

Artículo original

Uso de chachafruto (*Erythrina edulis*) y soja (*Glycine max*) como sustituto de la harina de pescado en la formulación de dietas para alevines de coporo (*Prochilodus mariae*).

The use of chachafruto (*Erythrina edulis*) and soja (*Glycine max*) as substitute to fishmeal in formulation diets for coporo fingerlings (*Prochilodus mariae*).

Visbal Tomas^{1*}, Morillo Marielba², Rial Leandra¹, Altuve Daisy¹,
Betancourt Carlos³, Medina Ana¹.

¹ Departamento de Ciencias de Los Alimentos. ² Instituto de Investigaciones. ¹ Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes (ULA), Sector Campo de Oro, edificio Carlos Edmundo Salas. Mérida C.P. 5101, República Bolivariana de Venezuela.

Recibido septiembre 2016 - Aceptado diciembre 2016

RESUMEN

El objetivo de este trabajo, fue determinar la eficiencia del uso de chachafruto (*E. edulis*) y soja (*G. max*) en la formulación de dietas alternativas, como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de alevines de coporo (*P. mariae*). Se elaboraron tres dietas TV01, TV02 con harina de chachafruto: harina de soja, 40:40 y 50:30 respectivamente y TV03 con harina de pescado, harina de maíz amarillo 38:27. Las mismas fueron formuladas con un porcentaje teórico de proteína de 30 %. Se seleccionaron alevines de coporo con un peso, promedio, inicial de 0,56 g ± 0,04. La alimentación fue tres veces al día, *ad libitum*, durante 76 días. Los resultados obtenidos indicaron que los alevines de coporo alimentados con la dieta TV01, presentaron un valor de ganancia de peso total superior a las dietas TV02 y TV03. Sin embargo, las diferencias entre los tres resultados no son significativas ($p > 0,05$). Estos resultados indican que una sustitución de la harina de pescado por chachafruto y soja da buenos resultados en la alimentación de alevines de coporo.

PALABRAS CLAVE

Erythrina edulis, *Glycine max*, dietas, *Prochilodus mariae*, alevines.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the efficiency of the use of chachafruto (*Erythrina edulis*) and soja (*Glycine max*) in formulation of alternatives diets as a substitute of fishmeal for feeding coporo fingerlings (*Prochilodus mariae*). Three diets were elaborated TV01, TV02 with flour of chachafruto: soja flour, 40:40 and 50:30, respectively and TV03 with fishmeal, yellow corn flour 38:27 and these were formulated with a theoretical protein of 30 %. Coporo fingerlings were selected with an initial average weight of 0.56 g ± 0.04. Feeding took place three times a day, *ad libitum* during 76 days. The results indicated that coporo fingerlings fed with the TV01 diet showed a gain of total weight value that was higher than TV02 and TV03 diets. However, statistics showed not significant differences between samples ($p > 0,05$). These results indicate that a substitution of fishmeal with chachafruto and soja might be good for feeding coporo fingerlings.

KEY WORDS

Erythrina edulis, *Glycine max*, diets, *Prochilodus mariae*, fingerlings.

INTRODUCCIÓN

Desde la Segunda Guerra Mundial, la demanda de pescado para el consumo humano, ha ido en aumento, lo que ha fomentado una presión creciente sobre los recursos de la pesca. Como la demanda está acercándose a los límites de la producción, muchos recursos pesqueros están sufriendo deterioro, lo que ha llevado a una sobrepesca que tiene efectos devastadores sobre los ecosistemas [1].

Venezuela cuenta con una riqueza íctica de importancia, la cual no se conoce totalmente en lo que respecta a su biología básica como alimentación, crecimiento y reproducción, referencias que permitan su utilización en programas piscícola [2].

Existen escasos trabajos referentes a las necesidades nutricionales de alevines de coporo entre los que destacan el de Visbal y col (2013) [3] y González & Wills (2009) [4] quienes indican 35 % y 24 % de requerimientos proteicos, respectivamente, para este pez a este estadio de desarrollo.

El coporo está dentro de las especies cultivadas en Venezuela, pero uno de los grandes inconvenientes, con los cuales se enfrentan los acuicultores, es la ausencia de dietas diseñadas para esta especie.

La harina de pescado es la principal fuente de proteína para la preparación de alimentos destinados al consumo de los peces. Es rica en energía y en minerales, de alta digestibilidad y muy palatable para la mayoría de peces, contiene entre 60 y 80 % de proteína cruda, de la cual el 80 al 95 % es digestible para los peces; se caracteriza por su alto contenido de lisina y metionina, los dos aminoácidos más limitantes en los alimentos de origen vegetal [5,6]. Sin embargo, los elevados costos de la harina de pescado, ocasionados por la alta demanda del producto, han obligado a los productores a buscar nuevas alternativas de alimentación con dietas en las que se incluya muy poca cantidad de ésta, o en casos extremos a no utilizarla [5,7].

En el presente trabajo se diseñaron dietas utilizando como principal fuente proteica la *E. edulis* (chachafruto) y *G. max* (soya). La *E. edulis* es una de las 115 especies del género *Erythrina* reportada en el mundo pertenece a la familia Fabácea. Se encuentra desde Venezuela hasta Bolivia, a una altura entre 1000 y 3000 msnm [8].

Los granos de *E. edulis*, se pueden usar en la alimentación animal (cerdos, aves, pescado) y las

hojas son apreciadas como forraje para el ganado, gracias a que tiene un contenido de proteína bruta de 24 % [8]. Por su parte, la semilla de soya es considerada una fuente importante de proteína vegetal para la alimentación animal, por ser una excelente fuente de proteínas y vitaminas [9,10]. Es la proteína vegetal más abundante y con uno de los mejores perfiles de aminoácidos para cubrir los requerimientos nutricionales de los peces, por lo que se han hecho múltiples estudios para evaluar su eficiencia en dietas para peces [11,12].

El objetivo de este trabajo fue ensayar la eficiencia de dos dietas alternativas utilizando como fuente proteica chachafruto y soya, como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de alevines de coporo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de nutrición acuícola del Departamento de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes (ULA), Mérida Edo. Mérida, Venezuela, durante un período de 76 días.

Material biológico. En este estudio se utilizaron peces que fueron criados en la estación piscícola de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), la misma suministró 1000 especímenes de coporo, con un tiempo de vida de 45 días después de la eclosión, se utilizaron 450 alevines de coporo que fueron distribuidos en nueve tanques de 50 L de capacidad, a razón de 50 peces por cada uno, con un peso promedio de los alevines de $0,56 \text{ g} \pm 0,04$. Durante el desarrollo de este trabajo, el manejo y tratamiento de los alevines se realizó cumpliendo con todas las normativas éticas exigidas internacionalmente.

Fase experimental. Las nueve peceras de vidrio contaron con un sistema de recirculación de agua, teniendo entrada y salida individual para cada tanque, con un flujo continuo de 1,40 L/min, un sistema de filtro para la retención de impurezas y un filtro biológico para reducir las concentraciones de nitritos y nitratos.

Los parámetros físico-químicos del agua fueron controlados, la temperatura se mantuvo graduada con un termostato Lifetech Aquarium a $28,0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Semanalmente se determinó la cantidad de nitritos y nitratos, manteniéndose las concentraciones $< 0,02 \text{ ppm}$, para ello se utilizó un

Kit marca Aquarium pharmaceuticals (API). Para la oxigenación se empleó un sistema de aireación permanente para mantener los niveles de oxígeno disuelto próximos a saturación y su medición se llevó a cabo con un oxímetro Sper Scientific.

La alimentación de los peces se efectuó tres veces al día, hasta la saciedad aparente. Cada catorce días se pesaba la biomasa y se determinaba el consumo en cada tanque para los análisis posteriores, los peces muertos eran retirados y pesados, las heces y residuos de alimentos eran eliminados diariamente por sífonado.

Dietas. Se ensayaron tres dietas: TV01, TV02 y TV03, para la alimentación de alevines de *P. mariae* (Tabla 1), cada una por triplicado. La asignación de la dieta a cada tanque se hizo en forma aleatoria.

Se emplearon como fuentes proteicas para las dietas TV01 y TV02, chachafruto y soya en forma de harina. En la dieta TV03 se usó harina de maíz como materia prima de origen vegetal para lograr el nivel proteico requerido, igualmente se empleó almidón gelatinizado como aporte de carbohidratos y para lograr una adecuada formulación. Las dietas fueron fórmulas para tener un 30 % de proteína [3,4].

Se utilizó como agente ligante no nutritivo carboximetilcelulosa (CMC). Las mezclas de vitaminas y minerales fueron elaboradas y suministradas por el Instituto Nacional de Investigación Agronómicas (INRA) Saint Pée Sur Nivelles, Francia, cumpliendo los requisitos de la NRC (1993) [11]. Previo al suministro de las dietas a los peces, estas fueron trituradas y su granulometría ajustada a través de tamices a dos tamaños de partículas: >400 <600 y >600 <1000

µm, comenzando la alimentación con el gránulo más pequeño. Las dietas fueron preservadas en envases herméticos y refrigeradas hasta su posterior uso.

TABLA 1

Formulación de dietas en la alimentación de alevines de coporo, TV01, TV02 y TV03 (g/100g)

Materias primas	Dietas		
	TV01	TV02	TV03 (testigo)
Harina de chachafruto	40	50	0
Torta de soya	40	30	0
Harina de pescado	0	0	38
Harina de maíz amarillo	0	0	27
Afrecho de trigo	8	8	8
Aceite de soya	6	6	6
Almidón gelatinizado	0	0	15
Pre mezcla de vitaminas	1	1	1
Pre mezcla de minerales	1	1	1
Ligante (CMC)	4	4	4
Total	100	100	100

Dietas: TV01 [harina de chachafruto: harina de soya, 40:40]; Dieta TV02 [harina de chachafruto: harina de soya, 50:30]; Dieta TV03 [harina de pescado, harina de maíz amarillo 38:27]

Análisis proximal. Se realizaron análisis químico a las materias primas (Tabla 2), dietas experimentales (Tabla 3) y a las carcasas de los peces (inicio y final del ensayo) (Tabla 4), de acuerdo a la metodología de la AOAC, métodos de análisis oficiales, (2000) [13]. La energía digestible (ED) fue calculada tomando como base los valores fisiológicos estándar de energía digestible para peces: proteínas 4,54, lípidos 8,6 y carbohidratos 3,58 [14]. Para lo cual se sumó aritméticamente todos los aportes de cada componente de la fórmula en cuanto a proteínas, lípidos y carbohidratos.

TABLA 2

Composición química de las materias primas usadas para la formulación de las dietas en la alimentación de alevines de coporo: TV01, TV02 y TV03 (g/100g).

Análisis proximal (% MS*)	Muestras				
	HCH	HS	HPI	HMA	AT
Materia seca	93,3	96,9	93	88,2	88,6
Proteínas	18,97±0,2	53,04 ± 0,4 ^b	73,12 ± 0,2 ^a	9,18 ± 0,1 ^d	18,06 ± 0,2 ^c
Lípidos	0,75 ± 0,1 ^d	0,72 ± 0,1 ^d	8,39 ± 0,01 ^a	1,93 ± 0,1 ^c	3,39 ± 0,2 ^b
Cenizas	3,97 ± 0,4 ^c	6,30 ± 0,4 ^b	16,67 ± 0,1 ^a	0,79 ± 0,02 ^d	7,45 ± 0,1 ^c
ELN ¹	76,31	39,94	1,83	88,1	71,11

Harina de chachafruto (HCH), harina de soya (HS), harina de pescado importado (HPI), harina de maíz amarillo (HMA), afrecho de trigo (AT). Los valores son media ± SD (n=3). Letras diferentes en filas, indican diferencias significativas (p< 0,05).

1ELN (Extractos libre de nitrógeno)= 100-(cenizas + proteínas + lípidos)

*Corrección por materia seca = (Parámetro x MS /100)

TABLA 3

Composición química de las dietas formuladas para la alimentación de alevines de coporo: TV01, TV02 y TV03 (g/100g).

Composición química g/100g	Análisis de las dietas corregidas x (%MS)*		
	TV01	TV02	TV03 (testigo)
Materia Seca	91,6 ± 0,4	92,5 ± 0,2	93,1 ± 0,1
Proteína	28,9 ± 0,6	31,2 ± 0,4	32,5 ± 0,3
Lípido	6,8 ± 0,1 ^b	6,7 ± 0,2 ^b	10,9 ± 0,2 ^a
Cenizas	6,3 ± 0,1 ^b	6,6 ± 0,1 ^b	8,5 ± 0,2 ^a
1ELN	58	55,5	48,1
Energía digestible (Kcal .100g ⁻¹)	397,34	397,9	413,5

Los valores son media ± SD (n=3). Letras diferentes en filas, indican diferencias significativas (p< 0,05).

Dietas: TV01 [harina de chachafruto: harina de soya, 40:40]; Dieta TV02 [harina de chachafruto: harina de soya, 50:30]; Dieta TV03 [harina de pescado, harina de maíz amarillo 38:27]

1ELN (Extractos libre de nitrógeno)= 100-(cenizas + proteínas + lípidos).

TABLA 4

Composición de la carcasa de los alevines de coporo alimentados con las dietas experimentales TV01, TV02 y TV03.

	Inicial	Dietas		
		TV01	TV02	TV03
Materia Seca	94,1 ± 0,4	94,0 ± 1,1	95,1 ± 0,9	90,1 ± 4,5
Proteína	81,5 ± 0,8	66,5 ± 2,2 ^a	67,1 ± 0,8 ^a	61,7 ± 1,7 ^b
Lípido	7,0 ± 0,2	14,0 ± 1,7	11,8 ± 1,1	15,9 ± 3,6
Cenizas	15,3 ± 0,2	15,0 ^b ± 1,2	15,3 ^b ± 0,2	21,2 ^a ± 1,1

Los valores son media ± SD (n=3). Letras diferentes en filas, indican diferencias significativas (p< 0,05).

El porcentaje de proteínas se calculó a partir del contenido de nitrógeno total de la muestra analizada (N x 6,25) por el método Kjeldahl, utilizando un dispositivo de auto-análisis Kjeltex 2300, después de someter la muestra a digestión en caliente con

ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador. Para el análisis de los lípidos totales, se empleó el método de Soxhlet, para tal fin se utilizó el equipo VELD Soxhlet. La humedad se obtuvo por secado en estufa, para lo cual se utilizó una estufa MEMMERT a 103±1 °C, durante 24 horas (hasta peso constante). La pérdida de agua en la muestra se calculó por diferencia de peso. El contenido de cenizas se determinó por incineración de las muestras en una mufla, marca Linberg Blue digital a 600 °C hasta la obtención de cenizas blancas.

Las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas fueron harina de chachafruto (HCH), harina de soya (HS), harina de pescado importado (HPI), harina de maíz amarillo (HMA) y afrecho de trigo (AT).

Parámetros Zootécnicos. Cada 15 días se pesaba el lote de alevines de cada pecera y se determinaba su consumo (CONS). Con los datos del peso medio inicial y final, peso corporal inicial y final de la biomasa, consumo total de alimentos, número y peso de los peces muertos, se calcularon los parámetros zootécnicos [15], tales como:

Peso medio inicial (PMI) = Peso de la biomasa inicial en la pecera/ N° de peces en la pecera.

Peso medio final (PMF) = Peso de la biomasa final en la pecera/ n° de peces en la pecera.

Ganancia de peso total (GPT) = [(Peso de la biomasa final + peso de los peces muertos) – Peso de la biomasa inicial].

Tasa de crecimiento específica (TCE) = log (PMF)-log (PMI) x 100/ (días-1)

Índice de crecimiento diario (ICD) = 100 x [(PMF) 1/3-(PMI) 1/3]/duración (días)].

Índice de consumo (IC) = (CONS % MS)/GPT.

Eficiencia alimenticia (EA) = Peso ganado (g)/ alimento ingerido (g).

Coefficiente de eficiencia proteica (CEP)= Peso húmedo ganado/proteína cruda ingerida.

% de sobrevivencia (% SBRV) = (Número final de peces / Numero inicial de peces) x 100

Los resultados se pueden ver en la Tabla 5.

TABLA 5

Parámetros zootécnicos en alevines de coporo alimentados con las dietas experimentales TV01, TV02 y TV03

Parámetros	Dietas		
	TV01	TV02	TV03 (testigo)
PMI (g)	0,59 ± 0,2	0,55 ± 0,1	0,53 ± 0,0
PMF (g)	2,55 ± 0,2 ^a	2,24 ± 0,1 ^{ab}	1,91 ± 0,1 ^b
GPT(g)	70,21 ± 5,9	67,54 ± 8,9	57,0 ± 1,2
TCE (%)	1,96 ± 0,3	1,87 ± 0,3	1,69 ± 0,1
ICD (%)	0,7 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,57 ± 0,0
IC	2,90 ± 0,2	3,00 ± 0,4	3,19 ± 0,1
EA	0,35 ± 0,0	0,34 ± 0,1	0,32 ± 0,0
CEP	1,20 ± 0,1	1,07 ± 0,1	0,97 ± 0,0
% SBRV	76 ± 4	80 ± 5,3	86 ± 2

Los valores son media ± SD (n=3). Letras diferentes en filas, indican diferencias significativas (p< 0,05).

Con los datos obtenidos de la composición de la carcasa de los alevines, se determinaron las retenciones de proteínas y lípidos de los alevines de coporo durante el ensayo (Tabla 6).

TABLA 6

Retenciones de proteínas y lípidos en alevines de coporo alimentados con las dietas experimentales TV01, TV02 y TV03.

Retenciones (% ingerido)s	Dietas		
	TV01	TV02	TV03 (testigo)
Proteínas (g/KgABW/g)	60,5 ± 4,7 ^a	57,4 ± 7,3 ^a	39,9 ± 2,5 ^b
Lípidos (g/KgABW/g)	71,3 ± 5,9 ^a	56,9 ± 2,0 ^b	41,6 ± 4,3 ^c

Los valores son media ± SD (n=3). Letras diferentes en filas, indican diferencias significativas (p< 0,05). ABW = average body weight (peso corporal promedio)

Retención= [(Peso final de la biomas x composición final del pez)-(Peso inicial de la biomasa x composición inicial del pez)]/(CONS x composición del alimento) x 100.

Análisis estadísticos. Todos los datos obtenidos, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) simple, con test Student de Newman Keuls, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurión XVI, versión 16.1.17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dietas, como se observan en el Tabla 3, fueron isoproteicas e isoenergéticas, variando solo en el contenido de lípidos donde se aprecia a la dieta TV03 con un mayor contenido que las otras dietas TV01 y TV02.

El contenido de lípidos en las dietas experimentales TV01, TV02 y TV03 se encuentra entre 6,7 y 10,9 % (Tabla 3), esta diferencia en el contenido de lípidos, aparentemente no afectó el crecimiento de los peces, pero sí pudo influir en el contenido de lípidos en la carcasa de los peces alimentados con las tres dietas como se aprecia en la Tabla 4 (p< 0,05). Se han reportado ensayos donde el crecimiento de los peces no fue afectado al ser alimentados con dietas similares en contenido proteico pero con diferentes niveles de lípidos [16,17].

En la Tabla 4 se presenta la composición proximal de la carcasa de los peces alimentados con las dietas experimentales TV01, TV02 y TV03. Esta composición corporal, se determinó al inicio del ensayo sobre una muestra de peces representativa y al final del experimento en la totalidad de peces por tanque por cada dieta. El porcentaje de proteína en la carcasa de los alevines de coporo (el alevín completo) se encontró entre 61,7 y 67,1 %, presentando diferencias significativas entre ellos (p< 0,05). Los peces alimentados con las dietas TV01 y TV02 presentaron un contenido proteico superior a los peces alimentados con la dieta TV03 que contenía harina de pescado. El contenido lipídico, en los peces, estuvo entre 11,8 y 15,9 %, siendo los peces alimentados con la dieta TV03 los que mayor contenido de lípido presentaron, sin embargo no hubo diferencias significativas (p> 0,05). Este bajo contenido proteico y alto contenido de lípidos, en los peces alimentados con la dieta TV03, puede estar relacionado con el hecho de que la dieta tiene mayor energía digestible y contenido proteico (Tabla 3). Dietas con un contenido energético alto tienen un efecto de disminución en la retención de proteínas en los peces, debido al reemplazo de las proteínas por lípidos; es decir, producen un aumento de la concentración de lípidos en el músculo [18,19].

En la Tabla 5, se observan los parámetros zootécnicos de los peces en estudio, el único parámetro que evidenció diferencias significativas fue el PMF, no existieron diferencias significativas entre las dietas TV01 y TV02, ni entre las dietas TV02 y TV03 pero si hubo diferencias entre las

dietas TV01 y TV03, siendo la dieta TV01 la que produjo mayor aumento de peso en los alevines analizados.

El criterio más sencillo para evaluar el crecimiento del pez, es la ganancia de peso total (GPT). Sin embargo, los indicadores más utilizados para determinar cuándo una dieta es mejor que otra en función del contenido de nutrientes son la tasa de crecimiento específico (TCE), la ganancia de peso por porcentaje de peso inicial (GP % PI) y el coeficiente de eficiencia proteica (CEP), así como el índice de consumo (IC) para medir la eficacia de las dietas.

Los resultados obtenidos indican que los alevines de coporo alimentados con la dieta TV01 presentó un valor de ganancia de peso total (GPT) y tasa de crecimiento específico superior a las dietas TV02 y TV03, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las dietas ($p > 0,05$). En el trabajo realizado por Morillo y col. (2013) [17], la dieta con una sustitución de la harina de pescado por harina de chachafruto y soya (50-30) para la alimentación de cachama negra dio buenos resultados, en cuanto a la ganancia de peso total, comparándola con una dieta formulada con harina de pescado, mas no hubo diferencias estadísticamente significativas con los valores de las otras dietas.

En los peces alimentados con las tres dietas experimentales, los valores de tasa de crecimiento específico (TCE), que es el que caracteriza el crecimiento del pez, se encontraron entre 1,69 y 1,96 % ($p > 0,05$).

Para caracterizar la utilización de proteínas se recurrió a criterios como el CEP, que se corresponde a la cantidad de proteína de la dieta que fue convertida en peso corporal y cuyo valor está relacionado con la ganancia de biomasa. En el presente trabajo el CEP se encuentra entre 0,97 y 1,20 ($p > 0,05$).

En cuanto a la determinación de la eficacia de las dietas, el índice de consumo (IC) es uno de los parámetros más utilizados, éste relaciona el consumo de la dieta con la ganancia de peso del pez. Los valores de IC en las tres dietas se encontraron entre 2,90 y 3,19 y no mostraron diferencias significativas entre ellos ($p > 0,05$). Estos valores se encontraron un poco altos, del valor óptimo de 1, esta diferencia puede atribuirse a una pérdida del alimento que no fue consumido por los peces.

Los parámetros zootécnicos, presentados por Morillo y col. (2013) [17], tales como PMF, GPT, TCE, ICD, IC, EA y CEP, no presentaron diferencias

significativas entre las dietas empleadas. Al igual que en éste ensayo, todos los parámetros calculados, a excepción del PMF, no mostraron diferencias significativas.

Los resultados de retenciones de proteínas y lípidos en alevines de coporo, alimentados con diferentes dietas experimentales se presentan en la Tabla 6. Estos valores no variaron significativamente en función del alimento recibido durante los 76 días de la experiencia. No existen reportes donde se hayan estudiado dietas a base de chachafruto y soya para la alimentación de alevines de coporo. Morillo y col. (2013) [17] realizaron un estudio de alimentación de alevines de cachama negra (*Colossoma macropomum*) con dietas a base de soya y chachafruto como sustituto de la harina de pescado, y de acuerdo con sus resultados, una sustitución total de la harina de pescado por harina de chachafruto y harina de soya es aceptable para la alimentación de alevines de cachama.

CONCLUSIONES

En este trabajo se puede concluir, que una sustitución de la harina de pescado por harina de chachafruto y soya, en las proporciones presentes en la dietas TV01 y TV02, dan buenos resultados, como se lo muestran el peso medio final (PMF) y la ganancia total de peso, en los alevines de *P. mariae*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA-ULA) proyecto N° FA-590-16-03-B y el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) proyecto N° 2013002019. Se agradece al personal que labora en la estación piscícola UNET por haber suministrado los alevines de coporo (*P. mariae*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The states of world fisheries and aquaculture. Roma, Italy. 2012.
- [2] Hernández G, González J, Alfonso E, Salmeron Y, Pizzani P. Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de coporo (*Prochidolus mariae*). Zootecnia Trop. 2010; 28(2): 173-182.

[3] Visbal T, Morillo M, Altuve D, Aguirre P, Medina A. Nivel óptimo de proteína en la dieta para alevines de *Prochilodus mariae*. Rev Chil Nutr. 2013; 40(2):141-147.

[4] González R, Wills G. Evaluación de dietas isoenergéticas con varios niveles de proteína y de harina de pescado en alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Rev U.D.C.A Act & Div Cient. 2009; 12(2):69-77.

[5] Li M, Peterson C, Janes C, Robinson E. Comparison of diets containing various fish meal levels on growth performance, body composition, and insulin-like growth factor-I of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus* of different straits. Aquaculture. 2006; 253:628-635.

[6] Lovell T. Practical feeding channel catfish. In: Lovell T. Nutrition and feeding of fish. ed. New York: Van Nostrand Reinhold: 1989. p. 145-162.

[7] Gaber M. The effects of plant-protein-based diets supplemented with yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. J World Aquac Soc. 2006; 37:74-82.

[8] Muñoz F, Leterme P, Barrera N. *Erythrina edulis*, an Andean giant bean for human consumption. Grain Legum. 1999; 23:26-27.

[9] Bressani R, Elias L. Nutritional value of legume crops for humans and animals. In Summerfield RJ, Bunting AH. Advances in Legume Science. Ed. Royal Botanic Gardens London, UK. 1980; 135-155.

[10] Kikuchi K, T. Furuta. Use of defatted soybean meal and blue mussel meat as substitute for fish meal in the diet of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. J World Aquac Soc. 2009; 40(4):472-482.

[11] National Research Council (NCR).

Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. National Academy Press, Washington D.C. USA. 1993.

[12] Lim C, Klesius P, Higgs D. Substitution of canola meal for soybean meal in diets for channel catfish *Ictalurus punctatus*. J World Aquac Soc. 1998; 29:161-168.

[13] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis, 17th ed. Inc. Gaithersburg MD. USA: 2000.

[14] De Silva S y Anderson T. Fish nutrition in aquaculture. Grain Britain: Editorial Chapman y Hall; 1995. pp. 19-38.

[15] Metailler R, Guillaume J. Matières premières et additifs utilisés dans l'alimentation des poissons. En: Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. (Nutrition et alimentation des poissons et crustacés), INRA/INFREMER. Paris, France. 1999.

[16] De Silva S, Gunasekera R, Shim. K. Interaction of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia, evidence of protein sparing. Aquaculture. 1991; 95:305-318.

[17] Morillo M, Visbal T, Rial L, Ovalles F, Aguirre P, Medina A. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. Interciencia. 2013; 38(2):121-127.

[18] Kim K, Wang X, Choi S, Park G, Bai S. Evaluation of optimum dietary protein to energy ratio in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Aquacult Res. 2004; 35:250-255.

[19] González S, Craig S, McLean E, Schwarz M, Flick G. Dietary protein requirement of southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. J Appl Aquacult. 2005; 17:37-50.