

Harina de frijol como fuente de proteína de la dieta y su efecto sobre parámetros biométricos de Morocoto y Tilapia

Bean flour as source of dietary protein and its effect on biometrics parameters of Morocoto and Tilapia

Darwin Abad^{1*}, José Parada¹, Francisco Mendoza², Eglee Torrealba² y Yelitza Peraza¹

¹Estación de Piscicultura, Decanato de Agronomía (UCLA). ²Programa de Formación de Grado en Agroalimentaria, Misión Sucre. Instituto Universitario de Tecnología de Yaracuy (IUTY). *Correo: darwin.abad@ucla.edu.ve

RESUMEN

La alimentación es uno de los factores más determinantes para el éxito de la acuicultura; la búsqueda de materias primas alternativas es un tema importante en la investigación acuícola, debido a que los piensos son elaborados con cantidades importantes de harina de pescado, la cual es un ingrediente de alto costo. El objetivo del presente trabajo fue realizar una evaluación preliminar del efecto de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sobre parámetros biométricos de Morocoto y Tilapia. Se realizaron dos ensayos entre junio y agosto de 2013 empleando juveniles de Morocoto con peso promedio inicial de 89,1±13,4 g y juveniles de Tilapia con peso promedio inicial de 7,3±2,1 g para el primer y segundo ensayo, respectivamente. La dieta experimental fue formulada con ingredientes secos empleando harina de frijol como fuente de proteína. El alimento consumido por los peces fue registrado diariamente para calcular el factor de conversión (FCA) y se suministró a saciedad aparente dos veces al día; el peso se midió cada siete días para calcular la ganancia de peso diario y la tasa de crecimiento instantáneo (GDP, TCI). El FCA observado para Morocoto fue 2,6 mientras que la GDP fue 1,8±0,1g/d, representando un TCI de 1,6±0,1%/d. En el caso de Tilapia, el FCA fue 2,5 y GDP de 0,32±0,02 g/d, con un TCI de 2,8±0,5%/d. El uso de la proteína vegetal promovió ganancias de peso y su empleo es una alternativa para la alimentación de peces con fines comerciales.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris*, *Piaractus brachypomus*, *Oreochromis* spp, alimentación de peces, conversión, dieta alternativa.

ABSTRACT

Food is one of the most determining factors for the success of aquaculture; the search for alternative raw materials is an important issue in aquaculture research, because the feed is made with important inclusions of fishmeal, which is a high cost ingredient. The objective of the present work was to make a preliminary evaluation of the effect of bean flour (*Phaseolus vulgaris*) on biometric parameters of Morocoto and Tilapia. Two trials were conducted between June and August 2013 using Morocoto juveniles with 89.1±13.4 g initial average weight and Tilapia fry with 7.3±2.1 g initial average weight for first and second tests respectively. The experimental diet was formulated with dry ingredients using *Phaseolus vulgaris* flour as a source of protein. The food consumed by the fish was recorded daily to calculate the conversion factor (CF) and was fed at apparent satiety twice a day; the weight was measured every seven days to calculate the daily weight gain and the instantaneous growth rate (DWG, IGR). The DWG, IGR and FC values for Morocoto were 1.8±0.1g/d, 1.6±0.1%/d and 2.6 respectively. On the other hand, the DWG, IGR and FC values for Tilapia were 0.32±0.02 g/d, 2.8±0.5%/d and 2.5 respectively. The use of vegetable protein promoted weight gains in fish and its use is an alternative for fish feed for commercial purposes.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Piaractus brachypomus*, *Oreochromis* spp., fish feeding, conversion, alternative diet.

INTRODUCCION

La alimentación es uno de los factores más determinantes, pues condicionan el éxito de la acuicultura, representando hasta el 70% de los costos de producción (Cheng *et al.*, 2003). La calidad y cantidad del alimento suministrado están relacionados directamente con el crecimiento de los organismos sometidos a las condiciones de cultivo (peces y crustáceos), en especial con el aumento en la producción de biomasa; es por esto que se han optimizado en cuanto a la disponibilidad de nutrientes y contenido de proteína digerible, a fin de elevar su calidad e incrementar la eficiencia del sistema de producción (Watanabe, 2002).

Tradicionalmente se ha utilizado harina de pescado como fuente proteica en la nutrición de peces; este alimento proviene principalmente de las pesquerías marítimas las cuales presentan un importante declive en su producción. Esto ha incrementado el costo de este ingrediente a cifras elevadas y ha orientado la investigación hacia la búsqueda de sustitutos más económicos (Boletín Aquanostrum, 2010).

En la formulación de alimentos para organismos acuícolas, y específicamente para peces, estas experiencias se han orientado hacia la sustitución parcial o total de la harina de pescado por materias primas y aceites de origen vegetal (Turchini *et al.*, 2009; Hardy, 2010).

Así mismo, se han incorporado otras fuentes proteicas de origen vegetal, diferentes a la soya, que han proporcionado información importante para la nutrición acuícola; tal es el caso de algunas leguminosas, las cuales poseen un gran potencial y podrían ser beneficiosas para la alimentación de varias especies de peces (Olivera-Novoa y Olivera-Castillo, 2000).

Sin embargo, existen limitaciones relacionadas con las materias primas no convencionales, debido al escaso conocimiento que se tiene sobre ellas y de los niveles óptimos de inclusión para formulación de raciones (Vasques-Torres *et al.*, 2011b).

Respecto a las leguminosas, éstas constituyen un grupo vegetal diverso con alrededor de 1800 especies, de las cuales 20 son utilizadas en la alimentación humana y animal, o en las industrias oleaginosas (NAS, *op cit*). Por otra

parte, poseen características que las hacen importantes en la naturaleza, gracias a su amplia capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y convertirlo en proteína al fijarlo en el suelo (NAS, 1979; Jauncey y Roos, 1982).

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) pertenece a un grupo de leguminosas que son consumidas en muchas regiones, y se les conoce por diversos nombres según la cubierta externa de grano (Sangronis *et al.*, 2004). Sin embargo, la mayoría contienen factores antinutricionales que pueden repercutir negativamente sobre el crecimiento, pero que consiguen eliminarse con tratamientos térmicos y de remojo.

Los frijoles son ingredientes no convencionales, pues su utilización es poco frecuente en la alimentación animal. Sin embargo, puede ser considerada su incorporación en las dietas acuícolas, ya que contienen un buen balance de proteína y energía (Valdez-González *et al.*, 2013). La calidad nutricional del frijol (21-25% de proteínas, 3% de lípidos) ha promovido la utilización de algunas variedades de esta leguminosa, en porcentajes de inclusión de hasta 33% de la proteína total de la dieta, sin llegar a observar efectos negativos sobre el desempeño de los peces (Keembiyehetty y De Silva, 1993); por tanto, se determina que pudiera resultar idóneo para sustituir parcial o totalmente la harina de pescado en la nutrición acuícolas.

Igualmente se han realizado ensayos con la incorporación de harinas de origen avícola, como la harina de hidrolizado de plumas, que gracias a su alto contenido de proteínas (>60%PB) se ha utilizado como ingrediente no convencional en ensayos con Tilapias, sustituyendo parte de la harina de pescado de la dieta (Peters *et al.*, 2004).

De tal forma, el objetivo del presente trabajo fue realizar una evaluación preliminar de la harina de frijol como fuente de proteína de la dieta, y su efecto sobre parámetros biométricos de Morocoto (*Piaractus brachypomus*) y Tilapia (*Oreochromis spp*).

METODOLOGIA

La investigación se realizó en las instalaciones de la Estación de Piscicultura, perteneciente a la Universidad Centroccidental "Lisandro

Alvarado" (UCLA), ubicada al norte de Yaritagua, municipio Peña del estado Yaracuy, entre los 10° 07' 03,00" Norte, 69° 06' 48,93" Oeste, y altitud de 513 m.s.n.m.

Se realizaron dos ensayos cortos consecutivos con una duración de 30 días cada uno (del 02 de junio al 11 de julio y el segundo, desde el 07 de julio hasta el 16 de agosto de 2013) para evaluar el comportamiento de las especies Morocoto (*Piaractus brachypomus*) y Tilapia (*Oreochromis spp.*) alimentados con la dieta experimental.

Ensayo N° 1: uso de la harina de frijol en la alimentación de Morocoto (*Piaractus brachypomus*)

Se utilizaron tres tanques de concreto de 2 m³ de capacidad, a cielo abierto. Los mismos fueron llenados a un volumen de 1,2 m³ y dotados con aireación constante. Los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos fueron: temperatura de 27,5±1,3 °C, oxígeno disuelto (OD) de 7,5±1,4 mg.l⁻¹, pH de 6,9±0,2 y, por su parte, el amonio se mantuvo por debajo de 0,2 mg.l⁻¹. Se aplicó recambio de agua del 30% semanalmente y las condiciones se mantuvieron óptimas para el cultivo.

Los peces de este ensayo, se obtuvieron a partir del proceso de reproducción inducida realizado en la estación piscícola de la UCLA, en marzo del año 2013. Se emplearon juveniles, con una longitud promedio de 14±0,7 cm y un peso promedio de 89,1±13,4 g; se sembraron a una densidad de 12,5 peces/ m³ y se aclimataron en los tanques durante 10 días. Durante el periodo de aclimatación, se les suministró una ración balanceada dos veces al día; una vez finalizada la etapa de adaptación, fueron alimentados con la dieta experimental durante 30 días, la cual se suministró dos veces al día, a saciedad aparente. Se aplicó un solo tratamiento por triplicado y los peces fueron pesados semanalmente para evaluar los índices de crecimiento.

Ensayo N° 2: Uso de la harina de frijol en la alimentación de Tilapia (*Oreochromis spp.*)

Igualmente se utilizaron tres tanques con condiciones similares al ensayo descrito anteriormente. Fueron dotados de aireación constante y los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos fueron los siguientes:

temperatura de 27,9±1,8 °C, oxígeno disuelto (OD) 6,8±2,1 mg/l, pH de 7,0±1,1. El amonio estuvo por debajo de los valores tolerados por la especie en condiciones de cultivo. Se aplicó recambio de agua del 30% semanalmente y las condiciones se mantuvieron óptimas para la especie.

Para este ensayo se emplearon juveniles colectados de los tanques de mantenimiento de peces, los cuales se reproducen espontáneamente. Todos pertenecían al mismo lote de organismos y tuvieron una longitud promedio de 7,1±0,9 cm, peso promedio de 7,3±1,2 g y la densidad de siembra fue de 14,2 peces/m³.

Los individuos se aclimataron durante un lapso previo de 10 días, en los que se suministró una ración balanceada, dos veces al día; una vez culminado el periodo de aclimatación, se realizó un sexado manual para seleccionar una población exclusivamente de machos. Una vez seleccionados, se inició el suministro diario de la dieta experimental, durante 30 días. El alimento se proporcionó dos veces al día, a saciedad aparente. Se aplicó un solo tratamiento por triplicado y semanalmente se realizó un muestreo biométrico a todos los organismos del experimento, a fin de realizar las mismas evaluaciones del primer ensayo.

Dieta Experimental

La dieta experimental se utilizó para ambos ensayos y la misma contuvo 28% de proteína cruda. La formulación fue realizada por ensayo y error conociendo el aporte nutricional de los ingredientes, con 38% de inclusión de harina de frijol (Cuadro 1). Esta dieta se elaboró de forma artesanal, mezclando los ingredientes secos y luego se adicionó sal, premezcla de vitaminas y minerales, y aglutinante. Posteriormente, se agregó agua hasta obtener una mezcla homogénea, que inmediatamente se colocó en un peletizador artesanal. Los pellets obtenidos fueron secados en una estufa a 60 °C por 24 horas.

Registro Biométrico

En cada uno de los ensayos se evaluaron los siguientes parámetros: ganancia diaria de peso (GDP), tasa de crecimiento instantáneo (TCI),

Cuadro 1. Formulación e información nutricional de la dieta experimental utilizada para la alimentación de *Piaractus brachyomus* y *Oreochromis* spp.

Ingredientes	Inclusión en la dieta (%)	Análisis Bromatológico (%)	
Harina de frijol	38	Proteína cruda	28,25
Harina de hidrolizado de plumas	20	Grasa cruda	4,31
Harina de maíz	37	Fibra cruda	8,03
Fécula de maíz (aglutinante)	2	Cenizas	6,08
Premezcla de vitaminas y minerales	2	Humedad	-
Sal	1		
Total	100		

tasa de alimentación diaria (TAD), factor de conversión del alimento (FCA) y coeficiente de eficiencia proteica (CEP). Dichos parámetros fueron determinados según las formulas siguientes:

Ganancia de peso diario (g/d):

$$GDP: (P_f - P_i) / t$$

Donde:

GP: ganancia de peso

P_f : peso final

P_i : peso inicial

t: tiempo de cultivo

Tasa de crecimiento instantáneo (%/d):

$$TCI: [(\ln(P_f) - \ln(P_i)) / t] * 100$$

Donde:

TCI: tasa de crecimiento instantáneo

Ln: logaritmo natural

P_f : peso final

P_i : peso inicial

t: tiempo de cultivo

Alimentación diaria (%PEC/d):

$$TAD: (AC / B) / t * 100$$

Donde:

TAD: tasa de alimentación diaria

PEC: peso corporal

AC: alimento consumido

B: biomasa

t: tiempo de cultivo

Conversión alimenticia:

$$FCA: AC / GnB$$

Donde:

FCA: factor de conversión del alimento

AC: alimento consumido

GnB: ganancia de biomasa

Eficiencia proteica

$$CEP: GP / PC$$

Donde:

CEP: coeficiente de eficiencia de la proteína

GP: ganancia de peso

PC: gramos de proteína consumida.

Análisis de datos

Se aplicó estadística descriptiva para estimar el valor promedio de las medidas biométricas y su desviación estándar ($X \pm DE$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos se muestran en las Cuadro 2 y 3. Se observó que las especies estudiadas mostraron una respuesta positiva al ser alimentados con la dieta alternativa.

Cuadro 2. Crecimiento y conversión alimenticia de Morocoto (*Piaractus brachypomus*) alimentado con un alimento alternativo a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Especie	Peso final (g)	GDP (g/día)	TCI (%/día)	FCA	TAD (%PEC/d)	CEP
<i>Piaractus brachypomus</i>	142,6±21,4	1,8±0,1	1,6±0,1	2,6±0,2	3,27±1,0	1,38

GDP: ganancia de peso diario, TCI: tasa de crecimiento instantáneo; FCA: factor de conversión del alimento; TAD: tasa de alimentación daría; CEP: eficiencia proteica.

Cuadro 3. Crecimiento y conversión alimenticia de Tilapia (*Oreochromis* spp.) alimentada con un alimento alternativo a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Especie	Peso final (g)	GDP (g/día)	TCI (%/día)	FCA	TAD (%PEC/d)	CEP
Tilapia (<i>Oreochromis</i> spp.) ♂	16,8±3,9	0,32±0,02	2,8±0,5	2,5±0,4	4,7±0,5	1,4

GDP: ganancia de peso diario, TCI: tasa de crecimiento instantáneo; FCA: factor de conversión del alimento; TAD: tasa de alimentación daría; CEP: eficiencia proteica.

Crecimiento y conversión del alimento en peces Morocoto (*Piaractus brachypomus*) con una dieta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) como fuente de proteína vegetal

Los peces del ensayo presentaron un peso promedio final de 142,6±21,4 con una GDP de 1,8 g/d. Esto indica un crecimiento favorable como respuesta a la dieta suministrada durante 30 días de alimentación (Figura 1). Estos valores son mayores a los señalados por Abad (2010) al alimentar individuos de la misma especie con dietas que contenían harina de camarón (*Macrobrachium jelskii*), como fuente de proteína. Sin embargo, Lui *et al.* (2012) obtuvieron valores de GDP superiores, respecto a los hallados en esta investigación, al suministrar a peces Pacu (*P. mesopotamicus*), piensos enriquecidos con aceite de pescado.

En cuanto a la TCI, el valor obtenido en este estudio es ligeramente superior a los valores (1,2 a 1,4%/d) reportados por Abad (2010), pero comparable a los resultados de 1,3 a 1,7%/d reportados por Vásquez-Torres *et al.* (2012) al evaluar diferentes niveles de proteínas en *P. brachypomus*.

De acuerdo con Vásquez-Torres (2011b) el crecimiento de esta especie, está condicionado

por el nivel de proteína incluido en la dieta; igualmente menciona que raciones con niveles de proteína bruta (PB) entre 29 y 32% promueven un mejor desempeño de los peces. Sin embargo, se ha determinado que los requerimientos de proteína en la dieta presentan límites máximos, por lo que, niveles de inclusión por encima de estos, promueve la reducción del crecimiento en los organismos (Lovell, 1989).

Se considera que el nivel de proteína al 28% es idóneo para un buen crecimiento en las cachamas, debido a que su hábito alimenticio es típicamente omnívoro, pues incluye hojas, semillas y frutas (Araujo-Lima y Goulding, 1997; Lucas, 2008); por tanto, y de acuerdo a los resultados de esta investigación, es posible inferir que la inclusión de ingredientes proteicos vegetales en la dieta de esta especie, puede ser ventajoso.

Sin embargo, debe destacarse que las tasas de crecimiento, además de ser influenciadas por la calidad y cantidad de proteína dietaria, también son afectadas por otros factores relacionados con el procesamiento de los alimentos, condiciones fisiológicas de los peces y condiciones ambientales de cultivo, teniendo un impacto sobre la calidad final del pescado

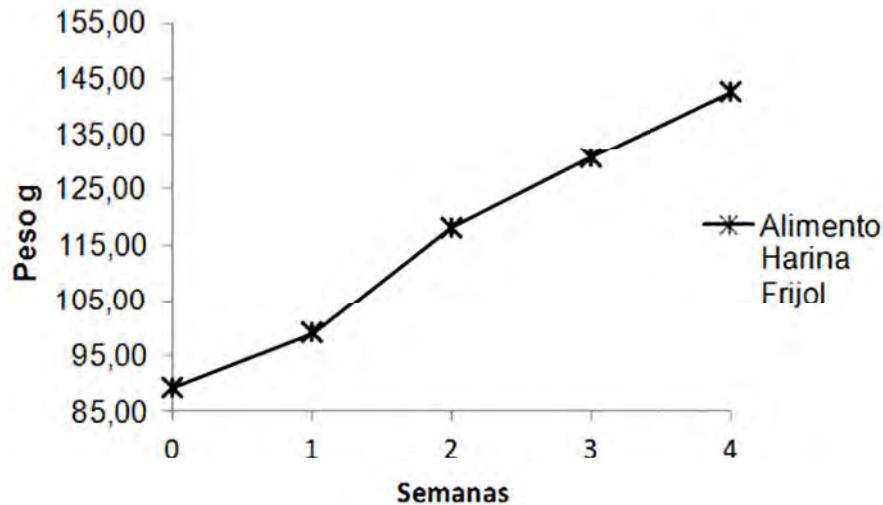


Figura 1. Crecimiento de *Piaractus brachypomus* alimentado con una dieta experimental basada en harina de *Phaseolus vulgaris*.

(Austreng y Resftie, 1979; De Silva *et al.*, 1989; Boujard, 2001; Meurer *et al.*, 2002).

El valor obtenido para la TAD evidenció ingesta del alimento ofrecido, con un factor de conversión (2,6) comparable al obtenido por Abad (2010), al reportar valores de FCA de 1,9 y 2,6 en juveniles de *P. brachypomus*, alimentados con dietas que contenían inclusiones variables de harina de *M. jelskii* como fuente de proteína. Por otro lado, Bautista *et al.*, (2005) obtuvieron valores de FCA mayores (2,8-3,5) a los obtenidos en este estudio, al alimentar alevines híbridos de Cachamay (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) con pulpa de café ensilada. Es importante destacar que de acuerdo con Huet (1973), los valores del factor de conversión comprendidos entre 1,0 y 2,5 son aceptables para alimentos granulados; ahora bien, este mismo afirma que el índice de conversión no solo depende del alimento suministrado, sino también de otros factores como densidad de siembra, pesos individuales de los peces y especialmente de la temperatura.

El coeficiente de eficiencia proteica (CEP) fue de 1,37; resultado inferior a los reportados por Vásquez-Torres *et al.* (2012), quienes obtuvieron valores de 2,37, 2,17 y 1,99 en *P. brachypomus* alimentados con dietas que contenían niveles de PB de 26, 30 y 34% respectivamente. Por otra parte, estudios realizados en Bagre Yaque

(*Leiarius marmoratus*), han evidenciado valores mayores a los obtenidos en esta investigación, con dietas balanceadas comerciales que contenían niveles de PB de 28, 32 y 36% (Mora *et al.*, 2002).

Los valores de los índices de crecimiento y conversión alimenticia para los juveniles de *Oreochromis* spp., se presentan en el Cuadro 3. La dieta experimental con harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) como fuente de proteína, promovió en los individuos de esta especie, un peso promedio final de $16,8 \pm 3,9$ y una GDP de 0,32 g/d. Esto indica que el alimento ofrecido suplió los requerimientos nutricionales de los peces durante la fase experimental.

El resultado de GDP obtenido en este estudio para *Oreochromis* spp., (Figura 2) es similar a los valores de 0,29 y 0,3 g/d reportados por Urdaneta *et al.* (2012), en individuos alimentados con harina de cují (*Prosopis juliflora*). Igualmente es comparable a los valores de 0,31 y 0,33 g/d reportados en Tilapias rojas, alimentadas durante 70 días con dietas que presentaban sustituciones variables de la harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas (Peters *et al.*, 2004). Por otra parte, la presente investigación arrojó resultados superiores a los valores señalados por Llanes-Iglesias *et al.* (2006), quienes obtuvieron GDP de 0,17 a 0,22 g/d en Tilapias rojas (*O. mossambicus* x

O. niloticus) alimentadas con ensilado de pescado. Sin embargo, la GDP obtenida en la presente investigación es inferior a la reportada en *O. niloticus* por Poot-Delgado *et al.* (2009), al utilizar piensos comerciales con niveles de PB de 40 y 43%. Estos investigadores señalaron valores de 0,61 y 0,62 g/d.

En cuanto a la TCI, el valor obtenido en la presente investigación (2,8%/d) es superior a los valores de 2,31 y 2,65%/d obtenidos por Llanes-Iglesias *et al.* (2006). Mientras que Jover-Cerdá *et al.* (1998) señalaron valores de TCI de 1,3 y 1,7%/d al alimentar Tilapias (*O. niloticus* L.) con piensos extrusionados con diferentes niveles de PB (30, 35 y 40%).

Por otra parte, el valor de la TAD final fue de 4,7% PEC/d, mientras que el FCA obtenido fue superior a los valores (1,9 y 2,1), reportados por Rincón *et al.* (2012), para individuos de la misma especie, alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de harina de *Arthrospira* (=Spirulina) máxima, en sustitución de la harina de pescado. Igualmente, este valor es superior al 0,9 señalado por Urdaneta *et al.* (2012) y al 1,6 reportado por León-Sánchez *et al.* (2010) para *Oreochromis* sp., sometidos a dietas experimentales.

Sin embargo, el FCA alcanzado en este ensayo es inferior a los valores (3,6 y 3,7) reportados

por Llanes-Iglesias *et al.* (2006) al utilizar alimentos ensilados. De acuerdo a lo señalado por Huet (1973), se puede afirmar que el valor de FCA observado en esta investigación se encuentra en un rango aceptable para alimentos peletizados (1,0-2,5). Esto último indica que se puede sustituir hasta un porcentaje determinado (38%) la harina de pescado por ingredientes alternativos, sin alterar la relación alimento consumido/ganancia de peso.

Al evaluar el CEP, se observa que el resultado obtenido en este estudio es superior a los valores de 1,05 y 1,07 señalados por Llanes-Iglesias *et al.* (2006). No obstante, es inferior a los valores de 1,6 y 1,8 reportados por Rincón *et al.* (2012), e igualmente menor a 2,9 y 3,2 señalados por Urdaneta *et al.* (2012) para la misma especie. Esto podría indicar deficiencia de algunos aminoácidos en la dieta, esenciales para el crecimiento, condicionando la utilización mínima de la proteína en la dieta (Lovell, 1981).

Al analizar los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede inferir que la harina de frijol permite mantener los parámetros de crecimiento dentro de rangos aceptables; esto ha sido demostrado igualmente en la alimentación de especies terrestres (Obregon *et al.*, 2007); por tanto, lo convierte en una materia prima que puede ser aprovechada para sustituir a la harina

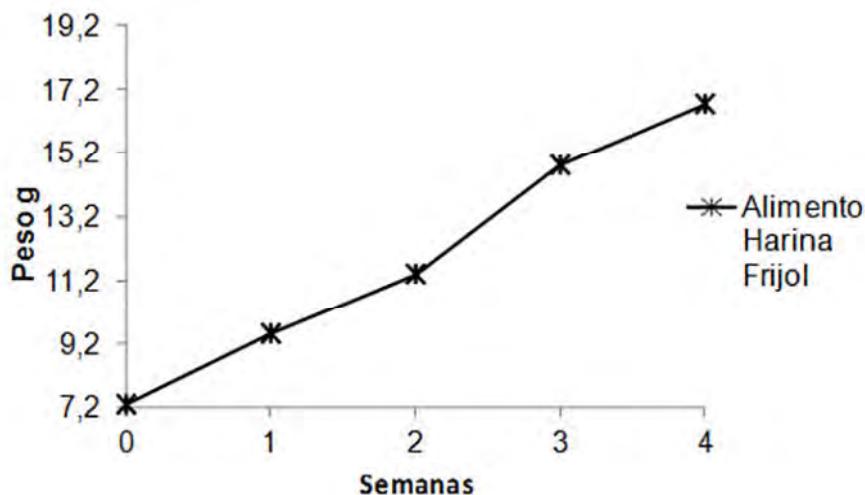


Figura 2. Crecimiento de *Oreochromis* spp. alimentada con una dieta experimental basada en harina de *Phaseolus vulgaris*.

de soya y harina de pescado. A pesar de ello, al comparar con otros ingredientes, su porcentaje de digestibilidad puede influir sobre los índices de crecimiento y de conversión alimenticia, ya que es inferior a la harina de pescado (>90%), presentando valores que oscilan entre 60 y 70% de digestibilidad aparente (Marrugo-Ligardo *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los índices de crecimiento de *Piaractus brachypomus* alimentados con dieta que contenía harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), son aceptables a pesar del FCA obtenido (mayor a 2,5).

El desempeño productivo observado en la Tilapia (*Oreochromis* spp.) indica que esta especie aprovecha de manera más eficiente las materias de origen vegetal en la dieta.

El uso de alimento alternativo basado en la harina de *P. vulgaris* y harina hidrolizada de plumas, es factible para la cría y engorde de peces tropicales de importancia comercial. Sin embargo, se requiere optimizar en el procesamiento de las materias primas y del alimento elaborado, a fin de mejorar los parámetros productivos de los organismos, que permita la obtención de resultados similares o superiores a los que ofrecen los alimentos comerciales de tipo extrusionados o expandidos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la cooperación del Programa de Formación de Grado (PFG) Agroalimentaria de la Fundación Misión Sucre del municipio Peña, estado Yaracuy; así como el apoyo logístico del personal de la Estación Piscícola de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA).

LITERATURA CITADA

Abad, D. 2010. Crecimiento de alevines de cachama blanca *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (PISCES: CHARACIDAE) alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1872) (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE).

Universidad de Oriente. Datos no Publicados. 82 p.

Araujo-Lima, C. and M. Goulding. 1997. So fruit a fish: ecology, conservation and aquaculture of the amazon's tambaqui. New York: Columbia University. 191p.

Austreng, E. and T. Refstie. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture*. 18:145-156.

Bautista, E., J. Pernia, D. Barrueta y M. Useche. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en alimentación de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*). *Revista Científica FCV-LUZ*. 15(1):33-40.

Boletín AQUANOSTRUM. 2010. Peces más vegetarianos para una acuicultura sostenible. Boletín electrónico N° 2. Disponible en línea: aquanostrum.malaga.es/media/boletines/boletin-AQUANOSTRUM2_definitivo.pdf [18 jul, 2014].

Boujard, T. 2001. Feeding behavior and regulation of food intake. 19-25 pp. En: Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P. y Métailler, R. Nutrition and feeding on fish and crustaceans. Springer and Praxis Publishing, Chichester UK. 408 p.

Cheng, Z., R. W. Hardy and J. L. Usry. 2003. Effects of lysine supplementation in plant protein based diets on the performance of rainbow trout *Oncorhynchus mikiss* an apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture*. 215:255-265.

De Silva, S., R. Gunasekera and D. Atapattu. 1989. The dietary protein requirements of young tilapia an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture*. 80:271-284.

Granado, A. 2000. Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. *Saber*. 12:3-7.

- Hardy, R. W. 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*. 41(5):770-776.
- Huet, M. 1973. *Tratado de Piscicultura*. Mundi-Prensa, Madrid. 780 p.
- Jauncey, K. and B. Ross. 1982. *A guide to tilapia feeds and feeding*. University of Stirling, Scotland. 111p.
- Jover-Cerdá, M., L. Pérez-Igualada, L. Zaragoza y J. Fernández-Cramona. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus* L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. *Archivos de Zootecnia*. 47:11-20.
- Keembiyehetty, C. N. and S. S. De Silva. 1993. Performance of juvenile *Oreochromis niloticus* (L.) reared on diets containing cowpea *Vigna catieng*, and black gram *Phaseolus mungo*, seeds. *Aquaculture*. 112:207-215.
- Llanes-Iglesias, J., J. Toledo y J. Lazo. 2006. Producción de alimento húmedo a partir de ensilados de pescado para la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Revista AquaTIC*. 25:16-21.
- León-Sánchez, R., G. Viilanueva-Cuevas, I. González-Ledezma, P. M. García-López, M. A. Ruíz-Lopez y A. García-Chávez. 2010. Evaluación de subproductos agrícolas en alimentación de tilapias *Oreochromis* spp. (*PISCES:CICHLIDAE*). *AquaTIC*. 32:1-6.
- López, P. y D. Anzoátegui. 2012. Crecimiento del híbrido cachamoto (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical*. 30(4):335-342.
- Lucas, C. M. 2008. Within flood season variation in fruit consumption and seed dispersal by two characin fishes of the Amazon. *Bitropica*, 40, 581-589
- Lui, T. A., F. Bittencourt, D. H. Neu, J. M. Dallagnol, W. R. Boscolo y A. Feiden. 2012. Índice de rancidez del aceite de pez en la nutrición de alevines de pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Archivos de Zootecnia*. 61(236):517-524.
- Lovell, R. 1981. *Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies*. Department of fisheries and allied aquacultures international center for aquaculture. Auburn University. Auburn, Alabama. 30 p.
- Lovell, T. 1989. Practical feeding channel catfish. En: Lovell, T. (Ed.) *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold. New York, EUA. pp. 145-162.
- Marrugo-Ligardo, Y., P. Montero-Castillo, E. Torregroza-Fuentes y M. Duran-Lenguas. 2012. Potencial de tres cultivares de frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus*) y estimación de su digestibilidad "in vitro". *Revista Fac. Agronomía, LUZ*. 29:314-326.
- Meurer, F., C. Hayashi, W. R. Boscolo e C. M. Soares. 2002. Lipídeos na alimentação de alevines revertidos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Bras. Zootecn*. 31:566-573.
- Mora, J. A., F. Moyetones y M. Jover-Cerdá. 2002. Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque *Leirius marmoratus* alimentados con concentrados comerciales. *Zootecnia Tropical*. 27(2):187-194.
- NAS, (National Academy of Sciences). 1979. *Tropical legumes: Resources for the future*. Washington, D.C. 332 p.
- Obregon, J. F., E. I. Noriega-González, F. G. Rios, A. Angulo y E. Vásquez-García. 2007. Digestibilidad aparente en dietas integrales para ovinos en engorda elaboradas con pasta de soya, harinolina y frijol cocido. *Memorias XVI Congreso Nacional Asociación de Técnicos especialistas en Ovinocultura A. C. Sinaola*. 50 p.
- Olvera-Novoa, M. A. y L. Olivera-Castillo. 2000. Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. *Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola Eds IV*. pp. 327-348.
- Peters, R., S. Rodríguez, J. Hernández, D. Mejías y A. León. 2004. Determinación del nivel óptimo de sustitución de la harina

- de pescado por harina de hidrolizado de plumas en el alimento de la tilapia roja *Oreochromis* sp. *Revista Ciencia*. 12(1):13-24.
- Poot-Delgado, C., R. Salazar-Novelo y M. Hernández-Hernández. 2009. Evaluación de dietas comerciales sobre el crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus), etapa crianza. 2º Congreso Internacional de investigación, Cd. Delicias, Chihuahua, México. 25 p.
- Rincón, D., H. Velásquez, M. Dávila, A. Semprun, E. Morales y J. Hernández. 2012. Niveles de sustitución de harina de pescado por harina de *Arthrospira* (=Spirulina) máxima, en dietas experimentales para alevines de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:430-437.
- Sangronis, E., C. Machado y R. Cava. 2004. Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Caján cajan*) germinadas. *Interciencia*. 29(2):80-85.
- Tacon, A. G., K. Jauncey, A. Falaye, M. Pantha, I. MacGowan and E. A. Stafford. 1983. The use of meat and bone meal, hydrolysed and soybean meal in practical fry and fingerling diets for *Oreochromis niloticus*. I International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv University Press. 356-365.
- Tacon, A. 1997. Aquafeeds and feeding strategies. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular N° 886. FIRI/C886 (Rev.1).
- Tacon, A. and M. Metian. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*. 285:146-158.
- Turchini, G. M., B. E. Torstensen and W. K. Ng. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Review Aquaculture*. 1:10-57.
- Urdaneta, H., J. Leon, L. Nuñez, R. Pérez y C. Urdaneta. 2012. *Prosopis juliflora* (LEGUMINOSEAE:MIMOSOIDEAE) como ingrediente en el alimento para alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) *Boletín del Centro de Invst. Biológicas*. 46(4):353-367.
- Valdez-González F., R. Gutiérrez-Dorado, M. Gracia-Ulloa y H. Rodríguez-González. 2013. Revisión del efecto de los antinutrientes y la fibra de las leguminosas en la alimentación para peces. *Ciencia Nicolaita*. 59:21-40.
- Vásquez-Torres, W., M. Pereira-Filho and J. A. Arias-Castellanos. 2011b. Optimum dietary crude protein requirement for juvenile cachama (*Piaractus brachypomus*). *Ciência Rural*. 41:2183-2189.
- Vásquez-Torres, W., G. Hernández-Arévalo, M. C. Gutiérrez-Espinoza y M. Yossa. 2012. Efecto del nivel de proteína dietaria sobre el crecimiento y parámetros sericos en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:450-461.
- Watanabe, T. 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*. 68(2):242-252.