



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



Health &  
Welfare

## La correcta circulación del agua en los estanques, Parte 2

18 May 2016

By Fernando Kubitza, Ph.D.

### La aireación es una consideración crítica para una gestión eficaz y producción exitosa



La estratificación de un estanque limita el suministro y la disponibilidad de oxígeno en los estratos superiores de la columna de agua. Por la noche, esta reserva limitada de oxígeno se consume rápidamente por la respiración del plancton, peces y/o camarones, una variedad de microorganismos, y la oxidación de compuestos reducidos en el suelo del fondo del agua y el estanque. Para evitar el déficit de oxígeno, los productores de peces a menudo proporcionan aireación a los estanques durante la noche. En los estanques de camarones, los productores también encienden los aireadores por algunas horas durante el día para aumentar los niveles de oxígeno y la calidad general del agua de fondo y suelos del fondo del estanque, pues el camarón explota alimento natural y se alimentan de pellets que se hunden a esta zona.

*[Nota del editor: Esta es la Parte 2 de una serie de dos partes. Para la parte 1, por favor haga clic [aquí](https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-correcta-circulacion-del-agua-en-los-estanques-acuicolas-es-critica/) ([https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-correcta-circulacion-del-agua-en-los-estanques-acuicolas-es-critica/?](https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-correcta-circulacion-del-agua-en-los-estanques-acuicolas-es-critica/))*

[\\_hstc=236403678.f74a5b929290748b5a056e251ddfc1c6.1681031919803.1681031919803.1681031919803.1&\\_hssc=236403678.1.1681031919803&\\_hsf](https://debug.globalseafood.org/advocate/la-correcta-circulacion-del-agua-en-los-estanques-acuicolas-es-critica/?hstc=236403678.f74a5b929290748b5a056e251ddfc1c6.1681031919803.1681031919803.1681031919803.1&_hssc=236403678.1.1681031919803&_hsf)

La circulación del agua es una estrategia eficaz para mezclar las aguas superficiales con altos niveles de oxígeno con aguas de fondo con bajo contenido de oxígeno (anaeróbicas) (Figura 4). En los días soleados, las aguas superficiales están invariablemente sobresaturadas de oxígeno de la fotosíntesis de microalgas. La fotosíntesis, por lo tanto, es la manera más rápida, más eficiente y de más bajo costo para incorporar oxígeno en el agua del estanque. En los estanques acuícolas, en las horas fotosintéticas pico (de aproximadamente 11 a.m.-3 p.m.), la concentración de oxígeno en la superficie aumenta más de 2 mg O<sub>2</sub>/L/hr. (o 2 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/hr.). La fotosíntesis es capaz de sobre-saturar con oxígeno las aguas superficiales de estanques mucho más eficientemente que la placa difusora de micro-burbujas de cerámica más eficiente utilizada para oxigenar transportar tanques de peces.

Si consideramos un estanque de 1-ha (10.000 m<sup>2</sup>), y una capa de agua de superficie de 0,6 m, la incorporación de 2 g de oxígeno/m<sup>3</sup>/hr., mediante la fotosíntesis equivale a que 12 kg de oxígeno/hr. se añaden al agua del estanque. En comparación, los aireadores de paleta y bombas verticales tienen una incorporación efectiva de aproximadamente 1 kg O<sub>2</sub>/hp/hr. Por lo tanto, para incorporar la misma cantidad de oxígeno añadida por la fotosíntesis, en teoría, sería necesario aplicar 12 hp/hr. de aireación mecánica. De hecho, se necesita mucha más potencia de aireación, ya que los aireadores mecánicos sólo pueden incorporar oxígeno al agua hasta el punto de saturación de oxígeno disuelto (aproximadamente 7,8 mg O<sub>2</sub>/L a 28° C a nivel del mar en agua dulce, y 6,4 en agua de mar con una salinidad de 36 ppt). Y la incorporación de oxígeno a través de la aireación mecánica se produce a un nivel de uso y costo muy alto de energía, pues mientras más cerca a la saturación se encuentra el OD, menos eficiente es la transferencia de oxígeno atmosférico al agua a través de la aireación mecánica.

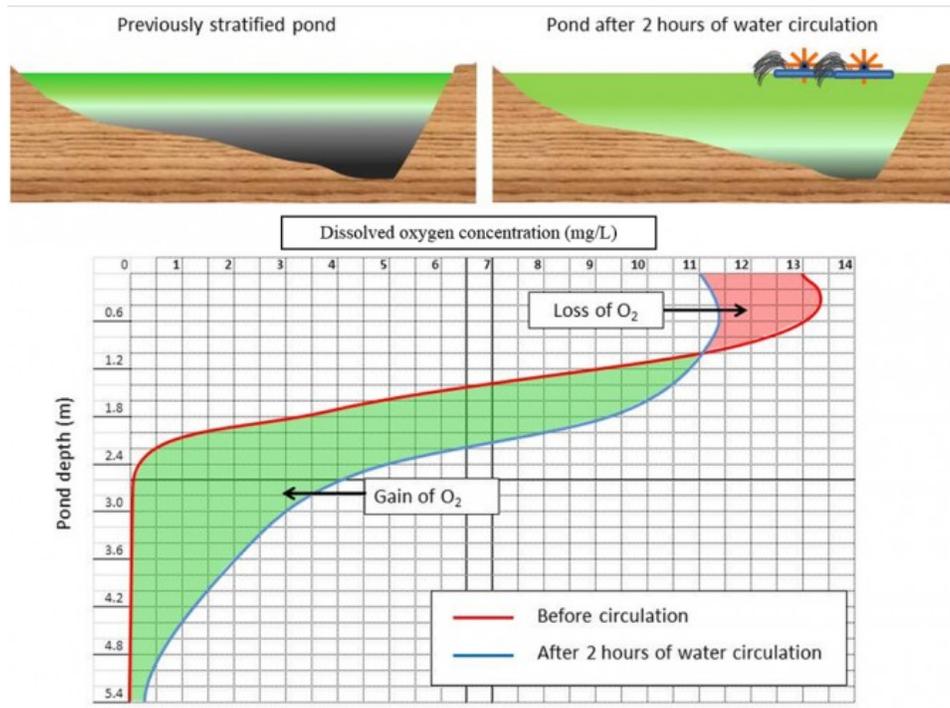


Fig. 4: Perfil de oxígeno desde la superficie hasta el fondo en un estanque de ladera de 0,84 hectáreas para peces antes y después de dos horas de circulación de agua usando dos aireadores de paleta 2-hp (4,76 hp/ha) de 12:00 a 14:00 (observación de campo del autor). Después de la circulación, los niveles de OD en la superficie disminuyeron debido a la difusión de oxígeno al aire, pues los aireadores de paleta perturbaron el agua de superficie sobresaturada de oxígeno. Sin embargo, la concentración de oxígeno aumentó enormemente por debajo de 1 m de profundidad. La ganancia de oxígeno en los estratos (área verde) más profundos es casi 7 veces mayor que la pérdida de oxígeno en las aguas superficiales (área roja). Por lo tanto, la circulación del agua incrementó la reserva total de oxígeno en el estanque. Imagen de Fernando Kubitzka.

Szyper y Lin (1990), en un estudio sobre la circulación del agua en estanques de tilapia de 1,4 a 1,6 m de profundidad con la misma densidad de siembra y manejo de alimentación, observaron que los estanques que recibían dos horas de circulación de agua durante las horas pico de la fotosíntesis (mediodía a 1 pm, y 3 a 4 pm) tenían niveles de oxígeno temprano por la mañana (6 am) de aproximadamente 3 mg/L en comparación con menos de 0,5 mg/L en los estanques sin circulación. Por lo tanto, la circulación del agua es un medio eficaz para aumentar las reservas globales de oxígeno para la respiración de las comunidades del estanque durante la noche, hasta que la actividad fotosintética puede restaurar los niveles de oxígeno al día siguiente. De esta manera, la cantidad de aireación suplementaria aplicada a los estanques durante la noche puede reducirse significativamente.

## ¿Cómo afectar la circulación de agua?

El agua superficial puede ser empujada hacia abajo (usando aireadores de paletas, bombas de hélices aspiradores o bombas de circulación de agua especialmente diseñadas, entre otros dispositivos), o el agua de fondo puede ser elevada (usando dispositivos de inyección de aire, aireadores de tipo "fuentes" verticales, u otros medios) para promover la circulación de agua (Fig. 5). Con el fin de ser más eficaz interrumpiendo la estratificación de la columna de agua, incorporando oxígeno en las aguas del fondo y aumentando las reservas totales de oxígeno en un estanque, la circulación del agua debe llevarse a cabo durante las horas pico de fotosíntesis, cuando el agua de superficie está sobresaturada con oxígeno.

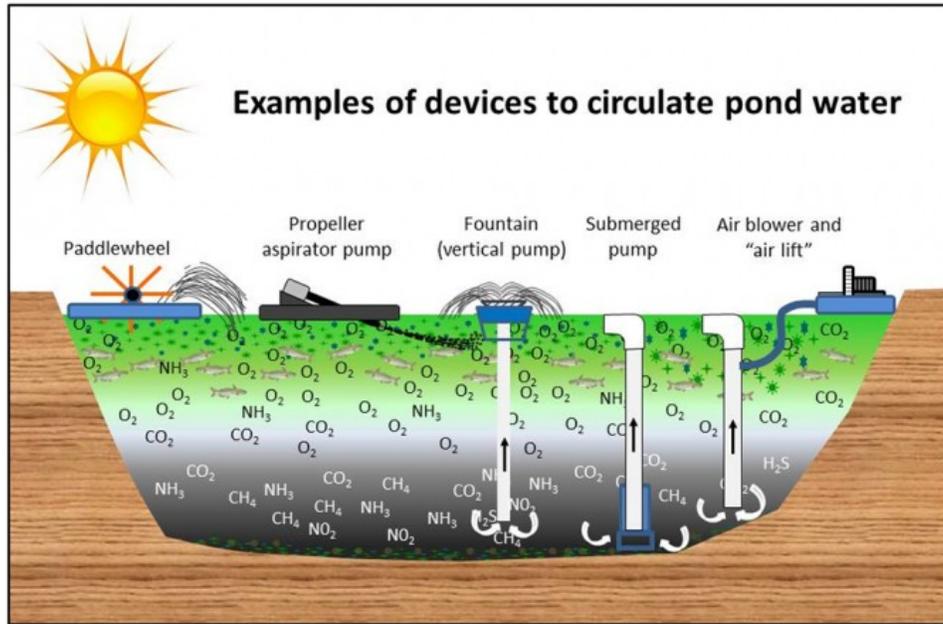


Fig. 5: Representación esquemática de algunos de los dispositivos utilizados para promover la circulación del agua en los estanques. Algunos empujarán el agua superficial hacia abajo (aireadores de paleta y aspiradores de hélice), mientras que otros traerán el agua de abajo hacia arriba (bombas verticales aireadoras o "fuentes" equipadas con tubos de 150-200 mm, bombas sumergidas y dispositivos de elevadores de aire). Imagen de Fernando Kubitza.



Las bombas verticales (similares a aireadores de fuente) pueden adaptarse con un tubo de PVC extendido de 200 mm. La longitud del tubo se puede ajustar de acuerdo con la profundidad del estanque. La tubería extendida permite la circulación/movimiento de agua de fondo hacia arriba, y el desplazamiento gradual de las aguas superficiales hacia abajo. Al hacer esto sobre una base diaria, durante el tiempo de la fotosíntesis máxima, los acuacultores pueden minimizar el gradiente de la estratificación del estanque y enriquecer las aguas de fondo con oxígeno. Créditos: André Nascimento y Fernando Kubitza.

Fig. 7: Double-side mounted propeller-aspirators (2 hp each propeller) that is being used to promote the mixing of pond water. Propellers push surface water down without too much surface disturbance, causing minor losses of oxygen from DO-supersaturated surface water. Photos by Fernando Kubitzka.

## Beneficios de la circulación de agua

Como se señaló anteriormente, la circulación regular de agua interrumpe la estratificación química y física del agua del estanque, hace el ambiente del estanque más homogéneo y estable, y disminuye el riesgo de muerte de los peces debido a un volteo repentino del estanque. La circulación del agua aumenta el almacenamiento de oxígeno en un estanque, reduciendo las horas y los costos de aireación suplementaria durante la noche. La productividad de microalgas (fitoplancton) y, por lo tanto, la disponibilidad de alimentos naturales (microalgas, zooplancton y organismos bentónicos) se incrementa con circulación de agua. Las microalgas se mantienen en constante movimiento y reciben nutrientes reciclados a partir de los desechos orgánicos descompuestos en el fondo del estanque. La circulación del agua también parece favorecer microalgas beneficiosas, tales como algas verdes, reduciendo el predominio de cianobacterias indeseables (algas verde-azules) a menudo asociadas con problemas de mal sabor en los animales cultivados y con algunos episodios de toxicidad para los peces. Las algas verdes también se han demostrado beneficiosas para reducir las infecciones por *Vibrio* en los camarones. A medida que la calidad de los suelos y el agua del fondo del estanque mejoran a través de la circulación, los organismos del bentos se hacen más disponibles para los peces y camarones. En un estanque bien mezclado, los peces y camarones pueden explotar mejor todas las dimensiones del estanque y tienen más opciones de alimentos naturales. Como el alimento natural sirve como una fuente de nutrientes y factores que promueven la salud, y la calidad del agua del estanque se mejora, los productores experimentarán un mejor crecimiento, tasa de conversión alimenticia y supervivencia de sus peces y camarones cultivados.

Tractor-powered, water circulator propellers such as this one can be used for either emergency aeration or for mixing pond water, just by regulating its operational depth. Circulators will force oxygen rich water to move down and contact oxygen depleted bottom water, increasing oxygen levels in pond bottoms. Photos by Fábio Mori.

## Observaciones finales

En general, los acuacultores entienden implícitamente que la circulación del agua es buena para los peces y camarones. Sin embargo, no todos ellos utilizan la circulación del agua como una práctica de manejo regular. Mi opinión personal y significativa experiencia de campo es que a través de la circulación del agua los productores pueden mejorar significativamente la calidad del ambiente del estanque, y por lo tanto el rendimiento de la producción (crecimiento y conversión alimenticia), la salud, la supervivencia, las tasas de alimentación, y, en consecuencia, el rendimiento de la cosecha de los peces y camarones cultivados. Y espero que más productores experimenten con la circulación del agua, la aplicación de los fundamentos presentados en este artículo. Aunque es importante destacar que la mayor parte de las observaciones sobre la circulación del agua son aún más bien empíricas, y que muy pocos estudios controlados han evaluado verdaderamente tales beneficios.

El encendido de aireadores de paleta durante las horas pico de la fotosíntesis causa la pérdida de oxígeno de las aguas superficiales sobresaturadas de OD. Sin embargo, los aireadores de paleta son eficaces para mezclar el agua del estanque y promover el aumento de oxígeno en las aguas profundas. Fotos de Fernando Kubitza.

Investigaciones más a fondo sobre la circulación del agua deben abordar: a) los dispositivos más eficientes para la circulación del agua en los estanques; b) los protocolos y gestión de circulación de agua; c) que aumento de la tasa de alimentación diaria (y, por lo tanto, el rendimiento de producción de los estanques) puede lograrse mediante la aplicación de circulación de agua de rutina; d) cuantas horas y dinero gastado en la aireación suplementaria se puede ahorrar mediante la aplicación de la circulación regular de agua en los estanques.

## 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>).

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.