

Maduración gonádica mediante inmersión hormonal y fertilización in vitro de *Puntius conchoni*

Gonadal maturation through hormonal immersion and in vitro fertilization of *Puntius conchoni*

José Alberto Ramírez-Torrez¹ 

María del Carmen Monroy-Dosta¹ 

Citlali Pérez-Estrada¹ 

Greyssi Natali González-Bautista¹ 

Dafne Itzel Orozco-Rojas¹ 

¹Laboratorio de Análisis Químico de Alimento vivo, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. 04960. México.

Autor de correspondencia:

José Alberto Ramírez Torrez.
Universidad Autónoma
Metropolitana. Correo
electrónico:
jramirez@correo.xoc.uam.mx

Como citar:

Ramírez-Torrez JA,
Monroy-Dosta MC,
Pérez-Estrada C,
González-Bautista GN, y
Orozco-Rojas DI. (2026).
Maduración gonádica mediante
inmersión hormonal y
fertilización in vitro de *Puntius
conchoni*. Tropical
Aquaculture 2 (2): e5761. DOI
10.19136/ta.a4n1.5761

Fecha de recepción: 28 de
mayo de 2026

Fecha de aceptación: 20 de
septiembre de 2026

Fecha de publicación: 30 de
septiembre de 2026

Licencia creative commons:

This work is licensed under a
Creative Commons
Attribution-NonCommercial-N
oDerivatives 4.0 International



Resumen

Uno de los retos en la producción de peces ornamentales pequeños es la inducción de la maduración gonadal mediante hormonas, debido a las limitaciones que impone su pequeño tamaño. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue desarrollar un protocolo para inducir la maduración gonadal en *P. conchoni* mediante inmersión hormonal. Se utilizaron un total de 21 hembras y 15 machos por tratamiento. En cada tratamiento, los peces fueron sometidos a un choque osmótico a 15 ‰ durante 2 o 7 minutos y, tras dicho choque, se sumergieron en 14, 28 o 40 µg L⁻¹ de sGnRHα utilizando Ovaprim® en agua dulce a 25 °C. Dos grupos de control fueron sometidos a choques osmóticos durante 2 o 7 minutos, bajo las mismas condiciones que el grupo experimental, pero sin la hormona. Todos los tratamientos tuvieron un período de latencia de 12 horas. Se produjeron gametos únicamente en el tratamiento con choque osmótico de 7 minutos a 40 µg L⁻¹ de sGnRHα, con una efectividad del 99 % en las hembras; en los machos, el 11.2 % liberó esperma tras la presión abdominal. Se obtuvieron y se fertilizaron un total de 442 óvulos, con una tasa de fertilización del 89.5 %. Este protocolo es aplicable a ejemplares de *P. conchoni* con una longitud y un peso promedio de ≤ 5 cm y ≤ 3 g, respectivamente.

Palabras claves: inmersión hormonal, barbo, reproducción.

Abstract

One challenge in producing small ornamental fish is inducing gonadal maturation with hormones because their small size limits the doses that can be administered. Therefore, this study aimed to develop a protocol for inducing gonadal maturation in *P. conchoni* through hormonal immersion. A total of 21 females and 15 males were used per treatment. In each treatment, fish underwent an osmotic shock at 15 ‰ for 2 or 7 minutes, then were immersed in 14, 28, or 40 µg L⁻¹ sGnRHα (Ovaprim®) in freshwater at 25 °C. Two control groups were subjected to the same conditions as the experimental group, but without the hormone. All treatments had a 12-hour latency period. Gametes were produced only in the treatment involving a 7-minute osmotic shock with 40 µg L⁻¹ of sGnRHα, with a 99% success rate in females; in males, 11.2% released sperm following abdominal pressure. A total of 442 eggs were collected and fertilized, with a fertilization rate of 89.5%. This protocol applies to *P. conchoni* specimens with an average length and weight of ≤ 5 cm and ≤ 3 g, respectively.

Keywords: hormonal immersion, rosy barb, reproduction.

Introducción

La industria acuícola mexicana se encuentra en crecimiento constante (CNA, 2024), al igual que a nivel mundial (FAO, 2024). La producción de peces ornamentales de agua dulce en México es un subsector importante en el estado de Morelos y, a nivel nacional, reporta ingresos anuales de 81.80 millones de dólares (Arosemena, 2024). Sin embargo, enfrenta desafíos como infraestructura inadecuada y baja riqueza específica en cultivo, lo que, en conjunto, impacta negativamente en la eficiencia productiva del sector (Alberto *et al.*, 2014), además de la baja tasa de reproducción en cautiverio de algunas especies. Para mejorar la reproducción, se han utilizado diversas estrategias, como los sistemas de recirculación (Castanedo, 2014) y el estudio de las necesidades nutricionales de especies populares (Arevalo-Ibarra *et al.*, 2018), entre otras. En este contexto, existen áreas de oportunidad derivadas de los avances tecnológicos y de las mejores prácticas de gestión; una de ellas es la fertilización in vitro, con amplias ventajas para la producción comercial y como apoyo a los esfuerzos de conservación (Domínguez-Castanedo *et al.*, 2014); aunque estos deben ir acompañados de la profesionalización del sector, aspecto que ha impedido que la acuicultura ornamental mexicana logre su mayor potencial.

Desde el punto de vista biológico, la dificultad para reproducirse de una especie se debe a la ausencia de estímulos naturales que activen el eje reproductivo (Honji *et al.*, 2025), así como a la contaminación del agua, que puede interrumpir el proceso reproductivo (Jones y Reynolds, 1997). La principal estrategia para abordar esta limitación es el uso de hormonas que induzcan el desarrollo gonádico. En especies destinadas al consumo humano, la administración por inyección intramuscular o intracelómica (Yanong *et al.*, 2022) ha permitido mejorar la producción acuícola; sin embargo, en especies ornamentales pequeñas, estas vías no son viables debido a su tamaño y al estrés que genera su

manipulación. Como alternativas, se ha propuesto el suministro de hormonas por vía oral en el alimento (Hoga *et al.*, 2018b), por inmersión (Mylonas *et al.*, 2010) o por aplicación tópica en las branquias (Al Adawiyah *et al.*, 2019a). En este caso, la especie bajo estudio es de alto interés comercial y los productores reportan tasas de fertilización del 60%. Desde esta perspectiva, la presente investigación tuvo como objetivo inducir la maduración gonádica para la fertilización in vitro de *P. conchonius* mediante la técnica de inmersión hormonal.

Materiales y métodos

Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Los peces fueron donados por ACUAINTER®, del Estado de Morelos, México, y trasladados al laboratorio en bolsas plásticas con oxígeno, separados por sexo. Para su acondicionamiento se usaron peceras con 30 L de agua desinfectada a 25 °C, con pH de 7.0, aireación constante, recambio del 50 % del agua cada 72 h y vigilancia sanitaria durante 14 días. Los organismos fueron alimentados a saciedad dos veces al día, en la mañana y en la tarde, con hojuelas para peces tropicales (Lomas®).

Diseño experimental. Se evaluaron cinco tratamientos: dos grupos control (sin hormona) y tres combinaciones de tiempo de choque osmótico con dosis de la hormona liberadora de gonadotropina de salmón (sGnRHa, Ovaprim®, Syndel), cada uno con tres réplicas. Para cada tratamiento se emplearon 21 hembras (7 por réplica) y 15 machos (5 por réplica). Al inicio del experimento, las hembras tuvieron un peso promedio de 1.93 ± 0.33 g y los machos, de 2.19 ± 0.36 g, sin diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$).

En todos los tratamientos, los peces se sometieron a un choque osmótico de 2 o 7 minutos en agua a 25 °C y con una salinidad de 15 ‰ (Budi *et al.*, 2023b). Acto

seguido, los peces fueron transferidos a contenedores con agua dulce a 25 °C con la dosis de hormona correspondiente; los tratamientos fueron:

Tratamiento control 1 (TC25/2/15/0): los peces se mantuvieron a 25 °C durante 2 min a una salinidad de 15 ‰. Los peces se colocaron en contenedores con agua dulce a 25 °C sin hormona.

Tratamiento control 2 (TC25/7/15/0): los peces se mantuvieron a 25 °C durante 7 min a una salinidad de 15 ‰. Los peces se colocaron en contenedores con agua dulce a 25 °C sin hormona.

T25/2/15/14: los peces se mantuvieron a 25 °C durante 2 min, con una salinidad de 15 ‰ para inducir el choque osmótico. Los peces se colocaron en contenedores con agua dulce a 25 °C y se les administró una dosis de 14 µg L⁻¹ de sGnRH_a.

TC25/2/15/28: los peces se mantuvieron a 25 °C durante 2 min, con una salinidad de 15 ‰ para inducir el choque osmótico. Los peces se colocaron en contenedores con agua dulce a 25 °C y se les administró una dosis de 28 µg L⁻¹ de sGnRH_a.

TC25/7/15/40: los peces se mantuvieron a 25 °C durante 7 min, con una salinidad de 15 ‰ para inducir el choque osmótico. Los peces se colocaron en contenedores con agua dulce a 25 °C y se les administró una dosis de 40 µg L⁻¹ de sGnRH_a.

Las unidades experimentales consistieron en peceras individuales de vidrio que contenían 5 L de agua, a las que se añadió la dosis de hormona correspondiente. La temperatura se mantuvo constante en 25 °C mediante un calentador sumergible con termostato de la marca Aquakril 4174.

Desarrollo del experimento y variables de respuesta. Tras el tiempo de latencia, se revisó la posible presencia de

gametos y, en las hembras, se corroboró mediante observación directa, evidenciada por la distensión de la región ventral. En caso de observarlo, los peces se anestesiaron con 5 mg L⁻¹ de eugenol durante 5 min y se realizó un masaje abdominal. En los machos no se observó distensión abdominal, por lo que se anestesiaron y se realizó un masaje abdominal para determinar la presencia de semen. El diámetro de los huevos se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$D_{eq} = \sqrt{LxC}$$

Donde: Deq: diámetro equivalente; L: eje mayor; C: eje menor

Para la fertilización *in vitro*, se colocaron los huevos en 10 mL de agua dulce a 25 °C, en cajas Petri de plástico desinfectadas con alcohol al 70 %, con tres réplicas; se dejaron reposar hasta la observación del espacio perivitelino como indicador de la activación de los huevos, en seguida se agregó el semen, y se mezcló con una pipeta Pasteur de plástico, para ello este proceso se usó la totalidad del esperma obtenido. Después de 20 a 30 min de la mezcla de los gametos, se consideraron huevos fertilizados aquellos que iniciaron la división y tuvieron por lo menos dos células, a partir de eso se evaluó la tasa de fertilización y se usó la siguiente ecuación:

$$TF = \frac{\text{huevos fertilizados}}{\text{total de huevos}} \times 100$$

Análisis estadístico. La normalidad y la homocedasticidad de los datos se verificaron mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Bartlett, respectivamente. Los datos de peso y longitud iniciales se contrastaron mediante un ANOVA simple ($\alpha = 0.05$).

Resultados

En los tratamientos *control*, así como en los tratamientos *T25/2/15/14* y *TC25/2/15/28*, no se obtuvieron gametos en los peces tras aplicar el masaje abdominal. Mientras que en el tratamiento *TC25/7/15/28* se obtuvieron huevos y espermatozoides en los peces

tratados. De las tres réplicas, se obtuvieron 442 huevos en total, de los cuales 8 fueron inmaduros. El diámetro promedio de los huevos fue de 0.69 ± 0.04 mm ($n = 70$). También se observó la liberación espontánea de esperma por parte de los machos en las tres réplicas, evidenciada por la presencia de espermatozoides en el agua. Sin embargo, solo se obtuvieron espermatozoides mediante masaje abdominal en tres individuos de la réplica tres, por lo que no fue posible medir ningún parámetro de calidad espermática. Se obtuvo un promedio de 89.5 ± 3.0 % de fertilización. El uso de 2.0 mL de Ovaprim® ($40 \mu\text{g L}^{-1}$ de sGnRHa) por litro de agua dulce, a 25°C , con un choque osmótico previo de 7 min a una salinidad de 15 ‰, indujo la maduración gonádica de *P. conchonius*.

Discusión

En el presente trabajo se emplearon dos tiempos de choque osmótico a la misma salinidad, pero con diferentes concentraciones de hormona diluida en agua dulce. El tratamiento con la combinación de choque osmótico de mayor duración y dosis de hormona permitió obtener gametos de ambos sexos.

En este sentido, Eddy (1981) menciona que la absorción de las hormonas puede incrementarse mediante un choque osmótico previo a la administración hormonal, lo que aumenta temporalmente la permeabilidad branquial y, con ello, la absorción de las hormonas. De este modo, Sherwood y Harvey (1986) determinaron la capacidad del pez dorado para absorber la GnRH a través de las branquias mediante inmersión y observaron el mismo efecto cuando la hormona se administró en el agua o diluida en DMSO. Asimismo, Hill *et al.* (2005) probaron que la administración tópica branquial de hormonas reproductivas en la inducción del desove de peces ornamentales y obtuvieron un 78 % de ovulación cuando los peces fueron tratados con Ovaprim® diluida en DMSO. Así, Al Adawiyah *et al.* (2019b) usaron un método similar al de Hill *et al.* (2005) y determinaron que $0.25 \mu\text{L}$ de Ovaprim® por gramo de pez indujo la espermiación en *Rasbora argyrotaenia*. No obstante, esta ruta de administración representa una dificultad práctica, ya que se administra

de forma individual, similar a la inyección intramuscular o intracelómica. Budi *et al.* (2023c) indujeron la maduración gonádica de *R. argyrotaenia* mediante inmersión y se obtuvo el mayor número de huevos con 1.4 mL L^{-1} de Ovaprim®, alcanzando un 99.22 % de fertilización. En este trabajo se usaron tres dosis de Ovaprim®: 14, 28 y 40 mL L^{-1} , y fue en la mayor concentración, una vez transcurridas las 12 h de latencia, cuando se obtuvieron gametos en *P. conchonius*, es decir, $2 \mu\text{L mL}^{-1}$ de agua dulce o $5.28 \mu\text{g}$ de la hormona por gramo de pez, con una tasa de fertilización de 89.5 %. Considerando que se evaluaron tres dosis de la hormona con el mismo tiempo de latencia, podemos sugerir que el efecto dependió de la concentración de la hormona, no del tiempo de latencia, lo cual contrasta con lo reportado por Vazirzadeh *et al.* (2014), quienes señalan una relación inversa entre la concentración de Ovaprim® y el tiempo de latencia. En un trabajo similar, Warni *et al.* (2024) determinaron que 1.5 mL L^{-1} y 5.5 h de latencia fueron óptimos para la inducción de la maduración de *P. tetrazona*, con una producción total de 448 huevos y una tasa de fertilización del 99.04 % (seis hembras y 12 machos). Estos valores son similares a los obtenidos en este estudio, ya que se registró una producción total de 442 huevos y una tasa de fertilización del 89,5 %. Probablemente esto se deba a la cercanía filogenética y a la similitud en los pesos de las hembras y los machos.

Determinar la calidad del esperma es decisivo para la fertilización *in vitro* en peces, ya que incide directamente en el éxito de la fertilización y en los eventos posteriores (López-Hernández *et al.*, 2018). Considerando el desove espontáneo de los machos, se logró la fertilización con tres individuos, ya que los gametos que limitan la fertilización son los huevos y no los espermatozoides. Este protocolo podrá emplearse en *P. conchonius* y abre la posibilidad, con ajustes específicos, de su uso con fines de conservación, así como en especies con potencial acuícola.

Agradecimientos

Agradecemos a Acuicultura Especializada Internacional S. P. R. de R. I. de Xochitepec, Estado de Morelos, México, por haber donado los peces.

Literatura citada

Al Adawiyah L, Sulmartiwi L, Bodur T, Budi DS (2019) Induction of spermiation using Ovaprim™ with topical gill method in the silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). *Theriogenology*, 126, 172–176.

Alberto D, Espinosa M, Robles JS, Matus Parada J, Cervantes GB (2014) Análisis de los factores que condicionan la idoneidad de la estructura productiva de las granjas acuícolas de peces de ornato del estado de Morelos. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, (25), 93–114.

Arevalo Ibarra LI, Suarez Garcia I, Guerrero Alvarado CE (2018) Efecto de diferentes niveles lipídicos y proteicos en la dieta sobre el desempeño productivo de juveniles del pez ángel o escalor (*Pterophyllum scalare*). *Respuestas*, 23(1), 32–38.

Arosemena R 2024 Cultivo de peces ornamentales, una oportunidad de inversión desaprovechada – Panorama Acuicola Magazine. <https://panoramaacuicola.com/2024/11/14/cultivo-de-peces-ornamentales-una-oportunidad-de-inversion-desaprovechada/>

Budi DS, Puspitasari S, Febrianti RPN, Bodur T, Mukti AT (2023) A novel technique for mass induction of propagation in small fish species: Hormone immersion. *Animal Reproduction Science*, 255. 107280. Castanedo OD (2014) Los sistemas acuícolas de recirculación: ¿una alternativa para el cultivo sustentable de peces ornamentales en el Estado de Morelos? *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, (24), 213–232.

Consejo Nacional Agropecuario (2024). Oportunidades de la acuicultura en México. Consejo Nacional Agropecuario. <https://cna.org.mx/oportunidades-de-la-acuicultura-en-mexico/>

Jiménez-Peralta M, Wilfrido, Contreras-Sánchez M, De M, Contreras-García J, María, Salvadores-Baledón L (2023) Manipulated photoperiod enhances sperm production and quality in male gray snapper *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758): a potential approach for tropical aquaculture: induction of maturation in male gray snapper by photoperiod manipulation. *Tropical Aquaculture*, 1(1), 5722.

Domínguez-Castanedo O, Toledano-Olivares Á, Martínez-Espinosa D, Ávalos-Rodríguez A (2014) Cambios

morfológicos en gametos del barbo tigre, *Puntius tetrazona* (Cypriniformes: Cyprinidae), e implementación de la fertilización *in vitro*. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1353–1363.

Eddy FB (1981) Effects of Stress on Osmotic and Ionic Regulation in Fish. In: Pickering AD (ed) *Stress and fish*. Academic Press. pp: 77 - 102

Ellis-Smith B, Muncaster S (2025) The use of gonadotropin-releasing hormone analogue (GnRHa) to induce reproduction in captive yellowbelly flounder (*Rhombosolea leporina*). *Aquaculture International*, 33(6), 604.

Hill JE, Baldwin JD, Graves JS, Leonard R, Powell JFF, Watson CA (2005) Preliminary observations of topical gill application of reproductive hormones for induced spawning of a tropical ornamental fish. *North American Journal of Aquaculture*, 67(1), 7–9.

Hoga CA, Almeida FL, Reyes FGR (2018a) A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues. In *CYTA - Journal of Food* (Vol. 16, Number 1, pp. 679–691). Taylor and Francis Ltd.

Honji RM, de Mello PH, Araújo BC (2025) Reproduction and development in fish: solving bottlenecks in modern aquaculture. *Animals* 2025, Vol. 15, Page 145, 15(2), 145.

Imiwa ME (2020) Induction of gonadal sex reversal in adult gonochorist teleost by chemical treatment: an examination of the changing paradigm. *The Journal of Basic and Applied Zoology* 2020 81:1, 81(1), 26.

Jones JC, Reynolds JD (1997) Effects of pollution on reproductive behaviour of fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(4), 463–491.

Kim SW, Hong WH, Han SJ, Kwon J, Ko H, Lee S, Bin Giri *et al.* (2020) Use of synthetic salmon GnRH and Domperidone (Ovaprim®) in Sharks: Preparation for *ex situ* Conservation. *Frontiers in Marine Science*, 7, 571741.

Mechaly AS, Batlouni SR, Elisio M, Sanches EA, Guzmán JC, García MM, Rodríguez-Forero A, *et al.* (2024) Spawning induction for Latin American fishes. *Reviews in Aquaculture*, 16(1), 337–356.

Vazirzadeh A, Zahedinejad S, Bahri A (2014) Spawning induction in doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843) by Ovaprim and captive rearing of larvae. *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(4), 258–265.

Warni RE, Imlani A, Ismi S, Masithah ED, Budi DS (2024) Mass induction of tiger barb (*Puntius tetrazona*) spawning via hormone immersion technique. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 50(2), 267–271.

Yanong RPE, Martinez C, Watson CA (2022) Use of
Ovaprim in Ornamental Fish Aquaculture.
https://www.researchgate.net/publication/359432094_Use_of_Ovaprim_in_Ornamental_Fish_Aquaculture_FA161FA161_122009