

Luna-Figueroa, J.; Vargas, Z. T. de J.; Figueroa, T. J.

Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare*
(Lichtenstein, 1823)

Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 14, núm. 3, 2010, pp. 63-72

Universidad de Colima

Colima, México

Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=83715746005>

A I A



Avances en Investigación Agropecuaria

ISSN (Versión impresa): 0188-7890

revaia@uclm.mx

Universidad de Colima

México

¿Cómo citar?

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista

Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823)

Live food as an alternative diet to larvae and juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823)

Luna-Figueroa, J. ;* Vargas, Z. T. de J. y Figueroa, T. J.

Laboratorio de Acuicultura. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México.

Tel. 01 (777) 3162354

* Correspondencia: jluna@uaem.mx / jlunaf_123@yahoo.com.mx

Resumen

La nutrición en los estadios iniciales de los peces constituye uno de los principales problemas de cultivo, debido a que es la etapa en la que se presenta la mayor mortalidad. En el presente estudio se evaluó, como alternativa en la alimentación de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare*, el efecto de tres alimentos vivos (*Moina wierzejski*, *Artemia franciscana* y *Panagrellus redivivus*) y un alimento comercial (Aquarian Tropical Flakes) sobre la tasa específica de crecimiento (TEC) y la sobrevivencia. La TEC de larvas resultó más alta con nauplios de *A. franciscana* ($17.57 \pm 0.39^{\text{a}}$ % peso corporal ganado mg/día), seguida de *M. wierzejski* ($16.63 \pm 0.41^{\text{b}}$), *P. redivivus* ($14.25 \pm 0.42^{\text{c}}$) y del alimento comercial ($13.20 \pm 0.42^{\text{d}}$) ($P < 0.05$). En los juveniles, la TEC fue mayor con *M. wierzejski* ($6.28 \pm 0.21^{\text{a}}$ % peso corporal ganado mg/día), seguida de *A. franciscana* ($6.04 \pm 0.23^{\text{b}}$), *P. redivivus* ($4.86 \pm 0.23^{\text{c}}$) y del alimento comercial ($4.39 \pm 0.23^{\text{d}}$) ($P < 0.05$). La sobrevivencia de las larvas fue $80.00 \pm 10.00^{\text{a}}$ % con *A. franciscana* y *M. wierzejski*, mayor 25 y 40.62% con respecto a *P. redivivus* ($60.00 \pm 10.00^{\text{b}}$ %)

Abstract

Nutrition of fish at early stages is one of the main problems in culturing because this stage presents the highest mortality levels. This study evaluated the effects of three live foods (*Moina wierzejski*, *Artemia franciscana* and *Panagrellus redivivus*) and commercial food (Aquarian Tropical Flakes) on the Specific Growth Rate (SGR) and survival of *Pterophyllum scalare* larvae and juveniles. SGR was higher in larvae fed with *A. franciscana* ($17.57 \pm 0.39^{\text{a}}$ % corporal weight mg/day), in regard to *M. wierzejski* ($16.63 \pm 0.41^{\text{b}}$), *P. redivivus* ($14.25 \pm 0.42^{\text{c}}$) and the commercial food ($13.20 \pm 0.42^{\text{d}}$) ($P < 0.05$). In juveniles SGR was higher when fed with *M. wierzejski* ($6.28 \pm 0.21^{\text{a}}$ % corporal weight mg/day), in relation to *A. franciscana* ($6.04 \pm 0.23^{\text{b}}$), *P. redivivus* ($4.86 \pm 0.23^{\text{c}}$) and the commercial food ($4.39 \pm 0.23^{\text{d}}$) ($P < 0.05$). Larvae survival was $80.00 \pm 10.00^{\text{a}}$ % with *A. franciscana* and *M. wierzejski*, higher 25% and 43.75% regarding to *P. redivivus* ($60.00 \pm 10.00^{\text{b}}$ %) and the commercial food ($45.00 \pm 10.00^{\text{b}}$ %) ($P < 0.05$). Juveniles survival was 100% and did not differ with any nourishment.

y al alimento comercial ($45.00 \pm 10.00^b\%$) ($P < 0.05$). En los juveniles, la sobrevivencia del 100% no difirió con ningún alimento. Finalmente, los nauplios de *Artemia* en la etapa larval y la *Moina* en juveniles estimularon favorablemente la TEC y la sobrevivencia de *P. scalare*.

Palabras clave

Crecimiento, sobrevivencia, *Panagrellus redivivus*, *Moina wierzejski*, *Artemia franciscana*.

Finally, SGR and survival of *P. scalare*, were positively stimulated by *A. franciscana* nauplii in larvae stage and *M. wierzejski* during the juvenile stage.

Key words

Growth, survival, *Panagrellus redivivus*, *Moina wierzejski*, *Artemia franciscana*.

Introducción

Un aspecto de gran importancia en la acuicultura es la nutrición (Léger *et al.*, 1986). A pesar de esto, con frecuencia se observa que los alimentos no contienen los nutrientes que las especies requieren para su óptimo crecimiento, principalmente en su primera etapa de vida, que es la crítica, debido a que es en la cual se presenta la mayor mortalidad (Sales y Janssens, 2003). Dicho periodo crítico en la larvicultura de peces es el inicio de la alimentación exógena posterior a la absorción del saco vitelino, por lo que el alimento vivo es esencial para el crecimiento y la sobrevivencia (Halver, 1988; Guillaume *et al.*, 2004). No obstante de que en la acuicultura los alimentos vivos *Brachionus* sp. y *Artemia* sp. son indispensables para la producción de larvas de peces (Léger *et al.*, 1986; Hamre *et al.*, 2008), su disponibilidad y precio han dado la pauta para el estudio de nuevas alternativas dentro del propio alimento vivo.

Actualmente, los nauplios de *Artemia* constituyen una dieta esencial en la producción de peces con alto potencial económico, principalmente durante las primeras etapas de desarrollo (Léger *et al.*, 1986). A pesar de esto, la calidad de los nauplios de *Artemia* es alterada por factores como la cepa, localidad y temporada de cosecha, y su valor nutricional es afectado por la ausencia de omega 3 PUFA, especialmente el ácido docosahexaenoico (22: 6n-3; DHA), los cuales son esenciales en la dieta de peces (Mohanakumaran *et al.*, 2007). Considerando estas deficiencias nutricionales, más su alto costo y fluctuaciones en calidad y disponibilidad, se han realizado intentos para encontrar alternativas para la *Artemia* (Léger *et al.*, 1986; Lim *et al.*, 2002; Lim *et al.*, 2003; Martín *et al.*, 2006; Mohanakumaran *et al.*, 2007). Por lo que, cultivos alternativos económicos y con una alta calidad nutricional, similar a *Moina* y *Panagrellus* (Biedenbach *et al.*, 1989; Lim *et al.*, 2003; Martín *et al.*, 2006), son necesarios para mantener la disponibilidad de alimentos vivos en la acuicultura.

En este sentido, el alimento vivo es un recurso de gran valor nutricional para el cultivo de peces, debido a que constituye una cápsula nutritiva que contiene los elementos básicos de una dieta balanceada y no sólo es estimado por ser fisiológicamente una forma valiosa de nutrimento, sino también un factor conductual importante (Luna-Figueroa *et al.*, 2007; Glencross *et al.*, 2007). Como consecuencia, hoy en día se incorporan a la acuicultura una mayor variedad de organismos considerados como alimento vivo, entre las especies más utilizadas se encuentran: *Artemia franciscana*, *Daphnia pulex*, *Eisenia foetida*, *Spirulina* sp., *Moina macrocopa*, *Brachionus plicatilis* y *Tubifex tubifex*, debido a su alto valor nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad (Erdogan y Olmez, 2009).

En especies con alto potencial económico, como *Pterophyllum scalare*, es necesario determinar sus requerimientos nutricionales (Rodrigues y Fernandes, 2006; Zuanon *et al.*, 2006; Luna-Figueroa *et al.*, 2007; Zuanon *et al.*, 2009; Erdogan y Olmez, 2010) para maximizar la sobrevivencia y el crecimiento, los cuales están determinados, fundamentalmente, por la cantidad y calidad del alimento ingerido, así como por las características físicas y químicas del agua. Considerando este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de alimento vivo; *Moina wierzejski*, *Artemia franciscana*, *Panagrellus redivivus* y de un alimento inerte en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare*.

Materiales y métodos

Se utilizaron 240 larvas del pez ángel *P. scalare* de ocho días de nacidos y 120 juveniles de 30 días, los cuales procedieron de la reproducción en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), de la Universidad Autónoma del estado de Morelos (UAEM), México. El periodo experimental comprendió 21 días para larvas y 30 días para juveniles. El diseño experimental consistió de cuatro dietas con tres repeticiones. Se utilizaron tres alimentos vivos y uno comercial en hojuelas (Aquarian Tropical Flakes), durante las etapas de larva y juvenil del pez ángel. Los alimentos vivos: nauplios de "Artemia" *Artemia franciscana* (INVE Aquaculture Nutrition, Great Salt Lake, USA) (Watson y Yanong, 2002), "pulga de agua" *Moina wierzejski* (Prieto *et al.*, 2006) y "micro-gusano" *Panagrellus redivivus* (Luna-Figueroa, 2009), se produjeron en el laboratorio *ex profeso* para cubrir las necesidades de los organismos experimentales. En particular para las larvas, las muestras de *M. wierzejski* y *P. redivivus*, posterior a colectarse del medio de cultivo, se tamizaron para seleccionar las tallas menores de 80 μm .

El contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos de los alimentos se determinó (AOAC, 2000) en el Laboratorio de Calidad de Productos Naturales, Bioquímica Lab., S. A. (cuadro 1). El aporte de alimento fue 5% de la biomasa de cada grupo de peces, en dos raciones diarias, a las 09:00 y 16:00 h. Para determinar la cantidad de alimento vivo suministrado diariamente, se colocaron en cajas Petri cantidades conocidas de *M. wierzejski*, *A. franciscana* y *P. redivivus* (1 g peso húmedo), retirando el exceso de agua mediante papel secante. Posteriormente, cada muestra fue colocada en una estufa a 60°C durante 72 horas; a continuación se pesó nuevamente la muestra y se calculó la diferencia porcentual entre el peso húmedo inicial y el seco final para ajustar la cantidad de alimento vivo proporcionado cada 24 h.

Cuadro 1. Análisis químico proximal de los alimentos vivos y el comercial suministrados a larvas y juveniles de *P. scalare*.

	<i>Moina wierzejski</i>	<i>Artemia franciscana</i>	<i>Panagrellus redivivus</i>	Aquarian Tropical Flakes
Proteína (%)	50.00	57.26	44.22	47.50
Lípidos (%)	19.37	16.21	11.31	6.50
Extracto libre de N (%)	4.12	6.67	5.22	38.10

Se utilizaron dos peceras de 180 l (150 cm x 40 cm x 30 cm), dentro de cada una se colocaron seis acuarios de cristal de 2,500 ml con aireación (Blower de ½ caballo de fuerza) y temperatura constante (termostato sumergible de 70 Watts; 28 ± 1°C). La densidad de cultivo fue de 20 larvas/2,500 ml de agua y 10 juveniles/2,500 ml. Se realizaron recambios de agua diariamente, del 25% del volumen total de cada acuario, y se retiraron mediante sifón los residuos de alimento y las heces. El volumen se recuperó con agua con las mismas características físicas y químicas del experimento. El fotoperiodo utilizado fue de 12 h luz/12 h oscuridad, regulado mediante un Timer programable. Las características físicas y químicas del agua en promedio fueron: 5.4 ± 0.03 mg/l O₂ (Oxímetro YSY-Modelo 57, ± 1 mg/L), 7.2 ± 0.02 de pH (pHmetro Corning, ± 0.1), 28.13 ± 1.0 °C (termómetro Brannan, 0.1°C) y según APHA (1992); 0.01 ± 0.001 mg/l Cl⁻¹, 0.01 ± 0.001 mg/l NH₃ y 82.44 ± 2.12 mg/l de CaCO₃.

El incremento en peso de los peces, por etapa de desarrollo, se evaluó al inicio y al final del periodo experimental, mediante una balanza digital (Ohaus, ± 0.01 mg). La alimentación de larvas y juveniles se suspendió 24 h previo al pesado de los organismos, para asegurar que la evacuación gástrica se completara (Noeskey y Spieler, 1984). Se calcularon las siguientes variables para larvas y juveniles de *P. scalare*:

El incremento en peso diario mg/día = $(Pf - Pi) / (t_2 - t_1)$

El incremento absoluto en peso = $(Pf - Pi)$

La Tasa Específica de Crecimiento (TEC, % peso corporal ganado mg/día) = $[(\ln Pf - \ln Pi) / (t_2 - t_1)] \times 100$ (Ricker, 1979).

Donde: Pi y Pf son el peso inicial y final, $\ln Pi$ y $\ln Pf$ son el logaritmo natural del peso de los organismos y t_1 y t_2 son los días al inicio y al final del periodo experimental.

La sobrevivencia (%) = $(\text{Número final de peces} / \text{número inicial de peces}) \times 100$

Los resultados se procesaron con el análisis exploratorio de datos y se organizaron en diagramas de caja en paralelo (Tukey, 1978). Cuando los datos cumplieron con la prueba de normalidad y de homocedasticidad, el efecto de los alimentos sobre el incremento en peso, la TEC y la sobrevivencia fue contrastado mediante un análisis de varianza de una vía con un nivel de confianza de 95% (Zar, 1999). Cuando se detectaron diferencias significativas, se utilizó la prueba de Tukey para comparar los datos entre los diferentes grupos de peces (*SigmaStat* 3.11 y *SigmaPlot* 10.0).

Resultados

En el cuadro 2, se indican los valores encontrados tanto para larvas como para juveniles, a continuación se describen en forma individual para cada etapa.

Larvas de *Pterophyllum scalare*

El peso inicial de las larvas no difirió estadísticamente ($P > 0.05$), mientras que el incremento final indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Respecto a la TCE, el mejor desempeño en larvas de *P. scalare* se obtuvo con *A. franciscana* ($P < 0.05$). El alimento vivo fue mejor en todas las variables estudiadas con respecto al alimento inerte, excepto para sobrevivencia que compartió similitud estadística con *P. redivivus* y fue menor comparada con *A. franciscana* y *M. wierzejski* ($P < 0.05$).

Juveniles de *Pterophyllum scalare*

El peso inicial de los juveniles no difirió estadísticamente ($P > 0.05$). Por su parte, el incremento final de los organismos presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos. En esta etapa los mejores resultados de TCE se obtuvieron con *M. wierzejski* ($P < 0.05$). Asimismo, en la etapa de juveniles se mantuvo la mejor respuesta para los alimentos vivos comparados con el alimento inerte,

excepto en sobrevivencia, en donde no existió diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Índices de crecimiento en peso de larvas y juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare*.*

	<i>Moina wierzjski</i>	<i>Artemia franciscana</i>	<i>Panagrellus redivivus</i>	Aquarian Tropical Flakes
Larvas				
Peso inicial (mg)	1.75 ± 0.00 ^a	1.75 ± 0.00 ^a	1.75 ± 0.00 ^a	1.75 ± 0.00 ^a
Peso final (mg)	48.50 ± 3.89 ^b	58.50 ± 4.11 ^a	30.50 ± 5.36 ^c	25.50 ± 7.89 ^d
Incremento diario (mg/día)	2.33 ± 0.13 ^b	2.83 ± 0.13 ^a	1.43 ± 0.15 ^c	1.18 ± 0.16 ^d
Incremento absoluto (mg)	46.75 ± 3.26 ^b	56.75 ± 3.48 ^a	28.75 ± 4.30 ^c	23.75 ± 6.30 ^d
TEC (mg/día)	16.63 ± 0.41 ^b	17.57 ± 0.39 ^a	14.25 ± 0.42 ^c	13.20 ± 0.42 ^d
Sobrevivencia (%)	80.00 ± 10.00 ^a	80.00 ± 12.20 ^a	60.00 ± 10.00 ^b	45.00 ± 10.00 ^b
Juveniles				
Peso inicial (mg)	76.50 ± 6.70 ^a	76.00 ± 6.80 ^a	77.00 ± 7.32 ^a	77.00 ± 8.01 ^a
Peso final (mg)	473.30 ± 25.56 ^a	438.60 ± 13.57 ^b	315.25 ± 20.09 ^c	274.95 ± 20.52 ^d
Incremento diario (mg/día)	13.68 ± 0.16 ^a	12.50 ± 0.18 ^b	8.21 ± 0.20 ^c	6.82 ± 0.19 ^d
Incremento absoluto (mg)	396.80 ± 22.0 ^a	362.60 ± 15.0 ^b	238.25 ± 20.0 ^c	197.95 ± 20.0 ^d
TEC (mg/día)	6.28 ± 0.21 ^a	6.04 ± 0.23 ^b	4.86 ± 0.23 ^c	4.39 ± 0.23 ^d
Sobrevivencia (%)	100 ± 0.00 ^a	100 ± 0.00 ^a	100 ± 0.00 ^a	100 ± 0.00 ^a

*Periodo experimental; larvas 21 días y juveniles 30 días. Promedio ± desviación estándar.

Tasa Especifica de Crecimiento (TEC = % peso corporal ganado mg/día)

Valores en la fila que no comparten el mismo superíndice son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

En la acuicultura, la nutrición es uno de los principales factores limitantes para la larvicultura de peces (Gore, 2006), como sucede con *P. scalare* (Sarma *et al.*, 2003). Los nauplios de *Artemia* son el alimento vivo más utilizado en el cultivo de numerosas especies acuáticas. Sin embargo, problemas relacionados con los altos precios de mercado y especialmente la evidencia de variaciones en la eficacia de incubación y discrepancias en la calidad nutricional (Léger *et al.*, 1986), han generado investigación intensiva para la búsqueda de cultivos alternativos. Por lo que, hoy en día en la producción de peces ornamentales de agua dulce, el cladóceros *Moina* se ha convertido en el alimento vivo más común para la alimentación de organismos jóvenes (Lim *et al.*, 2001). En este sentido, de acuerdo con Nandini y Sarma (2000) y Sarma *et al.* (2003), las crías de *P. scalare*, a partir de la segunda semana de vida, prefieren en su dieta cladóceros que rotíferos. Lo anterior quedó de manifiesto en los resultados de la presente investigación, con *M. wierzjski*, como el mejor alimento en la etapa juvenil de *P. scalare*.

Los mejores resultados del estudio se presentaron en las larvas alimentadas con nauplios de *Artemia* y en los juveniles con *Moina*. Mientras que los resultados más

bajos —en ambas etapas de desarrollo— se obtuvieron en los peces nutridos con el alimento inerte. De acuerdo con García-Ortega (2000), la baja digestibilidad y la calidad nutricional de los alimentos artificiales son factores que pueden explicar su fracaso como dietas iniciales de peces. Aunado a esto, la proteína en *Artemia* está constituida principalmente por proteínas de pesos moleculares bajos, las cuales pueden ser más fácilmente digeribles en comparación con las proteínas de las dietas artificiales (García-Ortega, 2000). En este sentido, es necesario subrayar que a pesar de que *P. redivivus* presentó los resultados más bajos entre los alimentos vivos, su importancia radica en que superó el efecto del alimento inerte sobre el crecimiento y sobrevivencia de larvas y juveniles de *P. scalare*.

La TEC en ambas etapas de desarrollo fue más elevada en los peces nutridos con los alimentos de mayor contenido proteico y lipídico. El alimento inerte produjo la menor TEC, que difirió entre 5.35 y 24.87%, superior con *A. franciscana*. Por otra parte, en los juveniles alimentados con *M. wierzejski* la TEC resultó más elevada, difiriendo de 3.82 a 30.09% con respecto a los otros alimentos. Estos resultados concuerdan con otros estudios que han reportado altas TEC de *P. scalare* alimentados con *D. pulex* (Soriano y Hernández, 2002), con *D. magna* y alimento extruzado (Koca *et al.*, 2009) y con *Culex stigmatosoma* y *Moina* sp. (Luna-Figueroa *et al.*, 2007), lo cual fortalece la utilización de este crustáceo como alimento para juveniles del pez ángel. Consecuentemente, la TEC resultó influenciada por la calidad nutritiva del alimento e indica mayor aprovechamiento de los nutrientes del alimento vivo. Por lo que, los mejores resultados con *A. franciscana* y *M. wierzejski* sugieren que su composición nutricional está más relacionada con los requerimientos de larvas y juveniles del pez ángel (García-Ulloa y Gómez-Romero, 2005).

La sobrevivencia de las larvas alimentadas con *A. franciscana* y *M. wierzejski* fue 25.0 y 43.75%, mayor con respecto a las nutridas con *P. redivivus* y con alimento inerte. Mientras que en la etapa juvenil, al ser los peces más fuertes no se detectó diferencia, con el 100% de efectividad. Sin embargo, es necesario dedicar mayor investigación a determinar los factores que intervienen en la sobrevivencia de las larvas, como son la calidad del agua y el tamaño de partícula del alimento. En otros trabajos con la especie, se han obtenido porcentajes de sobrevivencia similares a los del presente estudio, dentro de un intervalo que va de 60 a 91% (Degani, 1993; Luna-Figueroa *et al.*, 2000; Luna-Figueroa y Gómez, 2005; Ortega-Salas *et al.*, 2009) o iguales, con 100% de sobrevivencia (Rodrigues y Fernandes, 2006; Luna-Figueroa *et al.*, 2007). En particular, en *P. scalare* las altas tasas de sobrevivencia inicial son importantes, debido a que esta especie alcanza la talla comercial en periodos cortos, entre 60 y 70 días, y por la gran demanda comercial de la especie.

Los resultados demuestran la importancia del alimento vivo durante las primeras semanas de vida de *P. scalare*, cuando el crecimiento es más acelerado, y sugieren la

posterior utilización de alimento inerte como complemento nutritivo durante el crecimiento en cultivo. También apuntan a que la cantidad de nutrientes no es el factor estrictamente determinante para explicar la diferencia en el crecimiento de *P. scalare*, sino que la calidad de los nutrientes juega un papel definitivo, así como la digestibilidad y la presencia de algún micro-elemento ausente en el alimento artificial, el cual promueve el crecimiento (García-Ortega, 2000). El mejor desempeño de los nauplios de *Artemia* y *Moina* sobre el micro-gusano y el alimento inerte, demuestra que la mayor parte de los nutrientes y otros factores requeridos para el crecimiento de *P. scalare* están incluidos en estos alimentos vivos. Contrariamente, durante el procesamiento del alimento artificial, las propiedades nutricionales y —en especial— de la proteína, pueden ser afectadas y ocasionar efectos negativos en la calidad nutricional total del alimento (García-Ortega, 2000) o la presencia de factores anti-nutricionales pueda suprimir la utilización de los nutrientes (Glencross *et al.*, 2007).

Las larvas y juveniles alimentados con *P. redivivus*, mostraron un desarrollo moderado comparado con los nutridos con *A. franciscana* y *M. wierzejski*. Esto podría explicarse por la reducida capacidad de las crías de peces para digerir a los micro-gusanos, los cuales poseen una cutícula compuesta de diferentes capas, constituidas principalmente por colágeno (Schlechtriem *et al.*, 2004). Por otra parte, aunque digeribles para peces juveniles, la posible resistencia de los nematodos a la digestión larval limitaría su uso como alimento vivo inicial en la nutrición de *P. scalare*. Finalmente, la explicación del porqué los resultados fueron mejores en los peces nutridos con *A. franciscana* y *M. wierzejski* radica, en parte, en sus respectivos contenidos nutritivos, así como por inducir estímulos visuales y químicos, por las enzimas presentes en los organismos vivos que contribuyen a la digestión del alimento y porque existen diferencias en la digestibilidad entre los alimentos vivos y los artificiales, las cuales son atribuidas a las diferencias en la digestibilidad de proteína (García-Ortega, 2000).

Conclusiones

Los nauplios de *A. franciscana* influyen positivamente en el incremento del peso, la TEC y la sobrevivencia de las larvas de *P. scalare*. En la etapa juvenil, la utilización de *M. wierzejski* favorece el incremento en peso y la TEC. Se evidenciaron resultados favorables con altos contenidos proteicos y lipídicos del alimento, por lo que se sugiere especial atención en los esquemas de alimentación de la especie.

Literatura citada

AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International; agricultural, chemicals contaminants, drugs*. 17ª Edición. Maryland, USA. 1094 pp.

- APHA, AWWA, WPCF. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. American Public Health Association. American Waters Works Association and Water Pollution. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid, España. 1800 pp.
- Biedenbach, J. M.; Smith, L. L.; Thomsen, T. K. and Lawrence, A. L. 1989. *Use of the nematode Panagrellus redivivus as an Artemia replacement in a larval penaeid diet*. Journal of the World Aquaculture Society, 20(2): 61-71.
- Degani, G. 1993. *Growth and body composition of juveniles of Pterophyllum scalare (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae) at different densities and diets*. Aquaculture and Fisheries Management, 24: 725-730.
- Erdogan, F. and 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(8): 1660-1665.
- Erdogan, F. and Olmez, M. 2010. *Digestibility and utilization of canola meal in angel fish (P. scalare Lichtenstein 1823) feeds*. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(4): 831-836.
- 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.; D. Ricque-Marie; M. Tapia-Salazar; M. A. Olvera-Novoa y R. Civera-Cerecedo (Eds.). *Avances en nutrición acuícola V*. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México. pp. 287-299.
- García-Ulloa, M. and Gómez-Romero, H. J. 2005. *Growth of angel fish Pterophyllum scalare (Gunther, 1862) juveniles fed inert diets*. Avances en Investigación Agropecuaria, 9(3): 49-60.
- Glencross, B. D.; Booth, M. and 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.
- Gore, R. S. 2006. *Nutritional support of fish*. Journal of Exotic Pet Medicine, 15(4): 264-268.
- Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P. y Métailler, R. 2004. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 475 pp.
- Halver, J. E. 1988. *Fish Nutrition*. Academic Press, Inc. School of Fisheries, University of Washington, Seattle, Washington. New York. 798 pp.
- Hamre, K.; Srivastava, A.; Ronnestad, I.; Mangor-Jensen, A. and Stoss, J. 2008. *Several micronutrients in the rotifer Brachionus sp. may not fulfil nutritional requirements of marine fish larvae*. Aquaculture Nutrition, 14: 51-60.
- Koca, S. B.; Diler, I.; Dulluc, A.; Yigit, N. O. and 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(2): 6-10.
- Léger, P.; Bengtson, D. A.; Simpson, K. L. and Sorgeloos, P. 1986. *The use and nutritional value of Artemia as a food source*. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 24: 521-623.
- Lim, L. C.; Sho, A.; Dhert, P. and Sorgeloos, P. 2001. *Production and application of on-grown Artemia in freshwater ornamental fish farm*. Aquac. Econ. Manage. 5: 211-228.
- Lim, L. C.; Cho, Y. L.; Dhert, P.; Wong, C. C.; Nelis, H. and Sorgeloos, P. 2002. *Use of decapsulated Artemia cysts in ornamental fish culture*. Aquaculture Research, 33: 575-589.
- Lim, L. C.; Dhert, P. and Sorgeloos, P. 2003. *Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture*. Aquaculture, 227: 319-331.
- Luna-Figueroa, J.; Figueroa, T. J. y Hernández, de la R. L. P. 2000. *Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel Pterophyllum scalare variedad perlada (Pisces: Cichlidae)*. Ciencia y Mar, 4(11): 3-9.
- Luna-Figueroa, J. y Gómez, P. E. 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-Figueroa, J.; Pérez, C. E. y 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(1): 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.
- Martín, L.; Arenal, A.; Fajardo, J.; Pimentel, E.; Hidalgo, L.; Pacheco, M.; García, C. and Santiesteban, D. 2006. *Complete and partial replacement of Artemia nauplii by Moina micrura during early postlarval culture of white shrimp (Litopenaeus schmitti)*. Aquaculture Nutrition, 12: 89-96.
- Mohanakumaran, N. C.; Salin, K. R. and Ashok, K. 2007. *Use of Cyclop-eeze as a substitute for Artemia nauplii in larval rearing of giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (De Man 1879)*. Aquaculture Nutrition, 13: 88-93.
- Nandini, S. and Sarma, S. S. S. 2000. *Zooplankton preference of two species of freshwater ornamental fish larvae*. J. Appl. Ichthyol., 16: 282-284.
- Noeskey, T. and Spieler, R. 1984. *Circadian feeding time affects growth of fish*. Transactions of the American Fisheries Society, 113: 540-544.
- Ortega-Salas, A. A.; Cortés, G. I. and Reyes-Bustamante, H. 2009. *Fecundity, growth and survival of the angelfish Pterophyllum scalare (Perciformes: Cichlidae) under laboratory conditions*. Rev. Biol. Trop., 57(3): 741-747.
- Prieto, M.; L. de la Cruz y Morales, M. 2006. *Cultivo experimental del cladócono Moina sp. alimentado con Ankistrodesmus sp. y Saccharomyces cerevisiae*. Rev. MVZ Córdoba 11(1): 705-714.
- Ricker, W. E. 1979. *Growth rates and models*. In: Hoar, W.S.; Randall, D. J. and Brett J. R. (Eds.). *Fish physiology*. New York: Academic Press. pp. 677-743.
- Rodrigues, L. A. y Fernandes, J. B. K. 2006. *Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (Pterophyllum scalare)*. Acta Sci. Anim. Sci., 28(1): 113-119.
- Sales, J. and Janssens, G. P. J. 2003. *Nutrient requirements of ornamental fish*. Aquatic Living Resources, 16: 533-540.
- Sarma, S. S. S.; López-Rómulo, J. A. and Nandini S. 2003. *Larval feeding behavior of blind fish Astyanax fasciatus (Characidae), black tetra Gymnocorymbus terntzi (Characidae) and angel fish Pterophyllum scalare (Cichlidae) fed zooplankton*. Hydrobiologia, 510: 207-216.
- Schlechtriem, C.; Ricci, M.; Focken, U. and Becker, K. 2004. *The suitability of the free-living nematode Panagrellus redivivus as live food for first-feeding fish larvae*. J. Appl. Ichthyol., 20: 161-168.
- Soriano, S. M. y Hernández, O. D. 2002. *Tasa de crecimiento del pez ángel Pterophyllum scalare (Perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio*. Acta Universitaria, 12(2): 28-33.
- Tukey, J. W. 1978. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Massachusetts. 318 pp.
- Watson, C. and Yanong, R. P. E. 2002. *Decapsulating brine shrimp eggs*. University of Florida. IFAS Extension. Department of Fisheries and Aquatic Sciences. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida. USA, pp. 1-3.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 663 pp.
- Zuanon, J. A. S.; Salaro, A. L.; Balbino, E. M.; Saraiva, A.; Quadros, M. and Fontanari, R. L. 2006. *Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira Pterophyllum scalare*. Revista Brasileira de Zootecnia, 35(5): 1893-1896.
- Zuanon, J. A. S.; Salaro, A. L.; Silveira, S. S. M.; de Oliveira, L. M. A.; Balbino, E. M. and Siqueira, E. A. 2009. *Dietary Protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish*. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(6): 989-993.

Recibido: Mayo 11, 2010

Aceptado: Octubre 11, 2010