



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



Health &
Welfare

Aplicación de la ultrasonografía para la identificación del sexo y la evaluación reproductiva en la tilapia del Nilo

7 July 2025

By Piyathip Setthawong , Matepiya Khemthong , Tuchakorn Lertwanakarn and Win Surachetpong

Patrones ecogénicos distintivos permiten una diferenciación precisa entre hembras y machos



Estudio aplicó la ultrasonografía para la identificación del sexo y la evaluación reproductiva en tilapia del Nilo. Los resultados mostraron que los patrones ecogénicos distintivos permiten una diferenciación precisa entre hembras y machos, y sugieren que la integración de la tecnología de ultrasonido en las prácticas de piscicultura puede optimizar los programas de cría selectiva, aumentar la eficiencia productiva y promover la acuacultura sostenible. Foto de Darryl Jory.

Mejorar los programas de cría es importante para la industria mundial del cultivo de tilapia, incluyendo aquellos que buscan la determinación precisa del sexo para fundamentar los programas de cría selectiva y la gestión de la población. De hecho, la proporción óptima de machos y hembras para una reproducción efectiva de la tilapia es generalmente de un macho por cada dos o cuatro hembras, ya que un solo macho puede producir suficientes espermatozoides para fecundar los óvulos de varias hembras. Por lo tanto, una selección precisa del sexo es esencial para una planificación precisa de la producción, garantizando que la producción de alevines se ajuste a los objetivos de producción.

El método convencional utilizado actualmente para la selección del sexo en tilapia se basa en el examen de los genitales del pez, lo cual depende en gran medida de la experiencia de los trabajadores y puede inducir errores. De hecho, la clasificación manual del sexo basada en los genitales externos tiene una precisión de entre el 80 y el 90 por ciento, lo que resulta en una alta tasa de identificación errónea de peces (<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50913-0.50015-1>). La diferenciación sexual en tilapia puede hacerse en la granja (<https://doi.org/10.21955/gatesopenres.1117109.1>) cuando los peces tienen entre cuatro y seis meses de edad y una longitud corporal promedio de 20 a 30 cm.

La ultrasonografía es una técnica de diagnóstico por imagen (<https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0380>) que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes en tiempo real de los órganos internos, los tejidos y el flujo sanguíneo. Esta técnica se ha establecido con éxito en diversas especies animales para monitorear el desarrollo gonadal, evaluar el estado reproductivo y detectar anomalías en los órganos reproductivos. La ecografía puede utilizarse para monitorear el estado de desove de los peces (<https://doi.org/10.14814/phy2.15811>) y,

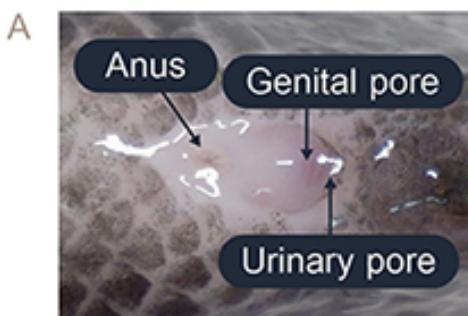
por lo tanto, permite una gestión más eficiente de los reproductores. Se ha aplicado para la identificación del sexo y para evaluar el estado de madurez de varias especies de peces, pero aún no se ha aplicado para la selección del sexo en tilapia ni para distinguir entre hembras y machos.

Este artículo – [resumido](https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1467158) (<https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1467158>) de la [publicación original](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) (Setthawong, P. et. al. 2024. Ultrasonography for non-invasive sex identification and reproductive assessment in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Front. Vet. Sci.*, 08 October 2024, Sec. Animal Reproduction – Theriogenology, Volume 11 – 2024) – informa sobre un estudio que evaluó la aplicación de la ultrasonografía para la identificación sexual y la evaluación reproductiva en tilapia del Nilo.



Configuración del estudio

FEMALE



MALE

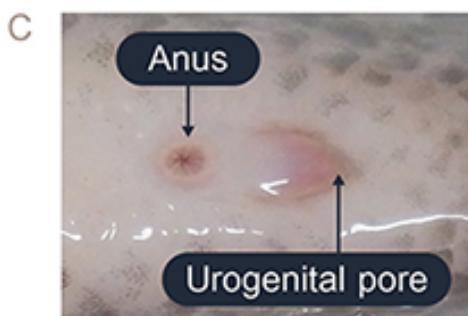


Fig. 1: Vistas laterales que muestran la colocación del transductor para la ecografía de los órganos reproductivos de la tilapia del Nilo: (A) Orientación longitudinal lateral izquierda. (B) Orientación transversal. La papila genital sirvió como punto de referencia para la ecografía reproductiva en la tilapia del Nilo. Adaptado del original.

Se adquirieron aleatoriamente tilapias del Nilo sanas (232–1281 gramos) de un criadero en la provincia de Phetchaburi, Tailandia. Se realizó una ecografía a 23 peces anestesiados para obtener imágenes longitudinales y transversales de los ovarios y los testículos. Las tilapias hembras se identificaron por la presencia de numerosos gránulos de huevos pequeños y tejido ovárico gris o gris claro, mientras que los machos se identificaron por la ecogenicidad homogénea y la apariencia tubular gris uniforme de los testículos. Estos patrones ecogénicos distintivos permitieron una diferenciación precisa entre las hembras y los machos.

Para obtener información detallada sobre el diseño experimental, la cría y el manejo de los peces, la recopilación e interpretación de los datos ecográficos, consulte la publicación original.

Resultados y discusión

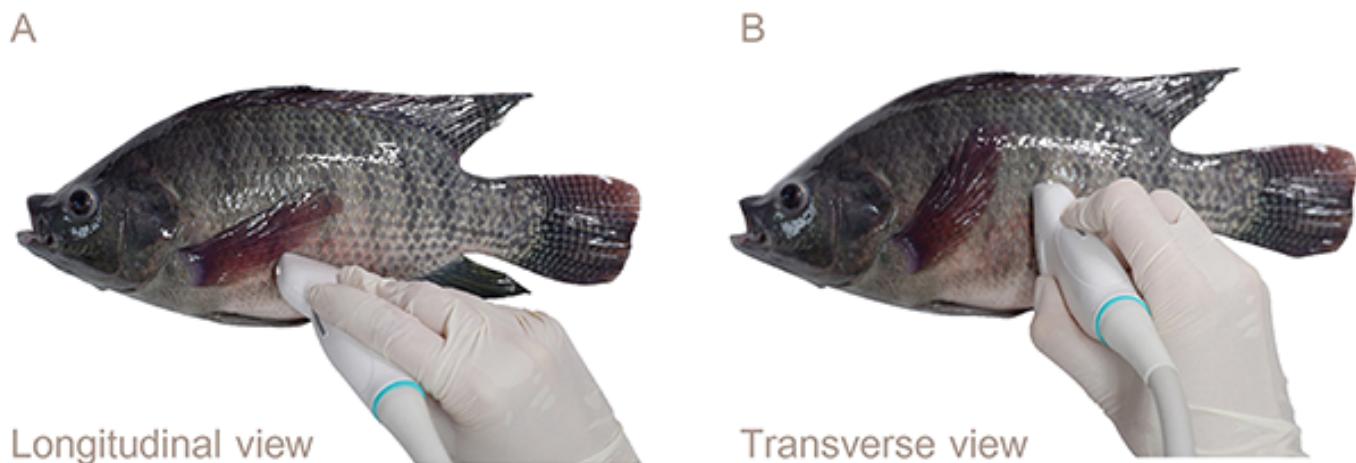
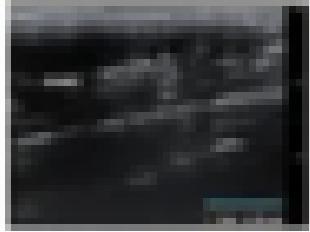
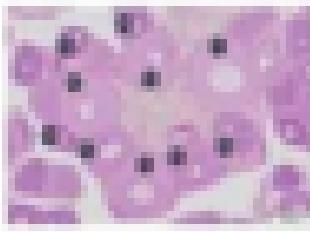
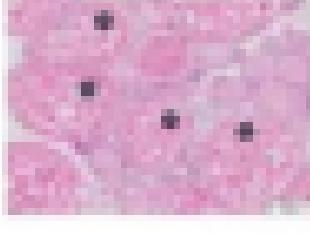
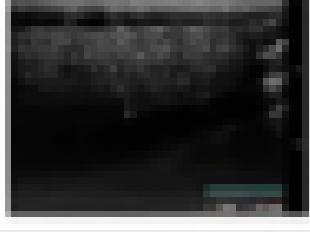
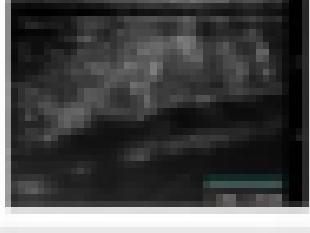
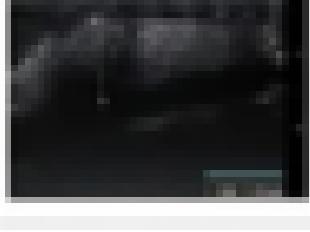
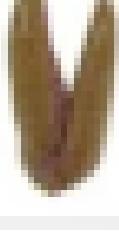


Fig. 2: Características de los genitales externos en la zona posterior y anatomía macroscópica de la tilapia del Nilo: (A) Genitales externos de la tilapia del Nilo hembra: se muestran el ano, el poro genital y el poro urinario. (B) Anatomía del ovario en la tilapia del Nilo hembra (flecha blanca). (C) Genitales externos del macho de tilapia del Nilo: se muestran el ano y el orificio urogenital. (D) Anatomía del testículo en el macho de tilapia del Nilo (flecha blanca).

En este estudio, la tilapia del Nilo hembra presentó un peso promedio de $511,63 \pm 278,90$ gramos y una longitud corporal de $29,56 \pm 4,4$ cm, mientras que la tilapia macho presentó un peso promedio de $726,14 \pm 371,78$ gramos y una longitud corporal de $32,57 \pm 4,35$ cm. La identificación del sexo se determinó mediante el análisis de las características morfológicas externas de los peces. Las hembras se distinguieron por sus genitales externos de forma ovalada, que presentaban tres aberturas distintas: el ano, el poro genital y el poro urinario (Fig. 2A). Durante el desove, las hembras mostraron distensión y agrandamiento abdominal (Fig. 2B). En contraste, los genitales externos del macho presentaron una forma de cono pequeño con dos aberturas: el ano y el poro urogenital (Fig. 2C). Los testículos se ubicaron dorsalmente al tracto digestivo, dentro de la cavidad celómica, y su apariencia y tamaño variaron según la etapa reproductiva (Fig. 2D).

Los datos sobre las imágenes ecográficas, la morfología macroscópica y la histología de los ovarios en las hembras y los testículos en los machos en diferentes etapas de peso se presentan en las Figs. 3 y 4.

Weight	Female	Male	Histology of ovaries
200 g			
300 g			
400 g			
500 g			
600 g			
1,100 g			

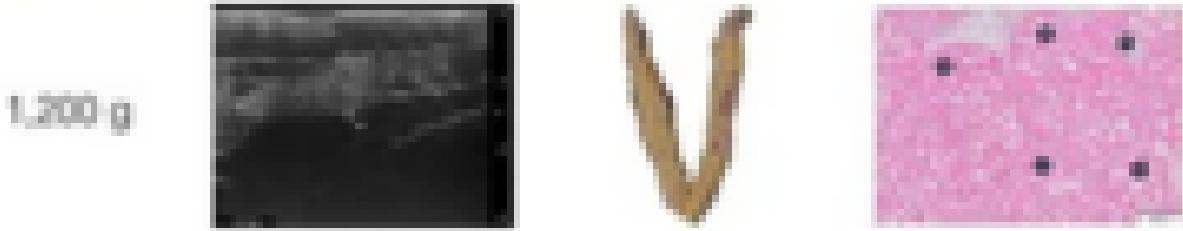


Fig. 3: Imágenes ecográficas, anatomía macroscópica e histología de los ovarios de tilapia del Nilo hembra de diferentes pesos. PN: ovocito perinucleolar; PV: ovocitos previtelogénicos; R: ovocito en etapa de maduración; V: ovocito vitelogénico.

Específicamente, el desarrollo y la maduración progresivos de los ovocitos se correlacionaron con el aumento del peso corporal en la tilapia del Nilo hembra. En un pez de 200 gramos de peso, las imágenes ultrasonográficas mostraron un ovario delgado y pequeño que medía aproximadamente 0,35 cm, con secciones histológicas que mostraban ovocitos caracterizados por un tamaño pequeño (50-200 micrómetros) y núcleos prominentes. Para los peces de 300 gramos de peso, el ovario parecía más grande (0,84 cm) con estructuras de ovocitos más distintivas, que incluían un número creciente de ovocitos vitelogénicos (proceso de formación de proteína de vitelo en los ovocitos durante la maduración sexual) (450-750 micrómetros) y gránulos de vitelo. Los peces hembra de 400 gramos de peso o más tenían ovarios completamente desarrollados que medían más de 1 cm en las vistas ultrasonográficas longitudinales, lo que indicaba la maduración de ovocitos en etapa madura listos para la liberación de óvulos. Estos ovocitos maduros eran más grandes (850-1600 micrómetros) que los de los peces hembra de menor peso y tenían núcleos desplazados y un vitelo hidratado.

En la tilapia del Nilo macho de 400 gramos de peso, la ecografía reveló testículos pequeños de 0,17 cm en la etapa de maduración temprana. El análisis histológico mostró espermatogonias, espermatocitos y espermátidas limitadas en los túbulos seminíferos. Con un peso corporal creciente de 500 gramos o más, los testículos midieron más de 0,4 cm en la ecografía y mostraron numerosos quistes de células germinales y lúmenes más amplios llenos de espermatozoides maduros. Durante la etapa de maduración, los túbulos seminíferos contenían células germinales y un lumen parcialmente vacío con un número reducido de espermatozoides.

La ultrasonografía es una valiosa herramienta diagnóstica en medicina veterinaria gracias a su técnica no invasiva para evaluar la salud reproductiva y la identificación del sexo. En este estudio, demostramos la aplicabilidad de la ecografía como una herramienta fiable para la identificación del sexo y la evaluación reproductiva en tilapias del Nilo. Los distintos patrones ecogénicos observados en los ovarios y testículos proporcionaron información fundamental para distinguir entre hembras y machos, respectivamente. La ecografía presenta ventajas sobre las técnicas tradicionales, como la clasificación manual del sexo basada en los genitales externos, que ha demostrado una precisión del 87 por ciento en comparación con el 95 por ciento alcanzado con la ecografía, confirmada posteriormente por los resultados de la necropsia en este estudio.

Fig. 4: Imágenes ecográficas, anatomía macroscópica e histología de los testículos de tilapias del Nilo machos a diferentes pesos. S: espermatozoides; SC: espermatocitos; SG: espermatogonias; ST: espermátidas.

En la práctica, en las granjas, la eficacia de la clasificación manual del sexo mediante el examen de los genitales externos depende en gran medida de la habilidad y la experiencia del examinador. Por lo tanto, si el examinador carece de la experiencia suficiente, pueden producirse imprecisiones en la identificación del sexo, lo que puede complicar la gestión de los reproductores y la producción de alevines. De hecho, la combinación de métodos de clasificación manual con ultrasonido podría aumentar la precisión de la identificación del sexo sin comprometer el bienestar animal en condiciones de cultivo estándar. Múltiples factores (<https://doi.org/10.1080/15222055.2012.672370>), como el tamaño, la edad, el estadio de madurez y la calidad del equipo, pueden afectar la precisión de las interpretaciones ecográficas.

Las limitaciones observadas en este estudio, en particular la dificultad para identificar testículos pequeños en tilapias del Nilo machos con un peso inferior a 400 gramos, resaltan la necesidad de mejorar las técnicas ultrasonográficas para aumentar la precisión en peces más pequeños. Los ajustes en la frecuencia y la profundidad del ecógrafo, así como la mejora de la sensibilidad del equipo, son cruciales. Por ejemplo, las ondas sonoras de mayor frecuencia pueden proporcionar una mejor visualización de los órganos internos y reproductivos en peces más pequeños. El enfoque para la colocación de la sonda ultrasónica es importante y varía según la anatomía del pez. La investigación futura debería centrarse en estas mejoras tecnológicas para ampliar la aplicabilidad de la ultrasonografía en peces de diferentes tamaños y especies.

Cómo los extractos de algas pardas impactan a las postlarvas del camarón tigre negro



Los aportes dietéticos de extractos de algas marinas mejoran el crecimiento, la supervivencia, las actividades antibacterianas y las respuestas inmunitarias de *P. monodon*.



Global Seafood Alliance

En cuanto a la aplicación de esta técnica, las investigaciones futuras deberían centrarse en el uso de métodos ultrasonográficos de diferentes maneras, por ejemplo, para examinar el tamaño de los ovarios de los peces y determinar su correlación con el índice gonadosomático (GSI; la masa de las gónadas como proporción de la masa corporal total) y para estudiar las características ultrasonográficas en diferentes etapas del desarrollo. El desarrollo de un sistema automatizado basado en la ultrasonografía para la diferenciación sexual en peces podría facilitar una identificación sexual rápida y precisa, permitiendo la identificación efectiva de machos y hembras. Esta mejora podría beneficiar a las operaciones de cría comercial al mejorar la eficiencia, reducir los costos de mano de obra y minimizar los errores humanos. Estos enfoques tienen el potencial de mejorar la gestión no solo de la tilapia del Nilo, sino también de otras especies importantes de peces.

Perspectivas

Este estudio demostró la aplicabilidad de la ultrasonografía como herramienta no invasiva para la identificación sexual y la evaluación reproductiva en la tilapia del Nilo. Los patrones ecogénicos observados en las imágenes ecográficas de los ovarios y los testículos permitieron una diferenciación efectiva entre los peces hembra y macho, respectivamente. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas y confirman la aplicación del ultrasonido para monitorear el desarrollo gonadal y la salud reproductiva en la acuicultura de tilapia.

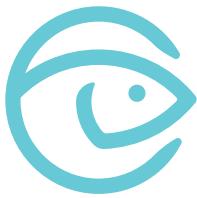
Es importante destacar que la integración de la tecnología de ultrasonido en las prácticas de piscicultura tiene el potencial de optimizar los programas de cría selectiva, mejorar la eficiencia productiva y promover la acuicultura sostenible. Las investigaciones futuras deberían centrarse en perfeccionar las técnicas de ultrasonido y explorar su aplicación en otras especies de peces de importancia comercial para validar aún más su utilidad en la industria.

Authors



PIYATHIP SETTHAWONG

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

**MATEPIYA KHEMTHONG**

Department of Veterinary Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

**TUCHAKORN LERTWANAKARN**

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

**WIN SURACHETPONG**

Corresponding author

Department of Veterinary Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand; and Laboratory of Biotechnology, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, Thailand

win.s@ku.th (mailto:win.s@ku.th).

Copyright © 2025 Global Seafood Alliance

All rights reserved.