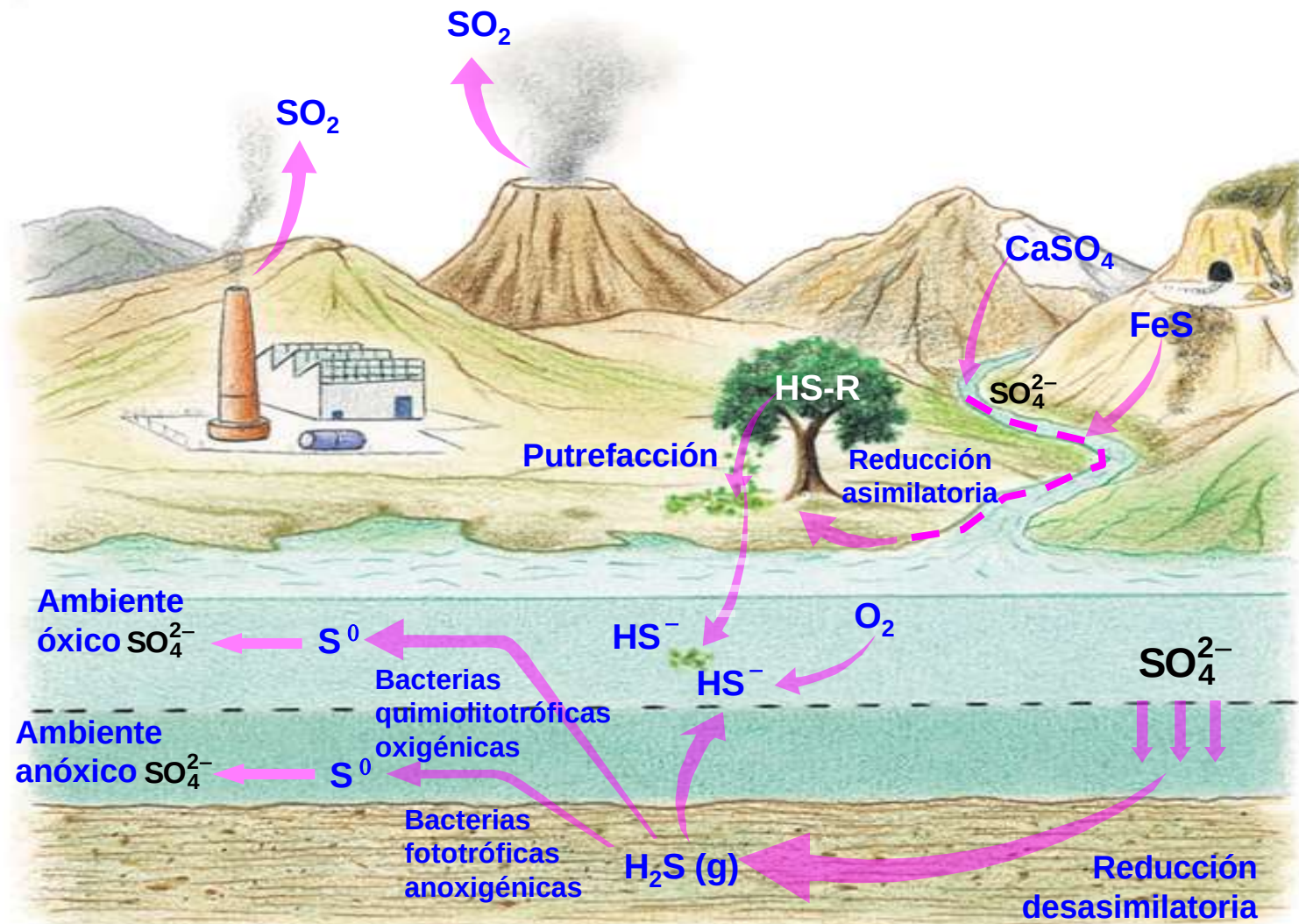
Cuando se abona un campo con abono orgánico, (cucho) lo que se está añadiendo son sustancias orgánicas que contienen gran cantidad de nitrógeno y que los descomponedores transforman para que pueda ser asimilado por las plantas.

Ciclo del S

CICLO DEL AZUFRE



CICLO DEL AZUFRE



CICLO DEL AZUFRE

El S se encuentra en las rocas como sulfato, SO_4^{2-} (yeso) o sulfuros, H_2S (pirita).



Bacterias oxidantes del S

(*Thiobacillus*)

→ Oxidan el S o los sulfuros a sulfatos, SO_4^{2-}

Plantas



Bacterias reductoras de sulfatos

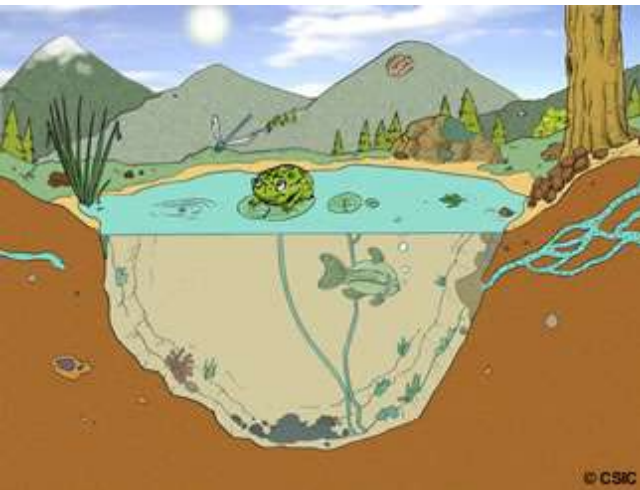
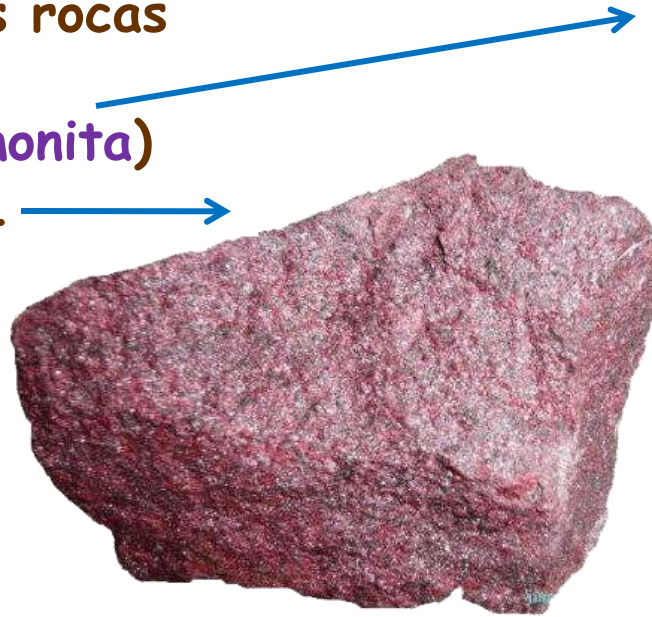
(*Desulfovibrio*)

→ Transforman los sulfatos en sulfuros, H_2S

Ciclo del Fe

CICLO DEL HIERRO

El Fe se encuentra en las rocas en forma de compuestos ferrosos, Fe^{2+} (pirita, limonita) o férricos, Fe^{3+} (oligisto).



En los pantanos, las bacterias anaerobias reducen los minerales de Fe en estado férrico a estado ferroso, más soluble; el Fe férrico se acumula en el fondo a disposición de los organismos.

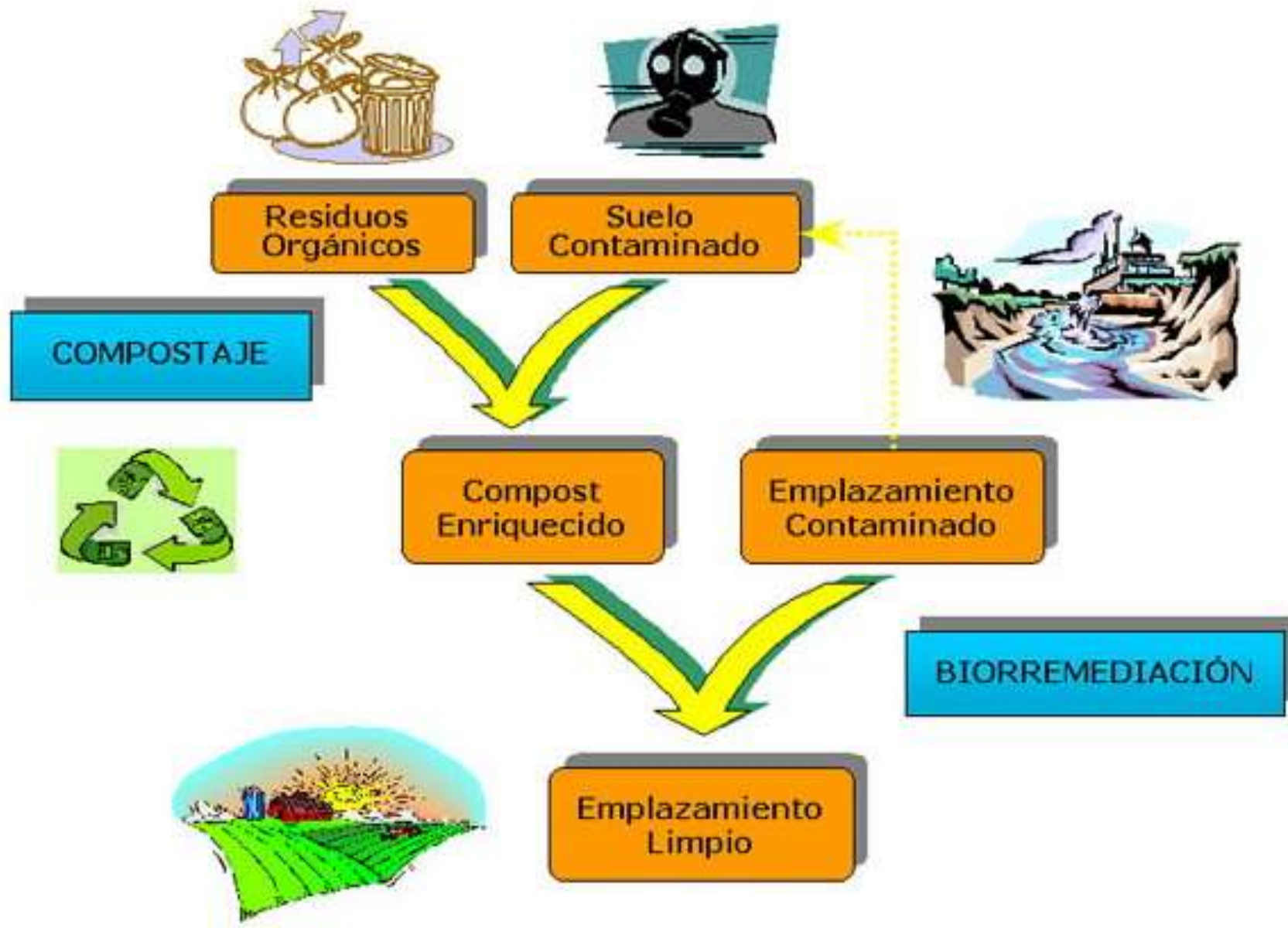


En un medio ácido (minas de carbón,...), otras bacterias (*Thiobacillus ferrooxidans*) oxidan el Fe ferroso a Fe férrico.

COMPOST

COMPOST

PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN CON COMPOSTAJE



COMPOST

COMPOST ENRIQUECIDO

Los residuos orgánicos utilizados para la obtención del compost son:



- ✓ Lodos de depuradoras de aguas urbanas
- ✓ Residuos de la industria maderera
- ✓ Purines
- ✓ Gallinaza



2 funciones



Actúa como enmienda del suelo, mejorando sus características para el proceso de biorremediación (mayor permeabilidad, mejor aireación, aporta nutrientes, etc.).

Actúa como cultivo iniciador específico de una microflora degradadora de contaminantes obtenida a partir del propio suelo.



COMPOST

PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN



+



=



SUELO
CONTAMINADO

COMPOST
ENRIQUECIDO

BIORREMEDIACIÓN
ACELERADA EN BIOPILAS

El aporte al suelo contaminado de compost enriquecido en poblaciones microbianas degradadoras de los contaminantes, acelera el proceso de degradación biológica de los compuestos contaminantes en las biopilas de tratamiento

