



ALLIANCE™

(<https://debug.globalseafood.org>).



 Responsibility

# ¿Cuál es el papel de las bacterias en los estanques acuícolas?

16 September 2019

By Claude E. Boyd, Ph.D.

**Prof. Boyd: Bacterias son esenciales para mantener una función ecológica y calidad de agua adecuadas**



Las bacterias pueden mantener el equilibrio ecológico en estanques acuícolas adecuadamente manejados sin la necesidad de suplementación de fuentes externas. Foto de Darryl Jory.

Un estanque acuícola contiene muchos tipos de bacterias y un número total casi increíble de ellas. Aunque las bacterias son organismos diminutos (microscópicos) que generalmente tienen una longitud de 0.2 a 10 micras, su inmenso número hace que haya un peso bastante grande de biomasa bacteriana en un estanque. Un estanque acuícola de 1 hectárea (ha) probablemente contiene 1 tonelada métrica (TM) en peso de materia seca o más de bacterias.

Los gerentes de estanques son conscientes de que hay muchas algas planctónicas en los estanques, ya que pueden ver las más grandes o el color impartido al agua por una abundancia de las más pequeñas. Las bacterias están esencialmente fuera de la vista y su número no puede evaluarse con la ayuda de un microscopio como lo hacen a menudo los biólogos agrícolas para el fitoplancton. Por lo tanto, el papel de las bacterias en la dinámica biológica de los estanques a menudo se malinterpreta y se pasa por alto.

La mayoría de las bacterias son células esféricas o en forma de bastón, y algunos tipos son filamentosos. Se producen de forma libre en la columna de agua, pero son más abundantes en las superficies de materia orgánica suspendida. Por lo general, están presentes en su mayor abundancia en materia orgánica en el fondo del estanque y en el suelo subyacente. Las bacterias se pueden enumerar por recuentos en placa y otros métodos microbiológicos, pero la forma típica de evaluar la abundancia de diferentes tipos de bacterias es a través de mediciones de las tasas de uso de nutrientes para el crecimiento, consumo de oxígeno en la respiración y liberación de dióxido de carbono y otros desperdicios metabólicos.

### **Descomposición de materia orgánica**

La mayoría de las bacterias obtienen energía al digerir materia orgánica y requieren oxígeno molecular ( $O_2$ ) para la respiración, por lo que la energía para uso celular se libera por oxidación. Estas se conocen como bacterias aerobias obligatorias porque no pueden vivir sin oxígeno. Otras bacterias, conocidas como bacterias anaerobias obligatorias, no pueden vivir en la presencia de oxígeno. Algunos tipos de bacterias funcionan en condiciones aerobias o anaerobias, y se llaman bacterias facultativas.

La columna de agua del estanque, el agua en y alrededor del sedimento recién depositado y el agua en los poros del suelo del fondo inmediatamente debajo de la interfaz suelo-agua de los estanques térmicamente no estratificados generalmente son aeróbicos (que contienen oxígeno disuelto). Las bacterias en las zonas aeróbicas descomponen la materia orgánica al oxidarla a dióxido de carbono, agua, amoníaco, fosfato y otros compuestos inorgánicos. Este proceso es importante porque evita la acumulación de grandes cantidades de materia orgánica (principalmente fitoplancton muerto) en el fondo de los estanques y recicla los nutrientes unidos a la materia orgánica.

La tasa de descomposición de la materia orgánica por las bacterias aeróbicas en el suelo del fondo consume oxígeno disuelto en el agua de los poros del suelo más rápido de lo que puede reponerse mediante la difusión descendente del oxígeno disuelto desde la columna de agua y la infiltración de agua oxigenada en el fondo. El suelo del estanque generalmente se vuelve anaeróbico (sin oxígeno) a una profundidad de unos pocos milímetros debajo de su superficie. La descomposición no se detiene en ausencia de oxígeno, pero es llevada a cabo por bacterias anaerobias que funcionan sin oxígeno.

## Fermentación

Algunas bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica a través de un proceso llamado fermentación, en el cual la oxidación de la materia orgánica es posible mediante la transferencia de electrones liberados cuando los compuestos orgánicos se oxidan a otros compuestos orgánicos en lugar de transferirlos al oxígeno molecular como se hace en la respiración aeróbica. El ejemplo clásico de fermentación es la producción de alcohol por el cual el azúcar (glucosa) se fermenta en alcohol y dióxido de carbono. Obviamente, la descomposición no se completa durante la fermentación del azúcar, porque se produce un compuesto orgánico (alcohol). De hecho, en la producción de alcohol etílico a través de la fermentación, solo aproximadamente un tercio del carbono en el azúcar se convierte en dióxido de carbono, mientras que el resto se convierte en alcohol. Existen muchos otros tipos de fermentación que no producen alcohol etílico. Pero todos ellos producen algún compuesto orgánico y no oxidan completamente la materia orgánica a dióxido de carbono y otras sustancias inorgánicas.

## Bacterias quimiotróficas

La descomposición microbiana de la materia orgánica no se detiene en la fermentación. Esto es importante; porque, si esto no ocurriera, los subproductos orgánicos de la fermentación se acumularían en enormes cantidades. Esto resultaría porque el pH sería tan bajo en el sedimento que retrasaría la fermentación. En ausencia de oxígeno molecular, algunos otros tipos de bacterias usan oxígeno de compuestos inorgánicos como nitratos, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, sulfato y dióxido de carbono como aceptores de electrones en lugar de oxígeno molecular. Estos organismos se denominan bacterias quimiotróficas y oxidan la materia orgánica, incluidos los compuestos orgánicos resultantes de la fermentación en dióxido de carbono y nutrientes minerales.

Las bacterias quimiotróficas producen varios metabolitos además del dióxido de carbono. Las bacterias que usan nitrato como fuente de oxígeno producen nitrógeno gaseoso (y bajo ciertas condiciones amoníaco o nitrito) a través de un proceso conocido como desnitrificación. Las bacterias que usan compuestos de hierro y manganeso como fuentes de oxígeno liberan hierro ferroso y manganeso manganoso (formas químicamente reducidas), las que usan sulfato liberan sulfuro y las bacterias que usan dióxido de carbono liberan metano.

El color oscuro debajo de la superficie del suelo del fondo del estanque es evidencia de hierro ferroso producido por bacterias reductoras de hierro. El sulfuro producido por las bacterias reductoras de sulfato puede detectarse por el olor a huevo podrido del sulfuro de hidrógeno. El gas nitrógeno producido en la desnitrificación y el metano resultante de la reducción de  $\text{CO}_2$  se difunden en el agua y luego en el aire.

El dióxido de carbono, el nitrito, el amoníaco, el hierro ferroso, el manganeso manganoso y el sulfuro producidos por las bacterias quimiotróficas también se difunden desde el suelo del fondo hacia la columna de agua. El hierro y el manganeso reducidos, el nitrito y el sulfuro pueden oxidarse en la columna de agua por reacción con oxígeno disuelto en procesos puramente abióticos (químicos). Ciertas bacterias también pueden acelerar las tasas de oxidación de estas sustancias. Estas bacterias, llamadas bacterias quimioautotróficas, usan la energía liberada al oxidar compuestos inorgánicos reducidos como el amoníaco, nitrito, hierro ferroso, manganeso manganoso y sulfuro para obtener la energía que usan para reducir el dióxido a azúcar simple. En otras palabras, las bacterias quimioautotróficas pueden producir materia orgánica por vías no fotosintéticas. Sin embargo, la cantidad de materia orgánica sintetizada por estos organismos es insignificante con respecto a la cantidad producida por el fitoplancton y otras plantas acuáticas en los estanques.

## Nitrificación, cianobacterias

El proceso quimioautotrófico más importante en los estanques es la nitrificación. En este proceso, las bacterias del género *Nitrosomonas* oxidan el amoníaco a nitrito y las bacterias del género *Nitrobacter* oxidan el nitrito a nitrato. Este proceso disminuye la acumulación de amoníaco potencialmente tóxico en el agua del estanque, pero elimina el oxígeno disuelto del agua y libera acidez (iones de hidrógeno) que neutralizan la alcalinidad y reducen el pH. La nitrificación es una de las razones por las cuales los estanques de baja alcalinidad natural deben tratarse periódicamente con cal agrícola para mantener una alcalinidad adecuada para la acuicultura. Gran parte del nitrato producido en los estanques por nitrificación se convierte en nitrógeno gaseoso por desnitrificación en sedimentos anaeróbicos.

Algunas bacterias – y particularmente las cianobacterias (a menudo llamadas algas azul-verdes) - pueden reducir el gas nitrógeno en el agua del estanque a amoníaco, que luego se usa en la síntesis de proteínas. Estos microorganismos finalmente mueren y se descomponen con la liberación de amoníaco en el agua. Contrariamente a la creencia popular, el proceso de fijación de nitrógeno no es de gran importancia en los estanques acuícolas.

## Perspectivas

La actividad de las bacterias oxida mucha materia orgánica en los estanques, pero parte de la materia orgánica es resistente y se descompone lentamente. Por lo tanto, la materia orgánica tiende a acumularse en los fondos de los estanques con el tiempo. Después de algunos años, a veces hay suficiente materia orgánica en los fondos de los estanques para su descomposición, lo que resulta en la liberación de nitrógeno de amoníaco suficiente en el agua para mantener las densas floraciones de fitoplancton (suponiendo que el fosfato esté en un suministro adecuado). En los estanques con alimentación, la liberación de nitrógeno de amoníaco en los estanques por la respiración de las especies de cultivo y la descomposición de alimentos frescos sin comer y heces eclipsa la liberación de amoníaco de la materia orgánica del sedimento.

También es importante darse cuenta de que la descomposición de la materia orgánica fresca producida durante el cultivo a partir de alimentos no consumidos, heces y fitoplancton muerto tiene una demanda mucho mayor de oxígeno disuelto que la materia orgánica más antigua en la que la fracción más fácilmente descomponible ya se ha oxidado. Por lo tanto, un nuevo estanque puede sufrir un agotamiento del oxígeno disuelto en el fondo (y en la columna de agua) si la demanda de oxígeno de la materia orgánica fresca excede la entrada de oxígeno de las fuentes naturales y la aireación mecánica.

Las bacterias y otros microorganismos de descomposición son esenciales para mantener una función ecológica adecuada y una calidad de agua adecuada en los estanques. La dinámica de la calidad del agua en los estanques acuícolas puede caracterizarse como dominada por la influencia combinada de algas planctónicas y bacterias. Afortunadamente, tanto las bacterias como las algas planctónicas son para fines prácticos de naturaleza ubicua. Mantendrán el equilibrio ecológico en estanques acuícolas adecuadamente manejados sin la necesidad de suplementación de fuentes externas.

## Author

---



**CLAUDE E. BOYD, PH.D.**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849 USA

[boydce1@auburn.edu](mailto:boydce1@auburn.edu) (<mailto:boydce1@auburn.edu>).

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.