



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y
Toxicología
Chile

Visbal B., Tomas Enrique; Morillo S., Marielba; Altuve P., Daisy; Aguirre, Pierre; Medina G., Ana Luisa
Nivel óptimo de proteínas en la dieta para alevines de *Prochilodus mariae*
Revista Chilena de Nutrición, vol. 40, núm. 2, junio, 2013, pp. 141-146
Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46928522008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Nivel óptimo de proteínas en la dieta para alevines de *Prochilodus mariae*

Optimal dietary protein levels for *Prochilodus mariae* alevins

Tomas Enrique Visbal B. (1)
 Marielba Morillo S. (2)
 Daisy Altuve P. (3)
 Pierre Aguirre (4)
 Ana Luisa Medina G. (3)

ABSTRACT

The purpose of this work was to determine the optimal protein level to feed alevins of coporo (*Prochilodus mariae*) fish. Four diets were formulated with growing levels of crude protein (15, 25, 35 and 45%) with similar energy values (between 19,6 and 20,4 KJ g⁻¹). Three trials were performed for each diet. The animals were acclimated and fed a commercial diet during one week and after that time the test diets were administered ad libitum three times a day during 41 days. Fifty five fry per fishbowl were placed with an initial mean weight of 0,32 ± 0,04 g. Three periods of fourteen days each were registered and at the end of each period weight gain (GP) and food consumption per fish tank was determined. The zootechnical parameters, final mean weights (PMF), total weight gain (GTP), specific growth rate (TCE) and daily growth index (ICD) of the fish did not show significant differences between the diets with protein levels of 35% and 45% proteins, indicating that a diet with 35% protein is adequate for a good development of the fish in this stage.

Key words: *Prochilodus mariae*, coporo, alevins, diets, protein.

- (1) Postgrado en Química de Medicamentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
 (2) Postgrado Ciencias Médicas Fundamentales, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
 (3) Grupo Ecología y Nutrición, Departamento de Ciencias de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
 (4) Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), Saint Pée sur Nivelle, Francia.

Dirigir la correspondencia a:

Sr.
 Tomas E. Visbal B
 Facultad de Farmacia
 Universidad de Los Andes
 Sector Campo Oro, detrás del HULA
 Mérida 5101, Mérida, Venezuela
 Fono: 58-274-2403474
 e-mail: tomasvisbal34@gmail.com

Este trabajo fue recibido el 9 de Abril de 2013
 y aceptado para ser publicado el 22 de Mayo de 2013.

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).

La acuicultura, se ocupa del cultivo controlado de animales y plantas acuáticas en sus diferentes etapas que contemplan: cosecha, proceso, comercialización y consumo final. La piscicultura, encargada del cultivo de peces, es una de las ramas más importantes y más antiguas de la acuicultura (1).

Venezuela cuenta con una riqueza ictica 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).

La producción de especies en cautiverio con potencialidad de cultivo, entre ellas el *Prochilodus mariae* (coporo), es de gran importancia; sin embargo, para obtener una producción exitosa de esta especie, es necesario establecer una alimenta-

ción adecuada, sobre todo en los primeros estadios de vida, ya que esta representa unos de los principales problemas en la producción de peces (3). Por ello, es importante conocer los requerimientos nutricionales de cada especie principalmente en nutrientes esenciales como las proteínas.

Existen pocos trabajos referentes a las necesidades nutricionales de alevines de coporo; establecer estas necesidades permitiría incrementar la densidad de siembra y mejorar la respuesta productiva, favoreciendo con esto la economía del país.

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 producción mundial de harina de pescado es de siete millones de toneladas por año, donde la mayor parte de ésta, se usa para la acuicultura, la alimentación del ganado y en el sector avícola. Mientras esta demanda siga creciendo, se intensificará la competición con las especies productivas terrestres por unos recursos limitados, con consecuencias, tanto en los precios como en la disponibilidad (1).

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 (4-6). 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 (6,7).

Otro problema que se registra, es el alto nivel de proteína que se maneja en las dietas de la mayoría de las especies en los sistemas acuícolas (8), que en muchos casos no se corresponden a los requerimientos de las especies, lo que ocasiona un mayor costo y una alta contaminación de los cuerpos de agua por los desechos nitrogenados (9, 10).

El objetivo de este estudio, fue determinar el nivel óptimo de proteínas en las dietas para alevines de *P. mariae* (coporo) utilizando como principal fuente proteica la harina de pescado.

El logro de este objetivo permitirá a investigadores y piscicultores, formular dietas con materias primas alternativas, con un porcentaje de proteína adecuado para el mejor crecimiento del pez, que conllevará a la disminución de los costos de producción del alimento.

MATERIALES 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 periodo de 41 días.

Material biológico

Se utilizaron 660 alevines de coporo, que fueron obtenidos en la estación piscícola de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), con un tiempo de vida de 35 días después de la eclosión. Fueron distribuidos en 12 peceras de vidrio (37 x 28 x 49 cm; volumen: 50 L), colocándose 55

alevines por pecera (peso inicial promedio: $0,32 \pm 0,04$ g). Durante el desarrollo de este trabajo, el manejo y tratamiento de los alevines se realizó cumpliendo con todas las normativas éticas exigidas internacionalmente.

Las 12 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 $28,0 \pm 1$ °C. Semanalmente se determinó la cantidad de nitritos y nitratos, manteniéndose las concentraciones < 0,02 ppm, para ello se utilizó un Kit marca Aquarium pharmaceuticals (API). En la oxigenación se empleó un sistema de aireación permanente para mantener los niveles de oxígeno disueltos próximos a saturación y su medición se llevó a cabo con un oxímetro Sper Scientific.

Preparación de las dietas

Se ensayaron cuatro dietas experimentales: DPM15 (15% PB); DPM25 (25% PB); DPM35 (35% PB) y DPM45 (45% PB) (tabla 1). Se utilizó como agente ligante no nutritivo, carboximetilcelulosa (CMC). Las mezclas de vitaminas y minerales fueron elaboradas cumpliendo los requisitos de la NRC (11). Previo al suministro de las dietas a los peces, fueron trituradas y su granulometría ajustada a través de tamices a dos tamaños: >0,3 <0,5 y >0,5 <1 mm, comenzando la alimentación con el gránulo más pequeño. Las dietas fueron preservadas en envases herméticos, bajo refrigeración, hasta su posterior uso. Cada dieta se ensayó por triplicado (n=3).

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 de cada tanque para los análisis posteriores, los peces muertos eran retirados y pesados, las heces y residuos de alimentos eran eliminados diariamente por sifoneo.

Análisis químico

Se realizaron análisis químico a las materias primas (tabla 2), dietas experimentales (tabla 3) y a las carcasas de los peces

TABLA 1

Formulación de las dietas experimentales con diferentes porcentajes de proteínas.

Materia Prima %	DPM15	DPM25	DPM35	DPM45
Harina de pescado	15	30	45	60
Almidón gelatinizado	23	19	10	0
Harina de maíz amarillo	28	28	20	16
Afrecho de trigo	20	10	13	13
Aceite soya	8	7	6	5
¹ Premix vitaminas	1	1	1	1
² Premix minerales	1	1	1	1
Ligante (CMC)	4	4	4	4
Total	100	100	100	100

DPM15 (Dieta pescado maíz 15% PB); DPM25 (Dieta pescado maíz 25% PB); DPM35 (Dieta pescado maíz 35% PB) y DPM45 (Dieta pescado maíz 45% PB).

¹Premix de vitamina (vit.) (1%), componentes por Kg: Cloruro de colina 200 g; vit. E 10 g; vit. C 20 g; Acetato de vit. A 500000 UI/g 1 g; vit. D3 a 100000 UI/g 2,5 g; vit. B3 o PP (ácido nicotínico) 1 g; vit. B5 2g; vit B1 0,1 g; vit B2 0,4 g; vit B6 0,3 g; vit. B9 0,1 g; concentrado de vit. B12 1 g; vit. B8 1 g, meso inositol 30 g; celulosa 729,6 g.

²Premix de minerales, componentes por Kg: fosfato bicálcico 500 g; carbonato de calcio 212 g, cloruro de sodio 40 g; hidróxido de magnesio 124 g; sulfato de hierro 20 g; sulfato de zinc 4 g; sulfato de magnesio 3 g; sulfato de cobre g; sulfato de cobalto0,02 g; yoduro de potasio 0,04 g; selenio de sodio 0,03 g, fluoruro de sodio 1 g. (11).

(inicio y final del ensayo) (tabla 5), de acuerdo a la metodología (12). El porcentaje de proteínas se calculó a partir del contenido de nitrógeno total de la muestra analizada ($N \times 6,25$) por el método Kjeldahl, utilizando un dispositivo de auto-análisis Kjelttec 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.

Parámetros zootécnicos y retenciones

Cada 15 días se pesaba el lote de alevines de cada pecera y se determinaba su consumo. 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 (13), 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) = PCF-PCI.
- Ganancia de peso en % de peso medio inicial: (GP%PMI) = $\text{PMF-PMI} \times 100 / (\text{PMI} \times (\text{días}-1))$.
- Índice de consumo: (IC) = $(\text{CONS} \times \text{MS}) / \text{GPT}$.
- Eficiencia alimenticia: (EA) = $\text{Peso ganado (g)} / \text{alimento ingerido (g)}$.
- Tasa de crecimiento específica: (TCE) = $\log(\text{PMF}) - \log(\text{PMI})$

$\times 100 / (\text{días}-1)$.

- Índice de crecimiento diario: (ICD) = $100 \times ((\text{PMF})^{1/3} - (\text{PMI})^{1/3}) / \text{duración (días)}$.
- Coeficiente de eficiencia proteica: (CEP) = $\text{Peso húmedo ganado} / \text{proteína cruda ingerida}$.
- Retención = $((\text{PCF} \times \text{composición final del pez}) - (\text{PCI} \times \text{composición inicial del pez})) / (\text{CONS} \times \text{composición del alimento}) \times 100$.

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

Análisis químico de las materias primas

La composición química de las materias primas utilizadas, como aporte proteico, en la formulación de las dietas, se presenta en la tabla 2.

Análisis químico de las dietas ensayadas

Los análisis químicos de las dietas suministradas a los alevines durante el ensayo se muestran en la tabla 3. Se puede observar los valores de % de proteínas se ajustan a los valores teóricos propuestos, y las mismas son isolipídicas e isocalóricas.

Parámetros zootécnicos

Con los datos obtenidos se determinaron los parámetros zootécnicos (tabla 4), de los alevines de coporo, alimentados con dietas de diferentes concentraciones de proteínas, mostrando diferencias significativas entre datos, en función del alimento recibido ($p < 0,05$)

TABLA 2

Análisis químico de las materias primas empleadas en la formulación de las dietas (%).

Materia prima	Humedad	Proteínas	Lípidos	Cenizas	ENN
Harina Pescado	6,99	68,00	7,88	15,50	1,63
Harina de maíz amarillo	10,39	8,37	1,94	0,66	78,64
Afrecho de Trigo	13,16	15,52	2,88	3,94	64,50

ENN: Extractos no nitrogenados = $100 - (\% \text{proteínas} + \% \text{lípidos} + \% \text{cenizas})$

TABLA 3

Composición química de las dietas.

Análisis químico (%)	DPM15	DPM25	DPM35	DPM45
Materia Seca	92,14	93,40	94,25	92,93
Proteínas	15,63	26,00	35,98	45,42
Lípidos	9,63	9,97	9,98	9,63
Cenizas	4,41	6,41	9,04	11,01
ENN	70,33	57,62	45	33,94
Energía Digestible(KJ g-1)	19,6	20,0	20,2	20,4

DPM15 (Dieta pescado maíz 15% PB); DPM25 (Dieta pescado maíz 25% PB); DPM35 (Dieta pescado maíz 35% PB) y DPM45 (Dieta pescado maíz 45% PB).
Energía Digestible (ED) = Calculado según los valores teóricos $(\% \text{proteínas} \times 23,6) + (\% \text{lípidos} \times 39,5) + (\% \text{Carbohidratos} \times 17,2)$ (14)

Composición corporal de los peces

Los datos sobre el análisis químico de la carcasa de los peces (proteínas, lípidos, cenizas y humedad expresados en base seca) se muestran en la tabla 5. Se realizaron al inicio del ensayo (tiempo 0) sobre una muestra de peces representativa y al final del experimento se analizaron la totalidad de peces de cada tanque, por cada tratamiento, (12). Los % de proteínas, lípidos y cenizas mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) y el % de materia seca no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$)

Retención de proteína y lípidos en alevines de coporo, alimentados con dietas experimentales durante 41 días.

Al finalizar el ensayo, los peces fueron sacrificados y liofilizados, para la determinación de las retenciones de proteína y lípidos (12). Estos valores se expresaron en base seca y se presentan en la tabla 6. Las retenciones de proteínas y lípidos no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

La importancia de la determinación del óptimo proteico en dietas para alevines de coporo (*P. mariae*), radica en que

permite tener una idea clara del % de proteína necesaria para un mejor crecimiento, lo que se traduce en una disminución de costos de producción del alimento, además de una reducción significativa de los desechos nitrogenados, que se vierten a los afluentes, ya que el contenido de proteína en la dieta será el necesario para el pez.

Hay pocos estudios sobre requerimientos proteicos en alevines de coporo, sin embargo, según el aporte de Hernández et al. (2) sobre el efecto de la relación energía-proteína en larvas de coporo (*Prochilodus mariae*), dietas con 40% o más de proteínas y 2500 Kcal Kg⁻¹, lograron una mayor tasa de crecimiento.

Los requerimientos proteicos en alevines de varias especies de peces de cultivo han sido investigado por diferentes autores (15-20) demostrando que dichos requerimientos varían de una especie a otra, debido a los hábitos alimenticios, el tamaño y la temperatura del agua.

Una respuesta similar de requerimientos de proteínas en otra especie, fue la reportada, en juveniles de mexican silverside (*Menidia estor*), que con niveles proteicos entre 40 a 50% dieron los mejores resultados de crecimiento y supervivencia (15).

TABLA 4

Parámetros zootécnicos de los alevines de *Prochilodus mariae* (coporo) alimentados con las diferentes dietas experimentales durante 41 días ($X \pm DE$).

DATOS ZOOTECNICOS	DIETAS			
	DPM15	DPM25	DPM35	DPM45
PMI (g)	0,36 \pm 0,02a	0,35 \pm 0,01a	0,30 \pm 0,01b	0,27 \pm 0,02c
PMF (g)	1,54 \pm 0,2c	2,06 \pm 0,1b	2,45 \pm 0,1a	2,56 \pm 0,3a
GTP (g)	48,15 \pm 5,6b	77,16 \pm 16,2a	87,13 \pm 5,7a	98,53 \pm 13,5a
GP% PMI	327,73 \pm 75,3a	483,87 \pm 41,1b	712,62 \pm 60,9c	833,62 \pm 32,9d
IC	3,93 \pm 0,4b	2,37 \pm 0,5a	1,89 \pm 0,2a	1,61 \pm 0,1a
EA	0,26 \pm 0,02c	0,43 \pm 0,1a	0,53 \pm 0,1a,b	0,62 \pm 0,1b
TCE (%)	3,52 \pm 0,4c	4,30 \pm 0,2b	5,11 \pm 0,2a	5,45 \pm 0,1a
ICD (%)	1,08 \pm 0,2c	1,38 \pm 0,1b	1,65 \pm 0,1a	1,75 \pm 0,1a
CEP(PER)	1,51 \pm 0,1	1,56 \pm 0,4	1,40 \pm 0,2	1,28 \pm 0,1

DPM15 (Dieta pescado maíz 15% PB); DPM25 (Dieta pescado maíz 25% PB); DPM35 (Dieta pescado maíz 35% PB) y DPM45 (Dieta pescado maíz 45% PB).

PMI= Peso medio inicial; PMF= Peso medio final; GTP= Ganancia total de peso; GP% PMI= Ganancia total de peso en % de peso inicial;

IC= Índice de consumo; EA= Eficiencia alimenticia; TCE= Tasa de crecimiento específico; ICD= Índice de crecimiento diario; CEP= Coeficiente de eficiencia proteica.

a,b,c,d = Letras diferentes en las filas, indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

TABLA 5

Análisis químico del de los alevines de *Prochilodus mariae* (coporo) alimentados con las diferentes dietas experimentales durante 41 días ($X \pm DE$)

Análisis químico (%)	DIETAS	DPM15	DPM25	DPM35	DPM45
	Lote Inicial				
Proteínas	69,67 \pm 0,3	47,02 \pm 1,1c	52,32 \pm 1,5b	58,30 \pm 1,9a	59,84 \pm 0,6a
Lípidos	5,44 \pm 0,03	35,91 \pm 1,5a	29,90 \pm 0,1a	19,66 \pm 0,3b	14,88 \pm 0,3b
Cenizas	19,09 \pm 0,8	13,70 \pm 0,4c	14,34 \pm 0,4c	16,04 \pm 0,8b	17,50 \pm 0,4a
Materia seca	91,74 \pm 0,1	94,83 \pm 0,4	95,65 \pm 0,5	95,09 \pm 0,6	94,54 \pm 0,6

DPM15 (Dieta pescado maíz con 15% PB); DPM25 (Dieta pescado maíz con 25% PB); DPM35 (Dieta pescado maíz con 35% PB) y DPM45 (Dieta pescado maíz con 45% PB).

Los datos se presentan corregidos por % de materia seca.

a,b,c,d = Letras diferentes, en las filas, indican diferencias significativas. ($p < 0,05$).

Algunos parámetros de interés, empleados para determinar el crecimiento favorable en los peces son: peso medio final (PMF) y ganancia de peso total (GPT). El PMF de las dietas DPM35 (35% PB) y DPM45 (45% PB) tuvieron los mejores resultados, si los comparamos con las dietas DPM15 (15% PB) y DPM25 (25% PB).

En cuanto a la GTP, no se observaron diferencias entre DMP25, DPM35 y DPM45. Lo que nos indica que los % proteínas más altos favorecen la ganancia de peso. Delmondes et al. (16), determinó que para alevines de curimatá (*Prochilodus affinis*), un 26,05 % PB y 2700 Kcal Kg⁻¹, proporcionó una mejor repuesta en ganancia de peso y composición de la carcasa de los peces, siendo este % proteico inferior al conseguido como óptimo en este trabajo.

En contraste, requerimiento de proteína superiores han sido reportados para otras especies, como juveniles de senegelese sole (*Solea senegalensis*), donde dietas con niveles proteicos comprendidos entre 53 y 59% presentaron mayor ganancia de peso (17). Otro estudio indicó que la mayor ganancia de peso, de crías del bagre balsas (*Ictalurus balsanus*), se obtuvieron utilizando dietas con 53% de proteína (18). Así, Kim et al. (19) indicaron que en alevines de olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), dietas entre 50 y 55% de proteínas produjeron una mayor ganancia de peso.

Para la determinación de la eficiencia de una dieta con respecto a otra, relacionando el contenido de sus nutrientes, se utiliza la tasa de crecimiento específica (TCE), coeficiente de eficiencia proteica (CEP) y la ganancia de peso por % de peso medio inicial (GP%PMI).

En cuanto a TCE existen diferencias entre las dietas, pero no hay diferencias entre la DPM35 y DPM45, lo que podría indicar que el óptimo de proteína se encuentra ubicado entre el 35 y 45 % de proteína.

Mora et al. (20) no consiguieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento, en alevines de bagre yaque (*Leiarius marmoratus*), alimentados con concentrado comerciales que contenían 28, 32 y 36% de proteína bruta.

La GP%PMI se encuentra entre 327,73 y 833,62; observando un aumento de este valor a medida que se incrementó el %PB de la dieta, parámetro que mostró diferencias significativas entre las dietas.

Como se puede apreciar en la mayoría de los parámetros, a excepción del CEP (tabla 4), los valores aumentaron a medida que se incrementó el % de proteína en las dietas. Igualmente, las dietas DPM35 y DPM45, fueron las que presentaron los mejores resultados y en gran parte de los datos zootécnicos no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si mostraron diferencias con las otras dos dietas.

En la tabla 5, se presenta la composición química de la

carcasa de los peces (12), el valor de %PB está entre 47,02 y 59,84, y mostró un incremento directamente proporcional con el aumento del %PB de la dieta, y el % de lípidos en la carcasa de los peces, está entre 14,88 y 35,91 y mostró una disminución inversamente proporcional al incremento del %PB de la dieta, que corresponde con los resultados esperados.

En cuanto a retención de proteína, no se observaron diferencias significativas (tabla 6), pero se observó que la misma se incrementó a medida que aumentaba el porcentaje de proteína, hasta la dieta DMP35, cuando comenzó a disminuir. Esto nos puede indicar que valores de % PB mayores a 35% no se traducen en un aumento de la retención proteica. En la retención de lípidos (tabla 6) los valores se ubicaron entre 90,52 y 92,18 y no se observaron diferencias significativas entre las dietas.

En el estudio realizado, el nivel óptimo de proteína en la dieta, se podría ubicar entre 35 y 45% (DPM35 y DPM45), ya que estas proporcionaron un máximo crecimiento en alevines de coporo, basados en el peso medio final (PMF), ganancia total de peso (GTP) y tasa de crecimiento específico (TCE).

CONCLUSIÓN

Se puede concluir, según los parámetros zootécnicos, que una dieta con 35% de proteínas, podría ser la adecuada para obtener el máximo crecimiento de alevines de *Prochilodus mariae* (coporo), durante el tiempo que duró el ensayo. La formulación de la dieta a este % de proteína reduciría el costo de alimentación de alevines de coporo.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue determinar el óptimo proteico en la alimentación de alevines de coporo (*Prochilodus mariae*). Se formularon 4 dietas con niveles crecientes de proteína cruda (15, 25, 35 y 45%), y valores energéticos similares entre 19,6 y 20,4 KJ g⁻¹, de manera que sean isocalóricas. Se realizaron tres repeticiones por cada dieta (n=3). Los alevines fueron aclimatados y alimentados con una dieta comercial durante una semana y luego de este tiempo se le suministraron las dietas a ensayar ad libitum tres veces al día durante 41 días. Se colocaron 55 alevines por pecera con peso medio inicial de 0,32g ± 0,04. Se llevó un registro durante tres períodos, de catorce días cada uno, al final de cada período se determinó la ganancia de peso (GP) y el consumo de alimento por pecera. Los parámetros zootécnicos, pesos medios finales (PMF), ganancia total de peso (GTP), tasa de crecimiento específico (TCE) e índice de crecimiento diario (ICD) de los peces, no presentaron diferencias significativas entre las dietas con 35 y 45% de proteínas, lo que indica que una dieta con 35% de proteínas, es adecuada para un buen

TABLA 6

Retenciones de proteínas y lípidos, de los alevines de *Prochilodus mariae* (coporo) alimentados con las diferentes dietas experimentales durante 41 días (X ± DE)

Retenciones (%)	DIETAS DPM15	DPM25	DPM35	DPM45
Proteína	51,88±7,6	70,36±16,9	73,12±12,2	69,09±13,3
Lípidos	91,85±17,4	91,39±4,5	92,18±2,0	90,52±7,9

DPM15 (Dieta pescado maíz 15% PB); DPM25 (Dieta pescado maíz 25% PB); DPM35 (Dieta pescado maíz 35% PB) y DPM45 (Dieta pescado maíz 45% PB). Los valores indican que no hay diferencias significativas. (p>0,05).

desarrollo del pez en este estadio.

Palabras clave: *Prochilodus mariae*, coporo, alevines, dietas, proteína.

Agradecimientos: Al proyecto CDCH, FA-438-08-03-ED "Elaboración de dietas, con sustitución parcial de la harina de pescado por materias primas no convencionales, para alevines de *Prochilodus mariae* (coporo). A la estación piscícola de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), San Cristóbal Edo. Táchira, Venezuela, por haber suministrado los alevines de coporo para el ensayo. Al Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Al INRA, Saint Pée Sur Nivelles, Francia, por su colaboración y asesorías.

BIBLIOGRAFÍA

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 (*Prochilodus mariae*). *Zootecnia Trop*. 2010; 28:173-82.
3. Patel A, Yakupitiyake A. Mixed feeding schedules in semi-intensive pond cultura of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, L; is it necessary to have two diets of differing protein contents. *Aquaculture Res*. 2003; 34:1343-52.
4. Lovell T. Practical feeding channel catfish. In: Lovell T. (Eds.) *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold, New York, EUA. 1989. p. 145-62.
5. Kikuchi K, Furuta T. Use of defatted soybean meal and blue mussel meat as substitute for fish meal in the diet of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. *J. World Aquaculture Soc*. 2009; 40:472-82.
6. Li MH, Peterson CB, Janes CL, Robinson EH. 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 strains. *Aquaculture* 2006; 253:628-35.
7. Gaber MM. The effects of plant-protein-based diets supplemented with yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) fingerlings. *J. World Aquaculture Soc*. 2006; 37:74-82.
8. Abimorad E; Favero G; Castellani D; García F; Carneiro D. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. *Aquaculture* 2009; 295: 266-70.
9. Salhi M, Bessonart M, Chediak G, Bellagamba M, Carnevia D. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture* 2004; 231:435-44.
10. Abdel-Tawwab M, Ahmad MH. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), *Aquaculture Res* 2009; 40:1532-37.
11. National Research Council (NRC). *Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes*. National Academy Press, Washington, D.C., 1993.
12. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 17th ed. Gaithersburg M. D, USA, 2000.
13. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés*, INRA/INFREMER. Paris, France. 1999.
14. Cho CY, Slinger SJ, Bayley SJ. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity comp. *Biochem Physiol*. 1982; 73B:25-41.
15. Martínez C, Ríos M, Ambriz L, Jauncey K, Ross KJ. Dietary protein requirement of juvenile Mexican Silverside (*Menidia estor* Jordan 1879), a stomachless zooplanktophagous fish, *Aquaculture Nutr*. 2007; 13:304-10.
16. Delmondes BMA, Teixeira LEA, Serafini MA, Barbosa RF, Da Silva PK. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*), R. Bras. Zootec 2005; 34:1795-806.
17. Rema P, Conceição L, Evers F, Castro-Cunha M, Dinis M, Dias J. Optimal dietary protein level in juvenile senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture Nutr*. 2008; 14:263-9.
18. Arce E, Luna J. 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. *Rev. AquaTIC* 2003; 18:39-47.
19. Kim KW, Wang XJ, Bal SC. Optimum dietary protein level for maximum growth of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquaculture Res*. 2002; 33:673-9.
20. Mora J, Moyetones F, Jover M. Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque, *Leiarius marmoratus*, alimentados con concentrados comerciales. *Zootecnia Trop* 2009; 27:187-94.