

Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) como opción para la Acuicultura Latinoamericana. Metodología para la Confirmación de Espinas Intramusculares en Fases Iniciales de Desarrollo

White Cachama (*Piaractus brachypomus*), an Option for Latin American Aquaculture. Methodology for Confirming Intramuscular Spines in Early Stages of Development

Cachama Branca (Piaractus brachypomus), uma opção para a Aquicultura Latino-Americana. Metodologia para Confirmação de Espinhas Intramusculares em Estágios Iniciais de Desenvolvimento

Ana María Carolina Quintero-Pardo¹ , Henry Omar Meneses-Martínez² ,
Luis Arthur Loyola-Chardulo³ , Luis Gabriel Quintero-Pinto⁴ 

Artículo de investigación

Recibido: 11 de abril de 2025

Aceptado: 02 de junio de 2025

Publicado: 26 de junio de 2025

- 1 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - SP, Brasil. Email: ana.pardo@unesp.br
- 2 Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Email: homenesesm@unal.edu.co
- 3 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - SP, Brasil. Email: luis.artur@unesp.br
- 4 Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Email: lgquinterop@unal.edu.co

RESUMEN

La producción de pescado de acuicultura en Colombia ha venido aumentando año tras año, pasando de producir 102.460 toneladas anuales en 2013 a producir 202.956 toneladas en 2023, siendo las especies más cultivadas la tilapia, trucha, cachama blanca y camarón. Por su parte, la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), originaria de la cuenca hidrográfica del río Amazonas y sus afluentes, es la principal especie nativa producida en Colombia. A pesar de esto, su consumo y comercialización se limitan debido a la presencia de espinas intramusculares (EIM). Algunos autores reportaron la existencia de individuos de cachama blanca sin EIM procedentes de lotes de producción en la región sudeste de Colombia, cuyo diagnóstico fue confirmado apoyándose en ecografías, rayos X y tomografía computarizada (TC). Otros autores en la región norte de Brasil reportaron la presencia de individuos de cachama negra (*Colossoma macropomum*) sin 5t espinas

Cómo Citar (Norma Vancouver): Quintero-Pardo AMC, Meneses-Martínez HO, Loyola-Chardulo LA, Quintero-Pinto LG. Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) como opción para la Acuicultura Latinoamericana. Metodología para la Confirmación de Espinas Intramusculares en Fases Iniciales de Desarrollo. *Orinoquia*, 2025;29(1):e-831. <https://doi.org/10.22579/20112629.831>

La Revista Orinoquia es una revista de acceso abierto revisada por pares. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>
OPEN ACCESS



intramusculares, confirmando esta particularidad anatómica a través de rayos X y ecografías. Este proyecto que se encuentra en desarrollo, tiene como objetivo realizar seguimiento ecográfico y de rayos X en juveniles de cachama blanca, desde los 3 g hasta la identificación de las espinas intramusculares. Para lograr dicho objetivo, se han realizado ecografías y rayos X en 100 individuos acompañando su crecimiento periódicamente a los 3, 15, 30 y 50 g de peso. Se encontró que las EIM pueden ser vistas en individuos de 15 g a través de las ecografías, y en individuos de 50 g pudieron identificarse las EIM a través de rayos X (sin embargo, el proyecto continuará el acompañamiento periódico en individuos de 100, 200, 300 y 600 g). Se concluye hasta este punto que la ecografía es la herramienta que permite identificar más tempranamente la presencia de espinas intramusculares respecto a los rayos X (15 g vs 50 g). Dado que se necesita más evidencia, continuaremos realizando ambos tipos de imágenes en los diferentes pesos de los individuos.

Palabras clave: Fenotipo libre de columna, imágenes ecográficas, *piaractus brachypomus*, análisis radiográfico, anomalías esqueléticas.

ABSTRACT

Aquaculture fish production in Colombia has increased steadily, growing from 102,460 tons in 2013 to 202,956 tons in 2023. The most cultivated species being tilapia, trout, pirapitinga, and shrimp. The white pacu (*Piaractus brachypomus*), native to the Amazon River basin and its tributaries, is the main native species produced in Colombia. Despite this, its consumption and commercialization are limited due to the presence of intramuscular bones (IMBs). Some authors have reported white pacu individuals without intramuscular bones from production batches in the southeast region of Colombia, whose diagnosis was confirmed through ultrasounds, X-rays, and computed tomography (CT) scans. Others have reported the presence of black pacu (*Colossoma macropomum*) in northern Brazil without IMBs, confirming this particularity through X-ray and ultrasound imaging. This project aims to monitor white pacu juveniles from 3 g in weight until the identification of IMBs, using ultrasound and X-ray imaging, and it is currently under development. For this purpose, ultrasounds and X-rays have been performed on 100 individuals, with periodic evaluations at 3 g, 15 g, 30 g, and 50 g. It was found that IMBs can be observed in individuals weighing 15 g via ultrasound, while individuals weighing 50 g, could be identified through X-rays (however, the project will continue periodic monitoring in individuals weighing 100, 200, 300, and 600 g). Preliminary findings indicate that ultrasound can detect intramuscular bones earlier than X-rays (15 g vs. 50 g). Since more evidence is needed, both imaging techniques will continue to be performed on individuals at different weights.

Keywords: Spine-free phenotype, ultrasound imaging, *piaractus brachypomus*, radiographic analysis, skeletal abnormalities.

RESUMO

A produção de peixes na aquicultura na Colômbia aumentou de forma constante, passando de 102.460 toneladas em 2013 para 202.956 toneladas em 2023. As espécies mais cultivadas são tilápia, truta, pirapitinga e camarão. O pacu-branco (*Piaractus brachypomus*), nativo da bacia do rio Amazonas e seus afluentes, é a principal espécie nativa produzida na Colômbia. Apesar disso, seu consumo e comercialização são limitados devido à presença de ossos intramusculares (OIMs). Alguns autores relataram indivíduos de pacu-branco sem ossos intramusculares de lotes de produção na região sudeste da Colômbia, cujo diagnóstico foi confirmado por meio de ultrassons, raios-X e tomografias computadorizadas (TC). Outros relataram a presença de pacu preto (*Colossoma macropomum*) no norte do Brasil sem IMBs, confirmando essa particularidade através de imagens de raio-X e ultrassom. Este projeto visa monitorar juvenis de pacu-branco a partir de 3 g de peso até a identificação dos IMBs, utilizando imagens de ultrassom e raio-X, e está atualmente em desenvolvimento. Para esse fim, ultrassons e raios-X foram realizados em 100 indivíduos, com avaliações periódicas aos 3 g, 15 g, 30 g e 50 g. Foi descoberto que os IMBs podem ser observados em indivíduos pesando 15 g via ultrassom, enquanto indivíduos pesando 50 g podem ser identificados através de raios-X (no entanto, o projeto continuará com o monitoramento periódico em indivíduos pesando 100, 200, 300 e 600 g). Os achados preliminares indicam que o ultrassom pode detectar ossos intramusculares mais cedo do que os raios-X (15 g vs. 50 g). Como são necessárias mais evidências, ambas as técnicas de imagem continuarão a ser realizadas em indivíduos com diferentes pesos.

Palavras chave: Fenótipo sem espinha, imagem ultrassonográfica, *piaractus brachypomus*, análise radiográfica, anormalidades esqueléticas.

INTRODUCCIÓN

La producción de pescado proveniente de la acuicultura en Colombia ha venido aumentando los últimos años, pasando de producir 102.460 toneladas al año en 2013 a producir 202.956 toneladas en 2023, de acuerdo con la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP (2024), siendo la tilapia, trucha, cachama blanca y el camarón, las especies más producidas.

La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) originaria de la bacia del río Amazonas y sus afluentes, es la principal especie nativa producida en Colombia (Quintero-Pinto et al., 2011; Escobar, 2019).

Su consumo y comercialización son limitadas debido a la presencia de espinas intramusculares (EIM) en formato pino o no bifurcado (I), bifurcado con extremidades desiguales (T) y bifurcado con extremidades equivalentes (Y) en la región dorsal y ventral-caudal, dificultando el procesamiento y consumo de los filetes (Quintero-Pardo et al., 2022; Barroso, 2022).

Con relación a las EIM, Quintero-Pardo et al. (2022) reportaron la presencia de individuos de *P. brachypomus* sin espinas intramusculares en la región sudeste de Colombia, apoyándose en ecografías, rayos X y tomografía computarizada (TC). Ellos concluyeron que el ultrasonido es una

herramienta de imágenes diagnósticas no invasiva para realizar la búsqueda de EIM en campo, mientras que los rayos X convencionales, así como la TC, son estudios que permiten verificar la presencia de EIM en condiciones de laboratorio. Por otro lado, Perazza *et al.* (2017), reportaron la presencia de cachama negra (*Colossoma macropomum*) sin espinas intramusculares, a través de imágenes de rayos X y ecografías; por su parte, De Oliveira *et al.* (2024) demostraron la utilidad que tiene el ultrasonido en la identificación de individuos con o sin espinas intramusculares en los filetes. El tamaño de las espinas tiene correlación con las medidas morfométricas de la especie (Lobo *et al.*, 2020).

En China se están realizando test de manipulación genética y reproducción para disminuir o eliminar las EIM en carpas asiáticas y, adicionalmente, se está avanzando en tecnologías de genotipaje y secuenciación, con el fin de identificar los *loci* genéticos asociados a las EIM, buscando eliminar las espinas sin perjudicar los individuos (Mubango *et al.*, 2022).

Barroso (2022) encontró que el surgimiento de EIM durante el crecimiento de la cachama negra no sucede de forma continua, y se presenta variación de la presencia y ausencia de EIM entre los 75 y 121 días de edad. El autor afirma que existe un mecanismo de control de remodelación ósea y reabsorción abrupta de calcio alrededor de los 100 días poseclusión.

El objetivo de este proyecto es realizar seguimiento ecográfico y de rayos X en juveniles de cachama blanca, desde los 3 g hasta la identificación de las espinas intramusculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de identificar la presencia de EIM, se realizaron imágenes por ultrasonidos y rayos X en 100 individuos de *P. brachypomus*, acompañando su crecimiento periódicamente a los 3, 15 y 50 g de

peso (sin embargo, el proyecto visa continuar con el acompañamiento periódico en individuos de 100, 200, 300 y 600 g).

Para el levante de los juveniles utilizados en el presente estudio, fueron adquiridas de procedencia comercial en Putumayo, 200 poslarvas de cachama blanca recién eclosionadas y trasladadas al Laboratorio de Ictiología y Peces Ornamentales de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para realizar inicialmente el proceso de larvicultura. Las poslarvas fueron distribuidas en dos acuarios de 50 L de capacidad, temperatura del agua 28 grados centígrados, aireación suplementaria, biofiltro individual y alimentación a base de artemia salina, 4 veces al día, durante los primeros 15 días posabsorción del vitelo y 15 días con alimento comercial de 50% de proteína bruta. Posteriormente, fueron seleccionados y redistribuidos 100 individuos con peso promedio de 0.7 g en 10 acuarios de 70 L de capacidad, 10 por acuario, los cuales están dotados con termostato, aireación y biofiltro, para mantener los parámetros de calidad de agua. Los parámetros próximos a los deseables para la especie en esa fase de crecimiento son: 28 grados centígrados, pH próximo a la neutralidad, oxígeno disuelto 6 mg/L, dureza y alcalinidad superiores a 40 mg/L, amonio total menor de 1 mg/L, amonio no ionizado menor de 0,02 mg/L y nitritos menor que 0,05 mg/L (Quintero-Pinto *et al.*, 2011). De forma rutinaria y para mantener la calidad del agua, los acuarios fueron sifonados y renovado el 50% del volumen del agua, dos veces a la semana. Para los estudios con individuos con pesos superiores a 50 g las densidades a ser utilizadas en los acuarios de 70 L serán: 5 peces para tamaños entre 50 y 200 g y 3 peces para tamaños entre los 300 y 600 g.

Para el diagnóstico en laboratorio se utilizó un equipo de ultrasonido Logiq V5 GE HealthCare con transductor lineal de alta resolución de 10 a 14 MHz. Posteriormente, se realizaron las imágenes

de rayos X con un equipo Jumong General 50 Kw SG HealthCare y digitalizador Agfa CR30.

Los estudios de imágenes y los diagnósticos fueron realizados y confirmados por el equipo de expertos del área de imágenes diagnósticas, de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Previo al manejo para la realización de las imágenes diagnósticas, los peces fueron sometidos a una inducción de anestesia general (Pérez-Ribeiro, 2010), sumergiéndolos en una dilución de aceite de clavo en agua a una concentración de 50-100 ppm de acuerdo con el tamaño de los peces para la inducción y 30 ppm para el mantenimiento, siguiendo los protocolos establecidos para las rutinas de manejo de la especie en el Laboratorio de Ictiología y Peces Ornamentales.

Esta investigación se está realizando en el Laboratorio de Ictiología y Peces Ornamentales y el área de imágenes diagnósticas, ambos pertenecientes a la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Para la disposición y tratamiento de datos, se utilizó estadística descriptiva.

RESULTADOS

Los resultados de los monitoreos semanales para peso y talla con su respectiva desviación estándar se encuentran relacionados en la Tabla 1. La relación de la identificación de espinas intramusculares a través de ultrasonido y rayos X se presenta en la Tabla 2.

Mediante el uso del ultrasonido, se identificó en los peces de 3 g una línea hiperecogénica interrumpida, paralela a la línea media, en la región anatómica correspondiente a la ubicación de las posibles EIM;

sin embargo, no fue posible identificar la espina con el transductor de alta resolución (Figura 1).

Ultrasonográficamente fue posible identificar la presencia de EIM en individuos a partir de los 15 g de peso en la región anatómica anteriormente descrita (Figura 1).

Mediante la técnica de rayos X fue posible identificar la presencia de EIM a partir de los 50 g de peso (Figura 2). No se identificaron cambios radiográficos en la región anatómica correspondiente que fue descrita en los estudios de ultrasonido en los peces de 3 y 15 g.

Tabla 1. Relación semanal de peso y talla de cachama blanca (*P. brachypomus*)

Semana	Peso (g)	Longitud total (cm)
1	3,06 ± 1,35	4,25 ± 0,49
2	7,02 ± 0,69	5,56 ± 0,49
3	15,01 ± 1,17	7,11 ± 0,41
4	19,98 ± 0,90	7,8 ± 0,39
5	26,06 ± 1,47	8,5 ± 0,88
6	30,04 ± 1,99	8,9 ± 0,37
7	40,07 ± 2,29	9,77 ± 0,69
8	50,07 ± 2,55	10,5 ± 0,72
9	54,93 ± 2,86	10,82 ± 0,68

Nota. Valores promedios de peso y talla cada semana de *P. brachypomus* con su respectiva desviación estándar. N= 100.

Tabla 2. Confirmación de identificación de espinas intramusculares en *P. brachypomus* en diferentes pesos

Grupo	Peso	Tamaño	Ultrasonido		Rayos-X	
			S	N	S	N
1	3,06 ± 1,35	4,25 ± 0,49		X		X
2	15,01 ± 1,17	7,11 ± 0,41	X			X
3	30,04 ± 1,99	8,90 ± 0,37	X			X
4	50,07 ± 2,55	10,50 ± 0,72	X		X	

Nota. Relación de peso, talla y metodología de confirmación de la presencia de espinas intramusculares en *P. brachypomus*, donde S= sí se puede identificar la presencia de EIM, y N= No se puede identificar la presencia de EIM. N= 100.

Figura 1. Imágenes ultrasonográficas de la región dorsal *P. brachypomus* a los 3, 15 y 50 g.

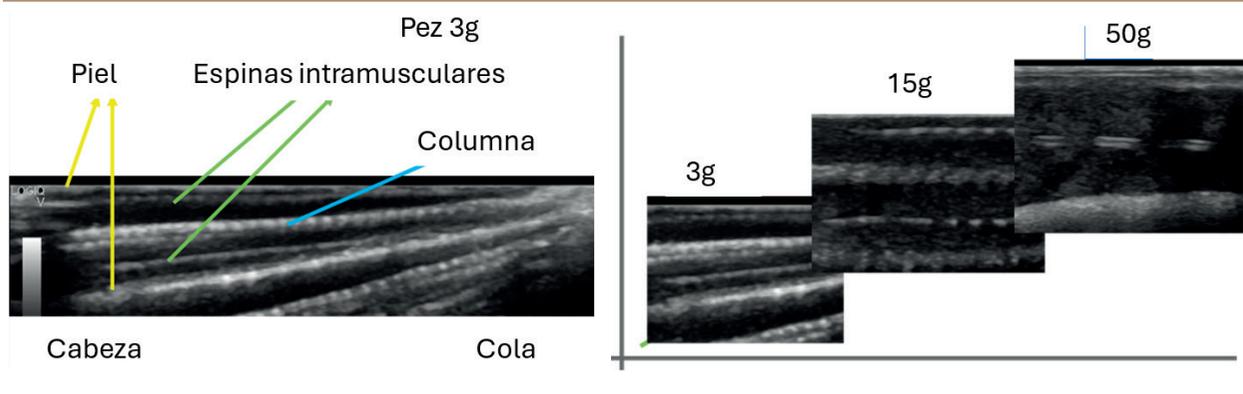
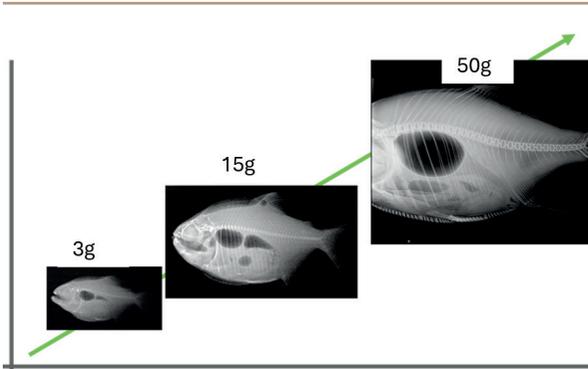


Figura 2. Rayos X en *P. brachypomus* a los 3, 15 e 50 g.



los individuos alcanzan los 15 g de peso alrededor de 45 días de edad (Quintero-Pinto *et al.*, 2011). Una explicación para este hallazgo es que posiblemente en esta especie, el crecimiento de las EIM se realiza de forma continua. Esta hipótesis también se apoya, en que, a los 3 g de peso, se identificó mediante el ultrasonido, una línea hiperecogénica en la región anatómica correspondiente a la localización de las EIM, ubicación anatómica que se mantiene en los peces de mayor tamaño y en peces completamente desarrollados.

El ultrasonido es una herramienta de imágenes diagnósticas eficiente y no invasiva en la evaluación anatómica y morfológica de la región del lomo de peces, como confirmaron los resultados obtenidos por Quintero-Pardo *et al.* (2022), Perazza *et al.* (2017) y De Oliveira *et al.* (2024), quienes, a través del uso de la técnica, han podido identificar la presencia o ausencia de EIM en peces. En la actualidad, los equipos de ultrasonido tienen una alta portabilidad y han reducido su tamaño sin sacrificar la calidad de la imagen necesaria para la interpretación. La tecnología actual permite contar con equipos portátiles que brindan una calidad de imagen apropiada para la identificación de estructuras anatómicas pequeñas en situación de campo.

Por otro lado, de acuerdo con Perazza *et al.* (2017) y Quintero-Pardo *et al.* (2022), los rayos X realizados por los dos equipos de investigadores y la TC utilizada por los segundos autores, son técnicas

DISCUSIÓN

Individuos de *C. macropomum* fueron evaluados mediante ultrasonido por Barroso (2022), quien identificó que durante los 75 y 121 días poseclosión de la especie, existe una variación en la presencia de las espinas intramusculares. De acuerdo con el autor, esto es debido a un mecanismo de control de remodelación ósea y reabsorción abrupta de calcio a los 100 días de edad de los peces. Así mismo, Barroso sugiere que puede existir una variación en la presencia de las EIM debido a que el crecimiento de estas no sucede de forma continua. En este sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio, a través de las evaluaciones con imágenes diagnósticas, sugieren que en *P. brachypomus*, es posible identificar la presencia de EIM mediante la técnica de ultrasonido cuando

de imagen que también brindan información de gran utilidad en la verificación de la presencia o ausencia de EIM; sin embargo, requieren del transporte de los peces a instalaciones adecuadas para su realización, que garanticen la protección contra la radiación ionizante, como clínicas o laboratorios especializados. Adicionalmente, la presencia de EIM a través de rayos X se identificó cuando los individuos alcanzaron los 50 g de peso (aproximadamente 75 días de edad, de acuerdo con Quintero-Pinto *et al.*, 2011). Esto sugiere que el ultrasonido puede ser la herramienta más práctica para ser implementada en campo, puesto que además de su portabilidad, permite identificar la presencia de EIM intramusculares a una edad más temprana en el desarrollo de los peces.

Este trabajo, así como los demás que se han venido desarrollando con rayos X, ultrasonido y TC, son innovadores y brindan información valiosa que contribuye con los proyectos de investigación y la posterior producción de cachama blanca y cachama negra sin EIM. La implementación de estas técnicas diagnósticas en el desarrollo de los programas de investigación y producción, tiene el potencial de determinar de forma temprana la presencia o ausencia de EIM en los descendientes de parentales reproductores con ausencia parcial o completa de EIM. Esta verificación temprana en juveniles, puede representar una ventaja determinante en los programas de mejoramiento genético que le brinden a estas especies, un valor agregado para su comercialización y mayor seguridad a los consumidores a la hora de comprar y consumir peces sin la presencia de EIM en el filete. Es el caso de China, donde se están realizando algunos test de manipulación genética y reproducción de carpas asiáticas con el fin de eliminar o disminuir la presencia de las espinas intramusculares sin perjudicar a los individuos (Mubango *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

El ultrasonido es una herramienta con potencial para ser implementada en campo, que tiene el potencial de identificar de manera temprana la

presencia o ausencia de EIM. Los resultados de este estudio muestran que a diferencia de los rayos X que permiten la visualización de las espinas a los 50 g de peso, el ultrasonido permite confirmar la presencia de EIM cuando los peces alcanzan los 15 g de peso. A pesar de los resultados prometedores del presente estudio, es necesario continuar con metodologías de investigación que permitan reforzar el conocimiento que se tiene respecto al desarrollo de las EIM y a los factores genéticos, epigenéticos y medioambientales que pueden contribuir con la expresión de la formación de las espinas. Los resultados del presente estudio pueden ser los pasos iniciales que nos permitan continuar la investigación en la expresión de las EIM. Este es un trabajo en desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Al área de imágenes diagnósticas y al Laboratorio de Ictiología y Peces Ornamentales de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por la colaboración para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2024). AUNAP <https://www.aunap.gov.co/se-for-talece-la-acuicultura-el-ica-y-la-aunap-facilitan-tramites-para-obtener-permisos-y-registros-sanitarios/>
- Barroso, A. da S. (2022). Desenvolvimentos ontogenético de espinhas intermusculares em tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816): remodelagem esquelética e reabsorção. 2022. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Curitiba]. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/79840>
- De Oliveira, A. V. D., de Oliveira, S. L., Filho, J. V. D., Cavali, J. B. (2024). Utilização da ultrassonografia para o diagnóstico reprodutivo e

- detecção de espinha intramusculares “Y” em Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 22(7), 1-19. <https://doi.org/10.55905/oelv22n7-265>.
- Escobar, M. D; Ota, R. P., Machado-Alison; A., et al. (2019). A new species of *Piaractus* (Characiformes: Serrasalminidae) from the Orinoco Basin with a redescription of *Piaractus brachypomus*. *J. Fish Biol*, 1-17.
- Lobo, I. K. C., Nascimento, A. R. do, Yamagishi, M. E. B., Guiguen, Y., da Silva, G. F., Dany, S., da Costa Amaral, A., Reis, V. R., & de Almeida, F. L. (2020). Transcriptome of tambaqui *Colossoma macropomum* during gonad differentiation: Different molecular signals leading to sex identity. *Genomics*, 112(3), 2107-2116. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2019.11.008>.
- Mubango, E., Tavakoli, S, Liu, Y., Zheng, Y., Huang, X., Benjakul, X., Yuqing, T., Luo, Y., & Hong, H. (2023). Intermuscular Bones in Asian Carps: Health Threats, Solutions, and Future Directions. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(2), 233-258. Published online: 10 Sep 2022. DOI: 10.1080/23308249.2022.2117980.
- Perazza C.A., Pinaffi, F.L.V., Silva, L.A., Hilsdorf, A.W.S. (2015). Evaluation of ultrasound imaging to predict loin eye area in tambaqui. *Bol Inst Pesca*. São Paulo, 41(Special), 803-809.
- Solis Murgas, L.D., Perez Ribeiro, P. A., Santos Costa, L., Augusto Eloy, Ângelo, & Vieira e Rosa, P. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Anales de Veterinaria de Murcia*, 26, 69-76. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/125061>
- Quintero-Pardo, A.M.C., Meneses-Martinez, H.O., David-Valle, J.J., Quintero-Pinto, L.G., Martínez-González, D. (2022). Identificação de indivíduos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) sem espinhas intramusculares (SEIM) na região sudeste da Colômbia. In: *World Aquaculture 2021*. 2022. Mérida, Yucatán. Anais eletrônicos. Annual Global meeting of the World Aquaculture Society. 24 a 27 de maio de 2022. <https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meeting-abstracts/WA2021AbstractsBook.pdf> Acesso em: 02 de março de 2025.
- Quintero-Pinto, L.G., Pardo-Gamboa, B.S., Quintero-Pardo, A.M.C. (2011). Manual de producción de peces de consumo a pequeña y mediana escala en el departamento de Cundinamarca. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Produmédios, 92p.