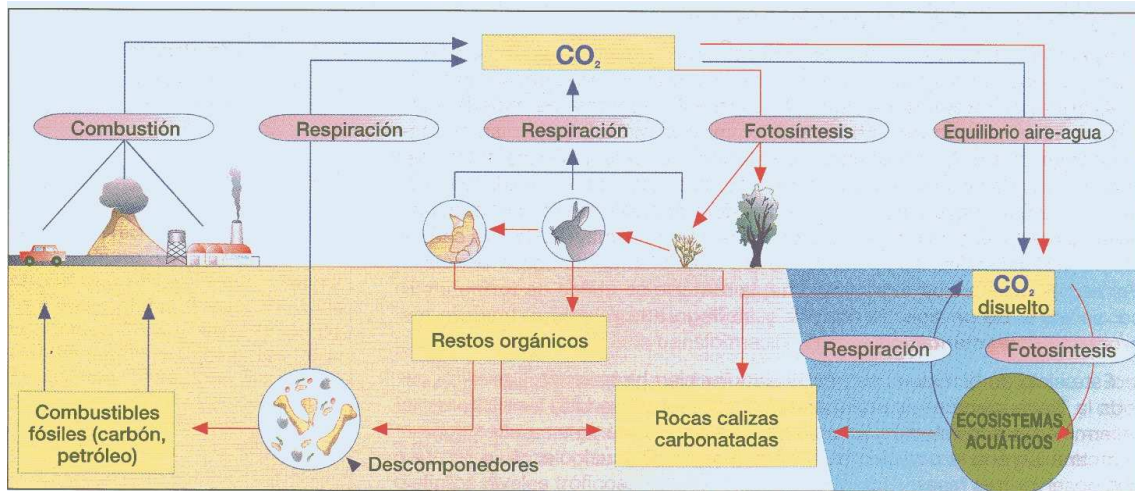
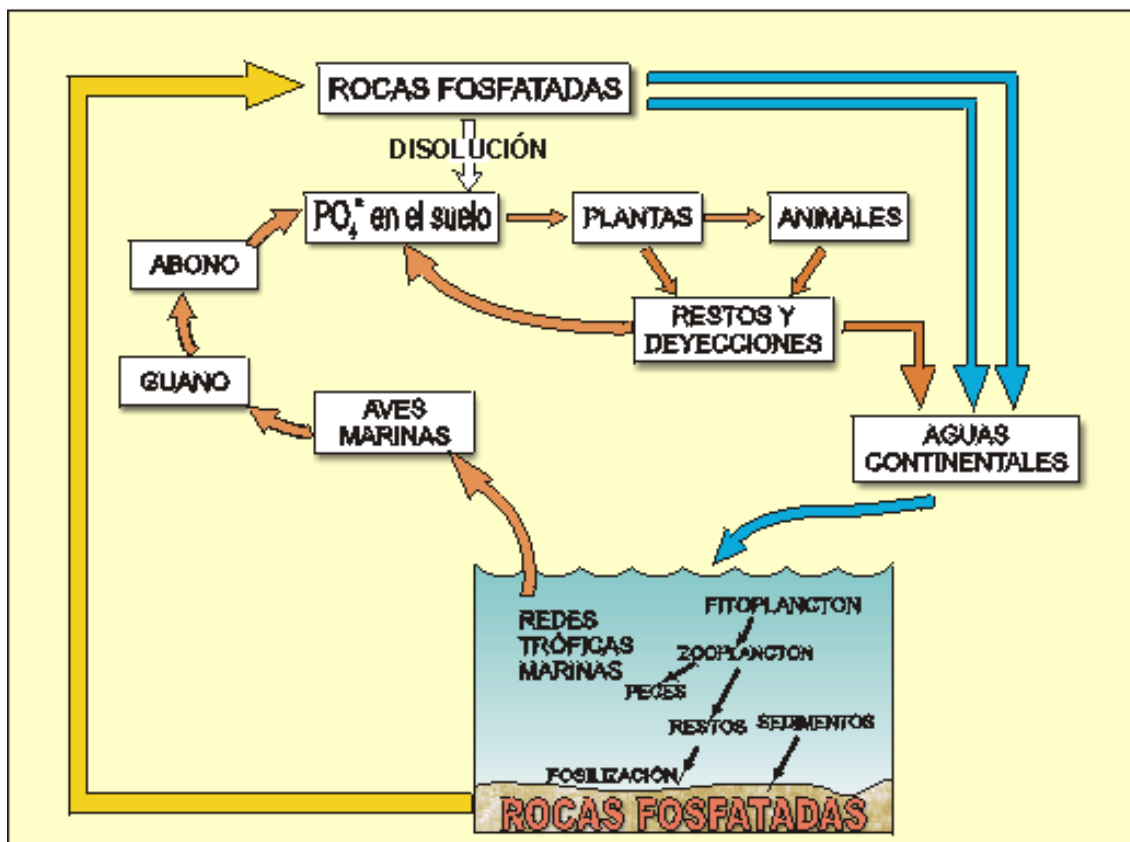


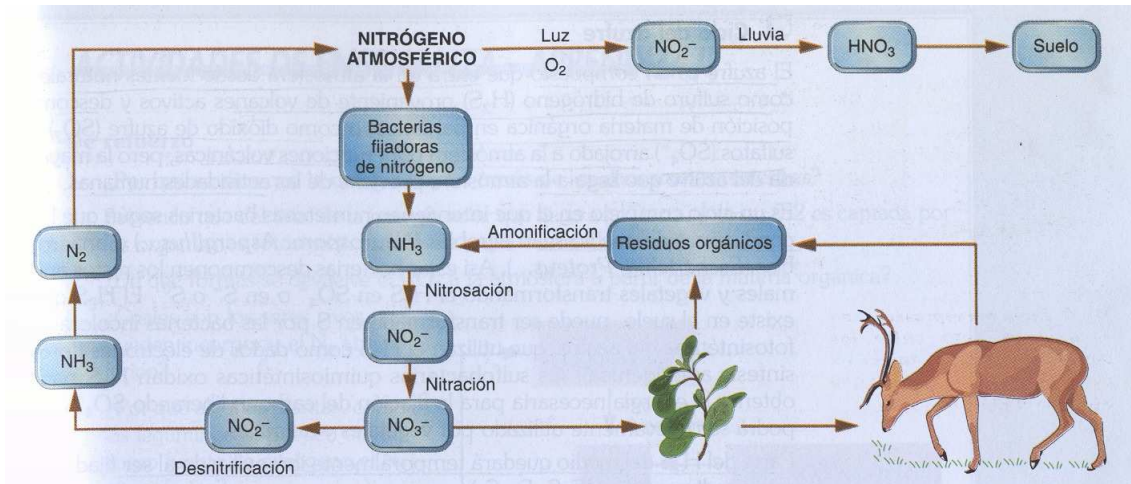
# CICLO DEL CARBONO



# CICLO DEL FÓSFORO



# CICLO DEL NITRÓGENO



## LA FIJACIÓN SIMBIÓTICA DEL NITRÓGENO

La fijación más eficaz del nitrógeno la realizan las bacterias simbióticas de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, que forman nódulos (bacteriorrizas) en las raíces de las plantas leguminosas, las cuales debido a esto, son muy ricas en proteínas.

Los rizobios penetran por los pelos radicales e infectan las células del córtex de la raíz, quedando englobados en vacuolas, que reciben el nombre de **bacteroides**.

Las *Rhizobium* son bacilos Gram-negativos móviles, que necesitan molibdeno como catalizador y la presencia de una forma especial de hemoglobina, la leghemoglobina, que se encuentra en el citoplasma de las células de las raíces de las leguminosas (caso único en los vegetales). La misión de esta proteína es fijar el oxígeno que llega a las células para mantener una presión parcial baja, condición que necesitan para actuar las enzimas nitrogenasas bacterianas.

Ni la bacteria ni la planta son capaces de sintetizar la leghemoglobina por sí mismas. Las *Rhizobium* fijan (asimilan) grandes cantidades de nitrógeno molecular ( $N_2$ ), que circula, en forma de amoníaco, a través del xilema de la planta hacia los órganos aéreos. Parte de ese nitrógeno se difunde además hacia el volumen de suelo que rodea a las raíces (rizosfera), sobre todo al degradarse los nódulos viejos.

En los cultivos de alfalfa o de trébol, el nitrógeno que acumulan los órganos aéreos y subterráneos de estas leguminosas se calcula en unos 150-400 kg por hectárea y año.

Existen bacterias de otros géneros del grupo de los actinomicetes (actinobacterias) que también establecen nudosidades simbióticas para fijar el nitrógeno atmosférico.

Por ejemplo, los actinomicetes simbiotes de los alisos enriquecen tanto el suelo de las alisedas que permiten la pre-

sencia de numerosas especies de plantas nitrófilas en el sotobosque.

Hay otros muchos árboles y arbustos, como los géneros *Cycas*, *Ginkgo*, *Myrica* o *Eleagnus*, que llevan bacterias fijadoras de nitrógeno en sus nudosidades radicales.



Los nódulos que se aprecian en la imagen son las estructuras mediante las que se manifiesta morfológicamente la relación simbiótica entre la planta y las bacterias.

# CICLO DEL AZUFRE

