

### 5.2.1.2 *Doncella Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnaud, 1855)

Diana Castro-Ruiz<sup>1</sup>, Maria J. Darias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Dirección de Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos (AQUAREC), Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Carretera Iquitos-Nauta km. 4,5, Iquitos, Perú.

<sup>2</sup> MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, Francia.

Autor de correspondencia: Diana Castro-Ruiz, [dcastro@iiap.gob.pe](mailto:dcastro@iiap.gob.pe)

*Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnaud, 1855), conocida como doncella en Perú, pintadillo o cachara en Colombia, surubí en Bolivia o sorubim en Brasil, tiene una amplia distribución en América del Sur, incluyendo Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Esta especie se caracteriza por presentar un cuerpo alargado con coloración gris en el dorso, blanco en el vientre y con barras verticales blancas y negras (Fig. 1).



Figura 1. Especimen de *Pseudoplatystoma punctifer*. Fuente: © IIAP.

Es una de las ocho especies del género *Pseudoplatystoma*, según la última revisión taxonómica (Buitrago-Suárez y Burr, 2007), en la que se amplió el número de especies reconocidas previamente y se redefinió su distribución geográfica. Sin embargo, existen discrepancias entre la taxonomía actual (Buitrago-Suárez y Burr, 2007) y estudios posteriores basados en datos moleculares y morfológicos (Carvalho-Costa et al., 2011; Estivals et al., 2015; García-Dávila et al., 2013; Torrico et al., 2009), lo que resalta la necesidad de revisar la clasificación de las especies de este género.

*Pseudoplatystoma punctifer* es una especie carnívora muy apreciada en la cuenca del río Amazonas, tanto para el consumo humano debido a la alta calidad de su filete y la ausencia de espinas intramusculares, como para la pesca deportiva y como pez ornamental. Puede alcanzar una longitud total de hasta 1,3 metros y un peso de 20 kilogramos (García Dávila et al., 2018). Gracias a su elevada fecundidad y resistencia a la manipulación, su reproducción inducida está controlada desde hace años (Padilla et al., 2001). Sin embargo, su cultivo a nivel comercial se ha visto obstaculizado por la baja supervivencia durante las primeras etapas de la vida debido a la alta incidencia de canibalismo y la baja aceptabilidad de las dietas formuladas durante el destete (Baras et al., 2011; Núñez et al., 2011; Fig. 2). En este contexto, estudios posteriores han concentrado sus esfuerzos de investigación en el campo

de la fisiología digestiva y de la nutrición con el fin de establecer un protocolo de alimentación adaptado a las capacidades digestivas y necesidades nutricionales de *P. punctifer* durante las etapas tempranas de vida que permita maximizar el crecimiento, la supervivencia y la salud de esta especie.

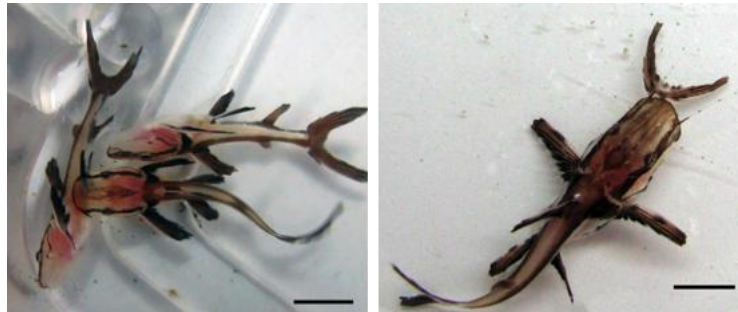


Figura 2. Canibalismo de tipo I o parcial (imagen izquierda) y de tipo II o completo (imagen derecha) en juveniles de *Pseudoplatystoma punctifer*. Barra de escala = 5 mm. Fuente: Darías et al. (2015).

#### 5.2.1.2.1. Alimento vivo y co-alimentación

El protocolo de alimentación de *P. punctifer* usado generalmente en experimentación en Perú consistía en el suministro de nauplios de *Artemia* spp. desde el comienzo de la alimentación exógena (4 días post-fertilización, dpf; 4 mm de longitud total, LT) durante 15 días, seguido de un destete con una dieta balanceada a base de alimentos comerciales formulados para otras especies (Núñez et al., 2011; Fernández-Méndez et al., 2015). Sin embargo, el estudio de la ontogenia del sistema digestivo a nivel histológico (Gisbert et al., 2014), así como el estudio de la expresión de precursores enzimáticos digestivos y la actividad enzimática (Castro-Ruiz et al., 2019; 2021a) permitieron determinar sus capacidades digestivas a lo largo del desarrollo. Además, permitieron identificar el momento en que el sistema digestivo estaba totalmente desarrollado y preparado para procesar alimentos más complejos (10-12 mm de LT), señalando así el final de la etapa larvaria y el inicio de la etapa juvenil. Esto permitió ajustar el destete al final de la etapa larvaria, limitando así la fase de alimentación con *Artemia* sp. a 7 días, lo que supuso un gran avance en la reducción de la fase de alimentación con presas vivas en comparación con los protocolos de alimentación utilizados previamente para esta especie y otras del mismo género (Campos, 2013; Fernández-Méndez et al., 2015).

#### 5.2.1.2.2. Requerimientos nutricionales

En un estudio nutricional en el que se evaluaron diferentes porcentajes de inclusión de proteínas y lípidos en la dieta balanceada de destete se demostró que la *Artemia* spp. no cumple con las necesidades nutricionales de *P. punctifer* a partir de los 12 mm de LT, coincidiendo con el comienzo del comportamiento caníbal (Darías et al., 2015; Fig. 3).

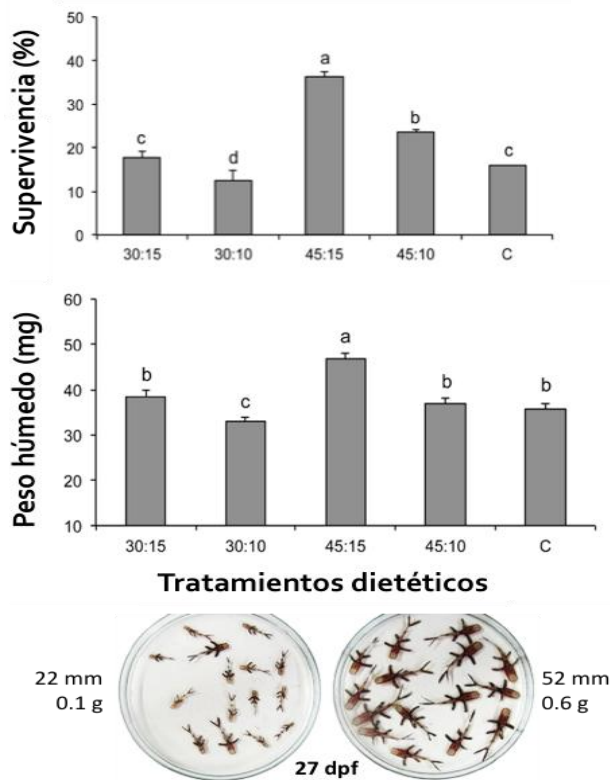


Figura 3. Crecimiento y supervivencia de *Pseudoplatystoma punctifer* a 26 dpf alimentados con diferentes niveles de proteínas (P) y lípidos (L) a partir de 12 dpf y comparados con el protocolo de alimentación de referencia (C) basado en una dieta comercial 45P:10L introducida a partir de los 18 dpf. Los datos están expresados como media  $\pm$  DE. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos dietéticos (Holm-Sidak,  $P < 0,05$ ). Fuente: figura tomada y modificada de Darias et al. (2015). Foto © Maria Darias.

En la Fig. 3 se puede observar el efecto positivo de la dieta 45:15 en el crecimiento y la supervivencia. Sin embargo, al extender el periodo de alimentación con *Artemia* spp. propicio un deterioro en la supervivencia (incremento de la incidencia de canibalismo) y el crecimiento debido a la composición nutricional inadecuada de esta presa viva.

Esta mejora estuvo relacionada con la capacidad de la dieta para promover un desarrollo más rápido del sistema digestivo, tal y como mostraron los indicadores histológicos y funcionales analizados, entre los que se destacan la presencia de un mayor número de células mucosas en el intestino anterior, un mayor número de enterocitos a lo largo del tracto digestivo y pliegues más largos en el intestino posterior, mayor expresión de los principales precursores enzimáticos digestivos (*amylasa*, *tripsina*, *fosfolipasa*, *pepsina*) y mayor actividad de la lipasa y la pepsina, y una relación de la actividad de las enzimas del borde en cepillo (fosfatasa alcalina) versus citosólicas (leucina-alanina peptidasa) más elevada (Castro-Ruiz et al., 2021b). En conjunto, esto permitió a los individuos digerir, absorber y metabolizar mejor los nutrientes. Además del contenido proteico, un mejor aprovechamiento de la

fracción fosfolipídica pareció ser la clave de la mejora del rendimiento del grupo alimentado con esta dieta. Este estudio también encontró que el rendimiento del crecimiento y el metabolismo de *P. punctifer* fueron significativamente afectados por la proporción energía: proteína (E:P) de la dieta. Cuando los ratios E:P eran elevados, la energía se utilizó para asegurar las necesidades proteicas corporales y la energía restante no contribuyó con suficiente eficacia para promover el crecimiento. Además, *P. punctifer* tuvo una clara preferencia metabólica por los lípidos como fuente de energía con respecto a los carbohidratos e incluso promovieron un efecto ahorrador de proteínas cuando la proporción de E:P era adecuada. Además, un contenido de carbohidratos superior al 25% resultó ser excesivo para esta especie, dando lugar a un metabolismo lipídico desequilibrado y a la deposición de grasa hepática (Darias et al., 2015; Castro-Ruiz et al., 2021b). Investigaciones futuras sobre la regulación de los genes relacionados con el metabolismo de la glucosa son necesarias para dilucidar el metabolismo de los carbohidratos en *P. punctifer* y determinar mejor la proporción óptima de carbohidrato: lípido (C:L) en la dieta que favorezca el ahorro de proteínas y el rendimiento fisiológico general de esta especie.

Teniendo en cuenta la preferencia metabólica de *P. punctifer* por los fosfolípidos, investigaciones recientes han profundizado en el estudio de los requerimientos de la especie en ácidos grasos polinsaturados, y en el ácido docosahexaenoico (DHA) en particular, durante las etapas tempranas del desarrollo (Castro-Ruiz et al., 2022). El DHA proporcionado en cantidades adecuadas en la dieta favorece el desarrollo y la maduración del sistema digestivo, el crecimiento, la supervivencia y la morfogénesis normal (Cahu et al., 2003), mientras que las deficiencias de DHA en la dieta inducen estrés fisiológico (Lund et al., 2012). Teniendo en cuenta que el estrés puede favorecer el comportamiento caníbal (Naumowicz et al., 2017), y que una nutrición inadecuada ha demostrado influir en la incidencia del canibalismo en *P. punctifer* (Castro-Ruiz et al., 2021b; Darias et al., 2015), el objetivo de dicho estudio fue además evaluar la influencia de la suplementación dietética con DHA en la incidencia del canibalismo durante las primeras etapas de la vida en *P. punctifer* (Castro-Ruiz et al., 2022). Los resultados mostraron que los niveles de DHA en la dieta influyen en la fisiología y el comportamiento caníbal de *P. punctifer* de forma dependiente del estadio de desarrollo (Castro-Ruiz et al., 2022). En particular, el grupo alimentado con *Artemia* sp. y alimento balanceado enriquecidos con DHA proporcionó los mejores resultados en términos de fisiología digestiva, crecimiento, incidencia de canibalismo y supervivencia (Fig. 4).

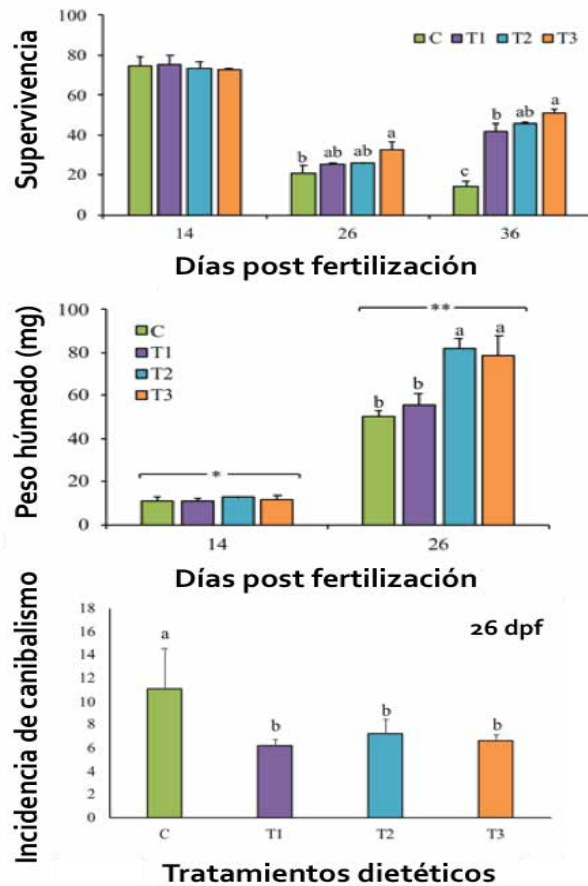


Figura 4. Crecimiento, supervivencia e incidencia de canibalismo de *Pseudoplatystoma punctifer* a lo largo del desarrollo alimentados con regímenes experimentales con diferente contenido en DHA. Diseño experimental: C (control), alimentación con *Artemia* sp. no enriquecida durante el periodo larvario (4-14 dpf) y con dieta formulada no enriquecida en la fase juvenil temprana (15-26 dpf); T1, alimentación con *Artemia* sp. enriquecida y con dieta formulada sin enriquecer; T2, alimentación con *Artemia* sp. no enriquecida y con dieta formulada enriquecida; T3, alimentación *Artemia* sp. y dieta formulada enriquecidas. El enriquecimiento se realizó con un producto comercial de referencia con alto contenido en DHA, Algamac 3050. Los datos están expresados como media  $\pm$  DE. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos dietéticos (Holm-Sidak,  $P < 0,05$ ). Fuente: tomada y modificada de Castro-Ruiz et al. (2022).

Este estudio también demostró que la historia nutricional durante el periodo larvario afecta a la nutrición y el comportamiento de los peces durante la fase juvenil temprana. El cambio observado en la incidencia de canibalismo al destete entre los tratamientos dietéticos demostró que el canibalismo se ve fuertemente afectado por la nutrición en *P. punctifer*. Además, la incidencia de canibalismo estuvo modulada por la composición nutricional de la dieta (Castro-Ruiz et al., 2022). Se necesitan más investigaciones para comprender mejor los efectos de la composición de ácidos grasos de la dieta sobre el metabolismo digestivo en la

fase juvenil y los mecanismos que relacionan los efectos anti-estrés del DHA y el comportamiento caníbal en esta especie.

En conjunto, los estudios nutricionales recientes realizados con *P. punctifer* demuestran cómo el conocimiento de sus capacidades digestivas y necesidades nutricionales permitió avanzar considerablemente el destete y maximizar su crecimiento y supervivencia. En un estudio nutricional reciente se observó que *P. punctifer* posee diferentes necesidades en macronutrientes durante el primer mes de vida, y que un alimento formulado ajustado a estas necesidades permitió limitar el uso de presa viva a solo un día (D. Castro-Ruiz, datos no publicados).

Hasta la fecha, no se han realizado estudios nutricionales con *P. punctifer* durante las fases de pre-engorde y engorde. Sin embargo, existe extensa información sobre la nutrición de otras especies del mismo género, en las que se observa una notable diferencia en los requerimientos de proteínas, lípidos y carbohidratos para juveniles de peso húmedo entre 1 y 120 g. Así, los niveles óptimos varían entre el 36% y el 49% para las proteínas (Campos et al., 2006; Zanardi et al., 2008; Silva, 2013; Cornelio et al., 2014; Gonçalves, 2014), entre el 8% y el 19% para los lípidos (Martino et al., 2005; Campos et al., 2006; Arslan et al., 2013; Silva, 2013) y del 13% al 25% para los hidratos de carbono (Lundstedt et al., 2004; Okamura, 2009; Gonçalves, 2014), en función de la calidad de los ingredientes y de sus proporciones relativas. Entre las fuentes de proteína utilizadas se encuentran la harina de soja, la harina de pescado, la carne y las vísceras de pollo (Campos, 2013). En cuanto a las fuentes lipídicas, tanto las de origen animal como vegetal parecen ofrecer un rendimiento similar. Sin embargo, la composición de ácidos grasos del filete se ve fuertemente influenciada por la dieta (Martino et al., 2002). En cuanto a los juveniles de mayor tamaño y los adultos, la investigación en nutrición es limitada, probablemente debido al elevado costo que supone trabajar con peces más grandes, así como con el riesgo de afectar al bienestar y a la salud de estos.

En lo que respecta a los micronutrientes, no se han realizado estudios sobre los requerimientos en *P. punctifer* en ninguna de las etapas de su desarrollo. En general, la literatura disponible para el género *Pseudoplatystoma* es extremadamente limitada y solo recientemente han comenzado a aparecer algunos trabajos. Por ejemplo, un estudio encontró que la incorporación de vitamina C en cantidades importantes en la dieta (aproximadamente 850 mg kg<sup>-1</sup>) promovió la hematopoyesis y la integridad de la mucosa intestinal de juveniles del híbrido *P. reticulatum* × *P. corruscans* de alrededor de 15 g (Rodrigues et al., 2018). En otro estudio en el que se evaluaron diferentes niveles de inclusión de vitamina E en la dieta de juveniles de *P. reticulatum* de alrededor de 40 g, se encontró que la inclusión de 167 mg kg<sup>-1</sup> de dl-alfa tocoferol acetato en la dieta mejoró el estado inmunológico y la calidad del filete (Zanon et al., 2018).

En conclusión, teniendo en cuenta que existe una variabilidad inter-específica importante en cuanto a los requerimientos nutricionales en este género durante las fases de pre-engorde y engorde, y que estos a su vez se ven afectados por las condiciones de cultivo (sistema de cultivo, parámetros fisicoquímicos del agua, densidad de cultivo, protocolo de alimentación, etc.), se hace necesario realizar estudios nutricionales en *P. punctifer* durante estas etapas de vida para poder cerrar con éxito su ciclo de cultivo.

### 5.2.1.2.3. Referencias

- Arslan, M., Dabrowski, K., Ferrer, S., Dietrich, M., Rodríguez, G., 2013. Growth, body chemical composition and trypsin activity of South American catfish, surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) juveniles fed different dietary protein and lipid levels. *Aquac. Res.* 44, 760–771. [doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03081](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03081)
- Baras, E., Águila, D.V.S. del, Naranjos, G.V.M., Dugué, R., Koo, F.C., Duponchelle, F., Renno, J.-F., García-Dávila, C., Núñez, J., 2011. How many meals a day to minimize cannibalism when rearing larvae of the Amazonian catfish *Pseudoplatystoma punctifer*? The cannibal's point of view. *Aquat. Living Resour.* 24, 379–390. [doi.org/10.1051/alr/2011141](https://doi.org/10.1051/alr/2011141)
- Buitrago-Suárez, U.A., Burr, B.M., 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512, 1–38. [doi.org/10.11646/zootaxa.1512.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1512.1.1)
- Cahu, C., Zambonino Infante, J., Takeuchi, T., 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture, 3rd Fish and Shellfish Larviculture Symposium* 227, 245–258. [doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00507-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00507-6)
- Campos, P., Martino, R.C., Trugo, L.C., 2006. Amino acid composition of Brazilian surubim fish (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with different levels and sources of fat. *Food Chem.* 96, 126–130. [doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.017](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.017)
- Campos, J., 2013. O cultivo do pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Spix e Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos, in: Baldisserotto, B., Gomes, L. de C. (Eds.), *Espécies Nativas Para Piscicultura No Brasil*. Editora UFSM, Santa Maria, Brazil, pp. 335–361.
- Carvalho-Costa, L.F., Piorski, N.M., Willis, S.C., Galetti, P.M., Ortí, G., 2011. Molecular systematics of the neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 based on nuclear and mtDNA markers. *Mol. Phylogenet. Evol.* 59, 177–194. [doi.org/10.1016/j.ympev.2011.02.005](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.02.005)
- Castro-Ruiz, D., Andree, K.B., Blondeau-Bidet, E., Fernández-Méndez, C., García-Dávila, C., Gisbert, E., Darias, M.J., 2021a. Isolation, identification, and gene expression analysis of the main digestive enzymes during ontogeny of the Neotropical catfish *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855). *Aquaculture*, 543, 737031. [doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.059](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.059)
- Castro-Ruiz, D., Andree, K.B., Solovyev, M.M., Fernández-Méndez, C., García-Dávila, C., Cahu, C., Gisbert, E., Darias, M.J., 2021b. The digestive function of *Pseudoplatystoma punctifer* early juveniles is differentially modulated by dietary protein, lipid and carbohydrate content and their ratios. *Animals*, 11(2), 369. [doi.org/10.3390/ani11020369](https://doi.org/10.3390/ani11020369)
- Castro-Ruiz, D., Andree, K.B., Magris, J., Fernández-Méndez, C., García-Dávila, C., Gisbert, E., Darias, M.J., 2022. DHA-enrichment of live and compound feeds influences the incidence of cannibalism, digestive function, and growth in the neotropical catfish *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) during early life stages. *Aquaculture*, 561, 738667. [doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738667](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738667)
- Cornélio, F.H.G., da Cunha, D.A., Silveira, J., Alexandre, D., Silva, C.P., Fracalossi, D.M., 2014. Dietary Protein Requirement of Juvenile Cachara Catfish, *Pseudoplatystoma reticulatum*. *J. World Aquac. Soc.* 45, 45–54. [doi.org/10.1111/jwas.12090](https://doi.org/10.1111/jwas.12090)

- Darias, M.J., Castro-Ruiz, D., Estivals, G., Quazuguel, P., Fernández-Méndez, C., Núñez-Rodríguez, J., Clota, F., Gilles, S., García-Dávila, C., Gisbert, E., Cahu, C., 2015. Influence of dietary protein and lipid levels on growth performance and the incidence of cannibalism in *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) larvae and early juveniles. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 74-82. doi: 10.1111/jai.12978
- Estivals, G., García-Dávila, C., Darias, M.J., 2015. Description of the skeletal anatomy of reared juveniles of *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) with notes on skeletal anomalies. *J. Appl. Ichthyol.* 31, 88–97. doi.org/10.1111/jai.12983
- Fernández-Méndez, C., David, F., Darias, M.J., Castro-Ruiz, D., Núñez-Rodríguez, J., 2015. Rearing of the Amazon catfish *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855): weaning with dry and moist diets. *J. Appl. Ichthyol.* 31, 83–87. doi.org/10.1111/jai.12979
- García-Dávila, C., Duponchelle, F., Castro-Ruiz, D., Villacorta, J., Quérouil, S., Chota-Macuyama, W., Núñez, J., Römer, U., Carvajal-Vallejos, F., Renno, J.-F., 2013. Molecular identification of a cryptic species in the Amazonian predatory catfish genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1962) from Peru. *Genetica* 141, 347–358. doi.org/10.1007/s10709-013-9734-5
- García Dávila, C., Sánchez Riveiro, H., Flores Silva, M.A., Mejía de Loayza, E., Angulo Chávez, C., Castro Ruiz, D., Estivals, G., García Vásquez, A., Nolorbe Payahua, C., Vargas Dávila, G., Núñez, J., Mariac, C., Duponchelle, F., Renno, J.-F., 2018. Peces de consumo de la Amazonía peruana, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Gisbert, E., Moreira, C., Castro-Ruiz, D., Öztürk, S., Fernández, C., Gilles, S., Núñez, J., Duponchelle, F., Tello, S., Renno, J.F., García-Dávila, C., Darias, M.J., 2014. Histological development of the digestive system of the Amazonian pimelodid catfish *Pseudoplatystoma punctifer*. *Animal* 8, 1765–1776. doi.org/10.1017/S1751731114001797
- Gonçalves, A.F.N., 2014. Desempenho produtivo e respostas fisiológicas de juvenis de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) alimentados com diferentes níveis de proteína e carboidrato (Text). Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Engenharia. Ilha Solteira.
- Lazo, J.P., Darias, M.J., Gisbert, E., 2011. Ontogeny of the Digestive Tract, in: Holt, G.J. (Ed.), *Larval Fish Nutrition*. John Wiley y Sons, Ltd, pp. 3–46. doi.org/10.1002/9780470959862.ch1
- Lund, I., Skov, P.V., Hansen, B.W., 2012. Dietary supplementation of essential fatty acids in larval pikeperch (*Sander lucioperca*); short and long term effects on stress tolerance and metabolic physiology. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 162, 340–348. doi.org/10.1016/j.cbpa.2012.04.004
- Lundstedt, L.M., Fernando Bibiano Melo, J., Moraes, G., 2004. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma coruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* 137, 331–339. doi.org/10.1016/j.cbpc.2003.12.003
- Martino, R. C., Cyrino, J. E. P., Portz, L., Trugo, L. C., 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, 209(1-4), 233-246. doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00847-X
- Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L.C., 2005. Performance, carcass composition and nutrient utilization of surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz) fed diets with varying carbohydrate and lipid levels. *Aquac. Nutr.* 11, 131–137.

- [doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00332.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00332.x)
- Naumowicz, K., Pajdak, J., Terech-Majewska, E., Szarek, J., 2017. Intracohort cannibalism and methods for its mitigation in cultured freshwater fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 27, 193–208. [doi.org/10.1007/s11160-017-9465-2](https://doi.org/10.1007/s11160-017-9465-2)
- Núñez, J., Castro, D., Fernández, C., Dugué, R., Chu-Koo, F., Duponchelle, F., García, C., Renno, J.-F., 2011. Hatching rate and larval growth variations in *Pseudoplatystoma punctifer*: maternal and paternal effects. *Aquac. Res.* 42, 764–775. [doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02803.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02803.x)
- Okamura, D., 2009. Influência do amido de milho no metabolismo energético de surubim *Pseudoplatystoma* spp. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Padilla-Pérez, P.P., Alcántara-Bocanegra, F., Ismiño-Orbe, R.A., 2001. Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario-larval. *Folia Amaz.* 12, 141–154. [doi.org/10.24841/fa.v12i1-2.130](https://doi.org/10.24841/fa.v12i1-2.130)
- Rodrigues, R.A., da Silva Nunes, C., Fantini, L.E., Dichoff-Kasai, R.Y., López-Olivera, C.A., Hisano, H. y Meldua de Campos, C., 2018. Dietary ascorbic acid influences the intestinal morphology and hematology of hybrid sorubim catfish (*Pseudoplatystoma reticulatum* × *P. corruscans*). *Aquacult Int* 26, 1–11. [doi.org/10.1007/s10499-017-0188-0](https://doi.org/10.1007/s10499-017-0188-0)
- Silva, A.F.L. da, Russo, M.R., Ramos, L. de A., Rocha, A.S., 2013. Feeding of larvae of the hybrid surubim *Pseudoplatystoma* sp. under two conditions of food management. *Acta Sci. Biol. Sci.* 35, 149–155. [doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i2.15359](https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i2.15359)
- Torrico, J.P., Hubert, N., Desmarais, E., Duponchelle, F., Núñez Rodríguez, J., Montoya-Burgos, J., García Dávila, C., Carvajal-Vallejos, F.M., Grajales, A.A., Bonhomme, F., Renno, J.-F., 2009. Molecular phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862): Biogeographic and evolutionary implications. *Mol. Phylogenet. Evol.* 51, 588–594. [doi.org/10.1016/j.ympev.2008.11.019](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.11.019)
- Zanardi, M.F., Boquembuzo, J.E., Koberstein, T.C.R.D., 2008. Performance of pintado juveniles (*Pseudoplatystoma corruscans*) fed with three different diets. *Rev. Acadêmica Ciênc. Agrár. E Ambient. Braz.* 6, 445-450. [doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i4.11594](https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i4.11594)
- Zanon, R.B., Silva, T., Cerozi, B., Cyrino, J.E., 2018. Effects of graded levels of dietary vitamin E on striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquac. Res.* 42, 764–775. [doi.org/10.1111/are.13594](https://doi.org/10.1111/are.13594)

### 5.2.1.3 Paiche o Pirarucu (*Arapaima gigas*)

Ligia Uribe Gonçalves<sup>1</sup>, Flávio Augusto Leão da Fonseca<sup>2</sup>, Driely Kathriny Monteiro dos Santos<sup>1</sup>, Christian Fernández Mendez<sup>3</sup>, Luís Eugénio Castanheira da Conceição<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

<sup>4</sup> SPAROS Lda - Área Empresarial de Marim, Olhão, Portugal

Autor de correspondencia: Ligia Uribe Gonçalves, [ligia.goncalves@inpa.gov.br](mailto:ligia.goncalves@inpa.gov.br)

# Infraestructura y Desarrollo Tecnológico del cultivo de peces de agua dulce y marinos en Latinoamérica

Red LARVAplus  
Programa CYTED

"Infraestructura y Desarrollo Tecnológico del cultivo de peces de agua dulce y marinos en Latinoamérica"  
Reunión CYTED- Calidad de agua y Sanidad en cultivo de peces de agua dulce y marinos- Editores: Enric Gisbert  
y Juan Carlos Pérez Urbiola, La Paz, B.C.S. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 2025. 444  
pág.

ISBN: 978-607-7634-47-8

©Clasificación: SH151 i53

Derechos reservados 2025

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Instituto Politécnico Nacional #195 Col Palo de Santa Rita Sur

C.P. 23096, La Paz, Baja California Sur, México

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada capítulo y siempre y cuando se de los créditos correspondientes a los mismos y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Las opiniones expresadas por los autores son bajo su responsabilidad (Textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Colaboración en la edición del libro: Jésica Pérez Inohuye

Dibujo de la portada y contraportada proporcionada por Enric Gisbert