
LA NUTRICIÓN BACTERIANA

La nutrición de todos los organismos implica el aprovisionamiento de energía para llevar a cabo las reacciones metabólicas, y el suministro de materiales para la síntesis celular.

En la nutrición heterótrofa, las reacciones catabólicas representan la forma de aprovisionamiento de energía, para lo cual es necesario que exista alguna molécula donadora de electrones para los procesos de producción energética, ya sea la fermentación o la respiración, esta última aerobia o anaerobia. Pero además, estos mismos nutrientes son los utilizados para los procesos de biosíntesis.

En la nutrición autótrofa existe un paso previo, la fotosíntesis (quimiosíntesis), durante el cual el organismo fabrica sus propias moléculas orgánicas a partir de sustancias inorgánicas sencillas. Además, la energía necesaria para llevar a cabo esta síntesis se obtiene de dos fuentes diferentes: la energía solar o las reacciones químicas.

El metabolismo bacteriano representa uno de los mayores puzzles para el estudiante de bioquímica, ya que presenta todos los tipos de nutrición posible, y todas las rutas metabólicas posibles. El análisis detallado de dichos metabolismos representa una prueba de fuego que mide el grado de comprensión alcanzado con respecto a los diferentes procesos metabólicos estudiados.

Veamos, a continuación, diferentes clasificaciones de las bacterias.

Desde el punto de vista de los fines de **aprovisionamiento** de energía, las bacterias se pueden dividir en:

- ❑ Si la energía procede de radiaciones: bacterias **fototrofas**, que a su vez pueden ser:
 - **Fotolitotrofas**: captan energía lumínica en presencia de sustancias inorgánicas.
 - **Fotoorganotrofas**: captan energía lumínica con requerimiento de sustancias orgánicas.
- ❑ Si la energía se desprende a partir de moléculas químicas en reacciones biológicas de óxido-reducción: bacterias **quimiotrofas**, que a su vez pueden ser:
 - **Quimiolitotrofas**: captación de energía química a partir de sustancias inorgánicas.
 - **Quimioorganotrofas**: captación de energía química a partir de sustancias orgánicas.

Desde el punto de vista **biosintético** (o sea, para sus necesidades plásticas o de crecimiento), las bacterias se pueden dividir en:

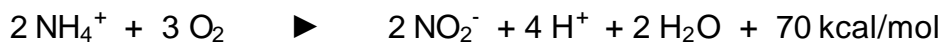
- ❑ **Litotrofas**: son aquellas que sólo requieren sustancias inorgánicas sencillas (SH_2 , S^0 , NH_3 , NO_2^- , Fe , etc.).
- ❑ **Organotrofas**: requieren compuestos orgánicos (hidratos de carbono, hidrocarburos, lípidos, proteínas, alcoholes...).

- **Autotrofas:** crecen sintetizando sus materiales a partir de sustancias inorgánicas sencillas.
- **Heterotrofas:** su fuente de carbono es orgánica (si bien otros elementos distintos del C pueden ser captados en forma inorgánica).

Con la información proporcionada, analiza con atención los siguientes procesos y responde a las preguntas:

La **nitrificación** consiste en la oxidación del amoníaco, procedente de la descomposición de cadáveres de animales y plantas o del estiércol, a nitratos. Este proceso transcurre en dos fases: en primer lugar, bacterias del grupo *Nitrosomonas* oxidan el amoníaco a nitritos y, en segundo lugar, bacterias del grupo *Nitrobacter* oxidan los nitritos a nitratos:

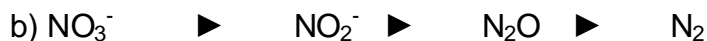
Nitrosomonas:



Nitrobacter:



La **desnitrificación** consiste en la reducción de los nitratos a amoníaco o gas nitrógeno, utilizando para ello dos vías diferentes:



Las bacterias del género *Pseudomonas* son las bacterias desnitrificadoras más comunes.

CUESTIONES:

1. La nitrificación es un proceso de **asimilación**, mientras que la desnitrificación se considera un proceso de **disimilación**. Explica qué parte del proceso metabólico está representado en cada caso, y qué papel desempeñan los nitratos en cada proceso.
2. Desde el punto de vista del aprovisionamiento de energía, ¿qué tipo de bacterias son las bacterias nitrificantes?
3. De los cuatro grupos de bacterias realizados en función del aprovisionamiento de energía, ¿cuáles son autótrofos y cuáles heterótrofos?
4. ¿Qué grupo de bacterias presenta un metabolismo similar al de los animales? ¿En qué se diferencia, básicamente, este metabolismo del de las plantas y del resto de las bacterias?
5. ¿Qué significado metabólico tiene el hecho de que la oxidación del amoníaco a nitratos se lleve a cabo en dos secuencias, y por dos grupos de bacterias diferentes?

6. ¿La desnitrificación es un proceso llevado a cabo, necesariamente, por las bacterias nitrificantes?
7. ¿Qué tipo de respiración llevan a cabo las bacterias desnitrificantes? ¿Y las bacterias nitrificantes?
8. A la vista de los procesos mostrados, ¿qué papel desempeñan las bacterias nitrificantes y desnitrificantes en los ciclos biogeoquímicos?

SOLUCIONES:

1. Los procesos asimilativos se refieren a la utilización de los compuestos para producir la energía para la asimilación reductora del carbono. En los procesos asimilativos, los productos finales, en este caso los nitratos, son productos de desecho (residuos) que se acumularán en el suelo para alimentar a las plantas.

En los procesos disimilativos, los compuestos que antes se utilizaban como fuente de electrones ahora son utilizados como receptores de electrones al final de la cadena transportadora de electrones. En este caso, los nitratos son los receptores de electrones, que de esta manera se reducen, produciendo como residuo sustancias como el nitrógeno gaseoso.
2. Las bacterias nitrificantes son **quimiolitotrofas**.
3. Fotolitotrofas, fotoorganotrofas y quimiolitotrofas son bacterias autótrofas. Las bacterias quimioorganotrofas son bacterias heterótrofas.
4. Las bacterias quimioorganotrofas tienen un metabolismo semejante al de los animales. Se caracteriza por utilizar moléculas orgánicas complejas para su nutrición, de manera que la energía necesaria para los procesos anabólicos la obtienen de la oxidación de dichas moléculas orgánicas. La diferencia fundamental con respecto a los organismos autótrofos es que carecen de procesos de fotosíntesis (o quimiosíntesis), ya que no es necesaria una transformación energética, puesto que las moléculas orgánicas utilizadas ya contienen energía química lista para ser liberada.
5. Un grupo de bacterias oxida el amoníaco a nitritos con el fin de obtener la energía necesaria para llevar a cabo el Ciclo de Calvin, dejando los nitritos como residuos. Otro grupo de bacterias utilizan estos nitritos como receptores de electrones en el final de la cadena de transporte electrónico de la respiración. Son grupos de bacterias diferentes, y en ambos casos, los compuestos utilizados participan en dos procesos metabólicos diferentes. Las secuencias de las reacciones tienen lugar en sentido contrario, ya que en un caso la secuencia es oxidativa y en otro caso la secuencia es reductora.
6. La nitrificación y la desnitrificación son dos procesos independientes en la naturaleza, llevados a cabo por grupos diferentes de bacterias.
7. Las bacterias desnitrificantes tienen respiración anaerobia, ya que el aceptor final de electrones no es el oxígeno, sino los nitratos. Sin embargo, del esquema de la nitrificación no podemos decir qué tipo de respiración tienen las bacterias nitrificantes, ya que las reacciones nos proporcionan la oxidación de los donadores en los procesos de reducción del carbono, no la reducción de los aceptores al final de la respiración.

De hecho, la mayoría de los quimilitotrofos son aerobios, y llevan a cabo la formación de ATP a través de la fosforilación oxidativa.

8. Las bacterias nitrificantes se encargan de oxidar los restos procedentes de la descomposición de la materia orgánica muerta hasta un estado que sea utilizable por las plantas, permitiendo de esta manera que el nitrógeno vuelva a penetrar en los ciclos de materia. Sin embargo, las bacterias desnitrificantes, cuando reducen los nitratos a nitrógeno gaseoso, producen la pérdida de este nitrógeno, que escapa a la atmósfera. Existen otros grupos de bacterias que son capaces de utilizar el nitrógeno directamente de la atmósfera, lo que permite nuevamente recuperar el nitrógeno disponible en los ciclos de materia.

Así pues, los diferentes grupos de bacterias del nitrógeno son los responsables del ciclo del nitrógeno.