

Índices morfométricos y reproducción inducida de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná

Morphometric index and induced reproduction of *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná

Álvaro E. Díaz Ortíz¹, Giancarlo E. Cerrud Barría², Rigoberto González Gutierrez³, Gilmar Junqueira Machado⁴, Luis David Solis Murgas⁵

¹Licenciatura en Acuicultura; Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, Departamento de Investigación y Desarrollo, Panamá; adiaz@arap.gob.pa; <https://orcid.org/0000-0001-7363-6278>

²Maestría en Ciencias de la Acuicultura; Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, Departamento de Investigación y Desarrollo, Panamá; gcerrud@arap.gob.pa; <https://orcid.org/0000-0002-1682-9847>

³Maestría en Ciencias con énfasis en Biología Pesquera; Colección de Peces Neotropicales, Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá; gonzalezrg@si.edu; <https://orcid.org/0000-0002-4420-4860>

⁴Doctorado en Ciencias; Universidad Federal de Lavras, Departamento de Medicina Veterinaria; gilmarjunqueira@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4742-1358>

⁵Doctorado en Producción Animal; Profesor Universidad Federal de Lavras, Departamento de Medicina Veterinaria; ismurgas@ufla.br; <https://orcid.org/0000-0002-0066-7505>

Resumen: El objetivo fue medir los índices morfométricos y realizar la reproducción inducida de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná, para conocer el tipo de alimento que consume las larvas. Se escogieron 20 machos y 20 hembras, de los cuales se obtuvo sus datos morfométricos. Para la reproducción inducida se utilizó una hormona análoga de GnRH (sGnRHa) y un inhibidor de la dopamina (0.5 ml/kg). Los valores morfométricos para las hembras fueron: longitud total 17.25±0.7 cm, longitud estándar 14.14±0.7 cm, longitud de la cabeza 37.49±1.8 mm, diámetro ocular 10.9±0.80 mm, altura del cuerpo 41.61±3.4 mm y peso corporal 80.49±9.3 g mientras que para los machos la longitud total fue 16.7±0.83 cm, longitud estándar 13.5±0.7 cm, longitud de la cabeza 35.6±1.8 mm, diámetro ocular 10.8±0.5 mm, altura del cuerpo 38.9±1.7 mm y peso corporal 64.7±7.0 g. Las larvas en su primer(ϕ) estadio consumen fitoplancton, luego cambia su dieta a zooplancton.

Palabras clave: Peces, larvas, reproducción, hormona.

Abstract: The goal was to measure the morphometric index and make the induced reproduction of *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná, to find out the type of food consumed by the larvae. 20 males and 20 females were chosen from which their morphometric data was obtained. For the induced reproduction, a GnRH analog hormone (sGnRHa) and a dopamine inhibitor (5.0 ml/Kg) were used. The females' morphometric values were: total length 17.25 ± 0.7 cm, standard length 14.14 ± 0.7 cm, head length 37.49 ± 1.8 mm, ocular diameter 10.9 ± 0.80 mm, body height 41.61 ± 3.4 mm and body weight 80.49 ± 9.3 g; while males' total length was 16.7 ± 0.83 cm, standard length 13.5 ± 0.7 cm, head length 35.6 ± 1.8 mm, ocular diameter 10.8 ± 0.5 mm, body height 38.9 ± 1.7 mm and body weight 64.7 ± 7.0 g. The larvae in their first stage instar consume phytoplankton, then change their diet to zooplankton.

Key words: Fish, larvae, reproduction, hormone.

1. Introducción

Debido a la creciente demanda de alimentos se hace necesario la búsqueda de alternativas y conocimientos acerca de las formas de cultivo de peces. En este caso, el desarrollo de tecnologías para la producción de pescado con una visión de sostenibilidad económica y ambiental se muestra como el mejor camino. En todo el mundo se cultivan un gran número de especies de peces en diferentes sistemas de producción y niveles tecnológicos (Murgas et al., 2003), pero muchas especies aún no lograrán este desarrollo.

Segundo Andrade y Yasui (2003) para que crezca la piscicultura es fundamental que haya un gran aumento en la producción de larvas de diferentes especies de interés comercial. Esto, solamente, podrá expandirse cuando se consoliden las técnicas de reproducción natural y artificial de peces en cautiverio. Las técnicas de manipulación de la reproducción permiten mejorar las condiciones de cultivo y obtener el mayor número de larvas de buena calidad (Murgas et al., 2009; Andrade et al., 2015; Sánchez et al., 2021).

La sardina Maná (*Cyphocharax magdalenae*) pertenece a la familia Curimatidae que está, ampliamente, distribuida en Sudamérica, donde está conformada por más de 120 especies que habitan una amplia serie de ecosistemas de agua dulce, variando desde los lagos, ríos y riachos (Vari, 1989). *Cyphocharax magdalenae* es el único género representativo en Panamá y se distribuye desde el río Magdalena y el río Atrato en la vertiente atlántica del noroeste de Colombia y a lo largo de la vertiente pacífica de Panamá y Costa Rica (Reeves y Bermingham, 2006).

Poco se conoce información sobre la reproducción, desarrollo embrionario, crecimiento de las larvas, alimentación ni índice morfométricos de *Cyphocharax magdalenae*, por lo tanto, se hace necesario conocer más acerca de estas especies nativas, con el objetivo de diversificar la producción de especies de agua dulce o realizar estudio de repoblación en lugares donde esta especie se encuentra escasa por la intervención del hombre. El manejo y conservación de cualquier población de peces requiere de un entendimiento de todo el ciclo de vida, incluyendo huevos y larvas (Strydom, 2008).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los índices morfométricos y realizar una reproducción en cautiverio de *Cyphocharax magdalenae* (sardina Maná), para conocer el tipo de alimento que consumen las larvas por un período de 20 días.

2. Materiales y métodos

Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en términos de infraestructura, dentro de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, Estaciones Experimentales de Divisa - República de Panamá, Finca Corita, distrito de Santiago, provincia de Veraguas.

Material biológico

Se seleccionaron 40 individuos (20 machos y 20 hembras) de *Cyphocharax magdalenae*, recolectados con una red de arrastre de 14mm de luz de malla. Los peces se encontraban en el lago con área de 1200 m² de la Estación Dulce Acuícola Divisa-Panamá. Inmediatamente, después de capturados, los peces fueron trasladados para una sala de incubación de la Estación Dulce Acuícola Divisa, donde se alojaron en dos peceras de 100 litros siendo el volumen utilizado de 80 litros. Cada pecera contaba con aireación permanente con su respectiva piedra difusora para mantener un nivel de oxígeno óptimo mayor que 6 mg.L⁻¹. Todos los procedimientos adoptados en este ensayo fueron desarrollados de acuerdo con las normas internacionales de experimentación animal en relación con los cuidados y el bienestar de los animales

Datos morfométricos

Los peces fueron sometidos a sedación anestésica mediante inmersión en solución de eugenol. Después, se obtuvieron los datos morfométricos de todos los peces: longitud total, longitud estándar, longitud de la cabeza, diámetro ocular, altura del cuerpo y peso corporal. Se utilizó un caliper (Cienceware) para obtener las diferentes medidas y una pesa (marca collage – B3001-S (max 3100 gramos), para el peso total de cada individuo.

Selección de los reproductores

Durante el proceso de pesca se realizó la selección de cuatro machos y cuatro hembras en estado de madurez sexual avanzada, las hembras presentaron el abdomen

abultado, papila inflamada y los machos que emitían esperma por leve masaje abdominal. La figura 1 muestra algunas fotos de cómo fueron seleccionados los reproductores. Los reproductores se alojaron en peceras de 100 litros, el volumen utilizado fue de 80 litros, con aireación permanente, en una relación de 1:1 macho y hembra.

Figura 1. Selección de los reproductores de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná. (A) machos con leve masaje abdominal y (B) la hembra con papila inflamada y abdomen abultado.



Fuente: Los autores

Protocolo de inducción

Para la reproducción inducida en cautiverio se utilizó la hormona análoga del GnRH (sGnRH α) y un inhibidor de la dopamina con nombre comercial Ovaprim en dosis de 0.5 ml/kg, que fue suministrada para ambos sexos, intramuscularmente, en la base de la aleta dorsal. Además, se utilizó eugenol como anestésico, con una dosis de 2 mL por cada 100 litros de agua, con el objetivo de realizar una correcta manipulación al momento de inyectar la hormona y la medición.

Las larvas

El desove se llevó a cabo de una manera semi-natural y fue determinado al observarse la liberación de óvulos en las peceras. Los óvulos fueron recolectados y trasladados para acuarios de 100 litros, con buena aireación (piedra difusora), para que se mantenga en toda la columna de agua y evitar mortalidad, permitir el correcto desarrollo de los huevos.

Alimentación de las larvas

Al tercer día post-eclosión (*dpe*) fueron sembradas la mitad de las larvas que se encontraban en el acuario en una pileta, para comparar la preferencia alimenticia entre dos lugares. Como alimento inicial se utilizó agua verde fertilizada rica en zooplancton y fitoplancton.

Para observar el tamaño y contenido estomacal de las larvas se utilizó un microscopio (marca optika, B-500ti), mientras que para las mediciones de tamaño se utilizó un programa llamado SXView. El muestreo se realizó, diariamente, ya que, no se conoce nada sobre la especie, todos los días se procedió a revisar el desarrollo de las larvas.

Cualidad del agua

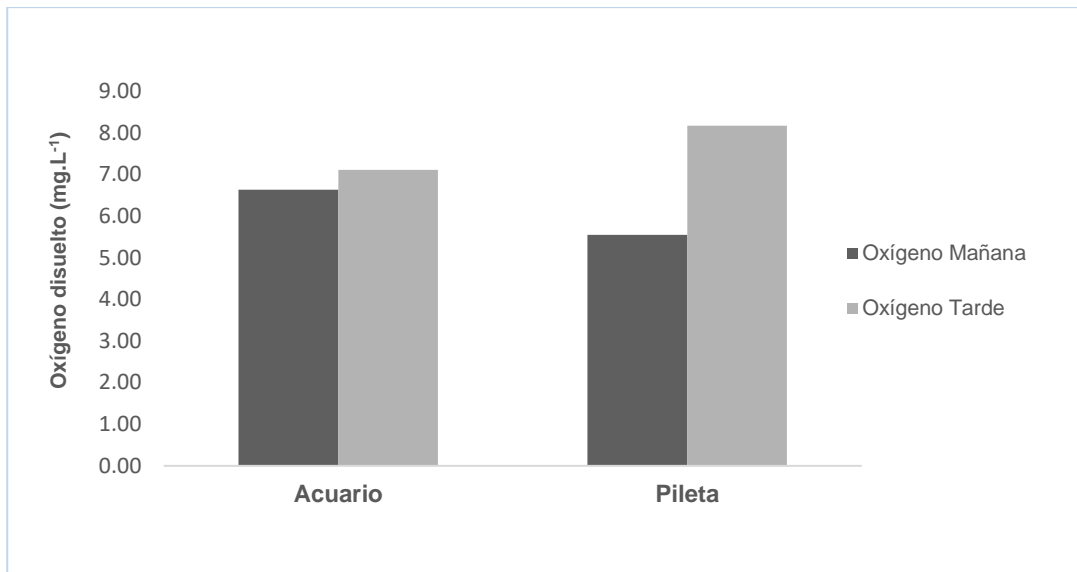
Los parámetros físico-químico se tomaron, diariamente, dos veces al día (mañana y tarde), por 15 días post-eclosión, a través de una sonda multiparamétrica YSI556, calibrada, semanalmente. Los recambios de agua se realizaron al 10% diariamente.

3. Resultados y discusión

Cualidad del agua

Los resultados de los parámetros físicos-químicos registrados tanto en el acuario, como en la pileta son presentados en la figura 2. Para el acuario, el valor de oxígeno disuelto promedio en la mañana es 6 mg. L⁻¹ y en la tarde es 7 mg. L⁻¹. Sin embargo, para la pileta el valor promedio en la mañana fue 5 mg. L⁻¹ y 8 mg. L⁻¹ en horas de la tarde. Estos valores se encuentran dentro de los valores óptimos para la fase larval en peces de agua dulce. Según investigaciones realizadas por el Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, Nicaragua (2007) los rangos óptimos de oxígenos deben estar por encima de los 4 mg. L⁻¹. El oxígeno es el elemento vital para la supervivencia de los peces y puede ser un factor limitante en la productividad de los sistemas de cultivo (Nunes et al., 2018). Así, el acompañamiento de este parámetro es fundamental en el cultivo de peces para evitar pérdidas.

Figura 2. Valores promedio de oxígeno disuelto (mg. L^{-1}) en la mañana y tarde, en el acuario y pileta, para cultivo de larvas de *Cyphocharax magdalenae* (sardina Maná).

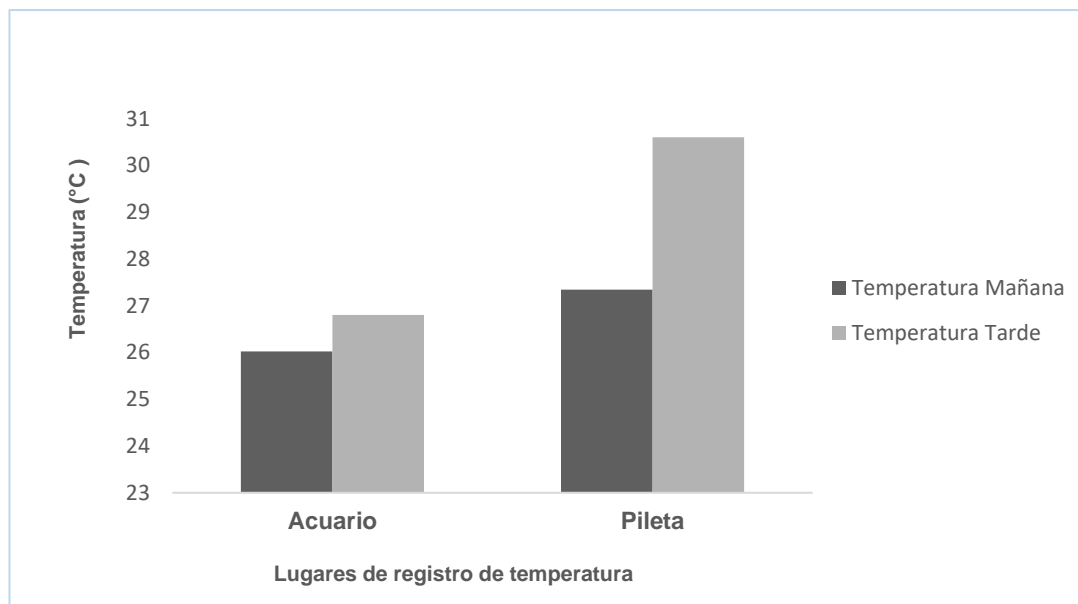


Fuente: Los autores

La figura 3 nos indica que la temperatura, tanto en el acuario como en la pileta se incrementa en la tarde, en relación con los valores obtenidos en la mañana, el valor promedio para el acuario en la mañana fue $26.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $26.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, en la tarde. Sin embargo, existe una mayor variedad de temperatura en la pileta, donde el resultado promedio en la mañana fue $27.34\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30.60\text{ }^{\circ}\text{C}$, en la tarde.

La temperatura es una de las variables ambientales más influyente en el desarrollo embrionario, y los límites de tolerancia térmica determinan la duración del desarrollo, el tamaño de las larvas al momento de la eclosión, la utilización del vitelo, el inicio de la primera alimentación y más formaciones embrionarias (Camus y Koustikopoulos, 1984; Bolla y Holmefjord, 1988; Polo et al., 1991; Bermudez y Ritar, 1999; Kamler, 2002; Klimogianni et al., 2004; Azocar et al., 2015; Nunes et al., 2018)

Figura 3. Valores promedio de temperatura (°C) en la mañana y tarde, en el acuario y pileta, para cultivo de *Cyphocharax magdalenae* (sardina Maná).



Fuente: Los autores

Datos morfométricos

Los resultados de los datos morfométricos son presentados en la tabla 1 y se muestran semblantes a los datos presentados por Blanco et al. (2005) para la *Cyphocharax magdalenae* en ambiente natural, 11.5 hasta 21.0 cm de longitud total, promedio de 15.0 cm. Atencio-García et al. (2005) muestreó *Cyphocharax magdalenae* con longitud total promedio de 19.6 cm, con valores mínimos y máximos de 16.2 y 225.1cm; mientras que su peso promedio fue de 131.9g, oscilando entre 40 y 210g.

Tabla 1. Datos morfométricos de *Cyphocharax magdalenae*.

	Hembras	Machos
Longitud total	17.25±0.7 cm	16.7±0.83 cm
Longitud estándar	14.14±0.7 cm	13.5±0.7 cm
Longitud de la cabeza	37.49±1.8 mm	35.6±1.8 mm
Diámetro ocular	10.9±0.80 mm	10.8±0.5 mm
Altura del cuerpo	41.61±3.4 mm	38.9±1.7 mm
Peso corporal	80.49±9.3 g	64.7±7.0 g

Fuente: Los autores

Larvas recién eclosionadas (día 0 post-eclosión)

En la figura 4 se observa la larva de la sardina Maná recién eclosionada, donde el largo total promedio de las larvas fue 194.111 micras y un tamaño del saco vitelino de 175.745 micras. En sus primeros estadios larval el saco vitelino proporciona a las larvas los nutrientes necesarios para su alimentación y crecimiento (Zavala, 2011). Podemos mencionar que el saco vitelino es, prácticamente, reabsorbido a los 2 días post-eclosión, y es en este momento donde ocurre la apertura bucal y las larvas están lista para consumir su primer alimento vivo.

Una característica observada en esta fase es la poca movilidad de las larvas y la gran mayoría se encuentra en el fondo del acuario. La formación de los ojos ocurre el primer día post-eclosión. El desarrollo de las aletas pectorales y caudal se da a los 2 días post-eclosión, además se observa movimiento en la mandíbula, podría estar relacionado con la apertura de la boca.

Las especies que presentan ontogenia indirecta, están poco desarrollados al momento de la eclosión y llevan a cabo procesos complejos y, altamente, dinámicos de diferenciación de órganos, morfogénesis y crecimiento, dirigidos a pasar de una alimentación endógena a una alimentación exógena; para lo cual cuenta con las reservas vitelinas como única fuente de energía y compuestos nutricionales (Sala et al., 2005). El periodo larval es considerado como una etapa crucial en el ciclo de vida de los peces. Es común registrar elevadas tasas de mortalidad que afectan tanto el cultivo de peces como el reclutamiento en las poblaciones naturales (Zavala-Leal et al., 2011).

Figura 4. Larva de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná, recién eclosionada (0 post-eclosión), con saco vitelino.



Fuente: Los autores

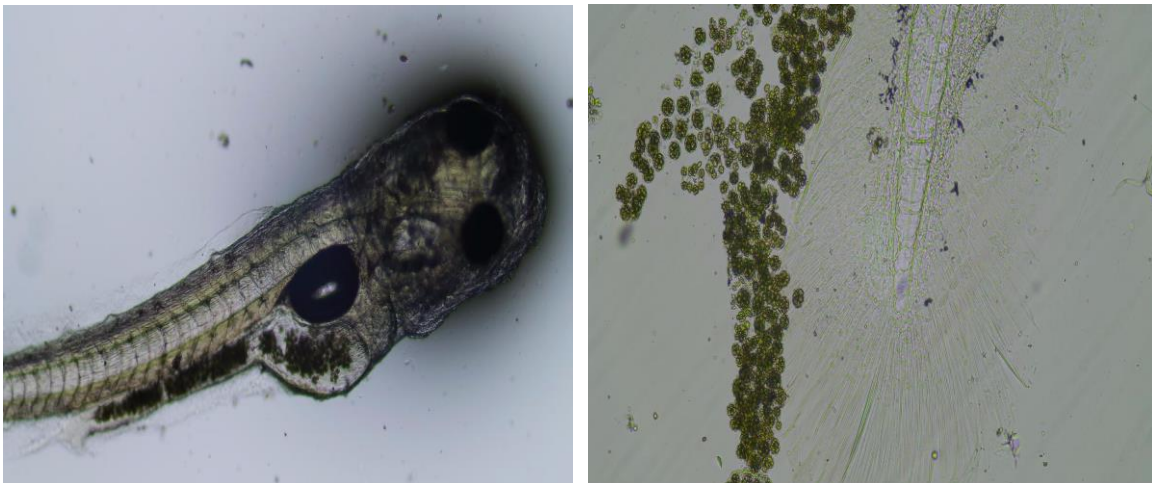
Larvas de 3 días post-eclosión

La figura 5 indica el contenido estomacal presente en las larvas de la sardina Maná, a los 3 días post-eclosión. En esta investigación las larvas consumían el fitoplancton y zooplancton que crecían, tanto en el acuario como en la pileta. Las mediciones del tamaño de boca muestran que el tamaño a los 3 días post-eclosión está alrededor de 13.988 micras. También se observó que las larvas están activas y en toda la columna de agua.

La supervivencia de las larvas está, directamente, relacionada con la plena satisfacción de sus requerimientos nutricionales, por lo tanto, es uno de los dos principales limitantes en el cultivo de varias especies de peces (Lazo, 2000). Las investigaciones con larvas de peces apuntan la alimentación como el factor más importante a considerar durante el desarrollo inicial, ya que, las larvas se encuentran en la etapa de diferenciación estructural y funcional del sistema digestivo que, en la mayoría de las especies, pasa del alimento endógeno (vitelo) para alimentación exógena (Mori & Chedid, 2019).

En la etapa larvaria de cultivo de peces se hace necesario la introducción del alimento vivo en el inicio de la alimentación exógena, donde se utilizan aguas con una alta concentración de plancton (Spolaore et al., 2006). Estos cultivos de aguas verdes han resultado en mejor crecimiento y supervivencia (Reitan et al., 1997).

Figura 5. Contenido estomacal de las larvas de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná, a los 3 días post-eclosión



Fuente: Los autores

Larvas de 8 días post-eclosión

La figura 6 muestra el contenido estomacal de las larvas de la sardina Maná a los 8 días post-eclosión, donde se aprecia un cambio en la dieta, ya han dejado de comer microalgas para ahora iniciar alimentación con zooplancton, en este caso rotíferos. El largo total de las larvas en promedio fue 500 micras. No existen diferencias en las larvas que se encuentra en el acuario y en la pileta, en relación con la preferencia del consumo de fitoplancton y zooplancton.

Figura 6. Contenido estomacal de las larvas de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner, 1878) sardina Maná, a los 8 días post-eclosión.



Fuente: Los autores

Por tratarse de un sistema de cultivo en cautiverio, se hace necesario la oferta de alimento a las larvas, en ese caso, las larvas consumirán el agua verde producida en el laboratorio. Sin embargo, estudios con *Cyphocharax magdalenae* en ambiente natural muestran una gran diferencia en la dieta de peces adultos.

Al analizar los contenidos estomacales de especímenes adultos de *Cyphocharax magdalenae*, Atencio-García et al. (2005), mostró una elevada presencia de detritos en sus estómagos, combinada con microalgas, principalmente, de los grupos clorofitas y bacilariofilas. Sin embargo, no se sabe (a) acerca de la alimentación de las larvas de *Cyphocharax magdalenae*. El período larval de los peces es considerado como una etapa crucial en el ciclo de vida. Es común registrar elevadas tasas de mortalidad que afectan el cultivo de peces como el reclutamiento en las poblaciones naturales (Zavala-Leal, Dumas-Lapage y Peña-Martínez, 2011).

4. Conclusiones

- Los datos morfométricos de la *Cyphocharax magdalenae* en cautiverio, encontrados en este estudio, permiten afirmar que, tanto las hembras como los machos presentan una morfología compatible con la producción de gametos y reproducción, por lo tanto, son aptos a la producción de larvas por medio de inducción hormonal.
- Se ha identificado el tipo de alimento que las larvas consumen en sus primeros estados de desarrollo, dando como resultados del 3° al 7° día post eclosión, que consumen microalga (*Microcystis*) y a partir del 8° día post eclosión, consumen zooplancton (rotíferos).

Agradecimientos

Los autores agradecen a ACUA Panamá, a la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) y a la Universidad Federal de Lavras (UFLA)-Brasil.

Referencias bibliográficas

- Andrade, D. R., & Yasui, G. S. (2003). Manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 27(2), 166-172. Recuperado de: <http://cbra.org.br/br/publicacoes/revista-brasileira-de-reproducao-animal/>
- Atencio-García, V. J., Kerguelén-Durango, E., Dorado, E. C., Carcamo, R. R., Vallejo, A., & Valderrama, M. (2005). Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 10(2). <https://doi.org/10.21897/rmvz.465>
- Azocar, C., Claramunt, G., Yañez, F., & Futagawa, M. (2014). Efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario y larval de *Graus nigra* (Kyphosidae) del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1), 111-122. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572014000100012>

- Bermudes, M., & Ritar, A.J. (1999). Effects of temperature on the embryonic development of the striped trumpeter (*Latris lineate* Bloch and Schneider, 1801). *Aquaculture*, 176, 245-255. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00117-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00117-9)
- Bolla, S., & Holmefjord, I. (1988). Effect of temperature and light on development of Atlantic halibut larvae. *Aquaculture* 74, 355-358. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90379-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90379-1)
- Camus, P., & Koutsikopoulos, C. (1984). Incubation experimentale et developpement embryonnaire de la daurade royviale, *Sparus aurata*, a differant temperatures. *Aquaculture*, 42, 117-128. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(84\)90359-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(84)90359-4)
- Kamler, E. (2002). Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(1), 79-103. <https://doi.org/10.1023/A:1022603204337>
- Klimogianni, A., Koumoundouros, G., Kaspiris, P., & Kentouri, M. (2004). Effect of temperature on the egg and yolk-sac larval development of common pandora, *Pagellus erythrinus*. *Marine Biology* 145, 1015-1022. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1382-y>
- Lazo, J. P. (2000). Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. *Avances en Nutrición Acuícola*. Recuperado de: <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/279>
- Mori, R. H., & Chedid, R. A. (2019). Ontogenia do sistema digestório de peixes fish digestive system ontogeny. *Jornal MedVetScience FCAA*, 1(1), 59. Recuperado de: <http://www.fea.br/jornal-medvet-science/>
- Murgas, L. D. S., Drumond, M. M., Pereira, G. J. M., & Felizardo, V. D. O. (2009). Manipulação do ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. *R. Bras. Reprod. Anim.*, 70-76. Recuperado de: <http://cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/p70-76.pdf>
- Murgas, L.D.S., Viveiros, A.T.M., Maria, A.N., Freitas, R.T.F., Freato, T.A., & Santos, V. (2003). *Reprodução/espécies próprias para a piscicultura*. Lavras: UFLA/FAEPE, p.28. (Curso /Lato Sensu. Qualificação Profissional).

<https://scholar.google.com/scholar?cluster=4684265337069605276&hl=en&oi=scholar>

- Nunes, L. T., Salmito-Vanderley, C. S. B., Reis, F. Y. T., Neres, R. W. P., & da Silva, S. Q. (2018). Reprodução de peixes reofílicos nativos do Brasil: fertilização artificial e qualidade da água. *R. Bras. Reprod. Anim.*, 15-21. Recuperado de: <http://cbra.org.br/portal/publicacoes/rbra/2018/rbra2018n1.html>
- Polo, A., Yufera, M., & Pascual, E. (1991). Effects of temperature on egg and larval development on *Sparus aurata* L. *Aquaculture*, 92, 367-375. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90042-6)
- Reeves, R. G., & Bermingham, E. (2006). Colonization, population expansion, and lineage turnover: phylogeography of Mesoamerican characiform fish. *Biological Journal of the Linnean Society*, 88(2), 235-255. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2006.00619.x>
- Reitain, K., Rainuzzo, J. R., Oie, G., & Olsen, Y. (1997). A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture* 155, 207-221. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00118-X)
- Sala, R., Santamaría, C.A., & Crespo, S. (2005). Growth of organ systems of *Dentex dentex* (L) and *Psetta maxima* (L) during larval development. *J. Fish Biol.*, 66, 315-326. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00580.x>
- Sanches, E. A., de Siqueira-Silva, D. H., de Souza, G. B., Vasconcelos, A. C. N., Povh, J. A., & Streit Jr, D. P. (2021). Tecnologias aplicadas à reprodução de peixes amazônicos. *Tecnologias aplicadas à reprodução de peixes amazônicos*, 1-388. <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/46948>
- Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., & Isambert A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of Biosciences and Bioengineering*, 101, 87–96. <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>
- Strydom, N.A. (2008). Utilization of shallow subtidal bays associated with warm temperate rocky shores by the late-stage larvae of some inshore fish species, South Africa. *African Zoology*, 43, 205-269. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10520/EJC18079>

Vari, R. P. (1989). A phylogenetic study of the Neotropical characiform family Curimatidae (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology*.

<https://doi.org/10.5479/si.00810282.471>

Zavala, I. (2011). Caracterización bioquímica del consumo de reservas vitelinas en peces teleósteos de ontogenia indirecta. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(3), 1-32. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63616934008.pdf>

Zavala-Leal, I., Dumas-Lapage, S., & Peña-Martinez, R. (2011). Organogénesis durante el periodo larval en peces. *CICIMAR Océánides*, 26(2), 19-30. Recuperado de:

<https://oceanides.ipn.mx/index.php/cicimaroceanides/article/view/100>