



ALLIANCE™

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



 Responsibility

Efectos de la aireación mecánica sobre la tasa de evaporación, temperatura del agua

11 June 2018

By Hisham A. Abdelrahman, Ph.D. and Claude E. Boyd, Ph.D.

Restringir el uso a los períodos en los que se necesita la administración de oxígeno suplementario puede conservar agua y disminuir el consumo de energía



Uno de los aireadores Air-O-lator de 0,5 hp utilizados en este estudio, que muestra el agua que se salpica al aire durante la operación.

La acuicultura en estanques es cada vez más intensiva. Como resultado, se usa más alimento, lo que resulta en una gran demanda de oxígeno. El intercambio de agua puede usarse para evitar la baja concentración de oxígeno disuelto (DO), pero es más eficiente aplicar aireación mecánica.

La aireación mecánica se ha convertido en una práctica estándar para evitar la baja concentración de oxígeno disuelto en el cultivo basado en alimento de bagre de canal, tilapia, camarón marino y varias otras especies. Hay muchos tipos de sistemas de aireación de estanques, pero la mayoría opera en uno de dos principios: o salpican agua en el aire o salpican burbujas de aire en el “burbujeador” de agua.

Los aireadores de rueda de paletas y de bomba vertical (turbina) son los más utilizados en la acuicultura comercial. La acción de salpicadura de estos aireadores aumenta la superficie del agua expuesta al aire y facilita la velocidad de transferencia de oxígeno del aire al agua. Por supuesto, se esperaría que una mayor área superficial de agua expuesta al aire aumente la evaporación, porque el proceso ocurre en la interfaz aire-agua. La evaporación es un proceso de enfriamiento; por lo tanto, la aireación mecánica también puede dar como resultado una temperatura del agua inferior a la que se produciría sin aireación. No hay información disponible sobre el efecto de la aireación mecánica con aireadores de superficie sobre la tasa de evaporación o la temperatura del agua en estanques acuícolas.

Este artículo está adaptado y resumido de la publicación original (Aquaculture Research **49(6):2184–2192** (<https://doi.org/10.1111/are.13674>)), que comparó la temperatura del agua y la pérdida de agua por evaporación en estanques de control y en estanques aireados con aireadores de superficie a cuatro velocidades de aireación diferentes.

Diseño del estudio

El estudio se realizó durante el verano en el E.W. Shell Fisheries Center, Auburn University, Auburn, Ala., EE. UU. Se seleccionaron seis estanques de tierra de investigación de 0.04 hectáreas (0.1 acres) con una profundidad promedio de 0.85 metros (2.8 pies). Los estanques de estudio (Fig. 1) se ubicaron uno

al lado del otro, con las mismas dimensiones, conteniendo las estructuras de control de entrada y salida de agua, y suministrados por la misma agua.

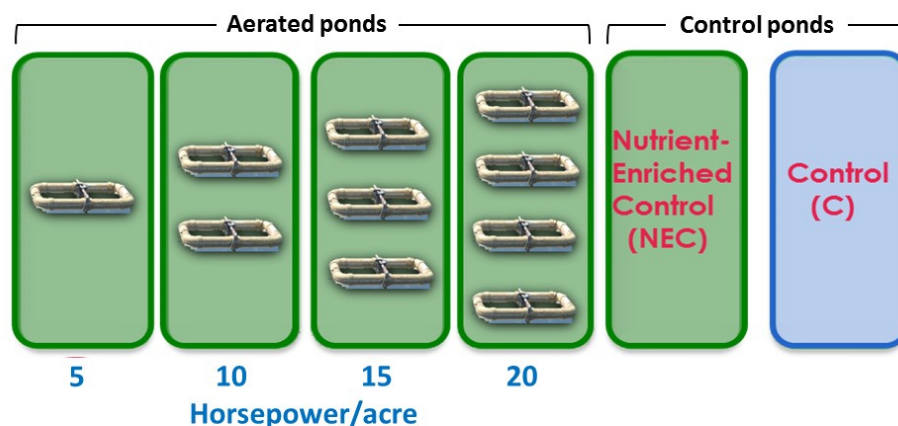


Fig. 1: Diagrama que muestra el diseño del estudio.

Un estanque no tenía aireación y sirvió como control (C), mientras que los otros cinco estanques se fertilizaron para promover las floraciones de fitoplancton. La aireación no se aplicó a un estanque fertilizado para proporcionar un control enriquecido en nutrientes (NEC). Se instalaron uno, dos, tres o cuatro aireadores comerciales Air-O-Lator de 0,37 kilovatios (0,5 caballos de fuerza) (Air-O-Lator Corp., Kansas City, Missouri, EE. UU.) en cada uno de los otros estanques fertilizados. Estos aireadores de bomba vertical salpicaban agua en el aire. Las tasas de aireación fueron equivalentes a 9.2, 18.4, 27.6 y 36.9 kW/hectárea (5, 10, 15 y 20 hp/acre). Los aireadores se operaron alternativamente durante 24 horas (ON; PRENDIDOS) y luego se apagaron durante 24 horas (OFF; APAGADOS). En total, los aireadores estuvieron encendidos por 25 días y apagados por 25 días.

Se instaló un tubo de cloruro de polivinilo de 10 cm de diámetro en cada estanque cerca del borde como un pozo amortiguador. Los niveles de agua en los pozos amortiguadores se midieron con el calibrador de gancho. Se perforó un orificio de 1 cm de diámetro en el lateral de cada tubería para mantener el mismo nivel de agua dentro de la tubería que en el exterior del estanque. La temperatura del agua superficial, la temperatura del agua a 70 cm de profundidad en cada estanque y la temperatura del aire se controlaron a intervalos de 1 hora usando registradores de datos de temperatura HOBO Pendant® comerciales (HOBOWare®, Janesville, Wisconsin, EE. UU.). Todos los registradores de datos se instalaron el día anterior al inicio del experimento y se usaron hasta el final del experimento. Se tomaron muestras de agua para la turbidez diaria y mediciones semanales de clorofila. Para medir la evaporación y la precipitación, se usaron un recipiente estándar de evaporación del tipo A del Servicio Meteorológico Nacional y un pluviómetro tipo Oficina del Tiempo Meteorológica estándar (Forestry Supply, Jackson, Miss., EE. UU.), respectivamente.

La evaporación resultante de la aireación durante 24 horas (mm/día), calculada en base a la pérdida de calor de los estanques aireados, se determinó con la siguiente ecuación:

$$\frac{(D) (T1 - T2)}{540 + (100 - T1)}$$

D = profundidad promedio del estanque (mm); T1 = temperatura media del agua del estanque NEC; T2 = temperatura media del agua del estanque aireado; 540 = calor latente de vaporización del agua es 540 calorías/gramo.

Resultados y discusión

Temperatura de agua

Se calcularon medias \pm SE para la temperatura del agua en la superficie y a 70 cm de profundidad en cada estanque (Tabla 1). Ambos estanques de control, NEC y C, tenían una mayor temperatura del agua, en la superficie y a 70 cm de profundidad, que todos los estanques aireados. Los estanques con una tasa de aireación más alta tenían una temperatura del agua más fría, en la superficie y a 70 cm de profundidad.

Abdelrahman, aireadores, Tabla 1

Temperatura	Tasa de aireación (hp/acre): 0 (C)	Tasa de aireación (hp/acre): 0 (NEC)	Tasa de aireación (hp/acre): 5	Tasa de aireación (hp/acre): 10	Tasa de aireación (hp/acre): 15	Tasa de aireación (hp/acre): 20
Superficie	29.48a \pm 0.06	29.02b \pm 0.06	28.04c \pm 0.06	27.16d \pm 0.06	26.93d \pm 0.06	26.08e \pm 0.06
70-cm profundidad	29.46a \pm 0.07	29.43a \pm 0.07	28.1b \pm 0.06	27.09c \pm 0.06	26.8d \pm 0.06	25.89e \pm 0.06

Tabla 1. Medias \pm errores estándar (SE) para la temperatura del agua - en la superficie y a 70 cm de profundidad - en cada estanque durante un período de 24 horas (indicado por la misma letra en una fila no difiere en $p < 0.05$).

En periodos de 24 horas, la temperatura promedio del agua superficial en los estanques aireados disminuyó en 0.92 a 2.84 grados-C para una tasa de aireación de 5 y 20 hp/acre, respectivamente. Mientras que la temperatura promedio del agua a 70 cm de profundidad en estanques aireados se redujo en 1.26 a 3.42 grados-C para una tasa de aireación de 5 y 20 hp/acre, respectivamente.

Se calcularon dos modelos simples de regresión lineal (Fig. 2) para revelar la fuerte relación lineal entre la tasa de aireación (hp/acre) y la disminución media de la temperatura del agua en estanques aireados relacionados con la del NEC. Hubo un claro efecto de aumentar la cantidad de unidades de Air-O-Lator y la disminución de la temperatura del agua superficial o del fondo.

Fig. 2: Relaciones entre la tasa de aireación (hp/acre) y las diferencias en la temperatura del agua – en la superficie y a 70 cm de profundidad – entre estanques aireados y el estanque de control enriquecido con nutrientes cuando los aireadores funcionaron continuamente durante 24 horas.

Los estanques acuícolas poco profundos se estratifican térmicamente durante el día y se destratifican durante la noche. El estanque no aireado y enriquecido con nutrientes (NEC) siguió la tendencia esperada; se estratificó térmicamente durante el día con las aguas profundas más cálidas que las aguas superficiales, pero se destratificó durante la noche. La aireación superficial mecánica provocó la destratificación de estanques aireados durante el día.

Cuanto mayor era la tasa de aireación durante el día o la noche, más fría estaba el agua en la superficie y a una profundidad de 70 cm. Todos los estanques aireados tenían temperaturas más bajas durante el día y la noche y en la superficie y a 70 cm de profundidad que el estanque NEC; un efecto que puede ser positivo o negativo dependiendo de la ubicación de la granja, la estación y las especies cultivadas.

Se ha demostrado que la temperatura del estanque afecta las tasas de crecimiento del bagre de canal, la trucha de arroyo, el camarón blanco del Pacífico, la tilapia y el camarón de agua dulce. El potencial de producción se deterioraría cuando la temperatura del agua cae fuera del rango óptimo durante períodos significativos. Por lo tanto, durante las altas temperaturas, la aireación podría beneficiar la producción bajando la temperatura hacia el rango óptimo. Por otro lado, cuando la temperatura es baja, la aireación puede reducir la producción debido a un pobre consumo y conversión de alimentos.

En los estanques de tratamiento de aguas residuales, los diferentes tipos de sistemas de aireación causan diferentes tasas de pérdida de calor; por lo tanto, se requieren más trabajos para estudiar la pérdida de calor causada por diferentes tipos de aireadores en estanques acuícolas.

Tasa de evaporación

Las tasas de aireación en los estanques acuícolas con revestimiento de tierra van de 2 a 16 hp/acre, y en ocasiones se pueden usar tasas aún mayores en los estanques con revestimiento de plástico para la tecnología de biofloc. Algunos sistemas intensivos de tilapia se airean con 40 a 60 hp/acre.

Las pérdidas de agua (Tabla 2) causadas por la aireación durante 24 horas fueron 15.2 y 43.6 metros cúbicos por hectárea para la tasa de aireación de 5 y 20 hp/acre, respectivamente. La pérdida por evaporación aumentó linealmente con una mayor cantidad de aireación. La tasa de evaporación aumentó 32 y 92 por ciento cuando los estanques se airearon durante 24 horas con uno y cuatro aireadores Air-O-Lator, respectivamente. El aumento de la evaporación reduce el volumen de agua y puede concentrar contaminantes. También puede aumentar la salinidad del agua significativamente.

Abdelrahman, aireadores, Tabla 2

Parámetro	Tasa de aireación (hp/acre): 5	Tasa de aireación (hp/acre): 10	Tasa de aireación (hp/acre): 15	Tasa de aireación (hp/acre): 20
Volumen de pérdida de agua (metros cúbicos /ha/día)	15.18	27.27	31.41	43.55
Aumento en evaporación (%)	32.01	57.49	66.21	91.82

Tabla 2. Volumen de pérdida de agua provocada por la aireación (metros cúbicos/ha/día) y porcentaje del aumento de la evaporación provocado por la aireación durante 24 horas.

Vea la publicación original para detalles de cálculo.

La evaporación es un factor crucial en la determinación del suministro de agua requerido para estanques de peces tanto en climas húmedos como áridos. La evaporación del estanque representó el 66.2 por ciento de la pérdida total de agua de un estanque de bagre de canal en Alabama, y este porcentaje podría ser incluso mayor en las zonas áridas. La cantidad de agua requerida para mantener los niveles de agua en estanques aumenta en climas más secos y, en consecuencia, aumenta el uso de agua y el costo de bombeo por unidad de producción.

Algunos productores continúan aireando estanques en momentos en que las concentraciones de oxígeno disuelto son adecuadas. Restringir el uso del aireador solo al período en que se necesitan suplementos de oxígeno puede ahorrar agua y disminuir la energía tanto para la aireación como para el bombeo, lo que reduce los costos de producción. La forma más eficiente de equilibrar el uso de la aireación con la necesidad es instalar sistemas automáticos para encender y apagar los aireadores en respuesta a la concentración de oxígeno disuelto.

Turbidez del agua

El cambio en la turbidez durante los días PRENDIDO y los días APAGADO no fue diferente entre los estanques con diferentes números de unidades Air-O-Lator y los estanques de control. Por lo tanto, el tipo de aireadores utilizados en este estudio no aumenta significativamente la turbidez del agua. El estanque NEC fue más turbio que el estanque C. Una mayor turbidez como resultado de la fertilización aumentó las tasas de evaporación.

Perspectivas

El aumento de la tasa de aireación aumenta la tasa de evaporación, que a su vez disminuye la temperatura del agua. Un estanque enriquecido con nutrientes se evapora más que un estanque no fertilizado. Los beneficios económicos de los costos de bombeo reducidos pueden obtenerse restringiendo la aireación a períodos de necesidad, particularmente en regiones donde el agua es escasa.

El medio más confiable para controlar la operación del aireador en períodos de baja concentración indeseable de oxígeno disuelto es usar un sistema automatizado que enciende y apaga los aireadores en respuesta a la concentración monitoreada por un sensor de oxígeno que se comunica con el aireador. El beneficio de la aireación para aumentar la producción de peces excede en gran medida el costo de bombeo para reponer la pérdida de agua a una mayor evaporación. Los productores no deberían disminuir el uso de la aireación hasta el punto de producir una concentración de oxígeno disuelto excesivamente baja y causar estrés a los peces.

Hay muchos tipos de aireadores y los estanques comerciales son generalmente aireados con unidades más grandes que las utilizadas en esta investigación; por lo tanto, se requieren más trabajos para estudiar la pérdida de calor y agua causada por diferentes tipos de aireadores.

Referencias disponibles del primer autor.

Authors



HISHAM A. ABDELRAHMAN, PH.D.

Postdoctoral Research Associate
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences
Auburn University, Auburn, Alabama 36849

hisham@auburn.edu (<mailto:hisham@auburn.edu>).



CLAUDE E. BOYD, PH.D.

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

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

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.