



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

---

# La correcta circulación del agua en los estanques acuícolas es crítica

Friday, 13 May 2016

By Fernando Kubitza, Ph.D.

## La mezcla de oxígeno es una consideración importante para una gestión eficaz y producción exitosa (Parte 1)

La fotosíntesis por las microalgas (fitoplancton) es la principal fuente de oxígeno en los estanques acuícolas. Las microalgas a menudo suministran oxígeno en exceso durante el día, mientras que, durante la noche, la respiración de las algas, el suelo del fondo del estanque, peces y/o camarones puede agotar las reservas de oxígeno. Por esta razón, los acuicultores conocen el valor de la aireación de los estanques durante la noche para aumentar la seguridad y la producción de peces y camarones, mediante el mantenimiento de niveles adecuados necesarios de oxígeno disuelto (OD).

Muchos productores de camarones también proporcionan algunas horas de aireación durante el día, para mantener los suelos de fondos y las aguas del estanque mejor oxigenadas. El costo de la electricidad asociada con aireación mecánica es una preocupación importante en el estanque de la acuicultura en muchos países. La circulación del agua del estanque durante horas diurnas es una estrategia eficaz para enriquecer el agua del estanque con el oxígeno de la fotosíntesis de microalgas, y puede reducir sustancialmente los costos de la aireación suplementaria durante la noche.

El principio básico de la circulación del agua es la mezcla consistente de aguas superficiales ricas en oxígeno con aguas de fondo agotadas de oxígeno, aumentando la reserva total de oxígeno en los estanques. El oxígeno disponible en estratos más profundos acelera la degradación de desechos orgánicos en los suelos del estanque, evitando la acumulación de compuestos potencialmente tóxicos y reducidos en las aguas profundas, sobre todo en los estanques profundos y térmicamente estratificados. La circulación eficiente del agua se aplica durante las horas pico de la actividad de la fotosíntesis, cuando las aguas superficiales están sobre-saturadas con oxígeno. Los fundamentos y beneficios de la circulación del agua en los estanques de peces y camarones se discuten en este artículo.



La oxigenación y circulación efectiva del agua son esenciales para mantener los niveles de oxígeno disuelto en los estanques y otros sistemas de producción acuícola. Foto por Darryl Jory.

## Estratificación de agua de estanque

Los estanques de diques o de laderas generalmente presentan estratificación del agua. El agua de estanques se estratifica porque el agua verde en la superficie (abundante en fitoplancton) absorbe la luz solar y se calienta durante el día, mientras que el agua de fondo con muy poca luz se mantiene más fresca. El agua caliente de la superficie es más ligera (menos densa) que el agua fría del fondo (más densa). A medida que la diferencia de temperatura, y por lo tanto de densidad, entre aguas de superficie y del fondo se acentúa, una fuerte estratificación física se presenta. Uno puede realmente sentir esta estratificación térmica/física al entrar lentamente en un estanque: el abdomen se siente caliente, mientras que sus pies están fríos. Esta estratificación física sólo puede ser interrumpida por una fuerza fuerte, tal como aireación mecánica o vientos fuertes. En el invierno, a medida que el agua de la superficie se enfría y poco a poco se aproxima a la temperatura del agua del fondo, la estratificación física/térmica de un estanque disminuye o se interrumpe.

La estratificación del agua también es química. La presencia de la luz solar hace que el fitoplancton sea concentrado en los estratos superiores de un estanque. La fotosíntesis de microalgas durante las horas del día hace al agua superficial rica en oxígeno, con mayor pH y menos dióxido de carbono en comparación con las aguas del fondo. Las microalgas

también remueven el amoníaco ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ) y otros nutrientes del agua para la fotosíntesis y el crecimiento. Las aguas y suelos de fondo, sin embargo, están mayormente sin oxígeno y albergan compuestos tóxicos, como el amoníaco, nitrito, metano, sulfuro de hidrógeno y otras sustancias reducidas formadas durante la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos (principalmente algas muertas, heces de peces y camarones, alimento no consumido, hojas y biomasa microbiana en descomposición). Por lo tanto, la fotosíntesis del fitoplancton en las aguas superficiales y la descomposición de la materia orgánica en suelos de fondos del estanque magnifican la estratificación química del estanque de agua (Fig. 1).

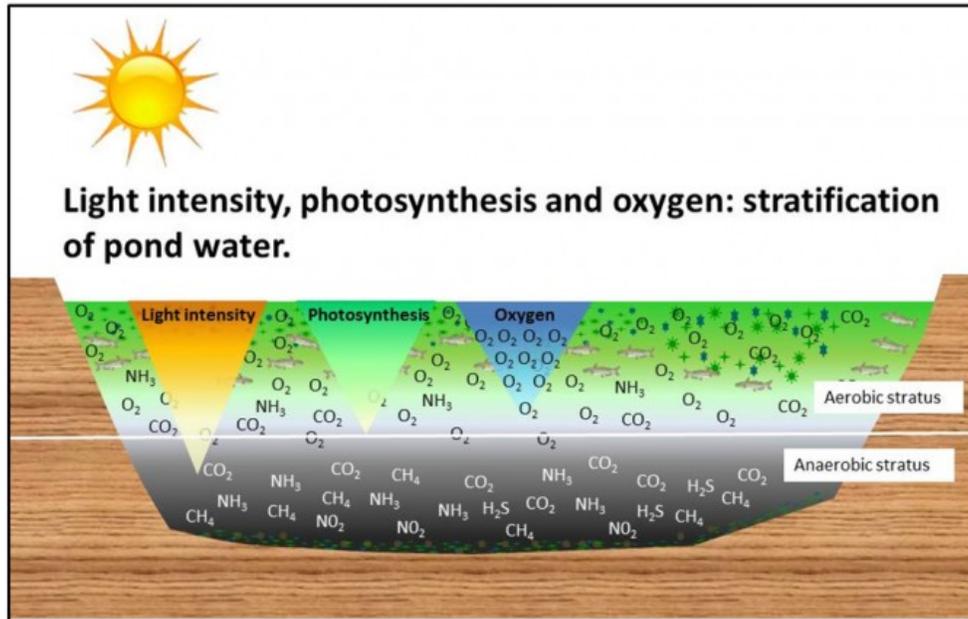


Fig. 1. La estratificación física y química del agua del estanque. Desde la superficie hasta el fondo hay una disminución en la intensidad de la luz, la fotosíntesis, los niveles de oxígeno y la temperatura del agua. Sin oxígeno, el agua y el suelo del fondo del estanque se vuelven anaeróbicos y acumulan sustancias tóxicas reducidas. Los peces y camarones evitan las zonas anaeróbicas en los estanques.

## Estratificación y abundancia de fitoplancton

La abundancia de fitoplancton se puede evaluar a través del color y la transparencia del agua. La transparencia del agua se puede determinar utilizando un disco de Secchi y se puede utilizar para predecir el riesgo de que un déficit de oxígeno ocurra en un estanque. El disco de Secchi es, por lo tanto, una herramienta simple pero muy valiosa para los acuicultores, especialmente cuando medidores de OD no están disponibles. En los estanques de agua verde estática, la transparencia del agua está a menudo en el rango de 20 a 60 cm. Cuanto menor sea la transparencia del agua, menos luz estará disponible en los estratos más profundos de un estanque. Existe una relación directa entre la transparencia del agua y la profundidad a la que la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis (P) es igual a la del consumo de oxígeno en la respiración (R).

En la limnología (la ciencia que estudia las aguas continentales), P es igual a R a una profundidad de 2,4 veces la transparencia del agua. Por lo tanto, en un estanque con la transparencia del agua de 0,5 metros, P debe ser igual a R a una profundidad de cerca de 1,2 metros. Por debajo de 1,2 metros, R supera a P y los niveles de oxígeno disminuyen bruscamente hacia el fondo. Para un estanque con transparencia de agua de 0,2 metros, R comenzó a superar P a profundidades de más de 0,5 metros. Por lo tanto, mientras menor es la transparencia del agua, mayor será el volumen del estanque agotado de oxígeno (y, por lo tanto, anaeróbico). Por esto, así como por razones económicas, los estanques

acuícolas no deben ser construidos demasiado profundos. Sin embargo, cuando se construyen estanques de ladera, es casi inevitable tener zonas profundas (más de 5 a 6 metros) en el centro de la represa, pues las represas a menudo tienen que ser muy altas para permitir la incautación de una gran superficie de área.

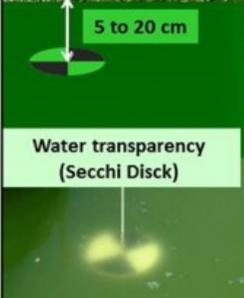
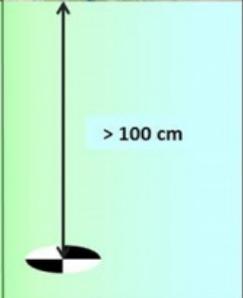
Excessive plankton	Very dense plankton	Adequate plankton	Low density plankton
Dense algae blooms. Low oxygen and toxic ammonia. Risk of plankton die-off and sudden kills. Chronic mortality.	Low oxygen and toxic ammonia. Reduced performance and health resistance of fish and shrimp. Risk of chronic diseases and mortality.	Low risk of oxygen depletion and ammonia toxicity. Fish and shrimp performance and health are favored.	Growth of aquatic weeds and filamentous algae on pond bottom.
			
5 to 20 cm	20 to 30 cm	40 to 70 cm	> 100 cm
Water transparency (Secchi Disk)			
			

Fig. 2. La transparencia del agua medida con un disco de Secchi. Cuanto menor sea la transparencia del agua (más densa la población de plancton), más severa y acentuada será la estratificación del agua y el riesgo de agotamiento del oxígeno y la muerte de peces en un estanque.

## Agotamiento del oxígeno y compuestos tóxicos en aguas profundas

La estratificación física y química son menos pronunciadas en los estanques de poca profundidad, ya que los vientos en general, promueven la circulación razonable y mezcla del agua. Esta mezcla suministra oxígeno a los estratos inferiores. Sin embargo, en los estanques profundos, la estratificación del agua es bastante pronunciada. A medida que los estratos más profundos reciben luz limitada, y los vientos regulares sólo promueven la circulación de agua a una profundidad limitada, los niveles de oxígeno son normalmente cero, o incluso negativos, en las profundidades del estanque superiores a 2,5 metros. Los niveles de oxígeno negativos significan que hay una demanda adicional de oxígeno para oxidar las sustancias reducidas (tales como nitrito, amoníaco, metano y sulfuro de hidrógeno) acumuladas en aguas profundas o suelos de los estanques durante la descomposición anaeróbica de materia orgánica. Esta demanda adicional de oxígeno se conoce como "potencial redox negativo" del suelo del estanque o agua. El suelo y agua de fondo del estanque tienen a menudo un potencial redox negativo. Por lo tanto, el fondo de un estanque de profundidad (por ejemplo, un estanque de colina o ladera) o un gran reservorio es generalmente inhóspito e incluso puede ser una amenaza para los peces y camarones, debido a la falta de oxígeno, alto CO<sub>2</sub> y la presencia de varios compuestos tóxicos. La acumulación de materia orgánica también proporciona refugio y nutrientes para que proliferen organismos patogénicos – y con frecuencia oportunistas. Cuanto más profundo es un estanque, mayor será el volumen de agua anóxica y tóxica que tendrá en sus estratos más profundos.

## El riesgo de un volteo súbito

Un estanque con aguas del fondo anaeróbicas y tóxicas es como una bomba programada para explotar en cualquier momento. Puede ocurrir una mezcla rápida y completa de las aguas de fondo y superficie (un volteo repentino), causando el agotamiento del oxígeno y el aumento de dióxido de carbono y compuestos tóxicos en el estanque. Los fuertes vientos, grandes volúmenes de escorrentía y un descenso brusco de la temperatura del aire son algunas de las condiciones que pueden causar un volteo abrupto de estanques. Los animales pueden ser severamente estresados y mortalidades en masa ocurren a menudo luego de un volteo de estanque. En los estanques profundos, el oxígeno disuelto es a menudo cero a profundidades superiores a 2,5 a 3,0 metros. Cuanto más profundo es un estanque, mayor será el volumen de agua podrida, anaeróbica de pobre calidad en sus estratos profundos. En los estanques con profundidades superiores a 5 metros, el volumen de agua inferior nociva supera con creces el volumen de agua superficial de buena calidad (Fig. 3). Por esta razón, cuando un estanque profundo se voltea, los peces o camarones en la zona más profunda son más propensos a morir o ser severamente estresados que aquellos en aguas poco profundas.

Los estanques en grandes cuencas hidrográficas a menudo se utilizan para cultivar peces en jaulas. Invariablemente, las jaulas se colocan en la zona más profunda, cerca de la represa, para mantener a los peces lo más lejos posible de sus propios desechos fecales. Los productores también se aprovechan de la carretera sobre la presa para acceder fácilmente a las jaulas. Sin embargo, la colocación de jaulas en la zona más profunda de un estanque aumenta el riesgo de perder toda la población de peces si el estanque se voltea. Los peces confinados en las jaulas no tienen ninguna posibilidad de moverse hacia zonas menos afectadas en el estanque y con frecuencia mueren (Fig. 3). Para disminuir el riesgo de pérdidas por volteo del estanque y la muerte de peces, jaulas de tamaño pequeño a regular (1,5 a 2,0 metros de profundidad) deben ser posicionadas sobre zonas menos profundas, permitiendo de 0,5 a 1,0 metros de distancia desde el fondo de la jaula de malla al suelo del fondo del estanque. Además, la mezcla de rutina de agua superficial rica en oxígeno con el agua del fondo privada de oxígeno ayuda a incorporar oxígeno en los estratos más profundos de los estanques, disminuyendo los daños causados por un posible volteo.

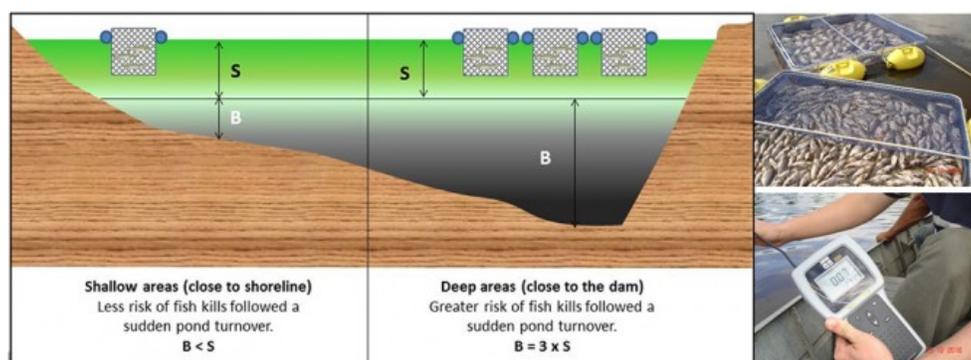


Fig. 3. Ilustración de un estanque de ladera con jaulas de peces. La mezcla repentina de las aguas del fondo y de superficie (volteo de estanque) impone graves riesgos de mortalidad para los peces en jaulas situadas en la zona más profunda de un estanque de cuenca hidrográfica, pues el volumen de agua anaeróbica nociva del fondo supera con creces el volumen de agua superficial oxigenada de buena calidad. El riesgo de muerte de peces se reduce en jaulas colocadas sobre las zonas menos profundas. Tenga en cuenta el episodio de mortalidad masiva de tilapia en jaulas en un estanque de ladera de 4 hectáreas debido al volteo súbito del estanque después de una tormenta. Para cuando se evaluó el daño, el oxígeno disuelto en la superficie del estanque cerca de la presa era de casi cero.

## Author



**FERNANDO KUBITZA, PH.D.**

Acqua Imagem Services in Aquaculture

Rua Evangelina Soares de Camargo, 115

Jardim Estádio – Jundiaí/SP – CEP 13203-560 Brazil

**[fernando@acquaimagem.com.br](mailto:fernando@acquaimagem.com.br)** (mailto:[fernando@acquaimagem.com.br](mailto:fernando@acquaimagem.com.br))

Copyright © 2016–2019  
Global Aquaculture Alliance