

Research Article

Uso de harina de cabeza de camarón como reemplazo proteico de harina de pescado en dietas balanceadas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890)

Luis Daniel Espinosa-Chaurand¹, Antonio Silva-Loera²
Zaúl García-Esquivel³ & Lus Mercedes López-Acuña²

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), IPN 195, La Paz, BCS, 23096, México

²Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California P.O. Box 453, Ensenada, BC 22860, México

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California Ensenada, BC 22800, México

Corresponding author: Luis Daniel Espinosa-Chaurand (mcespinosachaurand@gmail.com)

RESUMEN. En dietas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* ($26,3 \pm 4,7$ g y $13,6 \pm 1$ cm) se evaluó la sustitución proteica parcial de harina de pescado (HP) por harinas de cabeza de camarón (HCC), sobre su crecimiento, sobrevivencia, factor de conversión alimenticia (FCA) y composición química de tejidos, y el coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca (CDA), proteínas (CDAP) y lípidos (CDAL) de estas dietas. Se utilizó HCC de cabezas enteras deshidratadas al sol (F) y HCC de cabezas maceradas y deshidratadas en secador de aire (M). Las dietas fueron isoproteicas (55,5% de proteína cruda), isolipídicas (15% de lípidos) e isoenergéticas ($4,6$ Kcal g^{-1}) reemplazando el 0% (dieta control; DC), 15% (F15 y M15) y 30% (F30 y M30) de la proteína de la HP por la de HCC. Después de 57 días la sobrevivencia con HCC ($99,44 \pm 1,92\%$) fue mayor que DC ($88,89 \pm 3,85\%$). El peso ganado, crecimiento específico en peso (TCE) y el consumo total no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los organismos alimentados con HCC. No obstante, la dieta M30 presentó un promedio mayor en TCE ($0,99 \pm 0,06$) y crecimiento ($19,82 \pm 1,64$ g/pez). La dieta M30 significativamente tuvo la mejor FCA ($1,61 \pm 0,13$) y las más altas CDA ($66,18 \pm 1,28$), CDAP ($86,51 \pm 0,53$) y CDAL ($72,29 \pm 1,10$). Se concluye que la sustitución proteica de HP por HCC en alimento para juveniles de totoabas mejoró los parámetros productivos y los CDAs, obteniéndose mejores resultados con la inclusión de HCC macerada y niveles de sustitución de 30%.

Palabras clave: *Totoaba macdonaldi*, harina de cabeza de camarón, sustitución proteica, digestibilidad, dietas de crecimiento.

Using shrimp head meal as protein replacement of fish meal in diets for juvenile of *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890)

ABSTRACT. In diets for *Totoaba macdonaldi* juveniles (26.3 ± 4.7 g y 13.6 ± 1 cm) the partial replacement of fishmeal protein (HP) with shrimp head meal (HCC) was evaluated, over their growth, survival, fed conversion (FCA) and chemical composition of tissues and the apparent digestibility coefficient of dry matter (CDA), protein (CDAP) and lipids (CDAL) of these diets. The HCC used were from the whole shrimp head sun dried (F) and smashed shrimp head dehydrated in a hot air drier. Diets were isoproteic (55.5% crude protein), isolipidic (15% lipids) and isocaloric (4.6 kcal g^{-1}) replacing 0% (control diet; DC), 15% (F15 and M15) and 30% (F30 and M30) of the HP protein by the HCC. At 57th day, survival with HCC ($99.44 \pm 1.92\%$) was higher than DC ($88.89 \pm 3.85\%$). The gain weight, weight specific growth (TCE) and total intake were not statistically different ($P > 0.05$) between organisms feed with HCC, however with the M30 diet the TCE had higher average (0.99 ± 0.06) and growth (19.82 ± 1.64 g/fish). With diet M30 the FCA was the best significantly (1.61 ± 0.13) and the higher CDA (66.18 ± 1.28), CDAP (86.51 ± 0.53) and CDAL (72.29 ± 1.10). It concluded that replaced protein of HP by HCC in diet for juvenile totoaba improved the growth and CDAs, yielding better results with the inclusion of macerated HCC with a replacement level of 30%.

Keywords: *Totoaba macdonaldi*, shrimp head meal, replacement protein, digestibility, growth diets.

INTRODUCCIÓN

La harina de pescado tiene un especial interés nutricional y económico por representar una de las fuentes principales de proteína en los alimentos para la industria pecuaria, así como uno de los ingredientes de mayor costo (Civera *et al.*, 2000), representando hasta el 50% de éstos (Fraga-Castro & Jaime-Ceballos, 2011). El uso de harina de pescado como alimento en acuicultura en 1980 fue del 10%, durante 2006 aumentó a 46% (Tacon *et al.*, 2006). Debido a esta tendencia, Hardy (2006) propuso la búsqueda de fuentes alternas de proteína para uso en acuicultura.

Entre estas, la harina de cabeza de camarón (HCC) pueden ser una opción económicamente recomendable en alimentos formulados para especies acuáticas, ya que ofrecen atractivas ventajas como: 1) costos bajos para su obtención y transformación a harina (Shoemaker & Richards-Rajadurai, 1991; Cira *et al.*, 2002; Honorato *et al.*, 2006), 2) perfil de aminoácidos comparable con la harina de soya o de pescado (Shoemaker & Richards-Rajadurai, 1991), 3) contiene una amplia variedad de estimulantes de alimentación o quimio-atractivos (Shoemaker & Richards-Rajadurai, 1991; Hertrampf & Piedad-Pascual, 2000), 4) fuente natural de pigmentos carotenoides y quitina (Fox *et al.*, 1994), y 5) no son fuente directa de alimentos para el hombre.

La totoaba (*Totoaba macdonaldi*) es un pez endémico del Golfo de California, México, carnívoro, de hábitos nocturnos, demersal que habita desde aguas someras hasta 200 m de profundidad, usualmente cerca de la desembocadura de los ríos (Barrera *et al.*, 1994). La dieta natural de los juveniles es camarón, cangrejo, jaiba y algunas especies de peces (Barrera *et al.*, 1994; Cisneros-Mata *et al.*, 1995). Sobre la nutrición de este organismo existen pocos trabajos, como el de Rodríguez-Gómez (2003), quien determinó en juveniles de totoaba la composición proximal y contenido de ácidos grasos; la investigación de Solórzano-Salazar (2006) que observó el efecto de los niveles de alimentación sobre el crecimiento y composición química de los organismos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de la sustitución proteica de HCC por harina de pescado en alimento formulado para juveniles de *T. macdonaldi* sobre su crecimiento, sobrevivencia, factor de conversión alimenticia (FCA) y composición química de tejidos, así como sobre el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de materia seca, proteínas (CDAP) y lípidos (CDAL) de estas dietas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Acuícola de la Facultad de Ciencias

Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en Ensenada, Baja California, México (31°51'51.51"N, 116°39'59.39"W). Las HCC utilizadas provinieron de cabezas de camarón deshidratadas al sol directamente (F) y de cabezas de camarón maceradas y deshidratadas con aire caliente a 80°C (M) en un secador de flujo de aire. Las HCC maceradas se obtuvieron macerando las cabezas de camarón (CC) frescas en un molino manual, recuperando y homogenizando la mezcla de todo el material molido directamente en las charolas de deshidratación, para evitar la pérdida de nutrientes por escurrimientos. Una vez deshidratadas las CC frescas y maceradas se molieron con un molino de martillo y tamizaron a 100 µ, la humedad final de las HCC F y M fue de 9,8 y 8,5%, respectivamente.

A partir de estas HCC, se formularon y prepararon cinco dietas isoproteicas (55,5% de proteína cruda, PC), isolipídicas (15% de lípidos totales, LT) e isoenergéticas (4,6 Kcal g⁻¹) utilizando el porcentaje de inclusión de la HCC como variable, en estas dietas se reemplazó el 0% (dieta control; DC), 15% (F15 y M15) y 30% (F30 y M30) de la proteína de la harina de pescado (HP) por la proteína de la HCC (Tabla 1). En la dieta control (DC) se usó exclusivamente harina de pescado como fuente de proteína. El aceite de pescado y el almidón fueron utilizados como fuentes de lípidos y carbohidratos, respectivamente. Para la elaboración de las dietas experimentales todos los ingredientes fueron mezclados en un procesador de alimentos (Hobart, Troy, OH) durante 10 a 15 min, hasta producir una masa homogénea, que se pasó por un extrusor de 5 mm de diámetro para su peletizado. Los pellet se secaron durante 8 h a 65°C en un horno de convección, luego se conservaron en bolsas herméticas de plástico (ziplock ®) a -4°C hasta su uso.

Se utilizaron 225 juveniles de *T. macdonaldi* de 185 días de edad (26,3 ± 4,7 g de peso total y 13,6 ± 1 cm de longitud total) distribuidos aleatoriamente en 15 unidades experimentales (UE) de 65 L (15 org/UE). Todas las UE se mantuvieron con aguas claras en un sistema semicerrado, con filtro biológico integrado con flujo de 1,5 L min⁻¹, y bajo condiciones controladas de fotoperiodo (12:12 h; luz:oscuridad), temperatura (20,5 ± 0,9°C) y agua de mar de 33 de salinidad.

Los diferentes tratamientos se distribuyeron por triplicado en un diseño completamente al azar. Para evitar el efecto por cambio de alimento, antes de iniciar el experimento se acondicionó los peces a las dietas experimentales substituyendo parcialmente la dieta base hasta el 100% de la experimental en un lapso de siete días. Durante 57 días del experimento los organismos fueron alimentados dos veces al día (09:00 y 18:00 h) con el 5% de sus peso vivo para asegurar la

Tabla 1. Ingredientes y composición proximal de las dietas formuladas (g kg⁻¹ de peso seco) utilizadas en la alimentación de juveniles de *Totoaba macdonaldi* por 57 días.

Ingrediente (g kg ⁻¹)	Tratamiento				
	DC	M15	M30	F15	F30
Harina de pescado ^a	648,5	551,2	454,0	551,2	454,0
Harina de soya ^b	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
HCC macerada ^c		132,3	264,5		
HCC fresca ^d				120,6	241,0
Aceite de pescado	49,8	34,7	19,6	40,7	31,6
Celulosa	79,6	61,5	43,3	67,5	55,4
Gelatina	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Almidón	11,0	9,2	7,5	8,9	6,9
Premezcla mineral ^e	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Premezcla de vitaminas ^f	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Benzoato de Na	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Butilhidroxitolueno α -tocoferol	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Composición proximal real (%)					
Proteína cruda (N x 6,25)	55,88 \pm 1,24 ^z	55,64 \pm 0,23 ^z	55,41 \pm 0,02 ^z	55,84 \pm 1,82 ^z	55,82 \pm 0,61 ^z
Lípidos totales	15,24 \pm 0,60 ^z	15,11 \pm 0,66 ^z	15,35 \pm 0,24 ^z	15,60 \pm 0,46 ^z	15,09 \pm 1,04 ^z
Cenizas	13,32 \pm 0,02 ^z	13,41 \pm 0,19 ^z	13,85 \pm 0,06 ^z	13,45 \pm 0,04 ^z	13,65 \pm 0,19 ^z
ELN + fibra cruda ^{g NA}	15,56	15,85	15,39	15,11	15,44
Energía (Kcal g ⁻¹) ^{NA}	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
PD:ED (g Mcal ⁻¹) ^{h NA}	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19

Los superíndices diferentes en cada fila muestran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). ^{NA} No se analizó estadísticamente.

^a Harina de pescado entero (68,9% proteína, 14,1% lípidos, 14,0% cenizas, 5,2 Kcal g⁻¹).

^b Harina de soya (53,5% proteína, 9,0% lípidos, 17,9% cenizas, 4,42 Kcal g⁻¹).

^c Harina de cabeza de camarón macerada deshidratada en secador (50,7% proteína, 21,8% lípidos, 19,0% cenizas, 4,94 Kcal g⁻¹).

^d Harina de cabeza de camarón fresca deshidratada al sol (55,7% proteína, 18,9% lípidos, 17,2% cenizas, 4,97 Kcal g⁻¹).

^e g/kg premezcla mineral: KH₂PO₄, 320; NaH₂PO₄, 250; Ca(H₂PO₄)₂, 200; MgSO₄ · 7H₂O, 150; lactato de calcio, 35; Citrato férrico, 25; NaCl, 10; ZnSO₄ · 7H₂O, 3,53; MnSO₄ · H₂O, 1,62; CuSO₄ · 5H₂O, 0,31; CoCl₂ · 6H₂O, 0,01; sílica cristalina, 17,0.

^f g/kg premezcla de vitaminas: inositol, 256,39; cloruro de colina, 149,78; niacina, 51,28; riboflavina; ácido p -amino benzoico, 25,53; ácido pantoténico, 17,92; β -caroteno, 9,39; menadiona, 6,11; tiamina-HCl, 3,85; piridoxina, 3,06; ácido fólico, 0,96; biotina, 0,39; colecalciferol, 25793 UI; α -tocoferol, 25643 UI; vitamina B₁₂, 5,59 mg.

^g Extracto libre de nitrógeno (ELN) + fibra cruda = 100 - (% proteína cruda + % lípidos totales + % cenizas).

^h Proteína digestible : energía digestible (PD : ED).

saciedad. Las UE se sifonearon 20 min después de la alimentación para eliminar los residuos de alimento y heces.

Los parámetros de crecimiento se calcularon a partir de dos biometrías, se pesaron (g) todos los organismos al inicio y final del bioensayo. Un día antes de las mediciones no se alimentó a los organismos. Para la determinación de la sobrevivencia se registraron diariamente los organismos muertos. El consumo total de alimento (CT) se calculó del día 9 al 28 y del 41 al 49 del bioensayo. Los parámetros se determinaron de acuerdo a: sobrevivencia (%) = 100 - (org.inicio - org.final/org.inicio) * 100; crecimiento (g/pez) = peso final - peso inicial; tasa de crecimiento específico en peso (TCE) = [(ln peso final - ln peso inicial)/días bioensayo] * 100; consumo total de alimento (CT);

g/pez) = (alimento administrado - alimento no consumido)/organismos en UE; factor de conversión alimenticia (FCA) = alimento consumido/incremento en peso; tasa de eficiencia de la proteína (TEP) = incremento en peso/proteína consumida; índice hepatosomático (IHS) = peso del hígado/peso del pez.

Durante los días 32 a 39 y del 51 a 55 del bioensayo se determinó el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA), mediante la recolección de las heces por aspirado (sifón) en el transcurso de los 20 min posteriores a la ingesta de alimento. Las heces fueron pesadas y conservadas a -20°C para su análisis posterior. Las CDA fueron calculadas de acuerdo a Lovell (1998) con las siguientes expresiones: CDA de materia seca (CDAM) = [100 - (cenizas en alimento/cenizas en heces)] * 100; CDA de proteína

(CDAP) = $[100 - ((\text{cenizas en alimento}/\text{cenizas en heces}) * (\text{proteína en heces}/\text{proteína en alimento}))] * 100$; CDA de lípidos (CDAL) = $[100 - ((\text{cenizas en alimento}/\text{cenizas en heces}) * (\text{lípidos en heces}/\text{lípidos en alimento}))] * 100$.

Para conocer la variación de la composición proximal en el hígado, músculo del pez (sin huesos, espinas u otras estructuras) y pez entero (incluye escamas, huesos, espinas y todas sus estructuras) se sacrificaron al inicio del experimento 10 peces y al final 5 por cada UE. Los peces enteros, músculos e hígados disectados fueron pesados y conservados a -20°C para su análisis proximal posterior. El peso seco promedio de las muestras de pez entero, músculo e hígado de cada tratamiento fue obtenido después de liofilizado por 48 h. El contenido de nitrógeno total de las muestras de alimento, heces y peces se calculó siguiendo el método micro-Kjeldhal (AOAC, 1995) aplicando el factor de 6,25 para obtener el porcentaje de proteína cruda. Los lípidos totales se determinaron de acuerdo a Folch *et al.* (1957). Las cenizas totales se obtuvieron incinerando las muestras a 500°C por 8 h. El extracto libre de nitrógeno (ELN), más la fibra cruda fueron calculados por la diferencia entre 100 y la suma de las fracciones correspondientes a la proteína cruda, lípidos totales y cenizas (Jobling, 1994). Las cenizas insolubles en ácido de las heces y las dietas se determinaron según lo descrito por Montaña-Vargas *et al.* (2002), modificado por Tejada (1992).

A los datos generados de sobrevivencia, crecimiento, TCE, CT, FCA, TEP, IHS, CDA, CDAP, CDAL y nutrientes se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para cada caso, previas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, $\alpha = 0,05$) y homocedasticidad (Bartlett, $\alpha = 0,05$). A los datos expresados en porcentaje (sobrevivencia y composición química) se aplicó la transformación del arcoseno de su raíz cuadrada (Zar, 1999). Las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se determinaron por el método de comparaciones múltiples de Tukey ($P < 0,05$). Todas las pruebas se realizaron mediante el software estadístico SigmaStat V3.1 (2004).

RESULTADOS

Los resultados de sobrevivencia, crecimiento, TCE, CT, FCA, TEP y IHS en los juveniles de totoaba, así como los CDAs de las dietas experimentales se presentan en la Tabla 2. La sobrevivencia de los tratamientos con HCC ($99,44 \pm 1,92\%$) fue significativamente ($P < 0,05$) mayor que la del tratamiento control ($88,89 \pm 3,85\%$), sin presentar diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre ellos. El peso ganado y la TCE no presentaron diferencias signifi-

cativas ($P > 0,05$) entre los organismos alimentados con dietas que contenían HCC, no obstante la dieta M30 presentó un mayor crecimiento medio ($19,82 \pm 1,64$ g/pez) y la TCE ($0,99 \pm 0,06$) respecto a los otros tratamientos que contenían HCC. Los organismos alimentados con DC tuvieron un crecimiento significativamente menor ($P < 0,05$; TCE = $0,26 \pm 0,14$) que los organismos alimentados con dietas que contenían HCC.

No existió diferencia estadística ($P > 0,05$) en el CT entre los tratamientos que contenían HCC, pero todos fueron significativamente superiores ($P < 0,05$) al valor de CT en los organismos del tratamiento control. Los peces alimentados con las dietas M15 y M30 tuvieron los FCA significativamente ($P < 0,05$) más eficientes que el resto de las dietas ($1,60 \pm 0,10$ y $1,61 \pm 0,13$, respectivamente), mientras que los valores de la TEP que fueron significativamente ($P < 0,05$) mayores se presentaron en animales alimentados con las dietas M15 ($1,13 \pm 0,07$), M30 ($1,12 \pm 0,09$) y F15 ($0,91 \pm 0,14$). El IHS de los juveniles de totoaba no presentó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos, con un promedio general de $1,29 \pm 0,10$.

El CDA, CDAP y CDAL fueron estadísticamente menores ($P < 0,05$) en los peces alimentados con DC ($44,28 \pm 4,58$; $74,12 \pm 1,95$ y $58,51 \pm 2,79$, respectivamente) que en los alimentados con dietas con HCC. Los valores significativamente ($P < 0,05$) mayores del CDA, CDAP y CDAL los presentaron los organismos alimentados con la dieta M30 ($66,18 \pm 1,28$, $86,51 \pm 0,53$ y $72,29 \pm 1,10$, respectivamente), respecto al resto de las formulaciones.

Los valores iniciales y valores finales por tratamiento de la composición proximal del hígado, músculo del pez (sin huesos, espinas u estructuras) y pez entero (incluye escamas, huesos, espinas y todas sus estructuras) se encuentran en la Tabla 3. La composición proximal inicial del pez entero, músculo del pez e hígado de los juveniles de totoabas fueron significativamente diferentes a su composición final ($P < 0,05$), aumentando el contenido de humedad, cenizas y proteínas y disminuyendo en el valor de lípidos y el ELN+fibra.

La composición proteínica en las totoabas completas no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), mientras que las concentraciones estadísticamente superiores ($P < 0,05$) de cenizas fueron con M15 ($19,69 \pm 0,22\%$) y de lípidos correspondieron a los tratamientos que contenían HCC maceradas en su formulación (M15 con $9,26 \pm 0,47\%$ y M30 con $8,91 \pm 0,85\%$). El porcentaje promedio de proteína cruda presente en el músculo de los juveniles de totoaba fue de $84,49 \pm 1,80\%$, donde las diferencias estadísticas entre los tratamientos se expresaron apenas en pocas unidades porcentuales entre ellos, presentando

Tabla 2. Supervivencia, tasa de crecimiento específica, consumo de alimento, factor de conversión alimenticia y tasa de eficiencia proteica (TEP) de juveniles de *Totoaba macdonaldi* después de 57 días y coeficientes de digestibilidad aparente del alimento, proteína y lípidos de las dietas experimentales.

Parámetro	Dieta				
	DC	M15	M30	F15	F30
Supervivencia (%)	88,89 ± 3,85 ^a	97,78 ± 3,85 ^b	100 ± 0,00 ^b	100 ± 0,00 ^b	100 ± 0,00 ^b
Peso inicial (g pez ⁻¹)	26,50 ± 0,42 ^a	26,25 ± 0,41 ^a	26,20 ± 0,16 ^a	26,18 ± 0,10 ^a	26,26 ± 0,30 ^a
Peso final (g pez ⁻¹)	30,81 ± 2,92 ^a	42,86 ± 2,27 ^b	46,02 ± 1,74 ^b	40,14 ± 2,50 ^b	40,24 ± 3,65 ^b
Crecimiento (g pez ⁻¹)	4,32 ± 2,58 ^a	16,60 ± 1,86 ^b	19,82 ± 1,64 ^b	13,96 ± 2,59 ^b	13,98 ± 3,55 ^b
TCE	0,26 ± 0,14 ^a	0,86 ± 0,06 ^b	0,99 ± 0,06 ^b	0,75 ± 0,12 ^b	0,74 ± 0,16 ^b
CT (g pez ⁻¹)	14,85 ± 2,71 ^a	26,54 ± 2,33 ^b	31,83 ± 1,81 ^b	27,41 ± 0,86 ^b	28,96 ± 3,30 ^b
FCA	4,21 ± 2,10 ^b	1,60 ± 0,10 ^a	1,61 ± 0,13 ^a	2,00 ± 0,32 ^b	2,14 ± 0,38 ^b
TEP	0,50 ± 0,22 ^a	1,13 ± 0,07 ^b	1,12 ± 0,09 ^b	0,91 ± 0,14 ^b	0,86 ± 0,14 ^{ab}
IHS	1,31 ± 0,03 ^a	1,27 ± 0,06 ^a	1,37 ± 0,18 ^a	1,26 ± 0,04 ^a	1,23 ± 0,11 ^a
Digestibilidad (CDA, %)					
CDA	44,28 ± 4,58 ^a	63,75 ± 1,66 ^{bc}	66,18 ± 1,28 ^c	64,90 ± 0,31 ^c	58,48 ± 1,43 ^b
CDAP	74,12 ± 1,95 ^a	84,30 ± 0,69 ^c	86,51 ± 0,53 ^d	83,52 ± 0,54 ^{bc}	83,09 ± 0,56 ^b
CDAL	58,51 ± 2,79 ^a	67,22 ± 1,99 ^b	72,29 ± 1,10 ^c	65,11 ± 0,89 ^b	60,46 ± 1,97 ^a

Tasa de crecimiento específico (TCE): $(\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) / \text{tiempo del experimento} \times 100$.

Consumo total de alimento (CT): alimento total consumido (g) / número de organismos durante 57 días.

Factor de conversión alimenticia (FCA): alimento consumido (g) / incremento de peso húmedo.

Tasa de eficiencia de proteína (TEP): incremento en peso húmedo (g) / proteína consumida (g).

Coefficiente de digestibilidad aparente (CDA): $100 - (\text{g de cenizas en la dieta} / \text{g de cenizas en las heces}) \times 100$.

CDA de la proteína (CDAP): $100 - [(\text{cenizas en la dieta} / \text{cenizas en las heces}) \times (\text{proteína en las heces} / \text{proteína en la dieta})] \times 100$.

CDA de los lípidos (CDAL): $100 - [(\text{cenizas en la dieta} / \text{cenizas en las heces}) \times (\text{lípidos en las heces} / \text{lípidos en la dieta})] \times 100$.

Los datos son en base a los grupos de dietas por triplicado; Los superíndices diferentes de las medias (\pm D.E.) por renglón muestran diferencias significativas ($P < 0,05$).

el valor más alto ($P < 0,05$) el tratamiento DC ($86,63 \pm 0,14\%$). Los valores significativamente ($P < 0,05$) mayores en cenizas en el músculo lo presentaron aquellos alimentados con HCC, mientras que las concentraciones lipídicas mayores ($P < 0,05$) fueron en los juveniles alimentados con las dietas M15 ($4,95 \pm 0,41\%$), M30 ($4,97 \pm 0,83\%$) y F15 ($4,69 \pm 0,37\%$). Para el caso del hígado de los organismos bajo los diferentes tratamientos, la mayor concentración de la proteína cruda se determinó en los peces alimentados con las dietas M15 ($59,48 \pm 0,52\%$) y DC ($59,49 \pm 0,52\%$), en tanto los porcentajes significativamente ($P < 0,05$) mayores de cenizas correspondieron a los peces alimentados con M15 ($5,88 \pm 0,02\%$), M30 ($5,81 \pm 0,10\%$) y F30 ($5,93 \pm 0,01\%$). El contenido lipídico promedio del hígado de estos peces fue de $17,98 \pm 1,37\%$, sin diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

DISCUSIÓN

La supervivencia en los juveniles de totoaba se presentó en menor medida en los organismos alimentados con DC, con este tratamiento los ejemplares fueron más pequeños y delgados respecto a los peces de los

tratamientos que incluían HCC, lo cual coincide con lo mencionado por Storebakken & Austreng (1987), que mencionan que en *Salmo salar* los grupos de organismos más pequeños, producto de un bajo consumo de alimento y baja ganancia de peso, presentaron una mayor mortalidad.

La causa de la variación del CT entre la DC y las dietas con HCC (M15, M30, F15 y F30) se explicaría por la preferencia alimenticia y la ingesta, que en los organismos acuáticos constituye un proceso selectivo gobernado por un mecanismo complejo de interacción producida entre la composición química del alimento y la quimiosensibilidad del espécimen a ciertos componentes del alimento (Ramos *et al.*, 2001), siendo que la quimiosensibilidad es un importante mecanismo en la regulación de la búsqueda de alimento (Harpaz *et al.*, 1987), que minimiza el tiempo de búsqueda y maximiza la proporción neta de energía o nutrientes ingeridos (Mendoza *et al.*, 1996). Por lo cual, posible-mente los alimentos que contienen HCC presentan un mayor CT al considerar que parte de la alimentación de los juveniles de totoaba en su ambiente natural comprende al camarón, cangrejo y jaiba (Ruíz, 1980; Barrera *et al.*, 1994; Cisneros-Mata *et al.*, 1995). En experimentos de laboratorio, se ha señalado que la incor-

Tabla 3. Composición proximal del hígado, músculo del pez (sin huesos, espinas u otras estructuras) y pez entero (incluye escamas, huesos, espinas y todas sus estructuras) de juveniles de *Totoaba macdonaldi* alimentados con dietas experimentales durante 57 días.

Composición proximal (%)	Inicial	Dieta				
		DC	M15	M30	F15	F30
Hígado						
Humedad ^{NA}	68,09	78,72	78,37	77,25	76,76	77,35
Cenizas	2,93 ± 0,07 ^a	5,63 ± 0,22 ^{bc}	5,88 ± 0,02 ^c	5,81 ± 0,10 ^c	5,26 ± 0,08 ^b	5,93 ± 0,01 ^c
Proteína	31,98 ± 0,68 ^a	59,49 ± 0,52 ^c	59,48 ± 0,52 ^c	55,28 ± 0,64 ^b	54,75 ± 0,61 ^b	53,05 ± 0,94 ^b
Lípidos	35,82 ± 0,46 ^b	17,04 ± 0,59 ^a	16,95 ± 0,00 ^a	19,44 ± 0,01 ^a	19,51 ± 2,46 ^a	16,94 ± 0,07 ^a
ELN+Fibra ^{NA}	29,27	17,84	17,68	19,47	20,48	24,08
Músculo del pez						
Humedad ^{NA}	70,25	79,82	79,76	79,27	79,52	79,40
Cenizas	4,28 ± 0,1 ^a	5,26 ± 0,20 ^b	6,61 ± 0,03 ^c	6,20 ± 0,08 ^c	6,57 ± 0,33 ^c	6,44 ± 0,17 ^c
Proteína	74,70 ± 0,60 ^a	86,63 ± 0,14 ^c	83,66 ± 0,87 ^{bc}	82,01 ± 0,20 ^b	85,74 ± 0,31 ^{de}	84,43 ± 0,33 ^{cd}
Lípidos	5,39 ± 0,71 ^{bc}	3,68 ± 0,39 ^a	4,95 ± 0,41 ^{ab}	4,97 ± 0,83 ^{ab}	4,69 ± 0,37 ^{ab}	3,54 ± 0,08 ^a
ELN+Fibra ^{NA}	15,63	4,43	4,78	6,82	3,00	5,60
Pez entero						
Humedad ^{NA}	73,85	75,42	77,57	77,33	78,23	77,43
Cenizas	16,41 ± 0,28 ^a	18,16 ± 0,04 ^b	19,69 ± 0,22 ^c	17,85 ± 0,13 ^b	18,07 ± 0,09 ^b	18,50 ± 0,36 ^b
Proteína	65,28 ± 0,31 ^a	69,25 ± 0,49 ^b	68,30 ± 0,14 ^b	68,72 ± 0,70 ^b	67,86 ± 0,77 ^b	68,31 ± 0,50 ^b
Lípidos	10,25 ± 0,16 ^c	8,07 ± 0,00 ^{ab}	9,26 ± 0,47 ^{bc}	8,91 ± 0,85 ^{bc}	7,17 ± 0,13 ^a	8,56 ± 0,00 ^b
ELN+Fibra ^{NA}	8,06	4,52	2,74	4,52	6,91	4,63

Los datos son en base a los grupos de dietas por triplicado. Los superíndices diferentes de las medias (\pm D.E.) por renglón muestran diferencias significativas ($P < 0,05$). ^{NA} No se analizó estadísticamente.

poración de harina de crustáceos en dietas mejora la atractabilidad debido a los quimioattractantes que contienen (Campabadal & Celis, 1996), como lo mencionan Torres-Cobian (2005) y Olsen *et al.* (2006) en *Atractoscion nobilis* y *S. salar* respectivamente, donde los quimioattractantes mejoraron el consumo y favorecieron el crecimiento. En juveniles de *Totoaba macdonaldi* se ha reportado que niveles altos de lípidos (~18%) disminuyen el consumo de alimento, lo cual se refleja en una disminución de la TCE sin afectar su TEP (Rueda-López *et al.*, 2011), lo cual pudo haber pasado con el tratamiento DC en la presente investigación, unido a la falta de algún quimioattractante dentro de su formulación.

El mayor crecimiento en peso y TCE se dio en los peces alimentados con dietas que contenían HCC, en particular con la dieta M30, posiblemente por su mayor consumo y mayor eficiencia alimenticia (mejores valores de FCA, TEP, CDA, CDAP y CDAL). El mayor consumo puede ser a causa del aumento de la palatabilidad de las dietas con HCC, esto al ser el camarón un componente básico en las dietas naturales de las totoabas juveniles. Mientras que, la mejor eficiencia de la dieta M30 se explicaría a causa del macerado de las cabezas de camarón, con lo que posiblemente se promovió la liberación de las enzimas

digestivas del hepatopáncreas que favorecieron la predigestión de moléculas con valor nutritivo (Cruz, 1996; Eun-Sil *et al.*, 2000; Figueiredo *et al.*, 2001; Gamboa-Delgado *et al.*, 2003), dejándolas más asimilables para los peces. Brett & Groves (1979) mencionan que entre los factores del alimento que inciden en el mejoramiento de los parámetros productivos se ha reportado el valor biológico del alimento. Además, varios investigadores en diversos estudios de peces marinos sostienen que al aumentar el consumo de alimento de los organismos se aumenta la TCE (Cui & Wootton, 1988; Xiao-Jun & Ruyung, 1992; Torres-Cobian, 2005).

Solórzano-Salazar (2006) coincide con la presente investigación al reportar que en juveniles de totoaba observó un mayor crecimiento y TCE ante un mayor consumo de alimento por los organismos. Los mejores resultados con M15 y M30 en el FCA se explican por la relación existente entre los valores del consumo de alimento y el incremento en peso de los peces. Resultados similares se obtuvo en estudios de juveniles de *Labeo rohita* y de *Sparus aurata*, donde el FCA bajo correspondió al crecimiento mayor (Satpathy *et al.*, 2003; Lupatsch *et al.*, 2001). Sin embargo, Minjarez-Osorio *et al.* (2012) encontraron en dietas para juveniles de totoaba, que contenían de 47 a 55% de PC,

mejores ganancias de peso (2,1-2,3 g/pez/día) y TCE (1,7-1,8) con un FCA (2,2-2,3) mayor al reportado en la presente investigación.

El tamaño del hígado está asociado con la cantidad de nutrientes en el alimento y el balance entre ellos (Storebakken & Austreng, 1987), reportándose que un IHS entre 1,8 y 2,8 representa hígados sanos (Craig *et al.*, 1999). En este trabajo el IHS se encontró bajo estos valores, aunque los organismos se encontraron saludables, pudiendo deberse a que no hubo acumulación de lípidos en los peces, pero si un mayor crecimiento y desarrollo, considerándolos como organismos magros.

Con la dieta M30 se presentaron valores de CDA, CDAP y CDAL mayores, posiblemente debido a que el consumo de alimento fue mayor y se tuvo un adecuado paso a través del sistema digestivo del pez permitiendo una mejor asimilación de los nutrientes, así mismo, por la predisposición de la HCC macerada para su asimilación, manifestándose en los mayores crecimientos, FCA y TEP. Resultados opuestos se han reportado en *Salmo trutta* y *A. nobilis*, donde a mayor consumo disminuye la digestibilidad del alimento (Jobling, 1994; Torres-Cobián, 2005), debido posiblemente a que en estos organismos entre mayor es la cantidad de alimento consumido los movimientos peristálticos aumentan y por lo tanto, inducen un aumento del paso del alimento a través el intestino (NRC, 1993). De Silva *et al.* (1995) consideran que la digestibilidad de los ingredientes que componen una dieta son los principales factores que afectan el crecimiento en los peces, por lo cual los CDA pueden indicar la calidad de los ingredientes de las dietas experimentales (Torres-Cobián, 2005). Con ello se puede inferir, mediante los valores obtenidos por M30, que la HCC macerada es un ingrediente altamente recomendado como complemento proteico en las dietas de peces marinos.

El incremento en los niveles de proteína, humedad y cenizas en el hígado, músculo y pez entero en el transcurso del tiempo, se pueden deber al crecimiento de las estructuras de los organismos (músculo, espinas, otros tejidos), mientras que la aparente disminución de lípidos y ELN+fibra se podría relacionar con una baja acumulación de energía debido a la etapa de crecimiento de las totoabas. Lovell (1998) menciona que los niveles de proteína y energía de las dietas ayudan al crecimiento y composición del cuerpo del pez, mientras que McGoogan & Gatlin (1999) afirman que con altos niveles de proteína de calidad, generalmente el resultado es un rápido crecimiento, especialmente en peces carnívoros. Así mismo, se menciona que los niveles de cenizas y proteínas en los organismos son determinados por el tamaño de los peces (Shearer, 1994), y estos tienden a acumular

mayores cantidades de grasa conforme crecen, de manera que el porcentaje de lípidos del cuerpo usualmente es mayor en peces grandes que en peces pequeños de crecimiento rápido (Jobling, 1994).

Aspectos nutricionales y la composición proximal de la totoaba, señalada por Rodríguez (2003), López *et al.* (2006) y Solórzano-Salazar (2006), mencionan niveles muy similares a los encontrados en el presente estudio para los niveles de nutrientes de las diferentes partes de estos peces. De igual manera, los resultados obtenidos en el presente estudio sobre los niveles proximales concuerdan con los obtenidos en especies silvestres de la familia Sciaenidae como en *C. nobilis*, *C. nothus* (Castro-González *et al.*, 1998) y *S. aurata* (Grigorakis *et al.*, 2003).

Por todo lo anterior, se puede concluir que la sustitución proteica de harina de pescado por HCC para juveniles de totoabas es factible y mejora los parámetros productivos (crecimiento, TCE, CT, TCA y TEP) y los CDAs (CDA, CDAP y CDAL), obteniéndose mejores resultados con la inclusión de HCC macerada y niveles de sustitución de 30%. Es necesario realizar más investigaciones que contribuyan a la determinación más exacta de los niveles de sustitución proteica de estas harinas de subproductos por las harinas de pescado, las etapas de los peces donde podrían utilizarse más eficientemente, así como cuestiones biotecnológicas de estas harinas para hacerlas recomendables bio-económicamente para ésta u otras especies de peces carnívoros de importancia acuícola.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de la granja camaronícola acuícola Vizsomar por el importante e invaluable apoyo brindado a la presente investigación durante el trabajo de campo, y a todas las personas involucradas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, que participaron en este proyecto.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. Washington DC., 1018 pp.
- Barrera, G.J.C., R.M. Román & G.H. Licón. 1994. Desarrollo de la biotecnología para el cultivo de la Totoaba. Secretaría de Pesca, Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesqueros, Dirección General de Acuicultura, México, 90 pp.

- Brett, J.R. & T.D.D. Groves. 1979. Physiological energetic. In: W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (eds.). Fish physiology. Vol. 8 Bioenergetics and growth. Academic Press, London, pp. 280-352.
- Campabadal, C. & A. Celis. 1996. Factores que afectan la calidad de los alimentos acuícolas. In: L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie & R. Mendoza-Alfaro (eds.). Avances en nutrición acuícola III. Monterrey, Nuevo León, pp. 523-540.
- Castro-González, M.A., J.L. Silencio-Barrita, M.E. Juárez-Silva, S. Montaña-Benavides & R.F. Pérez-Gil. 1998. Composición química de la fauna acompañante del camarón de Veracruz (Golfo de México). Rev. Biol. Trop., 46(2): 249-256.
- Cira, L.A., S. Huerta & K. Shirai. 2002. Fermentación láctica de cabezas de camarón (*Penaeus* sp.) en un reactor de fermentación sólida. Rev. Mex. Ing. Quim., 1(1-2): 45-48.
- Cisneros-Mata, M., G. Montemayor-López & R. Román-Rodríguez. 1995. Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi*. Conserv. Biol., 9(4): 806-814.
- Civera, R., E. Goytortúa, S. Rocha, H. Nolasco, F. Vega-Villasante, E. Balart, E. Amador, G. Ponce, G. Colado, J. Lucero, C. Rodríguez, J. Solano, A. Flores-Tom, J. Monroy & G. Coral. 2000. Uso de la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* en la nutrición de organismos acuáticos. In: R. Civera-Cerecedo, C.J. Pérez-Estrada, D. Ricque-Marie & L.E. Cruz-Suárez (eds.). Avances en nutrición acuícola IV. La Paz, B.C.S., pp. 349-365.
- Craig, S.R., B.S. Washburn & D.M. Gatlin III. 1999. Effects of dietary lipids on body composition and liver function in juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Fish Physiol. Biochem., 21(3): 249-255.
- Cruz, S.L.E. 1996. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. In: L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie & R. Mendoza-Alfaro (eds.). Avances en nutrición acuícola III. Monterrey, Nuevo León, pp. 207-232.
- Cui, Y. & R.J. Wootton. 1988. Bioenergetics of growth of cyprinid, *Phoxinus phoxinus* (L.): the effect of ration and temperature on growth rate efficiency. J. Fish Biol., 33(5): 763-773.
- De Silva, S.S. 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, 319 pp.
- Eun-Sil, O., K. Doo-Sang, K. Jae-Ho & K. Hyeung-Rak. 2000. Enzymatic properties of a protease from the hepatopancreas of shrimp, *Penaeus orientalis*. J. Food Biochem., 24: 251-264.
- Figueiredo, M.S.R.B., J.A. Kricker & A.J. Anderson. 2001. Digestive enzyme activities in the alimentary tract of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). J. Crustacean Biol., 21(2): 335-344.
- Folch, J., M. Lees & G.H.S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226: 497-509.
- Fox, C.J., P. Blow, J.H. Brown & I. Watson. 1994. The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of shrimp head meals and their utilization by juvenile *Penaeus monodon* Fab. Aquaculture, 122: 209-226.
- Fraga-Castro, I. & B. Jaime-Ceballos. 2011. Efecto de ensilados de pescado hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. Redvet, 12(11): 1-15.
- Gamboa-Delgado, J., C. Molina-Poveda & C. Cahu. 2003. Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boon, 1931) as a function of body weight. Aquacult. Res., 34: 1402-1411.
- Grigorakis, K., K.D.A. Taylor & M.N. Alexis. 2003. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and culture gilthead seabream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. Aquaculture, 225: 109-119.
- Hardy, R.W. 2006. Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative protein meals for aquaculture. In: R. Civera-Cerecedo, C.J. Pérez-Estrada, L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M.G. Nieto-López, M. Tapia-Salazar, D. Real-Cavazos, A.C. Puello-Cruz & A. García-Ortega (eds.). Avances en nutrición acuícola VIII. Mazatlán, Sinaloa, pp. 410-419.
- Harpaz, S., D. Kahan, R. Galun & I. Moore. 1987. Responses of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, to chemical attractants. J. Chem. Ecol., 13(9): 1957-1965.
- Hertrampf, J.W. & F. Piedad-Pascual. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academia Publishers, Netherlands, pp. 365-371.
- Honorato, G.C., E.L. Olveira, L.S. de S. Alsina & M.M.A. Magalhaes. 2006. Estudio del proceso cinético del secado de cefalotórax de camarón. Inf. Tecnol., 16(4): 3-10.
- Jobling, M. 1994. Fish bioenergetics. Chapman and Hall, London, 309 pp.
- López, L.M., E. Durazo, A. Rodríguez-Gómez, C.D. True & M.T. Viana. 2006. Composición proximal y perfil de ácidos grasos de juveniles silvestres y cultivados de *Totoaba macdonaldi*. Cienc. Mar., 32(2): 303-309.
- Lovell, R.T. 1998. Nutrition and feeding of fish. Kluwer Academic Publishers, New York, 267 pp.
- Lupatsch, G., W.M. Kissil, D. Salan & E. Pfeffer. 2001. Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in

- gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquacult. Nutr.*, 7(2): 71-80.
- McGoogan, B.B. & D.M. Gatlin III. 1999. Dietary manipulations effecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops acellatus*. I. Effects of dietary protein and energy levels. *Aquaculture*, 178: 333-348.
- Mendoza, R., J. Montemayor, J. Verde & C. Aguilera. 1996. Quimioatracción en crustáceos: papel de moléculas homólogas. In: L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie & R. Mendoza-Alfaro (eds.). *Avances en nutrición Acuícola III*. Monterrey, Nuevo León, pp. 365-401.
- Minjarez-Osorio, C., M.L. González-Félix & M. Pérez-Velázquez. 2012. Biological performance of *Totoaba macdonaldi* in response to dietary protein level. *Aquaculture*, 362-363: 50-54.
- Montaño-Vargas, J., A. Shimada, C. Vásquez & M.T. Viana. 2002. Methods of measuring feed digestibility in green abalone (*Haliotis fulgens*). *Aquaculture*, 213: 339-346.
- National Research Council (NRC). 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington D.C., 114 pp.
- Olsen, R.E., J. Suontama, E. Langmyhr, H. Mundheim, E. Ringo, W. Melle, M.K. Malde & G.I. Hmre. 2006. The replacement of fish meal with Antarctic krill, *Euphausia superba* in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquacult. Nutr.*, 12: 280-290.
- Ramos, D.R., V.I. Miranda & S.C. Molina. 2001. Consumo y digestibilidad aparente de tres ingredientes marinos locales incorporados en dietas prácticas para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931). *Estud. Oceanol.*, 20: 43-50.
- Rodríguez-Gómez, M.A. 2003. Composición proximal y contenido de ácidos grasos en juveniles de *Totoaba macdonaldi* del alto golfo de California. Tesis de Licenciatura Oceanología, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, 39 pp.
- Rueda-López, S., J.P. Lazo, G. Correa-Reyes & M.T. Viana. 2011. Effect of dietary protein and energy levels on growth, survival and body composition of juvenile *Totoaba macdonaldi*. *Aquaculture*, 319(3): 385-390.
- Ruiz, D.M. 1980. Recursos pesqueros de las costas de México. Editorial Limusa, México, pp. 201-204.
- Satpathy, B.B., D. Mukherjee & A.K. Ray. 2003. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aquacult. Nutr.*, 9(1): 17-24.
- Shearer, K.D. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119: 63-88.
- Shoemaker, R. & N. Richards-Rajadurai. 1991. Shrimp waste utilization. *Infotech Technical Handbook*, Kuala Lumpur, 4:20 pp.
- SigmaStat. 2004. SigmaStat, advisory statistics for scientists V3.1. Systat software.
- Solórzano-Salazar, Y. 2006. Efecto de niveles de alimentación sobre el crecimiento y composición química de juveniles de *Totoaba macdonaldi*. Tesis de Licenciatura Oceanología, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, 44 pp.
- Storebakken, T. & E. Austreng. 1987. Ration level for salmonids: growth, survival, body composition and feed conversion in Atlantic salmon fry and fingerlings. *Aquaculture*, 60: 189-206.
- Tacon, A.G.J., M.R. Hasan & R.P. Subasinghe. 2006. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications. *FAO Fish. Circ.*, N°1018: 114 pp.
- Tejada, I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Secretaría de Educación Pública, México D.F., 397 pp.
- Torres-Cobián, A.L. 2005. Respuesta de juveniles de curvina blanca *Atractoscion nobilis* a diferentes concentraciones de lípidos en la dieta. Tesis de Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, 70 pp.
- Xiao-Jun, X. & S. Ruyung. 1992. The bioenergetics of the southern catfish (*Silurus meridionalis* Chen): growth rate as a function of ration level and temperature. *J. Fish Biol.*, 40: 719-730.
- Zar, J.H. 1999. *Bioestadistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall, 930 pp.

Received: 25 January 2014; Accepted: 11 December 2014