



ALLIANCE™

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



 Responsibility

# Temperatura del agua en acuicultura

17 December 2018

By Claude E. Boyd, Ph.D.

Una variable importante alrededor de la cual las operaciones son a menudo cronometradas



Los animales acuáticos se ven fuertemente afectados por la temperatura, y la producción acuícola a menudo debe programarse

para que se corresponda con la temperatura del agua, particularmente en operaciones al aire libre. Foto de Darryl Jory.

Los átomos y moléculas de una masa de materia a la que se le agrega energía vibran más rápido y se alejan entre si un poco más. El contenido de calor de la materia es el resultado de la energía de los movimientos de los átomos y las moléculas. La temperatura es simplemente un indicador de qué tan caliente está un objeto como resultado de su contenido interno de energía (o calor). Es una medida que el hombre desarrolló y usa para evaluar cuán calientes son las cosas. Un termómetro responde a la energía cinética promedio de las moléculas dentro de una sustancia.

La luz solar está compuesta de fotones (pequeñas partículas) de energía. Cuando la luz del sol pasa a través del agua, la energía de la luz se transfiere a las moléculas de agua, lo que aumenta su contenido de calor y hace que el agua se caliente y la temperatura aumente. Por supuesto, la energía también puede transferirse al agua por contacto con un objeto caliente, porque la energía (calor) en el objeto caliente se transferirá al agua más fría por conducción.

### **Relevancia de la temperatura del agua**

La temperatura del agua es una variable importante en la acuicultura, pero en la mayoría de los tipos de acuicultura no se puede controlar y depende de la cantidad de radiación solar, la temperatura del aire o de la temperatura del agua que pasa a través de la unidad de cultivo. Los animales acuáticos están fuertemente afectados por la temperatura; las operaciones de acuicultura deben programarse para que correspondan a la temperatura del agua, y las mediciones de temperatura son críticas para operaciones eficientes.

La temperatura es un factor importante que afecta el crecimiento y la supervivencia de todos los organismos. Sin embargo, la temperatura del agua es especialmente importante para el crecimiento y la supervivencia de los camarones, peces y otros animales acuáticos, ya que son poiquilotérmicos (de sangre fría). Los animales poiquilotérmicos no pueden controlar la temperatura corporal y se equilibran con la temperatura del agua circundante. Los animales acuáticos generalmente se clasifican como especies de aguas frías, de aguas cálidas y tropicales.

Las especies de aguas frías no tolerarán temperaturas por encima de 20 a 25 grados-Celsius. Las especies de aguas cálidas generalmente no se reproducen a temperaturas inferiores a 20 grados-C o no crecen a temperaturas inferiores a 10 a 15 grados-C, pero sobreviven temperaturas mucho más bajas en invierno. Las especies tropicales morirán a temperaturas de 10 a 20 grados-C y la mayoría no crecerá a temperaturas inferiores a 25 grados-C.

Los rangos de temperatura dados anteriormente son muy generales, y cada especie – ya sea de agua fría, agua caliente o tropical – tiene sus requisitos de temperatura característicos. Los efectos de la temperatura en una especie de pez tropical se ilustran en la Fig. 1. Hay una temperatura baja por debajo de la cual mueren los peces, y a una temperatura ligeramente más alta, los peces viven, pero no crecen o crecen muy lentamente. A una cierta temperatura, el crecimiento aumentará rápidamente al aumentar la temperatura hasta que se alcance la temperatura óptima. A medida que la temperatura aumenta más allá de la temperatura óptima, el crecimiento disminuirá, cesará y los peces morirán si el aumento continúa.

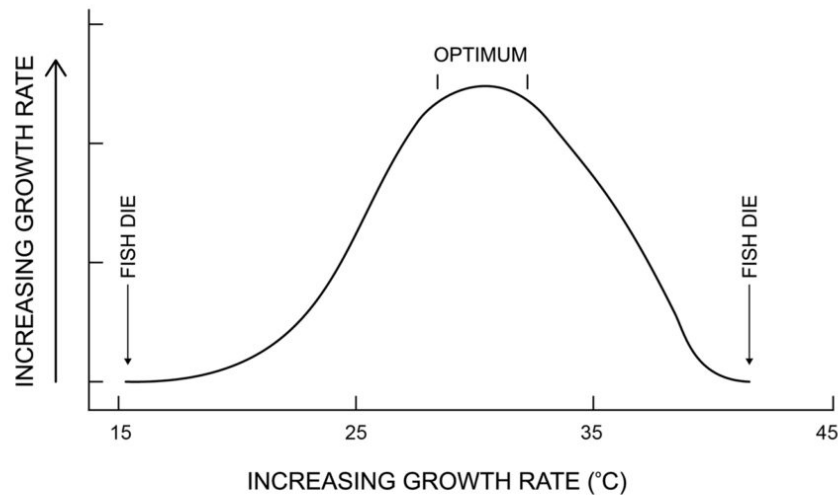


Fig. 1: Temperatura del agua en acuicultura.

La relación en la Fig. 1 es ligeramente diferente para las especies de aguas cálidas o frías. No es probable que estos organismos mueran como resultado de la baja temperatura en aguas naturales o de acuicultura.

### Efecto en crecimiento de organismos

El crecimiento implica muchos procesos metabólicos y bioquímicos, y las tasas de estos procesos tienden a aumentar de acuerdo con la ley de van't Hoff. Esta ley establece que las reacciones químicas se duplicarán o triplicarán con cada aumento de 10 grados-C en la temperatura. Como resultado, en el rango de temperatura dentro del cual el crecimiento aumenta rápidamente a mayor temperatura, un aumento de 10 grados-C en la temperatura aumentará considerablemente la tasa de crecimiento. En aplicaciones biológicas, el efecto de la ley de van't Hoff generalmente se conoce como el coeficiente de temperatura o  $Q_{10}$ .

El patrón de crecimiento que se muestra en la Fig. 1 es para animales mantenidos en el laboratorio en condiciones altamente controladas. En la mayoría de los sistemas acuícolas, la temperatura no se puede controlar. Habrá fluctuaciones diarias en la temperatura del agua, tendencias estacionales en la temperatura del agua y cambios en la temperatura del agua relacionados con los patrones climáticos que pueden ocurrir en cualquier estación. Además, los animales cultivados pueden estar estresados por factores distintos a la temperatura y crecer más lentamente de lo esperado para la temperatura del agua del sistema de cultivo.

Un buen ejemplo de la relación anterior se muestra en la Tabla 1 con los datos publicados hace años por Ji-Qiao Wang y sus colegas. Las carpas se mantuvieron bajo una temperatura controlada considerada óptima para el crecimiento, pero la salinidad del agua fue variada. Aunque la temperatura era casi óptima, el crecimiento disminuyó a medida que aumentaba la salinidad. Sin embargo, la temperatura del agua es un factor fundamental que influye en el crecimiento, y las especies acuícolas deben seleccionarse para que tengan requisitos de temperatura que permitan un crecimiento casi óptimo para el rango de temperatura del agua en una instalación de producción particular. Obviamente, no se puede esperar una temperatura óptima de manera continua, pero los períodos con temperaturas que se alejan de la óptima disminuirán el potencial de producción.

## Boyd, Temperatura del Agua, Tabla 1

Salinidad (ppt)	Energía de alimentos recuperada como crecimiento de peces (%)
0.5	33.4
2.5	31.8
4.5	22.2
6.5	20.1
8.5	10.4
10.5	-1.0

Tabla 1. Efecto de la salinidad en la recuperación de la energía alimentaria como crecimiento en la carpa común (de Wang et al. 1997).

La temperatura tiene otro efecto importante en los estanques y en los lagos para el cultivo en jaulas. La densidad del agua líquida aumenta de 0 a 4 grados-C y luego disminuye a medida que aumenta la temperatura. Esto hace que el hielo flote, que los cuerpos de agua no se congelen, y hace que el agua de la superficie se caliente más rápido y se vuelva menos densa (más ligera) que el agua más profunda. Esta dependencia del agua a la densidad por temperatura hace que las aguas superficiales sean menos densas, en las que las plantas producen luz para producir oxígeno a través de la fotosíntesis, para flotar sobre el agua más profunda y sin iluminación.

Este fenómeno, conocido como estratificación térmica, separa la capa superior de agua de las aguas más profundas, porque la acción del viento no es lo suficientemente fuerte para hacer que se mezclen. El plancton muerto se deposita en el fondo, pero el oxígeno de la capa superior e iluminada no puede mezclarse con la capa más profunda debido a la estratificación térmica. Esto resulta en el agotamiento de oxígeno disuelto en las aguas más profundas.

Como resultado, puede ocurrir una destratificación durante los períodos de frío o después de lluvias intensas y vientos fuertes que hacen que las capas superficiales y de fondo se mezclen. Este fenómeno se conoce comúnmente como volcado, y la mezcla de las aguas más profundas con el agua de la superficie puede provocar el agotamiento del oxígeno disuelto y la mortalidad de los peces.

Los estanques acuícolas suelen ser intencionalmente poco profundos. Pueden estratificarse brevemente durante el día, pero se mezclan por la noche cuando el calor de las aguas superficiales se pierde en el aire por convección. Las corrientes de agua causadas por los aireadores mecánicos en los estanques también evitan la estratificación térmica.

### Otros efectos de la temperatura

La temperatura tiene otros efectos, porque el fitoplancton y el zooplancton también responden a la temperatura del agua. El agua caliente también favorece mayores índices de reacciones químicas, y los fertilizantes y el material de encalado aplicado a los estanques se disolverán más rápido.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua en equilibrio con el aire disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua. Esto en sí mismo no es molesto para los peces, ya que responden a la presión o al porcentaje de saturación de oxígeno en el agua. Dos aguas dulces, una a 20 grados-C que contiene 9,08 mg/L de oxígeno disuelto y la otra a 32 grados-C que contiene 7,29 mg/L de oxígeno disuelto están ambas saturadas con oxígeno disuelto. Aunque el agua más fría contiene más oxígeno disuelto, ambas están en una saturación del 100 por ciento.

Aunque el hecho de que el agua más caliente retenga menos oxígeno a la saturación que el agua más fría no causa un problema directamente, la tasa de respiración de todos los organismos aeróbicos aumenta con la temperatura más alta. Las especies de cultivo, fitoplancton, zooplancton y bacterias requieren más oxígeno de la respiración a una temperatura más alta, pero de agua que contiene menos oxígeno disuelto. Esta es la razón por la cual el agotamiento del oxígeno disuelto se convierte en una mayor amenaza para el bienestar de los animales cultivados a medida que aumenta la temperatura del agua.

La temperatura tiene algunos otros impactos en los estanques. Debido a que las temperaturas más cálidas favorecen el crecimiento del plancton, más dióxido de carbono y bicarbonato se eliminarán del agua para usar en la fotosíntesis que a una temperatura más baja. Esto conduce a una mayor fluctuación entre el pH durante la noche y durante el día, pero generalmente este fenómeno no afecta apreciablemente a las especies cultivadas.

Hay varios efectos menores de la temperatura en los estanques acuícolas que merecen ser mencionados. El agua más caliente tiene una viscosidad más baja que el agua más fría, y una viscosidad más baja favorece las tasas de sedimentación de las partículas suspendidas y la filtración de agua a través de los suelos de los estanques. Las partículas de arcilla suspendidas se asientan más rápido y se filtra más agua de los estanques a temperaturas del agua más altas. La tasa de evaporación también aumenta con una mayor temperatura del agua, y la transferencia de gas por los aireadores mecánicos también se ve favorecida por el aumento de la temperatura del agua.

## Perspectivas

Como regla general, los procesos físicos, químicos y biológicos en los sistemas acuícolas se ven favorecidos por un aumento de la temperatura. Sin embargo, los procesos biológicos se ven afectados negativamente por temperaturas por encima de las óptimas, y pueden causar estrés y mortalidad de los animales cultivados y otros organismos.

## Author

---



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

Professor Emeritus  
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.