

Ciclo de vida y frecuencia del desove en el pez ángel (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823) en cautiverio

Bustamante-González JD*, González-Rentería M, Rodríguez-Gutiérrez M y Cortés-García A

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Departamento El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola. Calzada del Hueso 1100. Colonia Villa Quietud, Delegación Coyoacán. C.P. 04960. Ciudad de México.

Email: responsable: jesusbustamantegonzalez@gmail.com

RESUMEN

En este estudio se reporta el ciclo de vida y frecuencia del desove en el pez ángel, (*Pterophyllum scalare*) en cautiverio. El ciclo de vida se determinó durante seis meses considerando la duración del desarrollo embrionario, alevín, cría, juvenil y adulto así como la frecuencia del desove durante cuatro meses, en cuatro variedades: mármol, koi, humo-chocolate, rayada. Los organismos se mantuvieron en acuarios de 40 L, con filtro biológico, temperatura 27 °C, pH 7.5, oxígeno disuelto entre 3-5 mg L⁻¹, fotoperiodo de 12L/12O. Los peces fueron alimentados con TetraColor® al 47.5 % de proteína. Los resultados, en cuanto al tiempo promedio del desarrollo embrionario fue de 3.8±0.4 días, etapa de alevín de 8.1±0.8 días, juvenil 26.9±1.0 días y la etapa adulta fue considerada desde la presencia del dimorfismo sexual, la cual se manifestó a partir de los cinco meses. El cortejo y reproducción se detectó a los seis meses. Por otra parte, cada variedad del *P. scalare* tuvo nueve desoves en cuatro meses y el tiempo entre los desoves fue de 14.6±0.8 días con un promedio de 503.1±16.4 huevos, no se detectaron diferencias significativas entre las cuatro variedades (P>0.05). La comparación reproductiva de *P. scalare* permite determinar su factibilidad en cautiverio y garantiza la comercialización de peces atractivos en la acuariofilia, actividad sustentable en muchos estados de la República Mexicana.

Palabras clave: Etapas del desarrollo de vida, desoves, huevos, reproducción.

ABSTRACT

This study reports the life cycle and spawning frequency of angel fish (*Pterophyllum scalare*) in captivity. Life

cycle was determined for six months considering: time during embryonic development, fry, breeding, juvenile and adult; and frequency of spawning for four months, in four varieties: marble, koi, smokey-chocolate and striped. Organisms were maintained in 40 L aquariums, with biological filter, temperature of 27 °C, pH 7.5, and dissolved oxygen between 3-5 mg L⁻¹, photoperiod of 12L/12D. Fishes were fed with TetraColor® 47.5% of protein. Results regarding to average time of embryonic development were of 3.8±0.4 days, fry stage 8.1±0.8 days, juvenile 26.9±1.0 days and for adults was considered from presence of sexual dimorphism that was manifested after five months. Courtship and reproduction were detected after six months. On the other hand, each *P. scalare* variety had nine spawns in fourth months and time between spawns was of 14.6±0.8 days with an average of 503.1±16.4 eggs, there were not significant differences (P>0.05) between four varieties. Reproductive comparison of *P. scalare* allows determine its feasibility in captivity and guarantee commercialization of attractive fish in aquarium industry, a sustainable activity in many states of Mexican Republic.

Key words: Stages of life development, spawning, eggs, reproduction.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector dedicado a la producción de organismos acuáticos, muchos de los cuales son destinados al consumo humano y otros a la actividad ornamental.

En México, la industria de peces ornamentales es una alternativa de producción rentable con perspectivas de crecimiento social y económico, en la cual se cultivan más de 160

especies con sus respectivas variedades en 23 entidades de México. Entre las especies de mayor producción y demanda están el guppy (*Poecilia reticulata*), carpa dorada (*Carassius auratus*), pez ángel (*Pterophyllum scalare*), platy (*Xiphophorus maculatus*), cebra (*Danio rerio*), tetra (*Hemiframmus caudovittatus*), betta (*Betta splendens*), gurami (*Trichogaster* sp), (SAGARPA 2015).

Dentro de las especies ornamentales el pez ángel, es una de las más codiciadas y populares en el mercado del acuarismo, debido a su finura, belleza, colores, variedades y diversas formas de las aletas, que pueden ser cortas, dorsal delta, velo y velo bifurcado (Landines et al., 2007), haciéndolo uno de los peces más atractivos y apreciados por el público, lo cual incrementa su precio comercial (Ortega et al., 2009; Kasiri et al., 2011).

P. scalare es un cíclido tropical del Amazonas, que debido a su compleja reproducción en cautiverio fue difícil domesticar. Los criadores William Paullin y Franklin Barrett, lograron la reproducción en cautiverio en el año 1921 en Pensilvania, Estados Unidos de América y a partir de entonces se reproducen empíricamente en cautiverio, ya que aún se desconocen aspectos básicos sobre su biología (Bakalárska 2011).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es determinar el ciclo de vida de *P. scalare* en cautiverio y desoves entre variedades, información que permitirá a los productores e investigadores optimizar su reproducción para la comercialización e investigación.

MATERIAL Y METODO

Diseño experimental. Este estudio cubrió un periodo de cuatro meses para la frecuencia del desove y seis meses para determinar el ciclo de vida. Para lo cual, se colocó una pareja por cada variedad: mármol, koi, humo-chocolate, rayada de *P. scalare* con edad de un año. Los organismos fueron

mantenidos en acuarios de 40 L, provistos de filtro biológico, temperatura 27 °C, pH 7.5, oxígeno disuelto entre 3-5 mg L⁻¹, fotoperiodo de 12L/12O, alimentadas tres veces al día con TetraColor® al 47.5 % de proteína equivalente al 3% del total de la biomasa de cada acuario.

Evaluación del desove. Se hizo con base a las frecuencias, en cada acuario fue introducido un tubo de PVC de 50 cm de largo cortado por la mitad, el cual sirvió de sustrato para los desoves. Cada desove contenido en el PVC fue depositado en acuarios de 15 L con temperatura 27 °C, pH 7.5 y aireación constante para contrarrestar el desarrollo de patógenos.

De cada desove, fue determinado el número de huevos por observación directa y se midieron siete huevos con un Vernier.

Ciclo de vida. A cada variedad de *P. scalare* se le dio seguimiento para determinar el ciclo de vida por etapas en días: desarrollo embrionario, alevín, cría, juvenil y adulto por seis meses, y la evaluación de desoves. En la etapa de cría los organismos fueron alimentados *ad libitum* con nauplios de *Artemia* sp tres veces al día.

Análisis estadístico. Los resultados fueron procesados mediante análisis descriptivos expresados como medias y desviación estándar. Para determinar diferencias en la frecuencia y número de huevos entre las cuatro variedades de *P. scalare* se empleó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Al encontrar diferencias significativas (P<0.05) se realizó una prueba de Tukey.

RESULTADOS

El ciclo de vida de *P. scalare* como en la mayoría de los peces óseos se caracteriza por sus etapas: desarrollo embrionario, alevín, cría, juvenil y adulto. En el caso de *P. scalare*, los huevos son de color ámbar, adhesivos y de forma ovalada con diámetro promedio de 1.4±0.3 mm.

Cada paraje durante el periodo de estudio tuvo nueve desoves con un intervalo promedio de

El dimorfismo sexual en el macho consiste en que la mandíbula inferior es prominente, la frente

Tabla 1. Número de huevos en las cuatro variedades de *P. scalare*.

Variedad	Número de huevos por desove									Promedio±D.E
Mármol	489	544	506	484	491	521	533	508	497	508.1±20.7
Koi	486	497	524	488	506	493	508	497	502	500.1±11.7
Humo-chocolate	503	482	473	497	513	496	481	503	493	493.4±12.7
Rayada	521	514	503	513	482	531	514	526	494	510.9±15.6
Promedio±D.E	499.8±16.0	509.3±26.6	501.5±21.1	495.5±12.9	498.0±14.1	510.3±18.7	509.0±21.5	508.5±12.5	496.5±4.0	503.1±16.4

14.6±0.8 días (intervalo de 14-16); el número de huevos entre desove se muestra en la (Tabla 1); el análisis de varianza no detectó diferencias significativas ($P>0.05$) entre número de huevos por desove y entre variedades.

La variedad rayada fue quien presentó el mayor número de huevos 510.9±15.6 (intervalo de 482-531) y el menor se detectó en la variedad humo-chocolate 493.4±12.7 (intervalo de 473-513) (Tabla 1).

El desarrollo embrionario bajo las condiciones experimentales, tuvo una duración promedio de 3.8±0.4 días. El periodo de alevinaje fue de 8.1±0.8 días, tiempo en el cual los alevines terminaron de desarrollar la boca y el tracto digestivo al consumir el vitelo. La etapa de cría inicio cuando empezaron a nadar activamente y a buscar alimento en este caso fue nauplios de *Artemia* sp. La fase juvenil, inicio cuando los organismos adquirieron características de la especie, se presentó a los 26.9±1.0 días y la fase de adultos se estableció a partir de la presencia de dimorfismo sexual, la cual se manifestó a partir los cinco meses; el cortejo y la reproducción se detectó a partir de los seis meses de edad.

protuberante y convexa, la primer espina de la aleta dorsal es fuerte, dentada e irregular y presenta un espermiducto corto terminando en punta ligeramente inclinado hacia delante, característica que puede ser más notoria cuando la hembra está desovando.

La hembra madura presenta el vientre abultado, cabeza ligeramente cóncava, la zona donde se insertan las aletas ventrales es más redondeada, la distancia entre las aletas ventrales y la aleta anal es mayor, el extremo proximal de la aleta anal se une a la zona ventral de manera menos perpendicular y un día antes de desovar la hembra presenta el poro genital turgente y rosado.

DISCUSIÓN

A pesar de que *P. scalare* es un pez codiciado y popular en el mercado, existe poca información sobre aspectos reproductivos bajo cautiverio. De acuerdo con las características de los ovarios asincrónicos de esta especie y los resultados obtenidos se considera que *P. scalare* puede obtener desoves durante todo el año, siempre y cuando se propicien condiciones de luz, temperatura y

alimento, lo cual constituye una ventaja reproductiva comparada con otras familias, cuya reproducción es estacional (Landines et al. 2007).

Tabla 2. Número y días de desoves en las cuatro variedades de *P. scalare*.

Variedad	Número de desoves durante el periodo	Promedio en días entre desoves \pm D.E.
Mármol	9	15.0 \pm 0.9
Koi	9	14.6 \pm 0.7
Humo-chocolate	9	14.4 \pm 0.9
Rayada	9	14.4 \pm 0.5
Promedio \pm D.E.	9	14.6 \pm 0.8

Aunado a lo anterior, autores como Agudelo (2005) reporta una frecuencia de desove promedio de 12.0 \pm 2.6 días (intervalo de 8-20) al suministrar alimento seco en hojuelas, valor inferior al reportado en la presente investigación cuya frecuencia fue de 14.6 \pm 0.8 días (intervalo de 14-16) al suministrar alimento comercial TetraColor[®]. Sin embargo, existen publicaciones que demuestran que el suministro de alimento vivo influye en la frecuencia del desove. Luna et al. (2000) reportan una frecuencia de 8-12 y de 12-16 al suministrar pulga de agua (*Daphnia pulex*) 53.6 % de proteína y alimento comercial Wardley[®] 45.0 % de proteína respectivamente, valores que se encuentran dentro de los rangos reportados por Agudelo (2005) quien suministró alimento comercial e inferior al descrito en el presente donde se proporcionó alimento comercial TetraColor[®].

Luna y Gómez (2005) evaluaron el efecto de tres dietas, larvas de mosco (*Culex quinquefasciatus*) 42.6 % de proteína, pulga de agua (*Daphnia* sp) 50.0 % de proteína y alimento comercial especial para pez ángel 52.0 % de proteína obteniendo como resultado una frecuencia de 14.4 \pm 0.7, 11.1 \pm 0.6 y 7.8 \pm 0.4 días y un promedio de 506.5 \pm 30.6,

670.0 \pm 28.3 y 385.0 \pm 19.5 huevos respectivamente, detectando que la dieta comercial presentó una frecuencia rápida 7.8 \pm 0.4 días. Sin embargo, el promedio de huevos fue menor 385.0 \pm 19.5, teniendo efectos favorables con el suministro de pulga de agua 670.0 \pm 28.3 huevos. Los resultados obtenidos por estos autores referentes a las frecuencias del desove se encuentran dentro de lo reportado por Agudelo (2005) y a los obtenidos en esta investigación.

Sin embargo, el promedio de huevos 503.1 \pm 16.4 reportados en la presente investigación para las cuatro variedades solo supera el obtenido por Luna y Gómez (2005) 385.0 \pm 19.5 huevos al suministrar alimento especial para pez ángel y cercano al obtenido al alimentar con larva de mosco 506.5 \pm 30.6 huevos.

Por otra lado, Pérez et al. (2002) al proveer una dieta mixta de alimento vivo *Artemia* sp y alimento seco en hojuelas Sera-Vipan[®] o Tetra-Min[®] obtuvieron una frecuencia de ocho días y un promedio de 540 huevos, aunado a ello los resultados del presente estudio indican una frecuencia mayor 14.6 \pm 0.8 días (intervalo de 14-16) al suministrar alimento comercial TetraColor[®] el promedio de los huevos en las cuatro variedad fue menor 503.1 \pm 16.4 lo cual, demuestra que el suministro de una dieta mixta de alimento vivo y comercial influye en el proceso de la ovogénesis teniendo como resultado desoves constantes y mayor número de huevos permitiendo acelerar la producción de la especie bajo condiciones de cultivo.

De acuerdo con Takahashi et al. (2010) y Luna et al. (2010) los resultados anteriores se podrían explicar debido a que el alimento vivo aporta mayor contenido de proteína, puede permanecer disponible por más tiempo, su distribución en la columna del agua es homogénea permitiendo que todos los individuos se alimenten, reduciendo así el efecto de peces dominantes durante la alimentación.

Los resultados de estudios anteriores, demuestran el efecto que tiene el alimento vivo en la cantidad de ovocitos y la cantidad proteica en la frecuencia de los desoves además de tener efectos positivos sobre el crecimiento como han reportado Soriano y Hernández 2002; Ortega et al. 2009; Jiménez et al. 2012. No obstante, Pérez et al (2002) mencionan que para fines reproductivos es mejor realizar una dieta mixta de alimento vivo y comercial.

Sin embargo, Rurangwa et al. (2004) y Schulz et al. (2010) reportan que independientemente de la abundancia y calidad del alimento existen otras variables que deben ser consideradas y que se relacionan con las variaciones en la frecuencia y número de ovocitos tal como es la edad, variabilidad genética de los reproductores, condiciones fisicoquímicas del agua y fotoperiodo.

La información referente al ciclo de vida, en *P. scalare* es escasa, sin embargo algunos trabajos como Orkisz et al. (2012) reportan una duración de cuatro días para la fase del desarrollo embrionario y tres días para la fase de alevinaje no obstante, los resultados del presente estudio indican una duración de 3.8 ± 0.4 días para la fase de desarrollo embrionario y para la fase de alevinaje 8.1 ± 0.8 días, siendo esta última mayor a la reportada por Orkisz et al. (2012) cuya diferencia es de 5.1 días, se asume que la variación puede ser causada por la diferencia de temperaturas.

Aunado a lo anterior, los resultados de este estudio y los reportados por Orkisz et al. (2012) en cuanto al desarrollo embrionario muestran diferencias en días mientras que Radael et al. (2013) refieren una duración de 42.5 horas post-fecundación a 28 °C, lo cual indica que como en la mayoría de las especies, la duración de esta fase se ve afectada por la temperatura.

Parada et al. (2012) refieren una duración de 30 días para la fase de alevinaje, la cual es extensa, porque supera lo reportado por Orkisz et al. (2012) quienes indican una duración tres días y al reportado en la presente investigación cuya duración promedio fue de 8.1 ± 0.8 días. Considerando la duración

reportada por Parada et al. (2012) se puede inferir que estos autores, tal vez consideraron la fase juvenil porque la diferencia en días es cercana a la obtenida en este estudio para la etapa juvenil, la cual fue de 26.9 ± 1.0 días.

La fase de cría se consideró a partir en que el saco vitelino fue absorbido totalmente y los organismos comenzaron a consumir nauplios de *Artemia* sp y de acuerdo con Orkisz et al. (2012) esta etapa tiene una duración entre cinco y siete días.

En lo que respecta a la fase de juvenil, Orkisz et al. (2012) mencionan que después de 23 días, los organismos ya poseen características similares a la de los adultos, es decir se empiezan a desarrollar la corona y aletas: dorsal, caudal, anal y ventral. En la presente investigación, dichas características se observaron a los 26.9 ± 1.0 días. La fase de adulto fue considerada a partir del momento en que los organismos iniciaron el cortejo y reproducción de acuerdo con Agudelo, (2005) *P. scalare* se encuentra sexualmente maduro entre los nueve y 12 meses de edad, lo cual difiere a lo observado, debido a que la madurez sexual se hizo notoria a partir de los seis meses de edad cuando iniciaron su reproducción. No obstante, este proceso podría variar dependiendo de la genética, condiciones fisicoquímicas de agua, régimen alimenticio, temperatura y fotoperiodo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a nuestros amigos la M. en C. Laura Aimé García Benítez al Biól. Andrés Oswaldo Albor Rocha y al Hidrob. Leopoldo Villa por haber compartido sus experiencias en el cultivo de *P. scalare*.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo GDA. 2005. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum scalare* (pez ángel o

- escalar). *Revista Lasallista de investigación*. 2(2): 26-30.
- Bakalárska M. 2011. Chov skalára obyčajného v akváriách. Slovenská Poľnohospodárska Univerzita V Nitre Faculta Agóbiologie a Potravínových Zdrojov. Rusia 47 p.
- Jiménez RJE, Alméciga DPA y Herazo DDM. 2012. Desempeño de juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi*. *Universitas scirmtiarum*. 17(1): 28-34.
- Kasiri M, Farahi A y Sudagar M. 2011. Effects of Feeding Frequency on Growth Performance and Survival Rate of Angel Fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum*. 2(2): 97-102.
- Landines PMA., Sanabria, OAI. y Daza, PV. 2007. Producción de peces ornamentales en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural INCODER. Universidad Nacional de Colombia Bogotá. 240 pp.
- Luna FJ, Figueroa TJ y Hernández LP. 2000. Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces: Cichlidae). *Ciencia y Mar*. 6 (11): 3-9.
- Luna FJ y Gómez PE. 2005. Incorporación de *Culex quinquefasciatus* y *Daphnia* sp en la dieta y su influencia en la reproducción de *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). *Naturaleza y Desarrollo*. 3(1): 5-10.
- Luna FJ, Vargas ZTJ y Figueroa TJ. 2010 Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). *Avances en Investigación Agropecuaria*. 14(3): 63-72.
- Ortega SAA, Cortés G y Bustamante RH. 2009. Fecundity, growth, and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) under laboratory conditions. *Revista de Biología Tropical*. 57(3): 741-747.
- Orkisz AK., Szalast Z., Pawlos D., Smaruj I., Tañski A., Szulc J. y Formicki K. 2012. Early ontogenesis of the angelfish, *Pterophyllum scalare* Schultze, 1823 (Cichlidae). *Neotropical Ichthyology*. 10(3): 567-576.
- Parada GSL., Virgüez PA. y Cruz CPE. 2012. Experiencias sobre cultivo de peces ornamentales en la Cooperativa COOPESCA, Acacias-Meta. *Orinoquia suplemento*. 16(2): 248-255.
- Pérez CME, Morales SI y Olvera QH. 2002. Frecuencia de desove de diferentes variedades del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). *Revista AquaTIC*. 16: 1-7.
- Radael MC., Vázquez VJ., Solís MLD., Mattos D. da C., Cardoso LD., De Souza MJH., Corrêa AML., Oliveira FV. y De Andrade DR. 2013. Desarrollo embrionario del pez Ángel (*Pterophyllum scalare*). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 21: 185-191.
- Rurangwa E, Kime DE, Ollevier F y Nash JP. 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in culture fish. *Aquaculture*. 234. 1-28.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Aumenta la demanda de peces ornamentales: CONAPESCA. Consultado el 19 de noviembre de 2016: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa//2012/Paginas/2015B162.aspx>
- Schulz WR, Franca RL, Lareyre JJ, Legac F, García CH, Nobrega HR y Miura T. 2010. Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology*. 165: 390-411.
- Soriano MB y Hernández D. 2002. Tasa de crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. *Acta Universitaria*. 12(2): 28-33.
- Takahashi LS, Silva TV, Fernandes JBK, Biller JD y Sandre LCG. 2010. Efeito do tipo de alimento no desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Boletim do Instituto de Pesca*. 36(1): 1-8.