

Crecimiento del Barbo rosy *Puntius conchoni* (Teleostei: Cyprinidae) bajo distintas condiciones nutricionales

Omar Domínguez Castanedo¹ y David Martínez Espinosa²

Resumen. Una de las deficiencias en la acuicultura de peces ornamentales es el costo de suministros nutricionales óptimos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de *Puntius conchoni* bajo tres regímenes alimenticios, uno comercial (El Pedregal[®]) y dos experimentales de bajo procesamiento y costo: el primero de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) y el segundo de tenebrio (*Tenebrio molitor*). Las dietas fueron evaluadas durante cinco semanas. Para los grupos de Pedregal[®], Lombriz y Tenebrio, la longitud patrón y peso finales fueron: $3.00 \pm 0.23 \text{ cm}$ y $0.98 \pm 0.07 \text{ g}$; $3.01 \pm 0.18 \text{ cm}$ y $0.98 \pm 0.08 \text{ g}$; $2.78 \pm 0.22 \text{ cm}$ y 0.86 ± 0.09 , respectivamente, detectándose diferencias significativas entre los primeros con respecto del último; la tasa de crecimiento específica para talla y peso fue: 3.13 y 2.10; 3.13 y 2.10; 2.92 y 1.94, respectivamente; la conversión alimenticia y el factor de ésta fueron: 1.92 y 2.35; 1.92 y 2.35; 1.93 y 2.44, respectivamente. Con base en los indicadores utilizados, el alimento más adecuado para el cultivo de *P. conchoni* fue la lombriz.

Palabras clave: acuicultura ornamental, conversión alimenticia, *Eisenia foetida*, *Tenebrio molitor*, factor de condición múltiple.

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, e-mail: dominguezcastanedo@gmail.com

² Laboratorio de Sistemas Acuícolas, Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, e-mail: maed4024@correo.xoc.uam.mx

Abstract. One of the principal deficiencies in the ornamental aquaculture is the cost of the nutritional supplies. This study was set up to evaluate the growth of *Puntius conchonius* during three nutritional feeds (for five weeks): a typical commercial food “El Pedregal®”; and two low-cost foods (experimentally-created): earthworm-based (*Eisenia foetida*) and mealworms-based (*Tenebrio molitor*). In that order, the length and weight were: 3.00 ± 0.23 cm and 0.98 ± 0.07 g; 3.01 ± 0.18 cm and 0.98 ± 0.08 g; 2.78 ± 0.22 cm and 0.86 ± 0.09 , respectively; specific growth rate for length and weight were: 3.13 and 2.10; 3.13 and 2.10; 2.92 and 1.94 respectively; the feed conversion and its factor were: 1.92 and 2.35; 1.92 and 2.35; 1.93 and 2.44 respectively. The cost per kg of the diets was 16, 12 and 10 pesos for Pedregal®, earthworm-based and mealworms-based group, respectively. According to these results, the most suitable feed for *P. conchonius* was the earthworm-based food. This feed induced similar growth to the commercial diet and far superior to the mealworms-based.

Key words: ornamental aquaculture, feed conversion, *Eisenia foetida*, *Tenebrio molitor*, multiple condition factor.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura de peces ornamentales es una actividad productiva de crecimiento acelerado, que representa el sustento económico de un número cada vez mayor de familias en México. Lo anterior debido a que ofrece diversas ventajas comparada con el cultivo de peces comestibles, tales como la reducción del volumen de cultivo, costos de operación y la comercialización de los peces, la cual es por unidad, no por peso. Por ello, este proceso productivo se ha consolidado como una opción de autoempleo viable y rentable para miles de familias ante la situación actual de crisis económica y desempleo (Martínez-Espinosa *et al.*, 2004; Conapesca, 2005; Ramírez *et al.*, 2010).

Sin embargo, es importante resaltar que las unidades productivas operan con diversas problemáticas que impiden su desarrollo (Domínguez-Castanedo, 2012; Martínez-Espinosa *et al.*, 2013); entre las cuales destacan: los elevados costos en los alimentos balanceados para peces existentes en el mercado local. Una alternativa para superar este obstáculo es la implementación de alimentos de bajo costo, fácil adquisición o producción y que cumplan con las necesidades nutricionales de las especies producidas en el mercado nacional (Negrete-Redondo *et al.*, 2008; Sales y Janssens, 2003).

La mayoría de las granjas ornamentales en México funcionan de forma extensiva y semiintensiva. Lo anterior implica el uso de fertilizantes en los estanques para generar la producción de organismos planc-tónicos, que son el alimento principal de los peces cultivados bajo estas condiciones. El resultado es la reducción de peces producidos por las bajas tasas de crecimiento y densidades de cultivo. En su conjunto, estos factores condicionan a las unidades productivas a ser poco rentables (Martínez-Espinosa *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2010).

Un teleósteo tropical que posee gran popularidad internacional y, por tanto, valor comercial como pez de ornato, es el Barbo rosy *Puntius conchoni*, especie de la familia Cyprinidae, nativa de Asia (Dawes, 2005), además, es un sujeto de estudio científico ideal, debido a que es una especie de tamaño pequeño y manipulable, resistente al manejo y fácil de reproducir. Por lo anterior, han sido utilizados como modelo en diversas investigaciones sobre toxicología (Gill y Pant, 1985; Gill *et al.*, 1988; Gill *et al.*, 1992; Bhattacharya *et al.*, 2005b) y biología de la reproducción (Çek *et al.*, 2001; Kirankumar *et al.*, 2003; Kirankumar y Pandian, 2004; Bhattacharya *et al.*, 2005a). Sin embargo, no se ha considerado como modelo en estudios de manejo para unidades productivas comerciales, los cuales permitirían la generación de propuestas encaminadas al mejoramiento en su cultivo y el de especies similares.

La búsqueda de alternativas que permitan aminorar los costos de alimentación en las unidades productivas piscícolas, ha llevado a la uti-

lización de alimentos vivos o de escaso procesamiento, bajo costo y alto valor nutricional. Un ejemplo de lo anterior lo constituye el gusano de la harina *Tenebrio molitor* (Ng *et al.*, 2001; Negrete-Redondo *et al.*, 2008) y la lombriz de tierra *Eisenia foetida* (Hansen y Czochanska, 1975; Tacon *et al.*, 1983; Vielma-Rendon *et al.*, 2003).

Con base en lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron, por un lado, evaluar el crecimiento de *P. conchoni* con tres dietas de fácil adquisición por parte de los productores, caracterizar el uso que dan los peces a la energía asociada a las dietas experimentales y, finalmente, determinar con base en un análisis costo-beneficio, cuál alimento constituye la mejor alternativa para el cultivo de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 360 individuos de la especie *P. conchoni* de treinta días post eclosión adquiridos con un productor local de la Ciudad de México. La longitud estándar (Le), altura máxima del cuerpo (Amax) y peso (p) iniciales fueron 1.30 ± 0.27 cm, 0.52 ± 0.24 cm y 0.19 ± 0.00 g, respectivamente. Los peces fueron distribuidos al azar en nueve unidades experimentales de 20 L (cada una), con filtración mecánica y biológica constante mediante filtros de esquina Azul®. La temperatura se mantuvo a 26 ± 1 °C a lo largo del experimento con termostatos de 25 w Elite®, y el fotoperiodo fue de 14 horas de luz por 10 de obscuridad.

Se evaluaron tres grupos de 120 peces, por triplicado, durante cinco semanas (tiempo en que los peces alcanzaron la primera talla comercial [3 cm de Le], simulando la estrategia seguida en unidades productivas): dos dietas experimentales y una comercial que fungió como control, por ser utilizada comúnmente en granjas comerciales de peces ornamentales en el estado de Morelos. Los grupos (dietas) se describen a continuación:

Grupo 1: Alimento elaborado con lombriz de tierra (*Eisenia foetida*); previamente secada durante 24 h a 34 °C y molida con un mortero)

con un mínimo de 12% de proteína. Grupo 2: Alimento elaborado con tenebrios (*Tenebrio molitor*; previamente secados durante 24 h a 34 °C y molidos con un mortero) con un mínimo de 12% de proteína. Grupo 3: Alimento comercial para trucha El Pedregal® (Silver-Cup®) con un mínimo de 27% de proteína.

El análisis proximal de los alimentos, realizado en el Laboratorio de Bromatología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis bromatológico de los grupos experimentales

Indicador (%)	El Pedregal®	Tenebrio	Lombriz
Proteína cruda	27.2317	12.7908	12.093
Extracto etéreo (grasa)	17.1262	25.2125	7.6332
Cenizas	11.998	4.963	9.639
Fibra cruda	0.8763	5.7142	1.4206
Extracto libre de nitrógeno	42.7678	51.3195	69.2142

La cantidad de alimento proporcionado a los peces se estimó en función de su peso, obtenido en cada una de las mediciones realizadas semanalmente. El porcentaje de biomasa de los peces que se proporcionó fue de 7, 7, 5, 5 y 3%, respectivamente, para cada semana del experimento, y fue suministrado en tres raciones diarias, de acuerdo a Chhorn y Webster (2006).

Cada semana se registraron las siguientes biometrías de los peces: longitud estándar y altura máxima del cuerpo con un calibrador vernier Scala® (± 0.01 mm), y el peso con una balanza digital Ohaus® (± 0.001 g) de todos los organismos. El crecimiento de los peces se evaluó con base en el incremento en longitud, altura y peso.

Se calculó la tasa específica de crecimiento (TCE) y Crecimiento absoluto (CA) de acuerdo a Wootton (1991):

$$TCE = ((\text{Ln}Y_f - \text{Ln}Y_i) / T) \times 100$$

donde:

TEC = Tasa de crecimiento específico

$\text{Ln}Y_f$ = Logaritmo natural del peso o talla final

$\text{Ln}Y_i$ = Logaritmo natural del peso o talla inicial

T = tiempo

$$CA = Y_f - Y_i$$

donde:

CA = Crecimiento absoluto

Y_f = Talla o peso final

Y_i = Talla o peso inicial

Por otro lado, se estimó el factor de condición múltiple (KM), por considerarlo un indicador de la eficiencia para transformar el alimento en biomasa y utilización de la energía (Ricker, 1975; Medina, 1979); la ecuación que se usó fue la siguiente:

$$KM = (W / L^b \times A^c) \times 100$$

donde:

KM = Factor de condición múltiple

W = Peso (g)

L = Longitud (cm)

b = Coeficiente de regresión de la longitud contra el peso

A = Altura (cm)

c = Coeficiente de regresión de la altura contra el peso

Además, se calculó la Conversión Alimenticia (CoAl) y el Factor de conversión alimenticia de acuerdo con Kilambi y Robinson (1979):

$$\text{CoAl} = \text{Ai} / \text{Pg}$$

donde:

CoAl = Conversión Alimenticia

Ai = Alimento ingerido

Pg = Peso ganado

$$\text{FCA} = \text{CA} / \text{Ac} \times 100$$

donde:

FCA = Factor de conversión Alimenticia

CA = Crecimiento absoluto

Ac = Alimento consumido (g)

Por otro lado, se cuantificaron las concentraciones de NH_3 (amonio no ionizado) semanalmente, por considerarse el principal parámetro nitrogenado limitante para la producción acuícola (Timmons y Ebeling, 2007), con un espectrofotómetro multiparamétrico Hanna C99® (± 0.001) en mg L^{-1} .

El beneficio económico se estimó sólo a partir de la diferencia en el costo de los alimentos, extrapolados a la adquisición de 1 kg de éstos, ya que los costos de producción, como insumos y mano de obra en los alimentos experimentales fueron iguales.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre las mediciones de talla, peso, KM, la calidad del agua y la cantidad de alimento suministrado a los diferentes grupos, se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). En los casos en que se detectaron diferencias significativas entre las variables analizadas, se procedió a aplicar una comparación de medias múltiples por la prueba de Tukey, para determinar entre qué variables existieron las diferencias ($P < 0.05$) (Hoaglin *et al.*, 1991).

RESULTADOS

Crecimiento

Los grupos que registraron los indicadores de crecimiento mayores y menores fueron el de Lombriz y Tenebrio, respectivamente. Sólo se detectaron diferencias significativas en la longitud patrón y en el peso entre los grupos de Lombriz y Pedregal® con respecto al de Tenebrio ($P < 0.05$). No se registraron diferencias significativas en la altura máxima del cuerpo entre los grupos experimentales. Los valores mayores del CA y TCE se presentaron en los grupos de Lombriz y Pedregal®. Los resultados de longitud, altura, peso finales, CA, ganancia y TCE se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Indicadores del crecimiento en *P. conchonius*

Parámetro	Grupo	Final	CA	Ganancia (%)	TCE
Longitud patrón (cm)	Pedregal® ^a	3.00±0.23	1.67	55.6	3.13
	Lombriz ^a	3.01±0.18	1.68	55.8	3.13
	Tenebrio ^b	2.78±0.22	1.45	52.1	2.92
Altura máxima (cm)	Pedregal®	0.72±0.08	0.55	50.8	2.03
	Lombriz	0.75±0.09	0.58	52.0	2.09
	Tenebrio	0.68±0.08	0.48	47.0	1.81
Peso (g)	Pedregal® ^a	0.98±0.07	0.80	81.6	2.10
	Lombriz ^a	0.98±0.08	0.80	81.6	2.10
	Tenebrio ^b	0.86±0.09	0.68	79.6	1.94

Literales diferentes representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Factor de condición múltiple

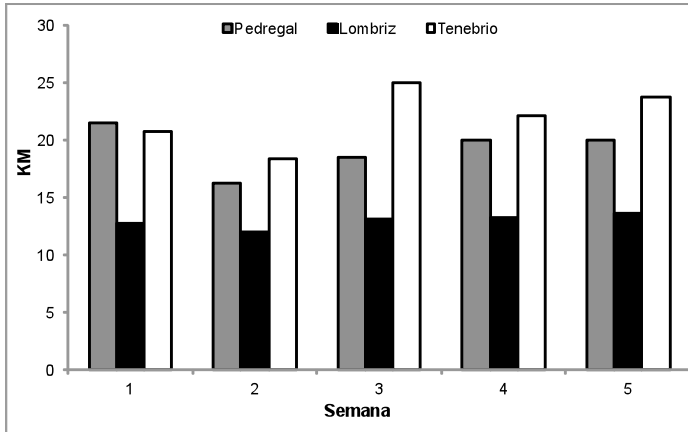
Los peces que presentaron el mayor KM fueron los del grupo de Tenebrio, seguidos por los del Pedregal[®]. El grupo de Lombriz fue el que registró los valores más bajos (Figura 1). Se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el de Lombriz con respecto a los otros grupos (Tabla 3). El patrón del uso de la energía muestra que la tendencia es a la utilización de ésta, manteniéndose estable al paso de las semanas en el grupo de Lombriz. En los grupos restantes, se muestra un patrón consistente en un proceso de almacenamiento durante la primera semana, seguido de su utilización a lo largo de la siguiente, y de almacenamiento en la sucesiva, registrándose el mismo comportamiento en las subsecuentes mediciones.

Tabla 3. Factor de condición múltiple de *P. conchoni* en los grupos experimentales

Semana	Pedregal ^{®a}	Lombriz ^b	Tenebrio ^a
1	21.52	12.81	20.70
2	16.27	12.00	18.42
3	18.59	13.07	25.00
4	19.97	13.20	22.20
5	20.09	13.66	23.78
Promedio	19.32	12.90	21.90

Literales diferentes representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Figura 1. Factor de condición múltiple en *P. conchonius* en los grupos experimentales



Conversión alimenticia

Los peces del grupo de Tenebrio presentaron tanto la mayor CoAl, como el FCA. Los valores de los grupos de Lombriz y El Pedregal® se comportaron de forma similar. Los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Conversión alimenticia de *P. conchonius*

Índice	Pedregal®	Lombriz	Tenebrio
CoAl	1.92	1.92	1.93
FCA	2.35	2.35	2.44

Calidad de agua

Los valores de NH_3 más elevados se registraron en el grupo de Tenebrio, sin detectarse diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de NH_3 en los grupos experimentales de *P. conchonius* (mg L^{-1})

Semana	Pedregal®	Lombriz	Tenebrios
1	0	0	0
2	0.01	0.01	0.02
3	0.01	0.01	0.04
4	0.02	0.01	0.05
5	0.03	0.02	0.06

Beneficio económico. La cantidad de alimento proporcionado semanalmente, la suma total utilizada para cada grupo y el porcentaje de biomasa correspondiente a cada semana se muestran en la tabla 6. No se detectaron diferencias en la cantidad de alimento proporcionado a los peces de los diferentes grupos. El alimento más costoso fue El Pedregal® con un valor de 16.00 pesos mexicanos kg^{-1} , seguido por el de Lombriz con un valor de 12.00 pesos mexicanos kg^{-1} ; y el más económico fue el de Tenebrio, con un valor de 10.00 pesos mexicanos kg^{-1} .

Tabla 6. Cantidad de alimento y porcentaje de biomasa correspondiente a cada semana

Semana	%biomasa	Gramos de alimento		
		Pedregal®	Lombriz	Tenebrio
1	7	0.378	0.378	0.378
2	7	0.420	0.420	0.399
3	5	0.375	0.375	0.300
4	5	0.420	0.420	0.360
5	3	0.288	0.288	0.225
Total de alimento (g)		1.881	1.881	1.662

DISCUSIÓN

Son escasos los estudios similares realizados con teleósteos tropicales que permitan contrastar el alcance de la aplicación de estas dietas experimentales con el presente trabajo. Tacon *et al.* (1983) evaluaron el crecimiento de *Onchorynchus mykiss* con el suministro *Eisenia foetida* y dos lombrices de tierra más, obteniendo resultados análogos al presente: el crecimiento de los peces alimentados con *E. foetida* fue igual o mejor que el registrado en los peces alimentados con alimento balanceado.

Por su parte, Ng *et al.* (2001) evaluaron harina de *Tenebrio molitor* por sí sola y en combinación con alimento balanceado en el crecimiento del teleósteo *Clarias gariepinus*, y determinaron que es una alternativa aceptable para la especie en estudio, a pesar de no presentar el mejor desempeño al ser suministrado sin algún aditivo, ya que solamente aumentó el crecimiento de los peces al ser proporcionado en conjunto con el alimento balanceado.

El presente trabajo sugiere que en peces tropicales con tendencia herbívora y con importancia económica como *P. conchoniis*, es posible suplir los niveles de proteína por un alimento con mayor cantidad de

carbohidratos como menciona Pennevis, (1993). Lo anterior se basa en que el alimento de Lombriz y El Pedregal®, que tienen los niveles más elevados de carbohidratos y proteínas, respectivamente, tuvieron un aprovechamiento similar por parte de los peces, expresado en el mayor crecimiento en todos sus indicadores, CA y TCE. Esto además se apoya en que el TCE está directamente influenciado por el contenido de proteínas en el alimento (Austreng y Refstille, 1979; Soriano y Hernández, 2002; Arce y Luna-Figueroa, 2003), y aquí se documentó un desempeño similar en el alimento con mayor concentración de carbohidratos.

Las proteínas son generalmente el componente más oneroso en la formulación de alimentos para la acuicultura, por lo que, para abatir los costos de producción, es deseable suplir los bajos requerimientos proteicos de las especies herbívoras y omnívoras, por un adecuado balance de nutrientes que las sustituyan y que estén acordes a las necesidades energéticas específicas de este tipo de especies (Sargent *et al.*, 2002; Sales y Janssens, 2003).

En especies tropicales con tendencia herbívora, como *P. conchonius* (Dawes, 2005), son los carbohidratos la principal fuente de energía química para los tejidos, éstos son digeridos por la microflora del intestino grueso (NRC, 1993; Pannevis, 1993; Earle, 1995), compensando la falta de proteínas (Smith, 1989; Sales y Janssens, 2003).

Los peces con tendencia herbívora presentan modificaciones morfológicas y fisiológicas para hacer frente a la escasez del aporte de proteínas en su dieta, mediante un intestino largo que permite incrementar las tasas en el tránsito de los alimentos y, con ello, aumentar la frecuencia alimenticia, permitiendo la reabsorción de enzimas proteolíticas que degradan proteínas (Fris y Horn, 1993). Sin embargo, muchas de las especies herbívoras son omnívoras en etapas larvarias y juveniles, dependiendo de las proteínas de origen animal en su dieta para sobrevivir y crecer (Opuszynski y Shireman, 1995). Otras complementan su dieta vegetal con proteína animal proveniente de insectos y otros organismos acuáticos presentes en la vegetación que consumen (Fischer y Lyakhno-

vich, 1973; Bitterlich, 1985). Lo anterior deja manifiesta la necesidad de conocer la biología particular de cada especie con importancia económica, ya que no se ha establecido el balance de los nutrientes necesarios para cada una de ellas, dada su gran diversidad (Sales y Janssens, 2003).

Por otro lado, el patrón en el uso-almacenamiento de energía proveniente del alimento puede variar de acuerdo a la cantidad y calidad de éste (Kuri, 1979; Medina, 1979). El KM fluctuó en función de las concentraciones de grasa en el alimento, registrándose el valor más bajo en el grupo de Lombriz y el más alto en el de Tenebrios. El patrón observado sugiere que *P. conchoni*, un herbívoro tropical, almacenó la grasa del alimento, mientras que utilizó los carbohidratos en el crecimiento, ya que los peces que presentaron mayor crecimiento fueron alimentados con más cantidad de carbohidratos (Earle, 1995; Sales y Janssens, 2003); mientras que los alimentados con mayor cantidad de grasa presentaron un mayor KM, pero menor crecimiento (Medina, 1979).

Por su parte, la conversión alimenticia refleja el aprovechamiento del alimento por parte de los peces, según su calidad con respecto a cada especie. Un valor alto refleja un pobre aprovechamiento, mientras que uno bajo indica una dieta acorde a los requerimientos de la especie (Westers, 1995). En este contexto, en el presente trabajo se demostró que el alimento de Tenebrio, con mayor cantidad de grasa, poca proteína y nivel medio de carbohidratos, además de presentar los indicadores de crecimiento más bajos y KM más elevado, también tuvo la CoAl y FCA más alto de los tres grupos. Lo anterior demuestra el bajo aprovechamiento que tuvieron los peces de esta condición nutricional. Además, es de resaltar que el alimento balanceado Pedregal[®], a diferencia de los otros, cuenta con la adición de vitaminas y minerales.

Con respecto a la calidad de agua, las concentraciones de NH_3 se mantuvieron dentro de los rangos aceptables para la acuicultura ($<0.03 \text{ mg L}^{-1}$) de acuerdo con Timmons y Ebeling, 2007, en las cinco semanas que duró el experimento, salvo en el grupo de Tenebrio, en el que se registraron valores superiores a lo recomendado a partir de la tercera semana.

La mayor parte del NH_3 en los estanques de cultivo proviene del catabolismo de las proteínas. A mayor cantidad de proteínas en el alimento, mayor cantidad de NH_3 en el agua. Una parte de las concentraciones de este compuesto provienen también del alimento en descomposición que no consumen los peces (Losordo, 1997). Las concentraciones recomendadas para el cultivo de peces tropicales son $<0.03 \text{ mg L}^{-1}$ (Timmons y Ebeling, 2007). En la presente investigación, las cantidades de alimento suministrada a los peces fueron pequeñas, por lo que se sugiere que las concentraciones más elevadas en el grupo de Tenebrio, a pesar de no tener la mayor cantidad de proteínas, se debieron al alimento no consumido por los peces, ya que fue éste el que presentó la menor palatabilidad aparente y la menor facilidad de consumo en especies que se alimentan en la superficie, como el presente sujeto de estudio, donde se observó mayor dificultad y presencia de sobras; contrario a *Clarias gariepinus* donde se reportó una buena palatabilidad (Ng *et al.*, 2001).

Finalmente, el alimento que resultó más costoso, en este experimento, extrapolada su administración a 1 kg, fue El Pedregal®. Esto debido a su mayor procesamiento, contrario a los de Lombriz y Tenebrio que presentaron los costos intermedios y más bajos, respectivamente. Dado que son alimentos de bajo procesamiento, su costo fue el correspondiente únicamente a la adquisición directa de las lombrices y los tenebrios con productores locales.

CONCLUSIÓN

Con base en el incremento de talla y peso, crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico, conversión alimenticia, factor de condición múltiple, calidad de agua y costo, el alimento más adecuado para el cultivo de *P. conchonius* fue hecho a base de *E. foetida*. Lo anterior debido a que tuvo rendimientos similares a los del alimento comercial El Pedregal®, y muy superiores a los de Tenebrios, reflejando el mayor aprovechamiento de los peces y con un menor costo.

AGRADECIMIENTOS

A Liliana García Calva por sus sugerencias para mejorar el manuscrito. A Bruno A. Marichal-Cancino por la revisión del manuscrito y la traducción del resumen para la elaboración del abstract. A los revisores anónimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, E. y J. Luna, 2003, "Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio", en *Rev. Aquatic*, 18: 39-47.
- Austreng, E. y T. Refstie, 1979, "Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout", en *Aquaculture*, 18: 145-156.
- Bhattacharya, H. *et al.*, 2005a, "Embryonic development of the rosy barb *Puntius conchoni* Hamilton 1822 (Cyprinidae)", en *Trop. Zool.*, 18: 25-37.
- Bhattacharya, H. *et al.*, 2005b, "Biochemical Effects to Toxicity of CCl₄ on Rosy Barbs (*Puntius conchoni*)", en *Our Nature*, 3(1): 20-25.
- Bitterlich, G., 1985, "Digestive enzyme pattern of two stomachless filter feeders, silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val., and bighead carp en *Aristichthys nobilis* Rich", en *J. Fish Biol.*, 27(2): 103-112.
- Çek, S. *et al.*, 2001, "Oogenesis, Hepatosomatic and Gonadosomatic Indexes, and Sex Ratio in Rosy Barb (*Puntius conchoni*)", en *Turk. J. Fish. Aquat. Sc.*, 1: 33-41.
- Chhorn, L. y D. Webster, 2006, "Feeding practices", en Chhorn, L. y D. Webster (Edit.), *Tilapia. Biology, Culture and Nutrition*, Food Products Press, The Howorth, Nueva York. EEUU.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca), 2005, Anuario 2005, en <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>, consultado el 31/enero/2015.

- Dawes, J., 2005, *Complete encyclopedia of the freshwater aquarium*, Firefly Book, Canadá y Estados Unidos.
- Domínguez, O., 2012, "Los Sistemas Acuícolas de Recirculación: ¿una alternativa para el cultivo sustentable de peces ornamentales en el estado de Morelos?", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 12(24): 207-225.
- Earle, E., 1995, "The nutritional requerimients of ornamental fish", en *Vet. Q.* 17: 50-59.
- Fischer, Z. y P. Lyakhnovich, 1973, "Biology and bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Vall.)", en *Pol. Archives of Hydrobiology*, 20: 521-557.
- Fris, B. y H. Horn, 1993, "Effects of diets of different protein content on food consumption, gut retention, protein conversion, and growth of *Cebidichthys violaceus* (Girard), an herbivorous fish of temperate zone marine waters", en *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 166(2): 185-202.
- Gill, S. y Pant, C., 1985, "Erythrocytic and leukocytic responses to cadmium poisoning in a freshwater fish, *Puntius conchoniuss* ham", en *Environ. Res.*, 36(2): 327-337.
- Gill, S. *et al.*, 1988, "Gill, liver and kidney lesions associated with experimental exposures to carbaryl and dimethoate in the fish (*Puntius conchoniuss* Ham.)", en *B. Environ. Contam. Tox.*, 41: 71-78.
- Gill, S. *et al.*, 1992, "Short- and long-term effects of copper on the rosy barb (*Puntius conchoniuss* Ham.)", en *Ecotox. Environ. Safety*, 23(3): 294-306.
- Hansen, P. y Z. Czochanska, 1975, "The fatty acid composition of the lipids of earthworms", en *J. Scien. Food Agri*, 26: 961-971.
- Hoaglin, D. *et al.*, 1991, *Fundamentals of exploratory analysis of variance*, John Wiley and Sons Inc., Nueva York.
- Kilambi, V. y R. Robinson, 1979, "Effects of temperature and stocking density on food consumption and growth of grass carp *Ctenopharyngodon idella*", en *Val. J. Fish Biol*, 15: 337-342.

- Kirankumar, S. *et al.*, 2003, "Hormonal induction of supermale golden rosy barb and isolation of Y-chromosome specific markers", en *Gen. Comp. Endocr.*, 134(1): 62-71.
- Kirankumar, S. y J. Pandian, 2004, "Interspecific androgenetic restoration of rosy barb using cadaveric sperm", en *Genome*, 47: 66-73.
- Kuri, N., 1979, "Determinación del Factor de Condición Múltiple (KM)", *Manuales Técnicos de Acuicultura*, Depto. de Pesca, México.
- Losordo, M., 1997, "Tilapia culture in intensive recirculating systems", en Costa, A. y E. Rokocy (comp.) *Tilapia aquaculture in the americas*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Los Ángeles, EEUU.
- Martínez, D. *et al.*, 2004, "Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 5(8): 69-75.
- Martínez, D. *et al.*, 2011, "Estructura de la producción de la piscicultura de ornato del estado de Morelos y su relación con la diversidad de la oferta", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 10(20): 15-36.
- Martínez, D. *et al.*, 2013, "Análisis de los factores que condicionan la idoneidad de la estructura productiva de las granjas acuícolas de peces de ornato del estado de Morelos", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 13(25): 93-114.
- Medina, M., 1979, "El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de las carpas de Israel (*Cyprinus carpio*), hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963)", *Manuales Técnicos de Acuicultura*, Departamento de Pesca, México 111: 1.
- National Research Council (NRC), 1993, *Nutrien requerimientos of fish*, National Academy Press, Washington, EEUU.
- Negrete, P. *et al.*, 2008, "Evaluación de la calidad bacteriológica del alimento vivo (*Artemia*, *Daphnia*, *Tenebrio* y *Tubifex*) para peces en los sitios de su recolección, producción y venta", en *Vet. México*, 39(3): 255-268.

- Ng, W. *et al.*, 2001, "Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*", en *Aquac. Res.*, 32(1): 273-280.
- Opuszynski, K. y V. Shireman, 1995, *Herbivorous fishes: culture and use for weed management*, National Fishery Research Center, CRC Press, EEUU.
- Pennevis, C., 1993, "Nutrition of ornamental fish", en Burger, H. (Edit.) *The Waltham Book of Companion Animal Nutrition*, Pergamon Press, Oxford.
- Ramírez, M. *et al.*, 2010, *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*, Libros Universitarios, Universidad Autónoma de Nuevo León e Instituto Nacional de Pesca, México.
- Ricker, E., 1975, "Computation and interpretation of biological statistics of fish population", Department of the Environmental Fisheries and Marine Services, en *Ottawa Bulletin*, 191: 203-204.
- Sales, J. y J. Janssens, 2003, "Nutrient requirements of ornamental fish", en *Aquat. Living Resour.*, 16: 533-540.
- Sargent, R. *et al.*, 2002, "The lipids", en Halver, E. y W. Hardy (Eds.), *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego.
- Smith, R., 1989, "Fish Nutrition", en Halver, E. (Edit.), Academic Press, San Diego.
- Soriano, M. y D. Hernández, 2002, "Tasa de crecimiento del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciriformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio", en *Acta Universitaria*, 12(2): 28-33.
- Tacon, G. *et al.*, 1983, "A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout", en *Aquaculture*, 35: 187-199.
- Timmons, M. y M. Ebeling, 2007, *Recirculating aquaculture*, NRAC, Nueva York.
- Vielma, R. *et al.*, 2003, "Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante cromatografía

de gases acoplada a espectrometría de masas”, en *Rev. Fac. Farma*, 45(2): 39-44.

Westers, H., 1995, *Feed and feeding strategies to reduce aquaculture waste*. Aquaculture Bioengineering Corporation, Aquaculture Engineering and Waste Management, Washington, EEUU.

Wootton, F., 1991, *Ecology of teleost fishes*, Fish and Fisheries, Series, Chapman y Hall, Londres.