

NUTRICIÓN MICROBIANA

La **nutrición** es el proceso por el cual los seres vivos toman del medio donde habitan, los compuestos químicos que necesitan para llevar a cabo sus procesos energéticos y biosintéticos que les permiten crecer y reproducirse.

Los **requerimientos nutricionales** de cada grupo microbiano están **dados por la composición química de las células que los constituyen** y por sus características genéticas las que determinan sus propiedades fisiológicas y su capacidad para utilizar y transformar los compuestos que se encuentran en el ambiente en que se desarrollan.

En general **los requerimientos nutricionales de los microorganismos reflejan el ambiente natural en que viven**; este conocimiento y el **uso de medios de cultivo de composición química definida, son de primordial importancia en el estudio de la nutrición microbiana** cuyas características varían ampliamente entre los microorganismos. Algunos tienen requerimientos nutricionales muy simples, obtienen su energía de compuestos inorgánicos y utilizan CO₂ o carbonatos como fuente de carbono, en tanto que otros requieren de compuestos orgánicos con diferentes grados de complejidad. La fuente de nitrógeno, la obtienen a partir de aminoácidos o nitrógeno inorgánico en diferentes estados de oxidación incluyendo el nitrógeno molecular. Respecto a los requerimientos de oxígeno, los microorganismos pueden vivir con diferentes concentraciones de este elemento.

GENERALIDADES

Algunos nutrientes constituyen los bloques a partir de los cuales la célula elabora macromoléculas estructurales y funcionales, mientras que otros sirven como donadores de electrones (fuente de energía) y algunos más como aceptores finales de electrones sin ser incorporados directamente al material celular. A veces un mismo nutriente puede desempeñar todas las funciones, lo que dependerá del tipo de microorganismo y de las condiciones ambientales.

La forma química específica bajo la cual los microorganismos adquieren el carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y oxígeno, así como su energía, es muy variable, lo que determina que los microorganismos presenten múltiples tipos nutricionales. Una clasificación nutricional sencilla es aquella que se basa en dos variables: la naturaleza de las fuentes de energía y de carbono.

Con relación a la fuente de energía los microorganismos se clasifican en dos grupos:

- **Fotótrofos**, estos utilizan la energía electromagnética (luz) para su desarrollo.
- **Quimiótrofos**, que obtienen su energía a partir de la oxidación de compuestos químicos, y que a su vez se subdividen en:
 - **Quimilitótrofos** (oxidación de compuestos inorgánicos)
 - **Quimiorganótrofos** (oxidación de compuestos orgánicos)

Con respecto a la fuente de carbono, se clasifican como:

- **Autótrofos**, microorganismos que usan CO₂ y carbonatos.
- **Heterótrofos**, aquellos que utilizan compuestos orgánicos.

De acuerdo con estos criterios, los microorganismos se ubican en cuatro clases nutricionales las que se describen en el **cuadro 1**. No obstante, la versatilidad fisiológica de los microorganismos determina que la clasificación expuesta no sea de ninguna manera estricta, como lo demuestran los siguientes ejemplos: algunos **microorganismos fotoautótrofos** crecen también en la oscuridad comportándose como **quimioheterótrofos**. Esta versatilidad se conoce con el término de facultativo. Asimismo, algunas bacterias y algas fotoautotróficas son incapaces de sintetizar alguno de sus constituyentes celulares a partir de CO₂, por lo que generalmente viven asociadas con otros microorganismos que le proporcionan este componente y cuando se les cultiva en medios artificiales es necesario suministrar ese compuesto orgánico.

Es importante recalcar que aun cuando el grupo bacteriano es, desde el punto de vista estructural, el más simple de los microorganismos (procariotes); fisiológicamente es el más complejo y el único en el que se encuentran todos los tipos nutricionales descritos.

Cuadro 1. Clasificación nutricional de los microorganismos.

Clases nutricionales	Fuente de energía	Fuente de Carbono	Ejemplos de algunos grupos microbianos
Fotoautótrofas	Luz	CO ₂ , Carbonatos	Algas y algunas bacterias
Fotoheterótrofas	Luz	Compuestos orgánicos	Bacterias verdes y rojas
*Quimioautótrofas	Oxidación de compuestos inorgánicos como NH ₃ , NO ₂ , H ₂ , H ₂ S, S ⁰ , S ₂ O ₃ , Fe ⁺⁺	CO ₂	Bacterias oxidantes del nitrógeno, hidrógeno, azufre y hierro
**Quimioheterótrofas	Oxidación de compuestos orgánicos	Sustratos orgánicos	Protozoarios, hongos y la mayoría de las bacterias

*Debido a la capacidad distintiva de crecer en medios estrictamente minerales, también se les denomina quimiolitótrofos (de la palabra griega lithos, roca).

**Estos microorganismos utilizan al mismo nutriente como fuente de carbono y de energía

A los compuestos orgánicos que actúan como precursores o como constituyentes de material celular y que no pueden ser sintetizados a partir de compuestos de carbono más sencillos se les llama colectivamente **factores de crecimiento**; éstos, por su estructura química y acción metabólica, se dividen en tres clases:

- **Aminoácidos**, requeridos como constituyentes de proteínas.
- **Purinas y pirimidinas**, requeridos como constituyentes de los ácidos nucleicos.
- **Vitaminas**, representadas por diversos compuestos orgánicos que forman parte de grupos prostéticos o centros activos de numerosas enzimas.

Con base en las necesidades de factores de crecimiento, se emplean otros dos términos:

- **Protótrofos**, microorganismos capaces de cubrir todas sus necesidades a partir de la fuente principal de carbono, por lo tanto, no requieren factores de crecimiento.
- **Auxótrofos**, son aquellos que requieren, de uno o más nutrientes orgánicos, además de la principal fuente de carbono.

El **nitrógeno y el azufre** se encuentran en los compuestos orgánicos de la célula, principalmente en forma reducida como grupos amino y sulfhidrilo. Los **microorganismos** toman dichos elementos en diferentes estados de oxidorreducción y pueden tener las **siguientes funciones**:

Fuente de nitrógeno y azufre, en cuyo caso son asimilados e incorporados al material celular.

- La mayoría de los microorganismos fotosintéticos, muchas bacterias no fotosintéticas y los hongos, asimilan estos dos elementos en estado inorgánico como NO_3 y SO_4 , y su utilización implica una reducción preliminar; de nitratos a amoníaco y de sulfatos a sulfuro para su incorporación al material celular, este proceso se conoce como reducción asimiladora de nitratos o de sulfatos.
- Otros microorganismos son incapaces de efectuar esta reducción, por lo que estos elementos deben ser proporcionados como sales de amonio, o como sulfuros, o como compuestos orgánicos que los contengan como la cisteína. En este caso, el aminoácido puede ser además fuente de carbono y de energía.
- Existen algunas bacterias que son capaces de utilizar el N_2 atmosférico, para ello lo reducen a amoníaco a través de un proceso también asimilatorio denominado fijación de nitrógeno.

Donadores de electrones, en las bacterias quimiolitótrofas, la energía se obtiene por oxidación de amoníaco a nitritos y éstos a nitratos, como ocurre con las nitrificantes; o bien por la oxidación de sulfuros, azufre o tiosulfatos a sulfatos como lo hace *Thiobacillus thiooxidans*

Aceptores de electrones, en este caso los nitratos se reducen a nitritos, óxidos de nitrógeno y nitrógeno elemental a través de un proceso des-asimilatorio conocido como desnitrificación. Del mismo modo los sulfatos pueden ser reducidos a sulfuros. Ambos procesos se llevan a cabo en condiciones de anaerobiosis.

El **fósforo** es asimilado como fosfatos de origen inorgánico u orgánico y forma parte de las membranas celulares, del material genético y del ATP. Concentraciones elevadas de fosfatos inorgánicos determinan la inhibición en el crecimiento de muchos microorganismos, aunque algunos son tolerantes.

El **oxígeno**, como constituyente universal de las células, es un nutrimento proporcionado en cantidades abundantes por el agua; sin embargo, la mayoría de los microorganismos requieren además oxígeno molecular. Respecto a la necesidad o tolerancia de esta molécula, se tiene que los microorganismos se clasifican en cinco grupos:

- **Aerobios estrictos**, aquéllos que crecen de manera obligada en condiciones óxicas o aerobias con presencia de tensiones normales de oxígeno, el que utilizan como aceptor final de electrones para cubrir sus necesidades energéticas.
- **Microaerofilicos**, los que crecen en tensiones de O₂ menores a las del aire o condiciones microóxicas.
- **Facultativos**, emplean alternativamente oxígeno molecular u otros compuestos inorgánicos u orgánicos como aceptores finales de electrones por lo que crecen de acuerdo a las condiciones que prevalecen en su hábitat, aerobias o anaerobias.
- **Anaerobios estrictos**, aquéllos que no requieren de este elemento para su desarrollo, y la presencia de O₂ inhibe su desarrollo o incluso provoca su muerte. Tal es el caso de las bacterias reductoras de sulfatos y de las bacterias metanogénicas que utilizan el CO₂ como aceptor de electrones y lo reducen a metano.
- **Aerotolerantes**, son organismos anaerobios, pero que, a diferencia de los estrictos, estos toleran el O₂ y crecen en su presencia, aunque no puedan utilizarlo.