

Uso de Gonadorelina [6-D-Phe] en la inducción al desove en cautiverio del chame *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

Use of Gonadorelin [6-D-Phe] in the Induction of captive spawning in chame *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

Marvin Ramírez Alvarado¹ , Héctor Flores^{2,3} 

¹Estación de Biología Marina, Juan Bertoglia Richards, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Costa Rica.

²Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

³Centro de Innovación Acuícola AquaPacífico, Coquimbo, Chile

Correspondencia: Marvin Ramírez Alvarado **E-mail:** marvin.ramirez.alvarado@una.cr

Artículo original | Original article

Palabras clave
inducción desove
GnRH
LHRH
fecundidad
eclosión

RESUMEN | El chame *Dormitator latifrons* es una especie de interés comercial con gran potencial para la acuicultura; sin embargo, su cultivo depende principalmente de la captura de alevines desde el ambiente. Su reproducción en cautiverio no se encuentra totalmente controlada, pero hay experiencias con inductores análogos que han demostrado viabilidad en la liberación de gametos. Este trabajo evaluó el uso de Gonavet Veyx, Gonadorelina [6-D-Phe], un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), como inductor al desove de *D. latifrons*. Ejemplares silvestres mantenidos en cautiverio fueron inducidos con Gonadorelina [6-D-Phe], y producido el desove, los huevos fueron mantenidos en tanques a salinidades de 5, 10 y 15‰. Se evaluó el número de huevos producidos, la fecundidad total y relativa, el porcentaje de eclosión y se hizo un seguimiento de las larvas. El 90% de las parejas de reproductores que fueron inducidas desovaron a las 48 h, particularmente durante la noche. Los huevos tuvieron un diámetro promedio de $293,3 \pm 3,3$ μm y su eclosión fue aproximadamente a las 17 h de incubación. La mejor eclosión se logró a una salinidad de 15‰ (95%), seguida de 10‰ (80%) y finalmente a los 5‰ (50%). Gonavet Veyx demostró ser un compuesto eficaz para inducir el desove de *D. latifrons*, logrando la obtención de huevos y larvas viables.

Keywords
spawning induction
GnRH
LHRH
fecundity
hatching

ABSTRACT | The Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* is a species of commercial interest with great potential for aquaculture; however, its culture depends mainly on the capture of fry from the wild. Its reproduction in captivity is not fully controlled, but there is experience with analog inducers that have demonstrated viability in releasing gametes. This work evaluated the use of Gonavet Veyx, Gonadorelin [6-D-Phe], a synthetic analog of the gonadotropin-releasing hormone (GnRH), as an inducer of spawning in *D. latifrons*. Captive wild specimens were induced with Gonadorelin[6-D-Phe], and once spawning was produced, the eggs were maintained in tanks at salinities of 5, 10, and 15 ‰. The number of eggs produced, total and relative fecundity, hatching percentage, and larval monitoring were assessed. Ninety percent of the pairs of broodstock that were induced spawned at 48 h, particularly during the night. Eggs had an average diameter of 293.3 ± 3.3 μm and hatched at approximately 17 h of incubation. The best hatching was achieved at a salinity of 15‰ (95%), followed by 10‰ (80%), and finally at 5‰ (50%). Gonavet Veyx proved to be an effective compound for induced spawning in *D. latifrons*, obtaining viable eggs and larvae.

INTRODUCCIÓN

El pez *Dormitator latifrons* (Gobiiformes, Eleotridae), conocido como chame, guabina, popoyo, “Pacific fat sleeper”, es un pez anfidromo que se distribuye desde California (USA) hasta las costas de Perú, en zonas poco profundas, con movimientos entre el ambiente limnético y marino (Vicuña 2010, Froese y Pauly 2023). Posee una respiración aérea facultativa (Chang y Navas 1984). Su principal fuente de alimentación son los detritus (Bussing 1988, Agualsaca 2014); sin embargo, también consume plancton (microalgas, rotíferos y copépodos) y restos vegetales de plantas acuáticas, constituyéndose en una especie importante por su rol ecológico en la transformación del detritus en energía asimilable en niveles tróficos superiores. En la época reproductiva muestra dimorfismo sexual, los machos tienen una coloración rojiza oscura mientras que las hembras tienen un color azul verdoso oscuro, junto a diferencias en las papilas genitales (Vicuña 2010, Delgado 2016). Se ha encontrado madurez sexual en organismos con tallas superiores a los 15 cm (Chang y Navas 1984).

El chame es una especie de interés comercial con gran potencial para la acuicultura (Vicuña 2010). Su cultivo se realiza a partir de la captura de juveniles silvestres (EcoCostas 2006, Basto 2020), lo que corresponde a un semicultivo, debido a que no se ha logrado establecer un ciclo reproductivo cerrado bajo condiciones de cultivo, lo que dificulta su reproducción continua en cautiverio. Actualmente, en Ecuador es donde se realiza principalmente su cultivo a baja escala, existiendo interés en algunos países de Norte y Centroamérica, con algunos intentos en México, para desarrollar su cultivo (Castro-Rivera *et al.* 2005). Adicionalmente, el chame tolera la manipulación, así como una baja concentración de oxígeno, es resistente a altas variaciones de salinidad y temperatura (Yáñez-Arancibia y Díaz-González 1976).

La mayoría de las especies de peces mantenidos en cautiverio presentan algún tipo de disfunción reproductiva, que afecta principalmente a las hembras, donde no siempre se produce la maduración de los ovocitos; por ende, no ovulan y no ocurre el desove. Desde hace años, se han utilizado inductores naturales y artificiales, los que se han probado con éxito en diferentes especies de peces (Zohar y Mylonas 2001). Actualmente, el uso de hormonas exógenas para la inducción al desove es un procedimiento confiable, seguro y estandarizado. Se ha intentado controlar la reproducción de *D. latifrons*, a través del uso de análogos sintéticos de GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) y LHRH (Hormona Liberadora de Hormona Luteinizante), con resultados que han permitido demostrar la viabilidad del uso de análogos sintéticos de hormonas liberadoras de gonadotropinas como agentes de inducción a la liberación de gametos viables en Chame (Rodríguez-Monte de Oca *et al.* 2012, Ramírez-Alvarado y Boza-Abarca 2019).

Actualmente, el mercado ofrece una serie de productos comerciales para la inducción de la reproducción de peces y vertebrados en general. Uno de estos productos es Gonavet Veyx (Gonadorelina [6-D-Phe]), un análogo sintético de la GnRH formulado para controlar y estimular la reproducción de bovinos, porcinos y caballos (Departamento Medicamentos Veterinarios, 2024). Este trabajo evaluó el uso de este producto como inductor al desove de *D. latifrons* en cautiverio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En marzo 2014, alevines (~5 cm) de *Dormitator latifrons* fueron recolectados en la desembocadura del río Pánica, Puntarenas, Costa Rica (9° 43' 20" N, - 85° 1' 2" W). Los ejemplares fueron trasladados a la Estación de Biología Marina de la Universidad Nacional de Costa Rica, Puntarenas, donde se colocaron en un tanque de tres m³. Se alimentaron inicialmente con rotíferos *Brachionus* sp. y *Artemia* sp., y luego fueron alimentados a saciedad con alimento extruido para corvina reina, con un contenido de 50% de proteína y 12% de lípidos. Los alevines fueron mantenidos a una salinidad de 28‰, logrando alcanzar longitudes de 32 cm. En noviembre 2015, las primeras hembras desovaron espontáneamente. Después del desove, los huevos viables fueron mantenidos a una salinidad a 10‰. Los huevos fueron medidos con un ocular graduado a través de un microscopio estereoscopio (Meiji). En el tanque de reproductores y desove, como en los tanques de larvas, la salinidad fue registrada con un refractómetro SR%-E. A su vez, la temperatura (°C) y el oxígeno disuelto (mg/L) fueron registrados con un multiparámetro YSI DO 200.

Luego del desove, los ejemplares adultos fueron trasladados a tanques de reproducción, y en mayo 2016, fueron separados por sexo, y mantenidos a 15‰, registrándose su longitud total (Lt) y masa total (Mt). Adicionalmente, se determinó el factor de condición de Fulton (Nikolsky 1963, Ricker 1975), el cual fue utilizado para comparar el bienestar de la población, fundamentado en el principio que los peces de mayor masa, a una determinada talla, presentan una mejor condición (Froese 2006). El índice K fue determinado por la relación: $K=(Mt/Lt)*100$.

Los reproductores sexualmente maduros fueron identificados por el cambio de color en la papila genital y abdomen, un crecimiento significativo de la cabeza en machos y un abultamiento abdominal en hembras (Bonifaz *et al.*, 1985). Los peces reproductores seleccionados fueron anestesiados con aceite de eugenol en una solución de 0,5 mL/L y se procedió a inducir el desove con Gonavet Veyx, un compuesto hormonal Gonadorelina [6-D-Phe], a una concentración de 2,5 µg/mL. Un total de 10 parejas de peces reproductores fueron inyectadas peritonealmente para su inducción. Este procedimiento se repitió en los años 2017 y 2018. Hembras y machos se mantuvieron con aireación constante y a una salinidad de 15‰. Una vez que las hembras liberaron los ovocitos en el tanque, éstos fueron fecundados por los machos. Las parejas se mantuvieron en tanques de 4 m³ con flujo de agua abierto con un recambio bajo de 10 L durante todo el día.

Ocurrido los desoves, se cuantificó el número de huevos producidos. Para ello, los huevos fueron recolectados con un tamiz de 20 μm desde el fondo del tanque. Se dispusieron en un contenedor de 4 L, con aeración para homogenizar los huevos en todo el volumen de agua. Posteriormente, se tomaron alícuotas, se calculó el promedio huevos/volumen y se llevó al volumen del contenedor. Con estos datos se determinó la fecundidad total ($H/g_{\text{♀}}$) y relativa ($H/g_{\text{♀}}$). Los huevos fueron trasvasados a tres tanques de un m^3 con 0,5 m^3 útiles, donde cada tanque tenía una salinidad diferente: 5, 10 y 15 ‰. El agua fue mantenida a 26°C. La eclosión de los huevos (%) fue registrada para cada una de salinidades. Una vez que ocurrió la eclosión, se realizó el levante larval en tanques cilíndricos de un m^3 con un volumen útil de 0,5 m^3 . Las larvas fueron alimentadas con una mezcla de microalgas *Isochrysis galbana* y rotíferos (densidad de 15 rotíferos por mL) durante 9 días.

RESULTADOS

El desove espontáneo que se observó por primera vez (2015) no fue viable, posiblemente debido la salinidad a la cual fueron mantenidos los peces (28‰), lo que afectó la viabilidad del esperma y de los espermatozoides, que se coagulaba al ser expulsado por los machos. Sin embargo, cuando se disminuyó la salinidad a 10‰, se observó motilidad espermática y se registraron los primeros ovocitos fecundados, que, al día siguiente, ya se reconocía la formación del embrión.

Los reproductores de chame que fueron inducidos al desove (Tabla 1), tuvieron en promedio una Lt de $31,4 \pm 2,5$ cm y un Mt de $479,8 \pm 100,5$ g.

Tabla 1. Longitud total (Lt, cm), masa total (Mt, g) e índice de Condición (K) de reproductores hembras y machos de *Dormitator latifrons* inducidos al desove con Gonadorelina [6-D-Phe]. Se muestran valores mínimos, máximos, promedios y desviación estándar.

Table 1. Total length (Lt, cm), total mass (Mt, g), and condition index (K) of female and male spawners of *Dormitator latifrons* induced to spawn with Gonadorelin [6-D-Phe]. Minimum, maximum, average, and standard deviation values are shown.

HEMBRAS (♀)			
Valor	Lt, cm	Mt, g	K
Mínimo	27,5	243,5	0,86
Máximo	34,5	592,0	2,06
Promedio	31,4	479,8	1,57
Desviación estándar	2,5	100,5	0,35
MACHOS (♂)			
Valor	Lt, cm	Mt, g	K
Mínimo	29,0	544,5	1,11
Máximo	37,0	778,0	2,47
Promedio	34,3	631,4	1,62
Desviación estándar	2,4	87,1	0,48

La inducción al desove realizada a hembras y machos fue positiva, lográndose posturas a las 48 h, con una producción promedio de 584 ± 127 huevos.

La respuesta reproductiva de las hembras inducidas en los años 2016, 2017 y 2018, fue exitosa; el 90% de las hembras desovaron a las 48 h. El año 2016 fue el de mejor rendimiento reproductivo, tanto por el mayor promedio de huevos producidos, como de la fecundidad total y relativa (Tabla 2).

Tabla 2. Reproductoras hembras de *Dormitator latifrons* inducidos al desove en los años 2016, 2017 y 2018. Longitud total (Lt, cm), masa total (Mt, g), índice de condición (K), número de huevos producidos (H) y fecundidad total (H/♀) y relativa (H/g♀).

Table 2. Female spawners of *Dormitator latifrons* induced to spawn in 2016, 2017, and 2018. Total length (Lt, cm), total mass (Mt, g), condition index (K), number of eggs produced (H), and total (H/♀) and relative (H/g♀) fecundity.

Criterio	Valor	2016	2017	2018
Desoves	Nº	2	5	3
Lt, cm	Promedio	31	33	29
	Desviación estándar	2	2	2
Pt, g	Promedio	475,3	485,6	473
	Desviación estándar	56,2	137,9	75,0
K	Promedio	1,64	1,32	1,93
	Desviación estándar	0,20	0,28	0,16
Huevos	Promedio	620.000	579.800	560.000
	Desviación estándar	84.853	149.583	169.706
Fecundidad	Total H/♀	310.000	115.960	186.667
	Relativa H/g♀	1.305	1.194	1.184

Existió variabilidad en los 10 desoves, con una producción que fluctuó entre 340.000 a 740.000 huevos. El desove 4 (marzo 2017) fue el de menor producción de huevos, mientras que en el desove 6 (mayo 2017) se obtuvo la mayor producción (Fig.1). No hubo desove en los reproductores de la inducción N°8 (enero 2018).

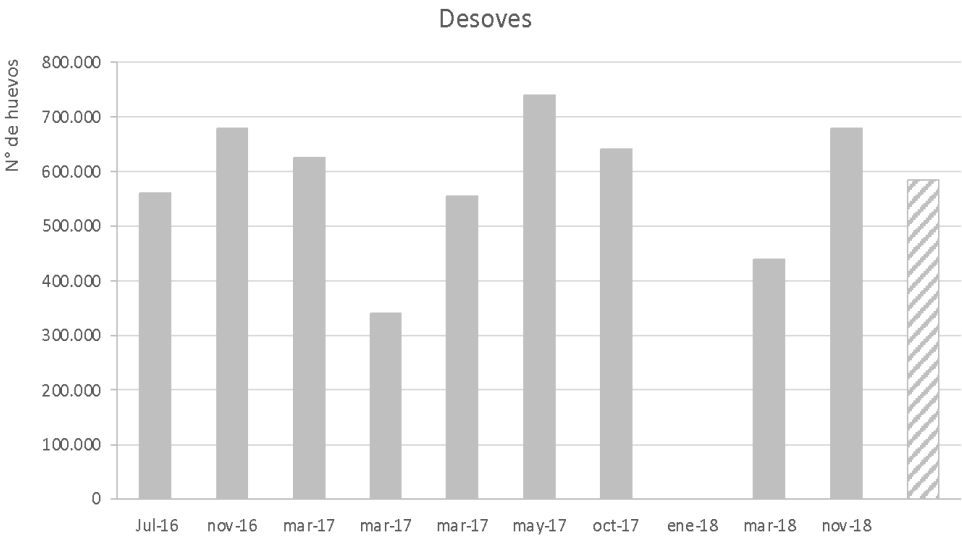


Figura 1. Número promedio de huevos producidos por reproductores de *Dormitator latifrons* (N=10) inducidos al desove por Gonadorelina [6-D-Phe]. En la inducción N°8 no hubo desove.

Figure 1. Average number of eggs produced by *Dormitator latifrons* broodstock (N=10) induced to spawn by Gonadorelin[6-D-Phe]. In induction N°8 there was no spawning.

Los huevos de *D. latifrons* se manifestaron como bentónicos, adherentes, con forma esférica, con una gota oleosa y transparentes, con un diámetro promedio de $293,3 \pm 3,3 \mu\text{m}$, con un mínimo de $287,9 \mu\text{m}$ y un máximo de $306,1 \mu\text{m}$. Todos los desoves de los peces ocurrieron durante la noche y los huevos se ubican en el fondo del tanque. La fecundidad total por hembra para los 9 desoves fue de 584.333 ± 127.148 huevos, mientras que la fecundidad relativa fue de 1.275 ± 469 huevos / g de hembra. La eclosión de los huevos se produjo aproximadamente a las 17 h de incubación. La mejor eclosión se logró a una salinidad de 15‰ con un 95%, seguida de 10‰ con un 80% y finalmente a los 5 ‰ con un 50%.

Las larvas con saco vitelino no presentaron ojos ni boca y tampoco tenían capacidad de nado, con una longitud total de $1765 \pm 158 \mu\text{m}$ y el saco vitelino un diámetro de $171,2 \pm 10,6 \mu\text{m}$ (Fig. 2A). En las larvas de un día post-eclosión (dpe), su saco vitelino tuvo un diámetro promedio de $137,1 \pm 8,3 \mu\text{m}$. Se visualizó la presencia de los ojos no pigmentados y se empezó a observar el tracto digestivo (Figura 2B).



Figura 2. Larvas con saco vitelino de chame *Dormitator latifrons*, al momento de la eclosión (A) y de un día post eclosión (B). Fotografías de Gustavo Rodríguez Montes de Oca.

Figure 2. Larvae with yolk sac of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons*, at hatching time (A) and one day post-hatching (B). Photographs by Gustavo Rodríguez Montes de Oca.

Las larvas mantenidas por 9 días con rotíferos y copépodos presentaron ojos y ano bien formados y se puede apreciar algunas partes internas del sistema digestivo a los cinco dpe (Fig. 3).

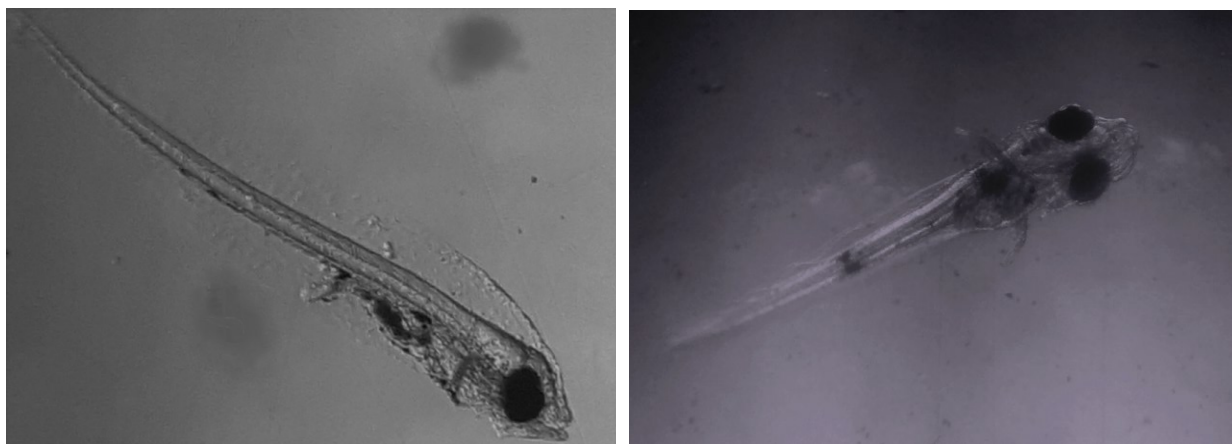


Figura 3. Larvas de Chame *Dormitator latifrons*, de cinco días post eclosión (dpe).

Figure 3. Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* larvae, five days post hatching (dpe).

DISCUSIÓN

El uso de hormonas exógenas para la inducción al desove es una técnica confiable para la reproducción de muchas especies de peces en condiciones de laboratorio. El uso de análogos sintéticos de factores liberadores de gonadotropinas (LHRHa y GnRH_a), aplicados por inyección o implantación, permiten la liberación de gametos viables tanto en machos y hembras de chame (Rodríguez-Monte de Oca *et al.* 2012), al igual que ocurre con el tamboril o botete diana *Sphaeroides annulatus* (Abdo de las Parra *et al.* 2013) y otras especies de peces (Zohar y Mylonas, 2001). La Gonadorelina [6-D-Phe] es un GnRH análogo utilizado principalmente para controlar y estimular la reproducción y el tratamiento de disfunciones o trastornos de la fertilidad relacionados con los ovarios

en bovinos, porcinos y caballos (Departamento Medicamentos Veterinarios, 2024). Este estimulador resultó ser efectivo para la inducción al desove de *Dormitator latifrons*, sugiriendo que, por inyección o implante, sería un tratamiento adecuado para asegurar su reproducción en cautiverio.

Es común en la reproducción de peces en cautiverio, que los machos produzcan y liberen una mínima cantidad de espermia. Sin embargo, el uso de LHRHa o GnRHa incrementa significativamente la cantidad de semen, manteniendo su calidad, porcentaje de activación, tiempo de motilidad y concentración espermática, aspectos que han sido reportado para varias especies de peces (Zohay y Mylonas 2001). La inyección de 40 µg/kg de LHRHa, además de la aplicación de 0,5 ml/kg de GnRHa de salmón+domperidone y un implante de 75 µg/pez, fueron suficientes para que machos de *D. latifrons* pudieran liberar espermia con un porcentaje de activación de los espermios superior al 80% (Rodríguez-Monte de Oca *et al.* 2012). En machos de botete diana *S. annulatus*, la aplicación seriada de dosis de 40 µg/kg es suficiente para mantener una liberación constante de espermia por hasta tres meses, con inyecciones mensuales de cantidades similares del mismo análogo sintético de LHRHa (Rodríguez-Monte de Oca 2001).

Los primeros estudios reproductivos en *D. latifrons* no consideraban a la salinidad como una variable relevante, debido a que existían reportes, que describían la presencia de larvas tanto en ambientes salobres (Navarro-Rodríguez *et al.* 2006) como marinos (Franco-Gordo *et al.* 2002), por lo que se suponía que la reproducción de esta especie ocurría principalmente en aguas limnéticas. Nuevos avances en el conocimiento de la biología de *D. latifrons*, indican que la salinidad del agua juega un papel relevante en su reproducción. En México, el ciclo de vida de esta especie comienza con la migración de los adultos desde aguas limnéticas a salobres (5 a 8‰), donde ocurre la reproducción en época de lluvias (Larumbe 2002). De manera similar, en Ecuador, la época de reproducción ocurre durante el período lluvioso, entre los meses de diciembre y principios de marzo, lo que podría indicar que las lluvias serían un factor necesario para la maduración de los ovocitos (Asmat 2015). En el río Chone (Ecuador), la reproducción ocurre aguas arriba y aguas abajo y parece estar estimulada por una serie de variables, tales como el nivel de agua, la corriente y la salinidad (Chang y Navas 1984).

Nuestros resultados indican que una baja salinidad (0-5‰) afecta la activación espermática y por ende influye en la fecundación. Sin embargo, la eclosión de los huevos puede ocurrir a valores de salinidad más altos, entre 10 y 15‰. Este comportamiento reproductivo está descrito en peces que habitan ambientes estuarinos, donde la fecundación es más eficiente a bajas salinidades, pero la eclosión no es afectada por un gradiente o cambio de salinidad en el agua. Tal es el caso de *Fundulus heteroclitus* (Fundulidae), donde ocurre una mayor fecundación bajo las 15‰ y un mejor porcentaje de eclosión entre 10 y 30‰ (Bush y Weis 1983). De igual manera, peces de ambientes marinos que requieren de bajas salinidades para su reproducción y desarrollo ontogénico temprano, como es el caso del pez globo *Takifugu obscurus* (Tetraodontidae), mostraron una mayor tasa de eclosión en salinidades de 0-8‰ (Yang y Cheng 2006). Lo observado en chame es un fenómeno similar a lo descrito para otras especies.

En el ambiente natural, la talla de madurez del chame es de 8,81 cm, que se alcanza aproximadamente a los 8 a 9 meses, donde las hembras de menos de 20 cm de Lt producen entre 39.000 y 170.000 huevos, mientras que las hembras de más de 20 cm producen entre 1 a 5 millones de huevos, con una fecundidad relativa promedio de 11.910 huevos/g♀ (Rodríguez y Haws 2009). La fecundidad relativa en la experiencia de inducción fue de 1.275 ± 469 huevos/g♀, valor que es bastante inferior respecto de lo que ocurre en peces silvestres. Todas las hembras utilizadas en la experiencia tenían una Lt superior a 27 cm, por tanto, debían producir una mayor cantidad de huevos. Esta situación plantea varios aspectos importantes, como la adecuación de las condiciones ambientales en las que se mantuvo y acondicionó a las hembras, la calidad de la alimentación proporcionada a los reproductores y el posible impacto de la manipulación (inyección) en la producción de huevos. Todas estas preguntas deben ser abordadas en futuras investigaciones.

Por otra parte, la salinidad durante la etapa de incubación puede reducir significativamente la viabilidad de las larvas e incrementar la presencia de deformaciones, como se ha descrito en la anguila *Anguilla japonica*, Anguillidae (Okamoto *et al.* 2009). Podría haber diferencias en las tallas de eclosión y en el tamaño del saco vitelino, tal como ocurre en pargo *Pagrus auratus*, Sparidae (Fielder *et al.* 2005) y jurel *Caranx mate*, Carangidae (Santerre 1973), pues en ambos estudios se observó una menor talla de eclosión y diferencias en la utilización del saco vitelino.

En este estudio, las larvas obtenidas tuvieron una talla mayor a la descrita por Todd (1975) de 0,8 a 0,9 mm y a las reportadas por Rodríguez-Monte de Oca *et al.* (2012) que fue de 1,29 mm. Durante el primer día post-eclosión el saco vitelino disminuyó en un 20% su diámetro, lo que concuerda con lo reportado por Reyes-Mero *et al.* (2022), quienes indican que en las primeras 24 h se consume el 52% del vitelo y a las 96 h se reabsorbió completamente. Para mejorar los indicadores productivos en cautiverio de esta especie sería importante establecer un plantel de reproductores bien acondicionados, con alimentación adecuada, que, en el caso de las hembras, les permita producir un vitelo de buena calidad. Estudios futuros deberían estar orientados al cultivo piloto de esta especie, donde haya un levante larval a mayor escala.

CONCLUSIONES

Este trabajo reporta que la Gonadorelina [6-D-Phe] se puede utilizar efectivamente para inducir el desove de *D. latifrons*, logrando huevos y larvas viables. A futuro es necesario continuar desarrollando investigación relacionada con el inicio de la alimentación exógena para lograr una mejor supervivencia larval en condiciones de cultivo.

Declaración de conflicto de interés de los autores

Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionado con el presente trabajo.

Declaración de buenas prácticas en el uso de animales

Se siguieron y respetaron las pautas de bioética animal.

Declaración de contribución de autoría (CrediT)

Marvin Ramírez Alvarado: Diseño del experimento, metodología, análisis de datos, escritura de la primera versión del artículo, edición y versión final del artículo. *Héctor Flores*: Diseño del experimento, metodología, análisis de datos, escritura de la primera versión del artículo, edición y versión final del artículo.

REFERENCIAS

- Abdo de la Parra M. I., Rodríguez-Ibarra L. E., García-Aguilar N., Velasco-Blanco G., & Ibarra-Castro L. (2013). Biotecnología para la producción masiva de juveniles del botete diana *Sphoeroides annulatus*: inducción hormonal y cultivo larvario. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 48(3):409-420. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572013000300001>
- Agualsaca J. (2014). Adaptación de chame (*Dormitator latifrons*) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación. Informe Proyecto de Investigación, Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE: 91 pp, <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/71f40b37-9efa-4c42-a7c8-ecf3c784b30f/content>
- Asmat R. (2015). Maduración sexual de *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) en cautiverio. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
- Basto M. E. R. (2020). Cultivo del pez nativo *Dormitator latifrons* en sistemas semiintensivos en Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México y su evaluación como fuente de nutrientes. Tesis de Doctorado, Universidad de Guadalajara, México. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue3-fulltext-2637>
- Bonifaz N., Campos M., Castelo R. (1985). El Chame, una nueva fuente de alimentación e ingresos. Fundación Ciencia. Ecuador.

- Bush C. P., Weis J. S. (1983). Effect of salinity on fertilization success in two populations of *Fundulus heteroclitus*. *Biol. Bull.* 164:406-417. <http://doi.org/10.2307/1541250>
- Bussing W. A. (1987). Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Castro-Rivera R., Aguilar-Benítez G., Hernández-Girón J. P. (2005). Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (*Dormitator latifrons* Richardson) en estanques de cemento. *Rev. AquaTIC* 23:45-52. <https://www.redalyc.org/pdf/494/49402304.pdf>
- Chang B. D., Navas W. (1984). Seasonal variations in growth, condition and gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River Basin, Ecuador. *Journal of Fish Biology* 24(6):637-648. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1984.tb04834.x>
- Delgado C. F. (2016). Estado del conocimiento del "Chame" (*Dormitator latifrons*) y su relación con la investigación y producción acuícola en el Ecuador. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/41390/1/D-76561%20Delgado%20Benites.pdf>
- Departamento Medicamentos Veterinarios (2024). Prospecto Gonavet Veyx 50 µg/ml solución inyectable. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Ministerio de Sanidad de España. https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/p/3239+ESP/P_3239+ESP.pdf
- EcoCostas. (2006). El Cultivo de Chame (*Dormitator latifrons*) en el Estuario del Río Cojimíes. Proyecto para la Conservación y Desarrollo del Estuario de Cojimíes (Sustainable Coastal Communities and Ecosystem Project-SUCCESS).
- Fielder D. S., Bardsley W. J., Allan G. L., Pankhurst P. M. (2005). The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper, *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture* 250(1-2):201-214. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.045>
- Froese R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Froese R., Pauly D. Editors. (2023). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2023).
- Larumbe E. (2002). Algunos aspectos biológicos de los Popoyotes (*Dormitator latifrons*) en cautiverio. *Panorama Acuícola*. <https://seafood.media/panoramacuicola/noticias/noticia%203.htm>
- Navarro-Rodríguez M. C., González-Guevara L. F., Flores-Vargas R., González-Ruelas M. E., Carrillo-González F. M. (2006). Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Rev. Biol. Marina Oceanogr.* 41:35-43. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572006000100006>
- Nikolsky G. V. (1963). The Ecology of Fishes. New York: Academia Press.
- Okamoto T., Kurokawa T., Gen K., Murashita K., Nomura K., Kim S. K., Matsubara H., Ohta H., Tanaka H. (2009). Influence of salinity on morphological deformities in cultured larvae of Japanese eel, *Anguilla japonica*, at completion of yolk resorption. *Aquaculture* 293(1-2):113-118. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.005>
- Ramírez-Alvarado M., Boza-Abarca J. (2019). Inducción del chame, *Dormitator latifrons* (Eliotridae), con GnRH, hormona liberadora de hormona luteinizante. *World Aquaculture Society*, LAQUA19, San José Costa Rica.

- Reyes-Mero, B., Santana-Piñeros A. M., Muñoz-Chumo L., Cruz-Quintana Y., Gisbert E. (2022). Yolk Absorption Rate and Mouth Development in Larvae of *Dormitator latifrons* (Perciformes: Eleotridae). *Fishes* 7:375. <https://doi.org/10.3390/fishes7060375>
- Ricker W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research. Board of Canada*. 191:1-382.
- Rodríguez G., Haws M. (2009). Stock Assessment of “Chame” *Dormitator latifrons* in Nayarit and South of Sinaloa México. Final Reports: Investigations 2009–2011, Indigenous Species Development /Study/09IND04UH.
- Rodríguez Monte de Oca G. A. (2001). Evaluación de la calidad del esperma del botete Diana *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1834) en condiciones de cautiverio y bajo inducción hormonal con LHRHa. Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Mazatlán, Sinaloa, México.
- Rodríguez-Monte de Oca G. A. R. M., Medina-Hernández E. A., Velázquez-Sandoval J., López-López V. V., Román-Reyes J. C., Dabrowski K., Haws M. C. (2012). Producción de larvas de Chame (*Dormitator latifrons*, Pisces: Eleotridae) usando GnRHa and LHRHa. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(3):422-429. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902012000300010&script=sci_arttext
- Santerre M. T. (1976). Effects of temperature and salinity on the eggs and early larvae of *Caranx mate* (Cuv. & Valenc.) (Pisces: Carangidae) in Hawaii. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 21(1):51-68. <https://doi.org/10.1139/f68-043>
- Todd E. S. (1975). Vertical movement and development of the prolarvae of the eleotrid fish, *Dormitator latifrons*. *Copeia* 3:564- 568 <https://doi.org/10.2307/1443659>
- Vicuña O. (2010). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Flores-Nava, A., Brown, A. (Eds), FAO, Serie Acuicultura en Latinoamérica N°1. <https://openknowledge.fao.org/items/60d1f15c-8fb3-4b09-b46d-3fc1964b22a2>
- Yang Z, Chen Y. (2006). Salinity tolerance of embryos of obscure puffer *Takifugu obscurus*. *Aquaculture* 253:393-397. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.014>
- Yáñez-Arancibia A., Díaz-González G. (1977). Ecología trófodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México. (Pisces: Eleotridae). *An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México* 4(1):125-139.
- Zohar Y., Mylonas C. (2001). Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones genes. *Aquaculture* 197(1-4):99-136. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00584-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00584-1)

