



[ANIMAL HEALTH & WELFARE \(/ADVOCATE/CATEGORY/ANIMAL-HEALTH-WELFARE\)](#)

---

# El fitoplancton y su impacto en la calidad del agua

Monday, 28 August 2017

By Claude E. Boyd, Ph.D.

## Profesor Boyd: Las algas tienen una importante relación con los estanques acuícolas



Los estanques acuícolas típicamente tienen una alta abundancia de fitoplancton debido a las altas concentraciones de nutrientes de los alimentos acuícolas y/o los fertilizantes. Foto de Darryl Jory.

La abundancia de fitoplancton suele ser alta en los estanques acuícolas debido a las altas concentraciones de nutrientes de los fertilizantes o los aportes de alimentos. El fitoplancton absorbe los nutrientes del agua para su uso en el crecimiento y elimina el nitrógeno amoniacal del agua, lo cual es particularmente importante para disminuir las concentraciones de este metabolito potencialmente tóxico. Hay varios otros efectos indirectos del fitoplancton sobre la calidad del agua.

## Muchas funciones importantes en los estanques acuícolas

Los productores acuícolas están muy conscientes de que la fotosíntesis del fitoplancton es una fuente importante de oxígeno disuelto en sus estanques. La tasa de fotosíntesis depende de la cantidad de luz. La fotosíntesis comienza al amanecer, y en un día típico, la tasa de fotosíntesis y la concentración de oxígeno disuelto en el agua aumentan desde la mañana hasta mediodía o temprano en la tarde. La fotosíntesis se detiene al anochecer, y durante la noche la concentración de oxígeno disuelto tiende a disminuir.

La aireación mecánica aumenta la tasa de pérdida de oxígeno de los estanques cuando el agua está sobresaturada con este gas. La aireación a menudo puede ser detenida durante el día en estanques de peces y reducida en estanques de camarón durante el día para disminuir la cantidad de oxígeno perdido del agua. Los camarones viven en el fondo y se debe aplicar aire durante el día para asegurar el movimiento del agua oxigenada a través del fondo. Por la noche, la aireación mecánica reduce la disminución de la concentración de oxígeno disuelto.

El fitoplancton elimina el dióxido de carbono del agua para la fotosíntesis. El dióxido de carbono es ácido en el agua, y el pH del agua del estanque aumentará durante el día a medida que el fitoplancton elimina el dióxido de carbono para la fotosíntesis. Cuando todo el dióxido de carbono es eliminado del agua por el fitoplancton, el bicarbonato es utilizado como fuente de carbono en la fotosíntesis. Muchas plantas acuáticas pueden eliminar una molécula de dióxido de carbono de dos iones bicarbonato por una vía fisiológica, pero liberan un ion carbonato en el agua. El ion carbonato reacciona en el agua para aumentar el pH, de manera que el pH continúa aumentando durante la fotosíntesis incluso después de que se haya eliminado todo el dióxido de carbono disuelto.

El bicarbonato es la principal fuente de alcalinidad en la mayoría de los estanques. Sin embargo, la alcalinidad total no disminuye en el agua del estanque cuando el fitoplancton usa bicarbonato en la fotosíntesis. Esto se debe a que la contribución a la concentración de alcalinidad de un ion carbonato es igual a la de dos iones bicarbonato.

La alcalinidad tiende a amortiguar el agua frente al cambio de pH y, en aguas de baja alcalinidad – especialmente aquellas con alcalinidad por debajo de 20 mg/L – el pH puede elevarse a niveles estresantes o letales para las especies acuícolas. Es aconsejable en los estanques acuícolas el encalado para aumentar la alcalinidad total por encima de 40 a 50 mg/L.

El aumento del pH causado por la fotosíntesis también es importante con respecto a la concentración de amoníaco no ionizado. El nitrógeno amoníaco está presente en el agua en forma de ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) en un equilibrio dependiente del pH y de la temperatura:



La proporción del nitrógeno amoniacal total en forma de  $\text{NH}_3$  se muestra en la Tabla 1 para diferentes temperaturas y valores de pH.

### Boyd, Fitoplancton, Tabla 1

pH	5 grados-C	10 grados-C	15 grados-C	20 grados-C	25 grados-C	30 grados-C	35 grados-C
7.0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.010
7.5	0.004	0.005	0.008	0.011	0.016	0.023	0.032
8.0	0.011	0.017	0.024	0.035	0.050	0.069	0.093
8.5	0.035	0.051	0.073	0.103	0.141	0.189	0.246
9.0	0.103	0.146	0.200	0.267	0.342	0.424	0.507
9.5	0.266	0.350	0.442	0.535	0.622	0.699	0.765

10.0	0.534	0.630	0.715	0.784	0.839	0.880	0.911

Las fracciones decimales de nitrógeno amoniacal total existente como amoníaco-nitrógeno no ionizado a diversos valores de pH y temperaturas del agua. Los valores se calcularon usando la "calculadora de amoníaco" en <http://fisheries.org/hatchery> para un agua dulce típica diluida con una concentración total de sólidos disueltos de 250 mg/L.

El amoníaco no ionizado es potencialmente tóxico para los animales acuáticos a una concentración relativamente baja. Por la tarde, cuando el pH aumenta, la concentración de  $\text{NH}_3$  aumenta. Un estudio reciente en estanques de bagres de canal en Alabama reveló que con una concentración total de nitrógeno amoniacal por encima de 1 mg/L, las concentraciones de  $\text{NH}_3$  en la tarde eran a menudo tan altas como las reportadas para estresar peces en estudios de laboratorio. Normalmente hay poca probabilidad de mortalidad aguda como resultado de la alta concentración de  $\text{NH}_3$  en la mayoría de los estanques acuícolas. Sin embargo, el estrés de una concentración elevada de  $\text{NH}_3$  disminuye el apetito de las especies cultivadas y también puede predisponerlas a enfermedades.

El pH y la concentración de oxígeno disuelto en los estanques típicamente suelen ser más bajos alrededor del amanecer y más altos por la tarde. La concentración de dióxido de carbono es más alta cerca del amanecer y más baja por la tarde. Es de notar que la concentración de dióxido de carbono tiende a ser alta cuando la concentración de oxígeno disuelto es baja. La alta concentración de dióxido de carbono disminuye la eficiencia con la que los animales acuáticos pueden absorber el oxígeno disuelto, y resulta en la elevación de la concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto.



La aireación mecánica aumenta la tasa de pérdida de oxígeno de los estanques cuando el agua está sobresaturada con este gas, y también puede usarse para prevenir y manejar los niveles de oxígeno disuelto.

Foto de Darryl Jory.

## La aireación mecánica es una importante herramienta de gestión

La aireación mecánica puede ser utilizada para prevenir concentraciones bajas de oxígeno disuelto. Sin embargo, el fitoplancton sobreabundante en estanques aireados puede causar aumentos inaceptablemente grandes en el pH y aumentos asociados en la concentración de  $\text{NH}_3$ . El pH elevado en los estanques también favorece el crecimiento de algas verdes-azules (llamadas cianobacterias por muchos biólogos), porque estos organismos tienden a crecer mejor que otros tipos de algas a un pH alto. Los estanques acuícolas tienen a menudo comunidades de fitoplancton en las cuales una o pocas especies de algas verdes-azules constituyen el 90 por ciento o más de la comunidad de algas.

Algunas especies de algas verdes-azules — especialmente especies de *Anabaena* y *Oscillatoria* — pueden excretar compuestos odoríferos en el agua y que pueden ser adsorbidos por los camarones y los peces, y darles un mal sabor a sus carnes. Algunas algas verdes-azules — especialmente *Oscillatoria*, *Microcystis*, y *Aphanizomenon* — pueden producir las toxinas del alga que pueden estresar o matar a las especies cultivadas.

Las algas verdes-azules también pueden subir a la superficie en virtud de las vacuolas en sus células que pueden llenarse de gas cuando la alta abundancia de algas limita la penetración de la luz en el agua. Cerca de la superficie, altas tasas de fotosíntesis pueden hacer que el pH aumente lo suficiente para causar la mortalidad de las algas. A menudo este fenómeno se denomina mortandad de fitoplancton. Tales eventos pueden hacer que la concentración de oxígeno disuelto caiga a niveles inaceptables en estanques sin aireación mecánica. La probabilidad de mortandades de fitoplancton se minimiza en estanques aireados porque la circulación del agua tiende a minimizar la aparición de capas de algas superficiales, y la oxigenación por aireadores evita una concentración baja de oxígeno disuelto después de las mortandades de algas.



Las algas verdes-azules flotan a menudo a la superficie del estanque y forman capas que absorben calor y pueden elevar las temperaturas del agua.

No hay medidas eficaces para prevenir una alta abundancia de fitoplancton en estanques que reciben grandes aportes de nutrientes. A tasas de alimentación por encima de unos 30 kg/ha/día, el agotamiento nocturno de oxígeno disuelto a menudo se convertirá en un factor limitante — mayores tasas de alimentación diaria son posibles en los estanques sin aire para tilapia y algunas otras especies. Con la aireación mecánica se pueden utilizar velocidades de alimentación

mucho más altas, pero es fundamental que coincidan la tasa de aireación con la tasa de alimentación para la mayoría de las especies de agua caliente, para evitar el oxígeno disuelto por debajo de 3 o 4 mg/L. A menos que esto se haga, el productor tiene más peces en el estanque, pero la calidad del agua será sub-óptima y el estresará a los animales.

La aireación mecánica no evitará el alto pH, la concentración elevada de dióxido de carbono en la mañana, la alta concentración de NH<sub>3</sub> en la tarde o la aparición de algas verdes-azules responsables de los malos sabores y las toxinas de algas. Los estanques con baja alcalinidad pueden ser tratados con cal para minimizar las oscilaciones diarias del pH, pero, aun así, el pH puede alcanzar niveles indeseablemente altos en la tarde si el fitoplancton es abundante.

## Perspectivas

En resumen, la abundancia de fitoplancton, y de algas verdes-azules en particular, tiende a aumentar a medida que aumentan los aportes de nutrientes en fertilizantes o alimentos. La aireación mecánica puede evitar problemas con bajos niveles de oxígeno disuelto. Pero no hay una manera práctica de evitar la mayoría de los otros efectos adversos de la excesiva abundancia de fitoplancton. Este hecho impone un límite en la cantidad de producción posible en los estanques acuícolas. Es importante limitar los aportes de alimentos (y la producción) a cantidades en las que las variables de la calidad del agua no experimenten excursiones frecuentes a niveles estresantes o tóxicos para las especies cultivadas.

## Author

---



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

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University, AL 36830 USA

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