



ALLIANCE™

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



Health &
Welfare

Evaluación de la preferencia de temperatura de juveniles de tilapia del Nilo

19 August 2019

By Renaud Nivelles, M.S. , Vincent Gennotte, Ph.D. , Emery Jules Kembolo Kalala , Nguyen Bich Ngoc, M.S. , Marc Muller, Ph.D. , Prof. Charles Mélard and Carole Rougeot, Ph.D.

Los resultados muestran que la especie puede elegir brevemente una temperatura masculinizante



Este estudio muestra por primera vez que los juveniles de tilapia del Nilo pueden elegir una temperatura masculinizante durante un corto período de tiempo. Foto de Darryl Jory.

El principal factor ambiental de determinación del sexo reportado en los peces es la temperatura, y se han descrito en la literatura casi 60 especies de peces que muestran la determinación del sexo por temperatura o la determinación del sexo genético (GSD) con un efecto de temperatura (GSD + TE).

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es un pez de agua dulce oriundo de África que vive en hábitats contrastantes. Los tratamientos térmicos con temperaturas superiores a 32 grados-C a 36.5 grados-C durante al menos 10 días durante el período de diferenciación gonadal [de 10 a 30 días después de la fertilización (dpf) para la tilapia del Nilo] inducen la masculinización. La magnitud de la masculinización depende en gran medida de los efectos de los machos, desde ningún efecto hasta casi el 100 por ciento de machos.

En la tilapia del Nilo, la temperatura óptima de crecimiento en un ambiente controlado es de aproximadamente 27 a 30 grados-C, por debajo de las altas temperaturas masculinizantes por encima de 32 grados-C. Por lo tanto, la relevancia de la reversión térmica del sexo en un contexto natural y las consecuencias de las posibles ventajas selectivas no estaban claras. Además, no estaba claro si los juveniles indiferenciados de *O. niloticus* se moverían espontáneamente a temperaturas altas, potencialmente masculinizantes, lo que induciría la reversión del sexo. La preferencia térmica de las especies que exhiben un sistema de determinación del sexo GSD + TE durante el período termosensible para la determinación del sexo solo se ha estudiado en el bagre africano.

Este artículo, adaptado y resumido de la **publicación original** (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212504>), reporta sobre un estudio para determinar si los juveniles sexualmente indiferenciados de tilapia del Nilo prefieren espontáneamente temperaturas más altas y desfavorables, y si esta elección sesga la proporción de sexos hacia los machos.

Configuración del estudio

Las tilapias del Nilo de la cepa del lago Manzala (Egipto) se obtuvieron del Centro de Investigación y Educación en Acuicultura (CEFRA), Universidad de Lieja, Bélgica. Todos los apareamientos se realizaron entre XX hembras y XX machos, este último obtenido por reversión hormonal del sexo. Se utilizaron XX progenies para detectar mejor un posible efecto masculinizante.

Cinco progenies de hermanos completos (del 100 por ciento de cruces XX) se sometieron a (1) un gradiente de paso térmico horizontal de tres compartimentos (continuo térmico de 28 a 32 a 36.5 grados-C) durante el período termo-sensible, (2) un continuo de control (28- 28- 28 grados-C) y (3) un tanque de control térmico (36.5 grados-C).

Para obtener información detallada sobre la configuración experimental; progenies; condiciones de cría; análisis de ocupación compartimental continua; análisis de supervivencia y proporción de sexos; análisis estadístico de datos y otros aspectos de diseño experimental, consulte la publicación original.

Resultados y discusión

La tilapia del Nilo tiene un mecanismo complejo de determinación del sexo con factores genéticos mayores y menores, y un efecto de temperatura (GSD + TE). Nuestro experimento fue diseñado para proporcionar una idea de la relevancia de los efectos de la temperatura en la determinación del sexo de la tilapia del Nilo cuando los peces tienen la oportunidad de elegir su preferencia térmica en un gradiente de escalón térmico horizontal, que representa algunas elecciones de temperatura que los peces podrían hacer en un período específico de su vida en la naturaleza

Nuestro estudio muestra que la tilapia juvenil sexualmente indiferenciada se movió a través de un dispositivo de tres compartimentos conectados (continuo). En un continuo de control (CC) donde las temperaturas en los tres compartimentos se establecieron de manera idéntica a 28 grados-C en todo momento, los 10 juveniles dpf ocuparon los tres compartimentos de manera uniforme después de los primeros 5 días y esa distribución se mantuvo esencialmente uniforme hasta el final del experimento (40 dpf). Resultados similares han sido reportados por otros investigadores y otras especies de peces.

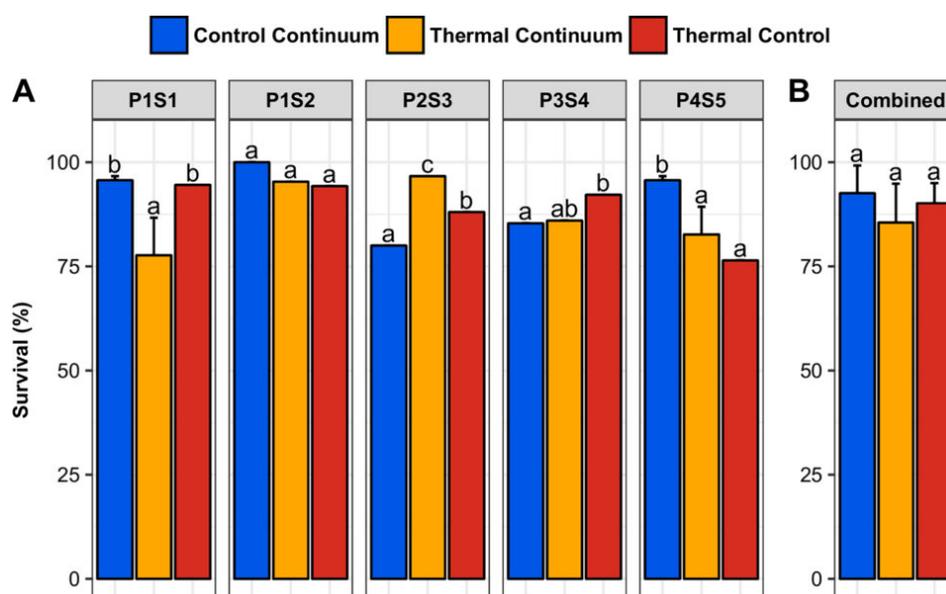


Fig. 1: Supervivencia posterior al tratamiento. Tasas de supervivencia a 40 dpf (post-tratamiento) en el continuo de control, el continuo

térmico y el control térmico (A: por progenie; B: media + DE). Dentro de cada gráfico, las barras con la misma letra no son significativamente diferentes (modelo lineal generalizado, valor $p > 0.05$).

Los rasgos de personalidad animal también influyen en el comportamiento de una manera dependiente del contexto. En peces, se han descrito tres tipos de personalidad: 1) proactiva: afrontamiento activo, tomadores de riesgo, lo que sugiere un mayor requerimiento de energía, 2) reactivo: afrontamiento pasivo, tímido con un bajo nivel de agresión e inmovilidad, lo que sugiere menores costos metabólicos, y 3) individuos intermedios entre estos dos extremos.

En la tilapia del Nilo y los peces cebra, los individuos proactivos exhiben una mayor preferencia térmica en comparación con los individuos reactivos. En nuestros experimentos, usamos lotes sin clasificar; por lo tanto, la distribución de preferencia térmica observada debe reflejar una población de personalidad mixta. Curiosamente, tal interpretación nos llevaría a concluir que los individuos que prefieren las temperaturas más altas, en particular los que prefieren 36.5 grados-C durante el período inicial y más adelante, serían los individuos más proactivos y exploratorios.

La existencia de dos preferencias térmicas sucesivas en nuestro experimento podría estar relacionado con la edad y el tamaño del pez. La temperatura óptima para el crecimiento evoluciona dependiendo de la masa corporal en *Oreochromis aureus*, una especie estrechamente relacionada con *O. niloticus*. Se requerirán más experimentos para abordar claramente este problema.

Anteriormente se dijo que las temperaturas superiores a 32 a 35 grados-C pueden inducir la masculinización en la tilapia del Nilo. Nuestros resultados, junto con los de otros investigadores, sugieren que la masculinización a alta temperatura podría tener lugar dentro de un gradiente térmico durante un período muy corto, poco después de 10 dpf. Curiosamente, este punto de tiempo corresponde al final del período estrictamente materno de crianza de la boca, cuando se liberan los juveniles y pueden experimentar temperaturas potencialmente masculinizantes en los márgenes poco profundos de los cuerpos de agua.

En el presente estudio, observamos que la cinética de difusión en el continuo térmico variaba entre las progenies. Esto sugiere que las poblaciones exploratorias más proactivas pueden ser más propensas a la exposición a temperaturas más altas (posiblemente también explorando el compartimento 3 más intensamente, ver arriba) y, por lo tanto, experimentarían las tasas de reversión sexual más altas.

Fig. 2: Relaciones de sexo (porcentaje de machos) a 90 dpf en el continuo de control, el continuo térmico y el control térmico (A: por progenie; B: media \pm SD). Dentro de cada gráfico, las barras con la misma letra no son significativamente diferentes (modelo lineal generalizado, valor $p > 0.05$).

La pregunta general sobre la inversión sexual inducida por la temperatura (o, en general, inducida por el medio ambiente) es si este fenómeno se mantiene activamente a través de la evolución en ciertas especies para hacer mejor frente a situaciones potencialmente peligrosas o para adaptar la proporción sexual en entornos cambiantes. ¿Cuál podría ser la ventaja selectiva de la inversión sexual para la supervivencia de una especie?

Nuestro estudio muestra que, cuando se les presenta una selección de diferentes condiciones térmicas durante el período de determinación del sexo, los juveniles de tilapia del Nilo tienden a preferir temperaturas más altas a pesar de que experimentan masculinización. Esto indica que tal comportamiento no es al menos nocivo para la población, o de lo contrario se habría evitado. Queda por determinar si este comportamiento es realmente beneficioso para la población. Es interesante notar que nuestras observaciones muestran que hay un componente familiar en la extensión de la reversión sexual observada, así como un vínculo claro con el carácter exploratorio de una población.

Perspectivas

En nuestro estudio, durante los primeros días del tratamiento, hasta un promedio del 20 por ciento de la población prefirió el compartimento de masculinización del continuo térmico (36.5 grados-C) en comparación con el continuo de control. Durante la segunda parte del tratamiento, los juveniles prefirieron una temperatura más baja, no masculinizante, de 32 grados-C. Esta corta exposición a temperaturas más altas fue suficiente para sesgar significativamente la proporción de sexos hacia los machos, en comparación con los congéneres criados a 28 grados-C (de 5.0 ± 6.7 por ciento a 15.6 ± 16.5 por ciento de los machos).

La proporción de machos fue significativamente diferente en el continuo térmico, el tanque de control térmico y el continuo de control, y se correlacionó positivamente entre las poblaciones. Nuestro estudio muestra por primera vez que los juveniles de tilapia del Nilo pueden elegir una temperatura

masculinizante durante un corto período de tiempo. Esta preferencia es suficiente para inducir la inversión sexual a los machos dentro de una población. Por primera vez, el comportamiento se reporta como un factor potencial en el mecanismo de determinación del sexo de esta especie.

Nuestros datos también muestran que la migración de peces en un gradiente de paso térmico horizontal depende de múltiples factores y evoluciona durante el transcurso del día. En un continuo térmico, los juveniles no diferenciados (1) migran espontáneamente a las temperaturas más altas y potencialmente masculinizantes durante el período crítico de diferenciación sexual; y (2) esta migración a altas temperaturas es suficiente para inducir proporciones de sexo variables pero significativamente sesgadas hacia los machos. Cuanto mayor sea la sensibilidad térmica intrínseca y la capacidad de generar machos espontáneos invertidos, mayor será la proporción de machos en el continuo térmico.

Finalmente, los factores que motivan esta preferencia por altas temperaturas masculinizantes aún no se han dilucidado.

Authors



RENAUD NIVELLE, M.S.

Research and Education Center in Aquaculture (CEFRA), Liège University, Tihange, Belgium,
Laboratory for Organogenesis and Regeneration (LOR), Interdisciplinary research institute in the
biomedical sciences (GIGA-I3), Liège University, Sart Tilman, Liège, Belgium

rnivelle@uliege.be (<mailto:rnivelle@uliege.be>).



VINCENT GENNOTTE, PH.D.

Research and Education Center in Aquaculture (CEFRA)
Liège University, Tihange, Belgium



EMERY JULES KEMBOLO KALALA

Research and Education Center in Aquaculture (CEFRA)
Liège University, Tihange, Belgium



NGUYEN BICH NGOC, M.S.

Laboratory for Organogenesis and Regeneration (LOR)
Interdisciplinary research institute in the biomedical sciences (GIGA-I3)
Liège University, Sart Tilman, Liège, Belgium



MARC MULLER, PH.D.

Laboratory for Organogenesis and Regeneration (LOR)
Interdisciplinary research institute in the biomedical sciences (GIGA-I3)
Liège University, Sart Tilman, Liège, Belgium



PROF. CHARLES MÉLARD

Research and Education Center in Aquaculture (CEFRA)
Liège University, Tihange, Belgium



CAROLE ROUGEOT, PH.D.

Research and Education Center in Aquaculture (CEFRA)
Liège University, Tihange, Belgium

