

Alimentación del pez ángel *Pterophyllum scalare* con énfasis en el aprovechamiento de alimento vivo

Jorge Luna-Figueroa y Elsay Arce*

Laboratorio de Acuicultura
Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Cuernavaca, Mor.; México

*Autor de correspondencia: elsah.arce@uaem.mx

Abstract— The goal of this study is to review the information on the use of live food in the maintenance and farming of angelfish. The angelfish is of high commercial value as an ornamental organism and knowing the aspects that optimize its commercialization will improve the performance of the species. Although there is information on the growth, reproduction, and survival of angelfish, it is important to explore alternatives with nutritional value that optimize their culture as live food. Live food has unique characteristics such as movement, nutritional value, and distribution throughout the water column that keep the organisms that consume it in good condition.

Keyword. Growth, reproduction, survival, live diets, ornamental fish.

Resumen— El objetivo de este trabajo es concentrar la información del aprovechamiento del alimento vivo en el mantenimiento y cultivo del pez ángel. El pez ángel es de alto valor comercial como organismo de ornato y conocer los aspectos que optimicen su comercialización permitirá mejorar el rendimiento de la especie. A pesar de que existe información sobre el crecimiento, reproducción y sobrevivencia del pez ángel, es importante explorar alternativas con valor nutricional que optimicen su cultivo como el alimento vivo. El alimento vivo posee características únicas como el movimiento, el valor nutricional y la distribución en toda la columna de agua que mantiene en buen estado a los organismos que lo consumen.

Palabras clave. Crecimiento, reproducción, supervivencia, dietas vivas, pez ornamental.

I. INTRODUCCIÓN

Pterophyllum scalare, es una especie nativa de los ríos Amazonas, Orinoco y Esequibo en la región del Amazonas en Sudamérica y pertenece a la familia de los cíclidos (Farhadian *et al.*, 2012; Espitia-Manrique *et al.*, 2017). Conocido comúnmente como pez ángel o acará bandeira, *P. scalare* es un cíclido neotropical con alto potencial económico y gran demanda en la acuicultura ornamental de agua dulce (Cacho *et al.*, 1999; Luna-Figueroa y Gómez, 2005; Zuanon *et al.*, 2006; Rodrigues y Fernandes, 2006 y Cacho *et al.*, 2007; Farhadian *et al.*, 2012). Este pez es valorado debido a su belleza, capacidad reproductiva y adaptabilidad al cautiverio y es la especie de cíclidos de mayor importancia ornamental (Karayücel *et al.*, 2006; Koca *et al.*, 2009; Azimirad *et al.*, 2016). El cultivo del pez ángel ha resultado en diferentes variedades tales como marmoleado, dorado, siamés, koi, leopardo, negro, ahumado y payaso (Ribeiro *et al.*, 2017). En su etapa juvenil viven en cardumen y establecen jerarquías de dominancia. Son encontrados junto a maderas y vegetación sumergida que sirven como refugio contra los depredadores (Rodrigues y Fernandes, 2006). El pez ángel es considerado omnívoro, en la naturaleza se alimenta de plancton, insectos, crustáceos, vegetales y gusanos. En cautiverio, es común que las crías sean alimentadas con nauplios de *Artemia franciscana*, pulga de agua *Moina weizeri*, microgusano *Panagrellus redivivus*, pre-adultos de mosquito *Culex quinquefasciatus* y *Cx. stigmatosoma* (Luna-Figueroa *et al.*, 2019) y de diversos alimentos comerciales en hojuelas (Kasiri *et al.*, 2012). Como en muchos otros peces en cultivo, el alimento vivo es de gran valor para la

alimentación del pez ángel. Una característica importante del alimento vivo es la gran variedad de tamaños (Civera *et al.*, 2004), en la fase de larvicultura la alimentación del pez ángel está basada principalmente en microalgas (2-30 μm), rotíferos (100-300 μm), protozoos (40-250 μm), crustáceos (200-12000 μm), nematodos (500- 2500 μm), oligoquetos (10-85 mm) (Velasco y Gutiérrez, 2019). Aunque el alimento artificial puede reemplazar progresivamente al alimento vivo en la dieta de los peces, en las primeras etapas del desarrollo puede conllevar a un retraso en el crecimiento y a altas tasas de mortalidad, es por ello que, para este periodo es recomendable el suministro de alimento vivo (Velasco y Gutiérrez, 2019). A pesar de la importancia de la nutrición en la crianza de peces ornamentales, la investigación y el desarrollo de esta área aún es limitada. Por lo cual, el presente documento analiza información relevante sobre el potencial del alimento vivo en la dieta de *P. scalare*.

II. LA NUTRICIÓN DE PECES

A pesar de la importancia económica del pez ángel, existen aspectos no abordados de los costos y los beneficios del alimento para el cultivo intensivo de la especie (Erdogan y Olmez, 2009). Los avances en la producción de dietas inertes han permitido avanzar en este sentido, sin embargo, la alimentación de la mayoría de las especies de interés acuicultural requiere de alimento vivo durante los estadios tempranos de vida (Conceicao *et al.*, 2010; Luna-Figueroa *et al.*, 2019). De manera general, la producción de alimentos vivos está limitada en comparación con los alimentos formulados (Erdogan y Olmez, 2009). La nutrición tiene una importante influencia sobre el crecimiento y la reproducción de los peces, por lo que el aprovechamiento de los alimentos vivos es vital para la crianza de estos organismos (Kasiri *et al.*, 2012). La producción de peces de alta calidad es un objetivo clave para el crecimiento de la industria acuícola ornamental (Valente *et al.*, 2013). Actualmente se producen grandes cantidades de larvas de peces, sin embargo, en muchas ocasiones la sobrevivencia es baja o altamente variable, existen problemas de calidad y/o el potencial de crecimiento no siempre es aprovechado al máximo (Castanheira *et al.*, 2009; Valente *et al.*, 2013), esto es causado en parte, por deficiencias nutricionales. La calidad del alimento aunada a la frecuencia y al horario de alimentación son regulados por mecanismos fisiológicos y son fundamentales para la crianza exitosa de peces (Veras *et al.*, 2016). En este sentido, los alimentos vivos son altamente digestibles y fácilmente detectados y capturados debido a sus movimientos natatorios en la columna de agua (Conceicao *et al.*, 2010).

En particular en larvas de *P. scalare*, el final de la nutrición endógena y el inicio de la alimentación exógena son cruciales para su desarrollo (Rivera y Botero, 2009; Luna-Figueroa y Arce, 2017). La principal limitante es la primera alimentación, registrando mayores índices de mortalidad, cuando las reservas vitelinas se agotan y los organismos empiezan a ingerir alimento exógeno. Este momento es crítico y se requiere de alimento vivo fácilmente digerible y de alto valor nutritivo. En caso de utilizar dietas artificiales deben contar con un adecuado aporte nutricional, estas generalmente son elaboradas con organismos vivos procesados en diferentes presentaciones como hojuelas, harinas y pellets pequeños. Aunque el pez ángel acepta dietas artificiales, las tasas de crecimiento, reproductivas y de sobrevivencia más bajas son obtenidas con dietas artificiales (Kasiri *et al.*, 2012).

III. ALIMENTO VIVO EN LA NUTRICIÓN DE *P. scalare*

P. scalare es una especie omnívora con requerimientos proteínicos entre 40 y 50% (Degany, 1993). En peces, como en otros grupos de animales, la alimentación es una importante función de la vida y es el resultado de procesos asociados con la búsqueda, la localización, la aceptación, la captura, el procesamiento oral, la evaluación de la calidad de los ingredientes del alimento, el tragado, la digestión,

la absorción y la asimilación (Kasumyan y Doving, 2003). El éxito de esos procesos está directamente relacionado con la satisfacción de los requerimientos de energía, lo cual, está estrechamente relacionado con la tasa de crecimiento, la maduración y la fecundidad de los peces, el estatus social, la actividad migratoria, la estrategia de vida y la resistencia al impacto de factores desfavorables (Kasumyan y Doving, 2003).

El alimento vivo es altamente recomendado por su aporte nutricional (García-Ortega, 2000; Glencroos *et al.*, 2007; Luna-Figueroa *et al.*, 2019). Los peces obtienen los componentes para fabricar sus estructuras corporales y la energía para realizar sus funciones vitales a partir de la degradación del alimento (Luna-Figueroa y Arce, 2017). Las proteínas contribuyen a reparar los tejidos dañados y a la formación de tejido nuevo y pueden ser metabolizadas para que los peces obtengan energía (Walton, 1987; Rivera y Botero, 2009). Los carbohidratos participan como combustible metabólico, proveen energía para cumplir con los procesos fisiológicos cotidianos, y ayudan en funciones estructurales e inmunológicas (Zamora y Echevarría, 1987; Krogdahl *et al.*, 2005). Los lípidos juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales (ácidos grasos insaturados y poliinsaturados), especialmente para peces carnívoros, en los cuales, la utilización de los carbohidratos como fuente de energía es muy baja, actúan como precursores de vitaminas y de hormonas (Watanabe, 1987; Sales y Janssen, 2003). El exceso, la deficiencia y la proporción de ácidos grasos, provocan crecimiento tardío en los peces, erosión de la aleta dorsal, degeneración del hígado, daño de las branquias con sangrado y obscurecimiento de la superficie dorsal (Rivera y Botero, 2009). Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales indispensables para el crecimiento normal, la reproducción, la salud y en general el buen funcionamiento de los organismos acuáticos (Lovell, 1987a; Glencroos *et al.*, 2007). Los minerales intervienen directamente en el metabolismo de los animales, en la formación de la estructura esquelética, mantenimiento de la presión osmótica, viscosidad, difusión y regulación del equilibrio ácido-base, componentes importantes de hormonas, enzimas y activadores enzimáticos (Lovell, 1987b; Randall *et al.*, 1988; García-Ortega, 2000; Sales y Janssen, 2003; Glencroos *et al.*, 2007; Rivera y Botero, 2009). Deficiencias nutricionales en el alimento vivo pueden ser corregidas mediante enriquecimiento con ácidos grasos, esenciales en los procesos de pigmentación, producción de prostaglandinas, respuesta inmunológica y desarrollo retinal (Rivera y Botero, 2009).

Adicionalmente al valor nutricional, los alimentos vivos son fácilmente detectados y capturados debido a sus movimientos de natación en la columna de agua y altamente digestibles (Conceicao *et al.*, 2010). Por sus características nutritivas, el alimento vivo es una alternativa para la nutrición de *P. scalare*. El alimento vivo es considerado mejor que el artificial, debido a que funcionan como estímulos visuales y químicos en los peces, y a que las enzimas presentes en los organismos vivos contribuyen a la digestión del alimento cuando son consumidos por los peces (García-Ortega, 2000). Las enzimas exógenas presentes en el alimento vivo compensan la deficiencia digestiva de las larvas, digiriendo los nutrientes directamente o activando los zimógenos producidos por las larvas, a pesar de que éstas no dependen de las enzimas exógenas para la digestión, el alimento vivo estimula la secreción de enzimas digestivas desde el páncreas (Lauff y Hoffer, 1984; Kurokawa *et al.*, 1998; Rivera y Botero, 2009).

En producción animal, una buena nutrición es esencial para producir de manera económica organismos saludables y de alta calidad (Hatefi y Sudagar, 2013). El alimento vivo es estimado por ser fisiológicamente valioso, por estimular la conducta y en particular, la actividad depredadora de los peces, por propiciar un nado más rápido, lo cual conduce, en términos generales, a tener peces más fuertes y atractivos (García-Ortega, 2000; Luna-Figueroa, 2009; Conceicao *et al.*, 2010). El alimento vivo es una cápsula nutritiva que contiene los elementos de una dieta y conserva su valor hasta ser consumidos, mantiene la salud del consumidor, mejora la apariencia externa y estimula el crecimiento,

la reproducción, y la sobrevivencia de los peces (Luna-Figueroa *et al.*, 2018). El alimento vivo presenta tamaño diverso, apariencia variable, movimiento, fácil digestión, cuerpo blando, olor atractivo, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, alta disponibilidad y abundancia, y es posible cultivarlo en áreas pequeñas, a bajo costo y mejorar su valor nutritivo (Glencross *et al.*, 2007; Rivera y Botero, 2009; Luna-Figueroa y Arce, 2017). El alimento vivo al inicio de la alimentación exógena es vital, debido a que los requerimientos nutritivos son elevados, el crecimiento más acelerado (Lim *et al.*, 2001) y la tasa de mortalidad mayor con alimento artificial (Rodrigues y Fernandes, 2006).

Gran parte de los nutrientes esenciales y otros factores requeridos para el crecimiento óptimo de peces están incluidos en los alimentos vivos. Mientras que durante el procesamiento del alimento artificial, las propiedades nutricionales de la proteína pueden ser afectadas y disminuir la calidad nutricional total del alimento (García-Ortega, 2000) o la presencia de factores anti nutricionales suprimir la utilización de los nutrientes (Glencross *et al.*, 2007). Se considera que la cantidad de nutrientes no es el factor estrictamente determinante para explicar la diferencia en el crecimiento de los peces, sino que la calidad de los constituyentes juega un papel definitivo, la digestibilidad y la presencia de algún microelemento ausente en el alimento artificial, el cual promueva el crecimiento (García-Ortega, 2000).

El pez ángel acepta dietas artificiales, sin embargo, las tasas de crecimiento y la sobrevivencia son más bajas cuando se utilizan como dieta única durante las etapas de cría y juvenil (Koca *et al.*, 2009). En general, una nutrición deficiente durante las primeras etapas de desarrollo, es uno de los principales limitantes en la crianza de peces ornamentales (Farhadian *et al.*, 2012), la solución a este problema es la incorporación de alimento vivo como el microgusano *Panagrellus redivivus*, la pulga de agua *Daphnia pulex* y *Moina wierzejski*, el gusano de fango *Tubifex tubifex*, gusano blanco *Enchytraeus albidus*, lombriz de tierra *Eisenia foetida*, pre-adultos de mosquito *Culex pipiens*, *Cx. stigmatosoma*, *Cx. quinquefasciatus*, gusanos de sangre *Chironomus tentans* y microalgas *Chlorella minutissima* y *C. regularis*, entre otros, que aporten los nutrientes de calidad para disminuir la mortalidad durante el proceso de alimentación endógena a exógena (Luna-Figueroa, 2009; Velasco y Gutiérrez, 2019; Luna-Figueroa *et al.*, 2019).

IV. CRECIMIENTO DE *P. scalare*

En los peces el crecimiento es uno de los aspectos más intensamente estudiados por ser un buen indicador de la salud de los organismos (Moyle y Cech, 2000) y su predicción resulta esencial para el cultivo de *P. scalare*. El crecimiento puede tomar la forma tanto de crecimiento somático como reproductivo, o entendido como el incremento del contenido de energía o peso en el cuerpo del pez (Jobling, 1994). Para asegurar el crecimiento, el alimento vivo deberá cumplir con las siguientes características: tamaño adecuado, movimiento lento, alta disponibilidad, apariencia y estímulo químico (Civera *et al.*, 2004). Adicionalmente el alimento vivo deberá cubrir los requerimientos nutricionales mínimos y ser de fácil digestión. El crecimiento de los peces en todas sus etapas es ampliamente regulado por el tipo de alimento, la ración, la frecuencia de alimentación, la ingesta de alimento y la capacidad para absorber los nutrientes (Hatefi y Sudagar, 2013). Deficiencias en proteínas o en cualquier otro constituyente de la dieta: lípidos, carbohidratos, vitaminas o minerales, originan desordenes en los peces (Glencross *et al.*, 2007). Estos desórdenes podrían interrumpir el crecimiento, por lo que, es importante conocer y mantener el nivel óptimo de nutrientes de la dieta. En organismos acuáticos con potencial de cultivo como *P. scalare*, la nutrición, el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia son los procesos que mayor atención requieren, debido a que el conocimiento y entendimiento de estos permite establecer estrategias para el mantenimiento y producción en condiciones controladas (Pérez *et al.*, 2002). Los peces seleccionan temperaturas para maximizar la proporción de metabolismo disponible para crecimiento, actividad, reproducción y otras funciones biológicas (Kelsch, 1996) y la temperatura que *P. scalare* prefiere para sus procesos fisiológicos es de 30 °C (Pérez *et al.*, 2003).

La fase crítica en la vida de los peces es la etapa temprana del nacimiento hasta las primeras semanas, donde la disponibilidad de alimento apropiado es frecuentemente limitado (Sarma *et al.*, 2003; Rivera y Botero, 2009; Velasco y Gutiérrez, 2019). Los peces en sus estadios iniciales de desarrollo presentan una alta tasa metabólica, estómago pequeño e intestino corto, con un mejor crecimiento cuando son alimentados un mayor número de veces al día. Por otro lado, al utilizar un reducido número de alimentaciones diarias, la cantidad de alimento puede exceder la capacidad de ingestión (Rivera y Botero, 2009). Por lo que, el consumo en exceso puede hacer que el alimento pase más rápidamente por el tracto digestivo sufriendo menor acción de las enzimas digestivas y, consecuentemente, reduciendo la actividad de digestión y absorción de nutrientes perjudicando el crecimiento y la conversión alimenticia. El alimento vivo provoca el comportamiento de caza de los peces, es fuente de enzimas que contribuyen a la digestión y existe gran diferencia entre la asimilación del alimento vivo y el comercial causado principalmente por la digestibilidad de la proteína (Velasco y Gutiérrez, 2019). Al respecto, Kurukawa *et al.*, (1998) sugieren que las larvas no dependen de las enzimas exógenas para la digestión, pero indican que el alimento vivo facilita y estimula la secreción de enzimas digestivas desde el páncreas.

Entre los factores ambientales, la temperatura es importante porque determina las respuestas fisiológicas de los organismos acuáticos, limita las tasas de reacciones bioquímicas y afecta su distribución. Para hacer frente a los cambios ambientales de temperatura, los organismos ectotermos tienen la capacidad de termorregularse, lo cual incluye la selección de hábitat termal óptimo y evitar los desfavorables (Reynolds, 1979). Al respecto, Pérez *et al.*, (2003) recomiendan para el cultivo de *P. scalare* temperaturas que no cambien abruptamente a lo largo del año y que no excedan los 30 °C. Veras *et al.*, (2016) establecen que para un rápido desarrollo larval y facilidad del manejo de *P. scalare*, el fotoperiodo de 24 h/L y 0 h/O, asociado a una frecuencia de alimentación de dos veces al día, es lo más conveniente. Por otra parte, Cangussu *et al.*, (2009) afirman que una frecuencia de alimentación de tres veces al día (6% peso vivo), produce mayores incrementos en peso e incrementa la TCE de *P. scalare*. La adición de microalgas (*Haematococcus pluvialis*) a la dieta intensifica el color corporal de los peces (Kouba *et al.*, 2013). Mientras que larvas de *P. scalare* alimentadas con nauplios de *Artemia* y sometidas a un fotoperiodo de 24 h/L y a una frecuencia de alimentación de dos veces al día obtuvieron un mayor crecimiento (Veras *et al.*, 2016). Degani (1993) obtuvo que peces ángel alimentados con dietas con alto nivel proteínico (47%) enriquecidas con *Artemia* presentan mayor crecimiento.

Los alimentos vivos utilizados en la nutrición de *P. scalare* presentan en su gran mayoría contenidos nutritivos elevados (Tabla 1). En particular, la lombriz de tierra 62.00% (Kasiri *et al.*, 2012) y *A. franciscana* 57.26% (Luna-Figueroa *et al.*, 2010), que junto con las pulgas de agua (50.00%) son los más utilizados en la alimentación de peces (Nandini y Sarma, 2000). Los organismos obtienen la energía necesaria para su metabolismo basal, actividad física, crecimiento y reproducción del alimento ingerido (Motta *et al.*, 2021). Herath y Atapaththu (2013) señalan que es posible suministrar nauplios de artemia y posteriormente alimento seco formulado durante las etapas tempranas de desarrollo de *P. scalare*, a los 14 días posterior a su nacimiento, esto reduce la dependencia de nauplios de artemia e implica una reducción en los costos de producción. La tasa de crecimiento diario de larvas de *P. scalare* resultó más alta con nauplios de *A. franciscana* (2.83 ± 0.13 mg/día), seguido de *M. wierzejski* (2.33 ± 0.13) y de *P. redivivus* (1.43 ± 0.15), en juveniles fue mayor con *M. wierzejski* (13.68 ± 0.16 mg/día), con *A. franciscana* (12.50 ± 0.18) y con *P. redivivus* (8.21 ± 0.20) (Tabla 2). La Tasa de Crecimiento Específico de larvas de *P. scalare* resultó más alta con nauplios de *A. franciscana* ($17.57 \pm 0.39\%$ peso corporal ganado mg/día), con *M. wierzejski* (16.63 ± 0.41) y con *P. redivivus* (14.25 ± 0.42), en juveniles fue mayor con *M. wierzejski* ($6.28 \pm 0.21\%$ peso corporal ganado mg/día), con *A. franciscana* (6.04 ± 0.23) y con *P. redivivus* (4.86 ± 0.23) (Luna-Figueroa *et al.*, 2010) (Tabla 2). La mayor sobrevivencia, 100%, se obtuvo con *Cx. stigmatosoma*, *Moina* sp. y *Tubifex* sp. (Luna-Figueroa *et al.*, 2007).

Tabla 1. Calidad nutricional del alimento vivo en la nutrición de *P. scalare*.

Alimento vivo	Proteína %	Lípidos %	Carbohidratos %	Fibra %	Referencia
Quietes descapsulados de <i>Artemia</i>	54.00	9.00	---	6.00	García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005
<i>Daphnia</i> sp.	50.00	19.37	4.12	2.17	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
<i>Culex quinquefasciatus</i>	42.59	10.69	7.60	---	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
<i>Panagrellus redivivus</i>	38.60	39.80	18.20	---	Schlechtriem <i>et al.</i> , 2005
<i>Culex stigmatosoma</i>	42.59	10.69	7.60	6.50	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
<i>Tubifex</i> sp.	52.00	12.00	5.14	4.37	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
<i>Daphnia magna</i>	42.05	16.20	13.50	---	Koca <i>et al.</i> , 2009
Lombriz de tierra	61.00	9.00	---	---	Farahi <i>et al.</i> , 2010
<i>Moina weirzejski</i>	50.00	19.37	4.12	---	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
<i>Artemia franciscana</i>	57.26	16.21	6.67	---	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
<i>Panagrellus redivivus</i>	44.22	11.31	5.22	---	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
Lombriz de tierra	62.00	17.00	4.65	9.00	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
<i>Tubifex</i> seco	55.00	14.00	4.16	5.00	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
<i>Gammarus</i> seco	44.29	16.90	3.56	---	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	11.6	---	---	---	Jiménez-Rojas <i>et al.</i> , 2012
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	43.49	9.44	5.23	5.66	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2019
<i>Cx. stigmatosoma</i>					

Tabla 2. Efecto del alimento vivo sobre el crecimiento y la sobrevivencia de *P. scalare*.

Alimento vivo	Tasa de crecimiento diario (mg/día)	Tasa de crecimiento específico (mg/día)	Sobrevivencia, %	Referencia
Quietes de <i>Artemia</i> descapsulados	0.061± 0.005	4.36 ± 0.17	88.88 ± 6.28	García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005
<i>Cx. stigmatosoma</i>	0.68	5.37 inic 2.45 fin	100	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
<i>Moina</i> sp.	0.40	4.69 inic 2.42 fin	100	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
<i>Tubifex</i> sp.	0.20	3.66 inic 2.42 fin	100	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
<i>Daphnia magna</i>	0.021±0,01	1,69±0,03	86.66	Koca <i>et al.</i> , 2009
<i>Moina wierzejski</i>	2.33 ± 0.13	16.63 ± 0.41	80.00 ± 10.00	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
<i>Artemia franciscana</i>	13.68 ± 0.16	6.28 ± 0.21	100 ± 0.00	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
<i>Panagrellus redivivus</i>	2.83 ± 0.13 L 12.50 ± 0.18 J	17.57 ± 0.39 L 6.04 ± 0.23 J	80.00 ± 12.20 L 100 ± 0.00 J	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
<i>Panagrellus redivivus</i>	1.43 ± 0.15 8.21 ± 0.20	14.25 ± 0.42 4.86 ± 0.23	60.00 ± 10.00 100 ± 0.00	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
Lombriz de tierra	0.038	0.74 ± 0.15	62.85 ± 9.06	Farahi <i>et al.</i> , 2010
Lombriz de tierra	0.035	1.26 ± 0.09	74.10 ± 8.29	Kasiri <i>et al.</i> , 2012.
<i>Tubifex</i> seco	0.027	0.99 ± 0.24	64.56 ± 10.23	Kasiri <i>et al.</i> , 2012.
<i>Gammarus</i> seco	0.023	0.79 ± 0.84	62.98 ± 7.99	Kasiri <i>et al.</i> , 2012.
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	0.021±	1.81 ± 11	83.33 ± 5.77	Jiménez-Rojas <i>et al.</i> , 2012
Nauplios de <i>Artemia</i> sp.	0.9 ± 0.2	4.54 ± 0.33	73.14	Herath and Atapaththu, 2013
Nauplios de <i>Artemia</i>	4.92	19.60 ± 1.04	93.89 ± 15.49	Veras <i>et al.</i> , 2016
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	5.03	19.65 ± 1.37	98.33 ± 4.07	
<i>Cx. stigmatosoma</i>	34.27	6.06 3.25	86.00	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2019

IV. REPRODUCCIÓN DE *P. scalare*

Los procesos reproductivos de los peces están estrechamente relacionados con diversos factores como la edad, madurez sexual, calidad de agua, abundancia y calidad de alimento (Wootton, 1991). Entre los principales factores que influyen en la reproducción de los peces está la alimentación (Luna-Figueroa, 2007; Velasco y Gutiérrez, 2019), por lo que, optimizar este recurso representa incrementar las posibilidades de éxito de *P. scalare*. Es ampliamente conocido que una dieta nutritivamente balanceada es indispensable para proveer desoves de calidad (Luna-Figueroa y Arce, 2017; Luna-Figueroa *et al.*, 2018). La producción de crías demanda una especial atención en la nutrición de los reproductores, lo cual afecta significativamente la fecundidad y la sobrevivencia (Shelar *et al.*, 2014). La Tabla 1 muestra variaciones en el nivel de proteína y lípidos que influyen significativamente la fecundidad relativa, la tasa de fertilización, la tasa de incubación, el intervalo de desove y el número relativo de crías de *P. scalare* (Rodrigues y Fernandes, 2006; Kasiri *et al.*, 2012; Shelar *et al.*, 2014). De acuerdo a Ershad *et al.*, (2009) la utilización de *Artemia* en lugar de un concentrado comercial incrementa la fecundidad y decrece el ciclo y los intervalos de desove.

A pesar de que cada especie de peces tiene su propio nicho ecológico y cuenta con adaptaciones etológicas, anatómicas, fisiológicas y reproductivas para tolerar las fluctuaciones del ambiente, su éxito está finalmente determinado por la capacidad de sus miembros de reproducirse con buen resultado para mantener a su población viable (Pérez *et al.*, 2002). Gómez (2005) asegura que parte del éxito de la reproducción en cautiverio en cuanto a frecuencia de desove, cantidad de huevos por postura y porcentaje de supervivencia de los alevines está determinado por el valor nutricional de la dieta suministrada y la edad de los reproductores, la cual, también está asociada a la fertilidad. La fecundidad es afectada por la edad la talla, la especie, la alimentación, la estación y las condiciones ambientales (Mazunder *et al.*, 2013). Para llevar a cabo la reproducción *P. scalare* prefiere hojas amplias y largas como sustrato adecuado para los desoves. Estos peces presentan cuidado biparental durante un periodo corto, antes de que los huevecillos incuben, durante el cual, los machos juegan un papel importante en su protección (Cacho *et al.*, 1999).

La hembra de *P. scalare* desova sobre superficies de troncos, hojas o rocas que previamente han limpiado, una vez la hembra realiza la postura el macho fertiliza los huevos (Gómez, 2005). El cuidado parental del pez ángel involucra vigilar los huevecillos en contra de depredadores, ventilarlos para incrementar el contenido de oxígeno y la limpieza para evitar la presencia de hongos (Mazunder *et al.*, 2013). Es común que *P. scalare* canibalice a los huevos y alevines, especialmente durante los primeros desoves (Gómez, 2005). El cuidado de los huevos y de los alevines durante los primeros días de vida está al cargo de los dos progenitores y son catalogados como monógamos (Pérez *et al.*, 2002). Durante este tiempo, los reproductores expulsan a otros peces del área de desove (Mazunder *et al.*, 2013). Los alevines se alimentan de la piel y de las aletas de los padres cuando ellos tienen 5 o 6 semanas de vida, esta conducta puede debilitar a los padres y algunas veces causar su muerte.

Cuando se suministra alimento vivo en la dieta de peces, previo y durante, la etapa reproductiva, se obtienen ejemplares con una coloración más intensa y brillante, esto beneficia su estado de condición y su fortaleza inmunológica, presentan un nado más activo, desoves más numerosos y frecuentes y un mayor número de crías (Luna-Figueroa, 2009; Luna-Figueroa y Arce, 2017). El alimento vivo sobre en la reproducción de *P. scalare* tiene un efecto importante (Tabla 3); la frecuencia de desove 6.1 ± 1.0 días con *A. urmiana* enriquecida con ácidos grasos insaturados (Ershad *et al.*, 2009), la producción de huevos por desove 884.00 ± 114.35 con lombriz de tierra (Kasiri *et al.*, 2012) y la sobrevivencia 96% con el suministro de quistes de *Artemia* (Ortega-Salas *et al.*, 2009). Los peces ángel alimentados con quistes de *Artemia* descapsulados presentaron mayor resistencia al estrés y mayor crecimiento (García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005). En términos generales se observan efectos más favorables sobre la reproducción

de *P. scalare* con el suministro de *Daphnia* sp. y *C. quinquefasciatus*. *Artemia urmiana*, incrementa la fecundidad y decrece el intervalo de tiempo entre desoves de *P. scalare* (Ershad *et al.*, 2009).

Tabla 3. Alimento vivo y su efecto en la reproducción de *P. scalare*.

Alimento vivo	Frecuencia de desove (días)	Producción de huevos/desove	Sobrevivencia, %	Referencia
<i>Daphnia pulex</i>	9.08	885.26	90.70	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2000
<i>Artemia</i> sp. y un alimento en hojuelas	8.0 ± 0.06	540	87.8	Pérez-Cruz <i>et al.</i> , 2002
<i>Culex quinquefasciatus</i>	14.40 ± 0.73	506.45 ± 30.61	42.21	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
<i>Daphnia</i> sp.	11.10 ± 0.63	670.00 ± 28.27	60.30	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
<i>Artemia urmiana</i> enriquecida con ácidos grasos	6.1 ± 1.0	377.9 ± 185	93.2 ± 12.3	Ershad, <i>et al.</i> , 2009
Quistes de <i>Artemia</i> sp. y <i>Brachionus plicatilis</i>	---	468.80 ± 193.97	66.25 96.00	Ortega-Salas <i>et al.</i> , 2009
Lombriz de tierra	---	492.67 ± 102.48	77.98 ± 9.55	Farahi <i>et al.</i> , 2010
Alimento comercial adicionado con 0.25 ppt de <i>Echinacea purpurea</i>	---	479.67 ± 26.84	77.74 ± 8.25	Kasiri <i>et al.</i> , 2011 ^a
Lombriz de tierra	---	884.00 ± 114.35	74.10 ± 8.29	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
<i>Tubifex</i> seco	---	448.33 ± 55.05	64.56 ± 10.23	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
<i>Gammarus</i> seco	---	361.33 ± 77.10	62.98 ± 7.99	Kasiri <i>et al.</i> , 2012

V. SOBREVIVENCIA DE *P. scalare*

La sobrevivencia es un índice comúnmente utilizado para evaluar la respuesta nutricional de organismos acuáticos (D'Abramo y Castell, 1996) y presenta altas fluctuaciones debido a diversos factores, como los fisicoquímicos, considerados los más importantes para la sobrevivencia y el crecimiento (Merchie *et al.*, 1996); y a factores genéticos, etológicos, biológicos y nutricionales, los cuales confieren a las larvas la energía necesaria para mantener su metabolismo, crecer y asegurar su sobrevivencia (Civera *et al.*, 2004). El alimento vivo generó altos porcentajes de sobrevivencia en *P. scalare* (Tablas 2 y 3). En estudios de crecimiento del pez ángel, el alimento vivo mejoró la sobrevivencia con el consumo de quistes de *Artemia* descapsulados 88.88 ± 6.28% (García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005), con *D. magna* 86.66% (Koca *et al.*, 2009), con *E. buchholzi* 83.33 ± 5.77% (Jiménez-Rojas *et al.*, 2012), con *Cx. stigmatosoma*, *Moina* sp. y *Tubifex* sp 100%. En investigaciones de reproducción de *P. scalare*, el alimento vivo generó altos porcentajes de sobrevivencia larval, 87.8% con *Artemia* sp. (Pérez-Cruz *et al.*, 2002), 90.70% con *D. pulex* (Luna-Figueroa *et al.*, 2000), 93.2 ± 12.3% con *A. urmiana* (Ershad *et al.*, 2009) y 96.00% con quistes de *Artemia* sp. y *B. plicatilis* (Ortega-Salas *et al.*, 2009). Las investigaciones indican el efecto positivo de la cantidad y de la calidad del alimento vivo en la sobrevivencia de *P. scalare* y existen evidencias de que gran parte de los nutrientes y de otros factores requeridos para el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia de los peces se encuentran presentes en los alimentos vivos (Luna-Figueroa *et al.*, 2019).

VI. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA EL MANTENIMIENTO Y CULTIVO DE *P. scalare*

La calidad de agua es uno de los factores más importantes en el cultivo de organismos acuáticos, además de la alimentación, las densidades de siembra, el tamaño de los organismos y el sistema de cultivo (Ríos, 2021). A pesar de que *P. scalare* hoy en día es una de las principales especies en acuicultura ornamental los estudios relacionados con la calidad de agua de cultivo son escasos y en la mayoría de los estudios apenas se mencionan las características físicas y químicas del agua. La Tabla 4, concentra información de diversos autores sobre características del agua de experimentos sobre diversos temas relacionados con la especie. Sin duda, la temperatura es el parámetro que mayor atención ha recibido (Pérez *et al.*, 2003), debido a que se trata de un factor que determina el ritmo del crecimiento de los peces. Entre los diversos factores ambientales, la temperatura es de vital importancia porque influye en las respuestas fisiológicas de los organismos acuáticos, limita las tasas de reacciones bioquímicas y afecta la distribución (Pérez *et al.*, 2002). Pérez *et al.*, (2003) recomiendan para el cultivo de *P. scalare* aquellas zonas geográficas de México donde las temperaturas sean cercanas a 30°C. La tolerancia de vivir en intervalos de temperatura altos es una característica de *P. scalare*. Esta tolerancia le da un buen potencial para su cultivo en áreas tropicales. En este sentido es recomendable que antes de seleccionar lugares basados en temperaturas regionales, sean consultadas las respuestas conductuales de las especies (Martínez-Palacios *et al.*, 1996). En laboratorio si las condiciones de calidad de agua, fotoperiodo y alimentación son las apropiadas, los procesos reproductivos, de crecimiento y la sobrevivencia del pez ángel pueden manifestarse positivamente durante todo el año (Pérez *et al.*, 2002).

VII. PERSPECTIVAS

A pesar del progreso reciente en la producción de alimentos procesados inertes para larvas de peces, la alimentación de la mayoría de las especies de interés para la acuicultura aún se basa en alimentos vivos durante los estadios de desarrollo temprano. Además de su valor nutricional, los alimentos vivos son fácilmente detectados y capturados, debido a sus movimientos de nado en la columna de agua, y altamente digestibles (Conceicao *et al.*, 2010). Sin duda, la utilización de alimento vivo genera una disminución en el tiempo requerido para alcanzar la talla comercial, la madurez sexual, acelera el crecimiento, disminuye la periodicidad de los desoves e incrementa el porcentaje de sobrevivencia de *P. scalare*, lo cual favorece el aspecto económico del cultivo de la especie (Luna-Figueroa *et al.*, 2007). Estudios futuros relacionados con el pez ángel deberán investigar no solo el mejor alimento para el desarrollo de la especie sino el efecto de la calidad de la proteína, la relación proteína/energía, la incorporación de ácidos grasos y profundizar la investigación sobre aspectos de calidad de agua para el cultivo. Las larvas de peces, a causa de su alto potencial de crecimiento, representan un excelente modelo para estudiar las interacciones entre la renovación de las proteínas, rendimiento de crecimiento y la viabilidad (Valente *et al.*, 2013). Así como, incorporar nuevas especies como alimento vivo y potenciar el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia de éstos organismos.

Tabla 4. Características del agua para el mantenimiento de *P. scalare*.

Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	pH	Cloro (mg/L Cl)	Dureza (mg/L CaCO ₃)	Referencia
29.0 ± 1.0	3.0 – 5.0	8.05 ± 0.42	---	230 - 350	Pérez <i>et al.</i> , 2002
28.0 – 29.0	6.0 – 7.0	8.1 – 8.3	---	187.00	Pérez <i>et al.</i> , 2003
28.54 ± 1.00	4.87 ± 0.03	7.17 ± 0.02	0.02 ± 0.001	142.31 ± 1.24	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
29.00 ± 1.00	3 - 5	7.5 ± 0.5	---	---	Gómez, 2005
28.14 ± 1.0	5.87 ± 0.03	7.17 ± 0.02	0.02 ± 0.01	142.3 ± 0.03	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
28.0 ± 0.10	---	7.5 ± 0.5	---	>170	Ershad <i>et al.</i> , 2009
24.3 - 30	---	7.8 – 9.0	---	---	Ortega-Salas <i>et al.</i> , 2009
26.00 ± 2.00	5.7 – 7.7	6.9 – 7.8	---	---	Farahi <i>et al.</i> , 2010
28.13 ± 1.00	5.4 ± 0.03	7.2 ± 0.02	0.01 ± 0.001	82.44 ± 2.12	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
27.0 ± 2.0	5.7 -7.7	6.9 -7.8	---	---	Kasiri <i>et al.</i> , 2011b
28.67 ± 1.17	6.53 ± 2.87	7.34 ± 0.29	---	43.25 ± 8.90	Jiménez-Rojas <i>et al.</i> , 2012
28.00 ± 2.00	5.70-7.70	6.90-7.80	---	---	Kasiri <i>et al.</i> , 2012
24.4 – 25.0	7.0 – 8.0	7.2 – 7.6	---	---	Kouba <i>et al.</i> , 2013
26.0 – 28.0	---	7.14 ± 0.020 7.37 ± 0.026	---	---	Hatifi y Sudagar, 2013
24.0 - 28.0	7.10 – 7.60	6.7 – 7.1	---	---	Kumar, 2013
27.7 ± 0.98	3.7 ± 0.75	5.7 ± 0.21	---	---	Veras <i>et al.</i> , 2016
27.80 ± 2.67	5.50 ± 1.38	7.20 ± 2.34	---	---	Del Caro <i>et al.</i> , 2017
28.60 0.07	---	8.07 ± 0.01	202.22 ± 11.75	149.15 ± 3.15	Arevalo <i>et al.</i> , 2018
Conductividad (µsiemens/cm)	Total de sólidos disueltos (mg/L)	Amonio (mg/L NH ₃)	NO ₂ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	Referencia
103.0 -120.0	---	---	---	---	Pérez <i>et al.</i> , 2003
172.96 ± 1.14	86.53 ± 1.15	0.02 ± 0.001	---	---	Luna-Figueroa y Gómez, 2005
---	---	0.02 ± 0.01	---	---	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2007
---	---	0.01 ± 0.001	---	---	Luna-Figueroa <i>et al.</i> , 2010
---	---	---	0.3 ± 0.01	<0.2	Jiménez-Rojas <i>et al.</i> , 2012
---	---	0.14 ± 0.025 0.67 ± 0.026	---	---	Hatifi y Sudagar, 2013
---	---	1.02 ± 0.46	---	---	Veras <i>et al.</i> , 2016
---	---	0.24 ± 0.01	0.56 ± 0.05	0.02 ± 0.00	Arevalo <i>et al.</i> , 2018

El conocimiento actual de las propiedades del alimento vivo permite utilizarlo en las etapas críticas del proceso de producción de *P. scalare*, es decir, durante las primeras semanas de vida posterior a la absorción del saco vitelino, esto acelera el crecimiento e incrementa la sobrevivencia larval. Adicionalmente, en la etapa adulta permite a los reproductores acelerar la frecuencia de desove,

incrementar el número de huevos y la disponibilidad de larvas. Una mala alimentación es perjudicial para la salud de los peces y puede causar un marcado deterioro de la calidad del agua, reducción del peso, pobre utilización del alimento e incrementar la susceptibilidad a infecciones (Hatefi y Sudagar, 2013). En investigaciones recientes se ha observado que peces ángel nutridos con alimento vivo incrementan la actividad física, presentando mayor agilidad y rapidez en el nado, mayor brillo corporal, mayor resistencia a enfermedades y longevidad (Luna-Figueroa *et al.*, 2010; Luna-Figueroa y Arce-Urbe, 2017; Luna-Figueroa *et al.*, 2018).

Se recomienda que el alimento vivo sea substituido paulatinamente o alternado con alimento artificial, sin embargo, en las primeras etapas de desarrollo se recomienda no substituirlo totalmente debido a las ventajas que tiene, tales como mantener sus características nutritivas durante tiempos prolongados, distribuirse por toda la masa de agua y mejorar el desarrollo de los peces (Velasco y Gutiérrez, 2019). Resulta conveniente realizar estudios que contribuyan a la determinación de los requerimientos nutricionales de las principales especies ícticas ornamentales con potencial productivo y generar técnicas que favorezcan la producción de dichas especies en condiciones de cultivo.

REFERENCIAS

- Arévalo, I.L.I., Suárez, G.I., Guerrero A.C.E. 2018. Efecto de diferentes niveles lipídicos y proteicos en la dieta sobre el desempeño productivo de juveniles del pez ángel o escalar (*Pterophyllum scalare*). *Respuestas*, 23: 32-38.
- Azimirad, M., Meshkini, S., Ahmadifard, N., Hoseinifar, S.H. 2016. The effects of feeding with symbiotic (*Pediococcus acidilactici* and fructooligosaccharide) enriched adult *Artemia* on skin mucus immune responses, stress resistance, intestinal microbiota and performance of angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Fish and Shellfish Immunology*, 54: 516-522.
- Cacho, M.S.R.F., Yamamoto, M.E., Chellappa, S. 1999. Comportamento reproductivo do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 653-664.
- Cacho, M.S.R.F., Yamamoto, M.E., Chellappa, S. 2007. Mating system of the Amazonian cichlid angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 161-165.
- Cangussu, de L.V.G., Ha, N., Kojima, T.J., Yukijiro, G.R., Nicodemo, D. Susumu, T.L. 2009. Efeito da frequência alimentar no desempenho produtivo de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). V. Simpósio de Ciências da UNESP-Dracena. VI Encontro de Zootecnia-UNESP Dracena. Dracena 22 a 24 de setembro de 2009.
- Castanheira, da C.L.U., Aragao, C., Richard, N., Engrola, S., Gavaia, P., Dias, J. 2009. Avancos recentes em nutricao de larvas de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 26-35.
- Civera, R., Álvarez, C., Moyano, F. 2004. Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. VII Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Hermosillo, Sonora, México.
- Conceicao, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T. 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41: 613-640.
- D'Abramo, L. y Castell, D. J. 1996. Metodología para la investigación nutricional. In: Mendoza, R. S.E. Cruz y D. Ricque (Eds.). Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 7-9 de noviembre, 1994. Monterrey, N. L., México, pp. 103-121.
- Degani, G. 1993. Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichidae) at different densities and diets. *Aquaculture and Fisheries Management*, 24: 725-730.

- Del Caro, P.S., Valerio, J.F.J., Marques, W.F., Días, B. do S., Pierro, P.M. 2017. Manejo alimentar de juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Nutri-Time*, 14: 4919-4927.
- Erdogan, F., Olmez, M. 2009. Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 1660-1665.
- Espitia-Manrique, C.H., Kochenborger, F.J.B., Kasue, S.N., Arias-Vigoya, A.A., Torres do N, T.M., Pereira, da S.E. and Menegasso, M.C.F. 2017. Description of growth and composition of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*) by Gompertz model. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46: 631-637.
- Ershad, L.H., Hamed, M.S., Falahatkar, B., Moradkhani, Z. 2009. Effect of diets containing artemia enriched with unsaturated fatty acids and vitamin C on angel fish *Pterophyllum scalare* propagation. *International Aquatic Research*, 1: 67-72.
- Farhadian, O., Kharamannia, R., Mahboobi, N., Dorche, E.E. 2012. Larval feeding behaviour of angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed copepod *Eucyclops serrulatus* and cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula*. *Aquaculture Research*, 1-12.
- Farahi, A., Kasiri, M., Talebi, A., Sudagar, M. 2010. Effect of different feed types on growth, spawning, hatching and larval survival in angel fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). *AAACL Bioflux*, 3 (4): 299-303.
- García-Ortega, A. 2000. Valor nutricional de los quistes de *Artemia* y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A., Civera-Cerecedo, R. (eds). *Avances en nutrición acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México.
- García-Ulloa, M., Gómez-Romero, H.J. 2005. Growth of angel fish *Pterophyllum scalare* juveniles fed inert diets. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 9: 49-60.
- Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, 13: 17-34.
- Gómez, A.D.A. 2005. Establecimiento de un Centro de Reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalar). *Revista Lasallista de Investigación*, 2: 26-30.
- Hatefi, S., Sudagar, M., 2013. Effect of feeding frequency on fecundity in angel fish (*Pterophyllum scalare*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5: 45-48.
- Herath, S.S., Atapaththu, K.S.S. 2013. Sudden weaning of angel fish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) larvae from brine shrimp (*Artemia* sp.) nauplii to formulated larval feed. *SpringerPlus*, 2: 102.
- Jiménez-Rojas, J.E., Alméciga-Díaz, P.A., Herazo-Duarte, D.M. 2012. Desempeño de juveniles de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi*. *Universitas Scientiarum*, 17: 28-34.
- Jobling, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 13. Great Britain, 309 pp.
- Karayücel, I., Orhan, A.K., Karayücel, S. 2006. Effects of different levels of 17 α -Methyltestosterone on growth and survive of angelfish (*Pterophyllum scalare* Liechtenstein, 1923) fry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5: 244-248.
- Kasiri, M., Farahi, A., Sudagar, M., 2011a. Effects of supplemented diets by levamisole and *Echinacea purpurea* extract on growth and reproductive parameters in angelfish (*Pterophyllum scalare*). *AAACL Bioflux*, 4: 46-51.
- Kasiri, M., Farahi, A., Sudagar, M. 2011b. Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum*, 2: 97-102.

- Kasiri, M., Farahi, A., Sudagar, M. 2012. Growth and reproductive performance by different feed types in fresh water angelfish (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823). *Veterinary Research Forum*, 3: 175-179.
- Kasumyan, A.O., Doving, K.B., 2003. Taste preferences in fishes. *Fish and Fisheries*, 4: 289-347.
- Kelsch, S.W. 1996. Temperature selection and performance by bluegills: evidence for selection in response to available power. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125: 948-955.
- Koca, S.B., Diler, I., Dulluc, A., Yigit, N.O., Bayrak, H. 2009. Effect of different feed types on growth and feed conversion ratio of angel fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3: 06-10.
- Krogdhal, A., Hemre, G-I., Mommsen, T.P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: Digestión and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11: 103-122.
- Kouba, A., Sales, J., Sergejevova, M., Kozak, P., Masojidek, J. 2013. Colour intensity in angelfish (*Pterophyllum scalare*) as influenced by dietary microalgae addition. *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 193-199.
- Kumar, R.B. 2013. Study of rearing and breeding of angel fish (*Pterophyllum scalare*) in glass aquarium. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 3: 53-57.
- Kurokawa, T., Shiraishi, M., Suzuki, T. 1998. Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanotictus*) larvae. *Aquaculture*, 161: 491-499.
- Lim, L.C., Sho, A., Dhert, P., Sorgeloos, P. 2001. Production and application of on-grown *Artemia* in freshwater ornamental fish farm. *Aquaculture Economics and Management*. 5: 211-228.
- Lovell, R.T. 1987a. Requerimientos vitamínicos de los peces. Capítulo 12, 245-280 pp. En Espinosa, J. de los M. y Labarta, U. *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, 318 pp.
- Lovell, R.T. 1987b. Requerimientos minerales de los peces. Capítulo 13, 281-290 pp. En Espinosa, J. de los M. y Labarta, U. *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, 318 pp.
- Luna-Figueroa, J., Figueroa, T.J., Hernández de la R.L.P. 2000. Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez angel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces: Cichlidae). *Ciencia y Mar*, 3-9.
- Luna-Figueroa, J., Gómez, P.E. 2005. Incorporación de *Culex quinquefasciatus* y *Daphnia* sp. en la dieta y su influencia en la reproducción de *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichidae). *Naturaleza y Desarrollo*, 3: 5-10.
- Luna-Figueroa, J. 2007. Incorporation of *Culex stigmatosoma* mosquito larvae (Diptera: Culicidae) to the diet of *Brachidanio rerio* (Pisces: Cyprinidae) and its effect on reproduction. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 11: 49-59.
- Luna-Figueroa, J., Pérez, C.E., Figueroa, T.J. 2007. Influencia de alimento vivo sobre la tasa de crecimiento y sobrevivencia de crías del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae) Lichtenstein, 1823. *Scientiae Naturae*, 10: 33-45.
- Luna-Figueroa, J. 2009. Nematodo de vida libre *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945): Una alternativa para la alimentación inicial de larvas de peces y crustáceos. *Investigación y Ciencia*, 45: 4-11.
- Luna-Figueroa, J., Vargas, Z.T. de J., Figueroa, T.J. 2010. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 14: 63-72.
- Luna-Figueroa, J., Arce, E. 2017. Un menú diverso y nutritivo en la dieta de peces: el alimento vivo. *Agroproductividad*, 10(9): 112-116.

- Luna-Figueroa, J. Arce, .E., Figueroa, T.J. 2018. Ventajas e inconvenientes del uso de alimento vivo en la nutrición de peces. *Inventio*, 14: 39-43.
- Luna-Figueroa, J., Arce. E., Figueroa, T.J., Franco, A.M.P. 2019. Pre-adults mosquito in fish species feeding. *International Journal of Aquatic Sciences*, 10: 55-59.
- Martínez-Palacios, C.A., Ross, L.G., Sánchez-Licea, V.H. 1996. The tolerance to salinity, respiratory characteristics and potential for aquaculture of the Central American cichlid, *Cichlasoma synspilum* (Hobbs, 1935). *Aquaculture Research*, 27: 215-220.
- Mazumder, F., Nargis, A., Amin, R., Khatun, M. 2013. Reproductive periodicity, fecundity, sex ratio and parental care of angelfish *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) under Laboratory conditions. *Journal of Advanced Scientific Research*, 4: 06-11.
- Merchie, G., Lanes, P., Storch, P., Ubel, U., Nelis, H., et al. 1996. Influence of dietary vitamin C dosage on rodballo (*Scophthalmus maximus*) and European sea bass (*Dicentrachus labrax*) nursery stages. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 114: 123-133.
- Motta, J.H., Glória, L., Batista, de S.A., Fosse, F.J.C., Polese, M., Vidal Jr., M. 2021. Effect of fasting on freshwater angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein; Pisces: Cichlidae) development. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49: 125-135.
- Moyle, B.P., J.J. Cech, 2000. *Fishes. An introduction to Ichthyology*. Fourth edition. Prentice-Hall Upper Saddle River, NJ 074458, USA. 612 pp.
- Nandini, S., Sarma, S.S. 2000. Zooplankton preference by two species of freshwater ornamental fish larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 16: 273-275.
- Ortega-Salas, A.A., Cortés, G.I., Reyes-Bustamante, H. 2009. Fecundity, growth and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) under laboratory conditions. *Revista de Biología Tropical*, 57: 741-747.
- Pérez, C.E., S.I. Morales, Olvera, Q.H. 2002. Frecuencia de desove de diferentes variedades del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). *AquaTic*, 16: 1-7.
- Pérez, E., Díaz, F., Espina, S. 2003. Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). *Journal of Thermal Biology*, 28: 531-537.
- Randall, D., Burggren, W., French, K. 1988. *Fisiología animal, mecanismos y adaptaciones*. MacGraw-Hill-Interamericana. Madrid. 795 p.
- Reynolds, W.W. 1979. Perspective and introduction to the symposium: thermoregulation in ectotherms. *American Zoologist*, 19: 193-194.
- Ribeiro, F.A.S., Fernandes, J.B.K., Rodrigues, L.A. 2017. Desempenho de juvenis de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33: 195-203.
- Ríos, I.E. 2021. *Calidad de agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos*. EBEditorial Barreto. Calle Fanning 290-A, Iquitos Maynas Loreto, Perú. 90 pp. ISBN 978-612-00-6669-0.
- Rivera, C.M., Botero, Z.M. 2009. Alimento vivo enriquecido con ácidos grasos para el desarrollo larvario de peces. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22: 607-618.
- Rodrigues, L.A., Fernandes, J.B.K. 2006. Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 28: 113-119.
- Sales, J., Janssens, G.J. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16: 533-540.

- Sarma, S. S. S., López-Rómulo, J.A., Nandini, S., 2003. Larval feeding behaviour of blind fish *Astyanax fasciatus* (Characidae), black tetra *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae) and angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed zooplankton. *Hydrobiologia*, 510: 207-216.
- Shelar, G.S., Shelar, P., Singh, H., Shirdhankar, M.M., Shingare, P.E., Kulkarni, G.N. 2014. Effect of dietary protein and lipid levels on the reproductive performance and body composition of angelfish, *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823). *The Israeli Journal of Aquaculture*, 66: 1055-1061.
- Schlechtriem, C., Focken, U., Becker, K., 2005. Digestion and assimilation of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* fed to first feeding coregonid larvae: evidence from histological and isotopic studies. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36: 24-31.
- Valente, L.M.P., Moutou, K.A., Conceicao, L.E.C., Engrola, S., Fernandes, J.M.O., Johnston, I.A. 2013. What determines growth potencial and juvenile quality of farmed fish species?. *Reviews in Aquaculture*, 5:168-S 193.
- Velasco, J., Gutiérrez, M. 2019. Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. *Revista Politécnica*, 15: 82-93.
- Veras, G.C., Murgas, L.D.S., Zangeronimo, M.G., Oliveira, M.M., Rosa, P.V., Felizardo, V.O. 2013. Ritmos biológicos e fotoperíodo em peixes. *Archivos de Zootecnia*, 62: 25-43.
- Veras, G.C., Soares, L.M.O., Brabo, M.F., Paixão, D.J.M.R., Dias, B.C.B., Alves, A.X., Murgas, L.D.S., Campelo, D.A.V. 2016. Fotoperíodo e frequência alimentar na larvicultura do acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. *Archivos de Zootecnia* 65: 581-584.
- Veras, G.C., Soares, L.M.O., Brabo, M.F., Paixao, D.J.M.R., Dias, B.C.B, Alves, A.X., Murgas, L.D.S., Campelo, D.A.V. 2016. Fotoperíodo e frecuencia alimentar na larvicultura do acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. *Archivos de Zootecnia*, 65: 581-584.
- Walton, M.J., 1987. Metabolismo de proteínas y aminoácidos en peces. 225-303 pp. En Espinosa, J. de los M., Labarta, U. *Nutrición en Acuicultura I. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, 303 pp.
- Watanabe, T. 1987. Requerimientos de ácidos grasos y nutrición lipídica en los peces. Capítulo 9, 99-165 pp. En Espinosa, J. de los M. y Labarta, U. *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, 318 pp.
- Wootton, R.F. 1991. *Ecology of Teleost Fishes. Fish and Fisheries. Series I.* Chapman & Hall, 2-6 Bodary Row. London. SE1 8HN. 404 pp.
- Zamora, S., Echevarria, G., 1987. Los hidratos de carbono en la nutrición de los peces. Capítulo 10, 167-196 pp. En Espinosa, J. de los M. y Labarta, U. *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, 318 pp.
- Zuanon, J.A.S., Salaro, A.L., Balbino, E.M., Saraiva, A., Quadros, M., Fontanari, R.L. 2006. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 1893-1896.