

Crecimiento, aprovechamiento nutritivo y rendimiento de la canal del bagre yaque, *Leiarius marmoratus* (Gill 1870) en jaulas flotantes

José Abraham Mora Sánchez¹, Francis Moyetones² y Miguel Jover Cerda³

¹ Estación de Piscicultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Barquisimeto (Venezuela)

e-mail: jmora@ucla.edu.ve

² Personal Contratado para el Proyecto CIAG-052-AG-2002, financiado por el Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico (CDCHT), Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Barquisimeto (Venezuela)

³ Grupo de Acuicultura y Biodiversidad. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (España)

Camino de Vera 14, 46071 Valencia (España)

Resumen

Se estudió el crecimiento, aprovechamiento nutritivo y rendimiento de la canal del bagre yaque (*Leiarius marmoratus*, Gill 1870) alimentado durante 287 días con tres dietas con diferente contenido en proteína, 28, 32 and 36% PB. Los juveniles, con un peso inicial de 35 g fueron mantenidos en jaulas flotantes de 2 x 2 x 2 m³ en un lago artificial para riego agrícola y fueron alimentados a saciedad dos veces al día. Los resultados mostraron que el crecimiento fue similar para todos los peces, alcanzando pesos medios de 1300, 1327 y 1222 g respectivamente para las dietas 28, 32 y 36 % PB. Las hembras presentaron un mayor peso final (1805 g) que los machos (873 g). El índice de conversión fue mejor para la dieta 28, 1,92, frente a 2,23 y 2,27 de las dietas 32 y 36% PB, e igualmente el índice de conversión económico, fue mejor para el nivel proteico 28%, de 1,71 €/kg pez, frente a 2,26 y 2,54. El análisis económico de los resultados mostró un mayor beneficio y productividad económica para el pienso con 28% de proteína, por lo que se puede concluir que es el nivel proteico óptimo.

Palabras clave: bagre yaque, crecimiento, jaula, canal

Summary: Growth, nutritional use and dressing percentage of red tail catfish (*Leiarius marmoratus*) grown in floating cages

We studied the growth, nutritional use and dressing percentage of the redtailed catfish (*Leiarius marmoratus*, Gill 1870) fed for 287 days using three diets with different protein content, 28, 32 and 36% CP. The juveniles, with an initial weight of 35 g were kept in floating cages 2 x 2 x 2 m³ in an artificial lake for agricultural irrigation and were fed to satiation twice a day. The results showed that growth was similar for all the fish, obtaining an average weight of 1300, 1327 and 1222 g respectively for diets with 28, 32 and 36 % CP. The females had a higher final weight (1805 g) than the males (873 g). The conversion index was better for diet 28 (1,92), compared to 2,23 and 2,27 for diets with 32 and 36% PB, and a more economical conversion index with 28% protein, (1,71 €/kg fish), compared to 2,26 y 2,54. The economic analysis of the results showed more benefits and economic productivity for feed with 28% protein, so we can conclude that it has the optimum protein level.

Key words: red tailed catfish, growth, cage, carcass

Introducción

El bagre yaque, también conocido como bagre negro (*Leiarius marmoratus*) (Figura 1) se distribuye en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, presentando en esta última, específicamente en el sector medio del río Portuguesa (Estado Portuguesa, Venezuela), un comportamiento reproductivo caracterizado por desoves totales y

estacionales concentrados durante la época de inundación, mayo a junio (Castillo, 2001). En cuanto a sus hábitos alimentarios, el bagre yaque es predominantemente carnívoro, pero en su contenido estomacal se han identificado detritos, hojas de pasto y semillas (Ramírez y Ajiaco, 1997).

Figura 1. Aspecto del bagre ya que o “bagre negro”.



Respecto a su producción bajo prácticas acuícolas, su estado de desarrollo es incipiente, los primeros ensayos exitosos de la reproducción inducida se realizaron en Venezuela (Kossowski, 1986) y desde entonces se ha practicado para la obtención de híbridos con otros bagres (Kossowski, 1992 a,b; 1994) y más recientemente se ha orientado a la masificación de la producción de alevines. En este sentido, se ha logrado consolidar los primeros ejemplares adultos reproductores en 1997 y desde el año 2000 se ha sistematizado el levantamiento de reproductores (F1 y F2) obtenidos y mantenidos en confinamiento desde sus las fases tempranas de vidas.

A nivel de sistemas de producción no existe información sobre el rendimiento de la especie, sin embargo, para su híbrido con bagre rayado, *Pseudoplatystoma fasciatum* (♀) por *L. marmoratus*, se han realizado algunos ensayos en estanques de tierra (Kossowski, 1996).

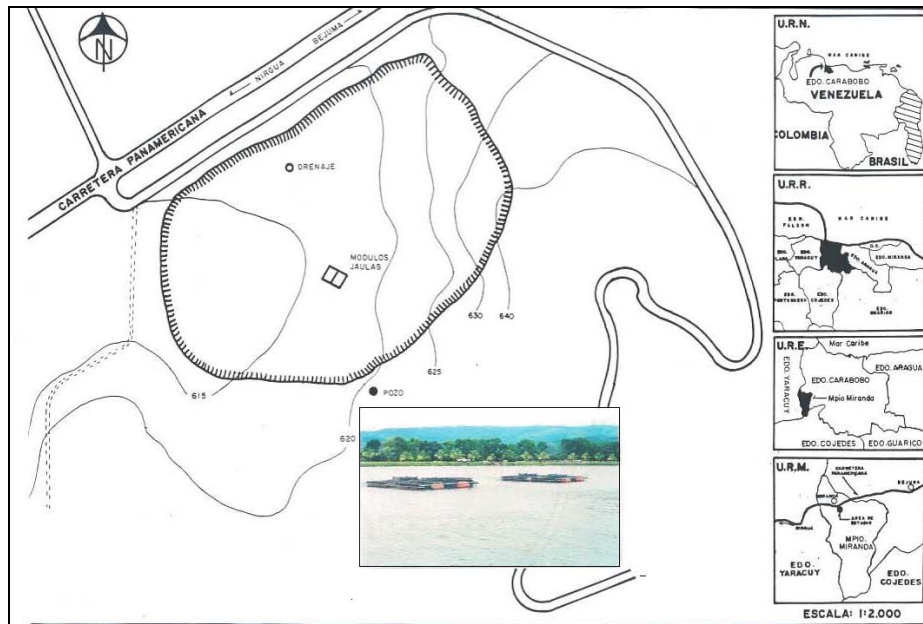
Existen muchos trabajos sobre los óptimos niveles proteicos de bagres o peces gato (Li y Lowell, 1992 a,b; Wilson y Moreau, 1996; Robinson y Li, 1997, 1999; Cho y Lowell, 2000; Robinson y cols., 2002, 2004; Li y cols., 2003, 2006; Matter y cols., 2004), pero la información sobre las necesidades nutritivas del bagre yaque es nula, por lo que se planteó el presente ensayo, para estudiar su crecimiento con diferentes niveles de proteína.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en un reservorio de agua de riego de 7 ha de la empresa Agrícola Las Clavellinas (Municipio Miranda, Estado Carabobo, Venezuela, Figura 2), que se surte de agua a través de dos pozos profundos que mantienen una profundidad mínima de 4,5-6,0 m.

En el ciclo anual de temperatura, se reconoció un período “caliente” (8 meses), entre 27,5 y 28,2°C, con ocurrencia desde Abril hasta Noviembre, seguido por un período “frío” (4 meses) con temperaturas entre 26,5 y 25,7 °C. El pH fluctuó entre valores de 7,5 a 8,7. Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), registradas a las 8,30 de la mañana y a 1,0 m de profundidad, presentaron valores mensuales superiores a 5,0 mg OD/L.

Figura 2. Ubicación político - territorial del área de estudio, y localización de las jaulas flotantes en el reservorio, Miranda, Estado Carabobo (Venezuela).



A mediados de agosto de 2002, 135 alevines de 35 g y 11 cm fueron trasladados a la zona de la laguna y distribuidos en las jaulas flotantes de 2 x 2 x 2 m y capacidad útil de 7 m³ (Figura 3). En cada tratamiento se dispuso de tres jaulas flotantes (réplicas) a razón de 15 peces/jaula (2 peces/m³).

Figura 3. Jaulas experimentales



El estudio planteó la utilización de dos piensos comerciales extrusionados, uno de 26 y otra de 36% de proteína bruta con 6,3 y 5,8% de grasa bruta, respectivamente (Tabla 1), que fueron suministrados a tres grupos de peces bajo tres esquemas de alimentación. Un primer grupo recibió el pienso con 26% PB, otro una mezcla al 50% de ambos piensos 26% y 36% PB, y el tercero el pienso con 36% PB.

Los dos piensos fueron fabricados por una empresa local con proporciones de inclusión variable de los mismos ingredientes, e incluyeron harina de soja, harina de pescado, harina de carne y hueso, maíz amarillo, subproductos de trigo y cascarilla de arroz. La alimentación se realizó a saciedad aparente, dos veces al día, una porción en la mañana (9,3-10 h) y otra en la tarde (15,3-16,0 h). En el caso del tratamiento 28/36, las raciones se aplicaron por separado, en la mañana la ración 26% PB y en la tarde la de 36% PB.

Tabla 1. Composición nutritiva de piensos comerciales

Pienso	28	36
Materia seca	91,38	90,40
Proteína bruta (% ms)	30,29	37,84
Grasa bruta (% ms)	6,34	5,80
Fibra bruta (% ms)	5,63	3,42
Cenizas (% ms)	8,17	8,54
M.E.L.N. (% ms)	49,57	44,4
Energía bruta (MJ/kg)	16,82	17,91
Precio pienso (€/kg)	0,91	1,12

El muestreo en los peces, para la determinación del peso individual se realizó mensualmente sobre la totalidad de los peces confinados en cada jaula, mediante una balanza electrónica portátil Ohaus LS-5000 (Suiza) con capacidad de 5 kg y precisión de 1 g. A partir de estos datos se calcularon los promedios mensuales (\pm desviación estándar) por tratamiento.

La Tasa de Crecimiento Instantáneo (TCI) se determinó entre cada dos muestreos y al final del ensayo, según la expresión:

$$TCI = 100 * (\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / \text{tiempo}$$

La Tasa de alimentación diaria (TAD) se determinó entre dos muestreos consecutivos según la expresión:

$$TAD = 100 * \text{Alimento ofrecido (kg)} / \text{biomasa media} / \text{tiempo}$$

El Índice de Conversión del Alimento (ICA) se calculó como:

$$IC = \text{Alimento ofrecido (kg)} / \text{incremento biomasa (kg)}$$

Por último, el Coeficiente de eficiencia proteica (CEP) se obtuvo, por la relación:

$$CEP = \text{incremento de biomasa (kg)} / \text{proteína ofrecida (kg)}$$

En cada jaula se contabilizó la totalidad de peces, y determinó la supervivencia. Además, se realizó la determinación de sexo mediante el reconocimiento de la papila genital en forma ovalada y deprimida (hembras), o la presencia de una estructura prolongada y en forma de cono (machos).

Para estudiar el rendimiento de la canal, los peces fueron pescados 15 días después del último muestreo, retirando de cada jaula diez ejemplares (cinco hembras y cinco machos) que fueron sacrificados, e individualmente se registraron los pesos correspondientes a cabeza, vísceras, branquias, hígado, gónadas, grasa abdominal, y cola. Además, de cada ejemplar fueron retirados sus filetes, y de ellos se removió las faldas y la piel. Los registros fueron expresados en valor porcentual.

A partir de los registros se calculó el Índice Viscerosomático ($IVS = 100 * \text{peso vísceras} / \text{peso vivo}$), Índice Hepatosomático ($IHS = 100 * \text{peso hígado} / \text{peso vivo}$) e Índice Gonadosomático ($IGS = 100 * \text{peso gónadas} / \text{peso vivo}$).

Para los análisis de composición corporal (AOAC, 1990) del pez completo, de cada réplica fueron seleccionados entre los ejemplares sacrificados tres peces por cada sexo, y luego homogenizados por sexo (molido), empacados en bolsas plásticas y guardados bajo congelación a -30 °C. En forma análoga, para el análisis proximal en filetes se

realizó igual procedimiento con los restantes ejemplares sacrificados. Para la determinación de la materia seca, se retiraron previamente porciones de las muestras de pez completo y de filetes antes de su congelación, y se secaron en estufa a 105 °C hasta peso constante. La proteína bruta (N x 6.25) se determinó mediante el método Kjeldahl tras una digestión ácida. La grasa bruta se analizó mediante el método de Soxhlet con extracción mediante éter. Las cenizas se determinaron mediante incineración a 550 °C hasta peso constante.

En cada tratamiento se determinaron diversos indicadores económicos, en función del precio del pienso consumido y el precio del pescado en el mercado local (6,64 €/kg - 22 Bolívares Fuertes/kg):

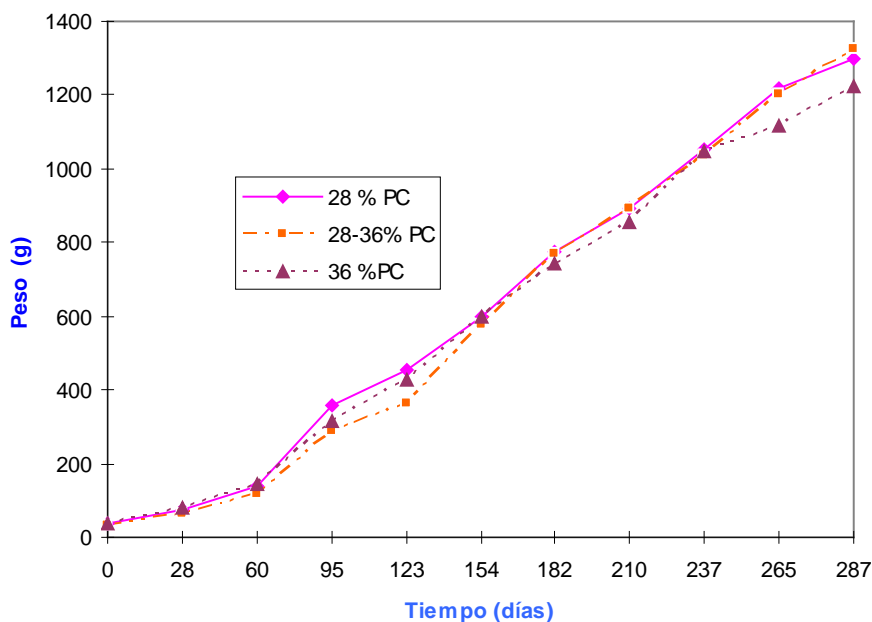
- Índice de Conversión Económico = Precio del pienso * Índice Conversión Alimento
- Beneficio = Valor de la producción – Coste del pienso
- Productividad = Beneficio / Coste del pienso
- Índice de Beneficio Económico (Martínez et al., 2007) = Peso final * Precio Venta – Incremento de Peso * Índice Conversión Económico.

Los promedios mensuales de peso (P), tasa de crecimiento instantáneo (TCI), tasa de alimentación diaria (TAD), indicadores de rendimiento de la canal (valores porcentuales peso vivo, peso eviscerado, cabeza, vísceras, cola, faldas, piel y filetes), los parámetros corporales (factor K, IVS, IHS e IGS) e indicadores económicos fueron comparados mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) en función del nivel de proteína dietaria, para un nivel de significación de $p < 0,05$ utilizando el paquete estadístico Statgraphics.

Resultados

En la Figura 4 se presenta la evolución del peso medio de los peces a lo largo de los 287 días del ensayo, que fue similar para las tres dietas ensayadas, alcanzándose un peso medio superior a 1200 gramos en todos los casos. Durante los últimos muestreos, el crecimiento de los bagres alimentados con un 36% fue ligeramente menor.

Figura 4. Evolución de los pesos medios de bagre yaque, *L. marmoratus*, alimentados con piensos comerciales de diferentes niveles proteicos.



En la Tabla 2 se presentan los resultados globales de crecimiento y aprovechamiento nutritivo de las tres dietas ensayadas. No aparecen diferencias significativas en el peso final y tasa de crecimiento (TCI) de los peces alimentados con los diferentes niveles de proteína, aunque los valores del pienso 36% PB fueron ligeramente inferiores, 1.23%/día frente a 1.30 para el pienso 28% PB y 1.39%/día para el 32% PB.

Asimismo, las tasa de alimentación (TAD) fue similar para piensos, en torno a 3,30%/día, pero el índice de conversión (ICA) fue significativamente menor en los peces alimentados con el menor nivel de proteína, 28% PB, 1.87, frente a 2,23 y 2,27 obtenido con los niveles 32 y 36%.

Respecto al coeficiente de eficacia proteica (CEP), el mayor valor se obtuvo con el pienso que contenía un 28% de proteína.

La supervivencia fue del 100%, excepto para la dieta 32%, 91,5%, en la que se produjeron algunas bajas accidentales.

Tabla 2. Crecimiento y aprovechamiento nutritivo del bagre yaque alimentado con dietas de diferente nivel proteico.

Nivel proteico (%)	28	32	36	p
Peso final (g)	1300	1327	1222	ns
TCI (%/día) ¹	1,30	1,39	1,23	ns
TAD (%/día) ²	3,23	3,35	3,30	ns
ICA ³	1,87 ^b	2,23 ^a	2,27 ^a	0.05
CEP ⁴	1,92 ^a	1,41 ^{ab}	1,26 ^b	0.05
Supervivencia (%)	100	91,5	100	

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos (* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Tasa crecimiento instantáneo: $TCI = 100 * (\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / \text{tiempo (días)}$

² Tasa de alimentación diaria: $TAD = (\text{pienso ofrecido} / \text{biomasa media}) / \text{tiempo (días)}$

³ Índice de conversión de alimento: $ICA = \text{pienso ofrecido} / \text{incremento biomasa}$

⁴ Coeficiente de eficiencia proteica: $CEP = \text{incremento biomasa} / \text{proteína ofrecida}$

Aunque no aparecieron diferencias significativas en el peso final de los bagres, si existió una cierta dispersión de tamaños al final del periodo de crecimiento (Figura 5).

Figura 5. Bagres yaque al final del ensayo.



Al analizar el efecto del sexo, aparecieron diferencias significativas, de forma que el peso final de los machos fue superior al de las hembras en todos los piensos (Tabla 3), con valores medios de 1805 g para las hembras y 873 g para los machos. El efecto del nivel proteico no fue significativo.

Tabla 3. Peso final de machos y hembras de bagre yaque.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
Peso final hembras (g)	1803 ^x	1979 ^x	1634 ^x	ns
Peso final machos (g)	874 ^y	852 ^y	894 ^y	ns
p Sexo	**	**	**	

Valores con letras diferentes en una misma fila o columna son significativamente distintos (* p < 0,05, ** p < 0,001)

En relación a la proporción de sexos, no existen diferencias significativas de la proporción esperada 50% ♀ y 50% ♂.

El efecto del sexo fue igualmente significativo para algunos de los parámetros y composición corporal (Tabla 4). El factor de condición (FC) y el índice hepatosomático (IHS) fueron mayores para las hembras, y el índice gonadosomático fue mayor para los machos. Las hembras, cuyo peso final fue mayor, presentaron una mayor humedad corporal y un mayor nivel de grasa, y consecuentemente un menor contenido proteico.

Tabla 4. Efecto del sexo en parámetros y composición corporal.

Sexo	H	M	p
FC ¹	2,23 ^a	1,91 ^b	*
IVS (%) ²	6,97	6,81	ns
IHS (%) ³	1,43 ^a	1,14 ^b	*
IGS ⁴	0,50	0,70	ns
Humedad (%)	62,2 ^a	67,3 ^b	*
Proteína (%)	48,3 ^a	52,2 ^b	*
Grasa (%)	41,6 ^a	36,8 ^b	*
Cenizas (%)	6,9	7,3	ns

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos (* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Factor de Condición: $FC = 100 * P / L^3$

² Índice Viscerosomático: $IVS = 100 * \text{Peso vísceras} / \text{Peso total}$

³ Índice Hepatosomático: $IHS = 100 * \text{Peso hígado} / \text{Peso total}$

⁴ Índice Gonadosomático: $IGS = 100 * \text{Peso gónadas} / \text{Peso total}$

En las Tablas 5 y 6 se presentan de forma separada para hembras y macho respectivamente, los parámetros y la composición corporal. El efecto del nivel de proteína no fue significativo para ningún parámetro, excepto la humedad corporal de los machos, mayor para el nivel 32 % PB. No obstante, se observa una ligera tendencia a aumentar la grasa corporal a medida que se reduce el nivel proteico del alimento, especialmente en las hembras.

Tabla 5. Efecto del nivel proteico sobre los parámetros y composición corporales de hembras de bagre yaque.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
FC ¹	2,30	2,27	2,11	ns
IVS (%) ²	7,07	6,64	7,19	ns
IHS (%) ³	1,39	1,34	1,56	ns
IGS ⁴	0,58	0,46	0,45	ns
Humedad (%)	64,8	66,4	65,3	ns
Proteína (%)	47,1	49,2	48,7	ns
Grasa (%)	43,5	41,3	40,3	ns
Cenizas (%)	6,6	6,7	7,3	ns

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos (* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Factor de Condición: FC = 100 * P / L³

² Índice Viscerosomático: IVS = 100 * Peso vísceras / Peso total

³ Índice Hepatosomático: IHS = 100 * Peso hígado / Peso total

⁴ Índice Gonadosomático: IGS = 100 * Peso gónadas / Peso total

Tabla 6. Efecto del nivel proteico sobre los parámetros y composición corporales de machos de bagre yaque.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
FC ¹	1,96	1,96	1,80	ns
IVS (%) ²	6,82	7,04	6,57	ns
IHS (%) ³	1,17	1,16	1,09	ns
IGS ⁴	0,78	0,63	0,69	ns
Humedad (%)	65,7 a	68,5 b	67,7 ab	*
Proteína (%)	50,1	53,2	53,4	ns
Grasa (%)	39,2	35,0	36,1	ns
Cenizas (%)	7,2	7,1	7,8	ns

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos (* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Factor de Condición: FC = 100 * P / L³

² Índice Viscerosomático: IVS = 100 * Peso vísceras / Peso total

³ Índice Hepatosomático: IHS = 100 * Peso hígado / Peso total

⁴ Índice Gonadosomático: IGS = 100 * Peso gónadas / Peso total

Los diferentes parámetros de rendimiento de la canal (Tablas 7 y 8), no mostraron diferencias significativas respecto del sexo o del nivel proteico. Tan solo el peso de la piel fue mayor en los machos alimentados con el 32% PB. El valor promedio de la parte comercializable fue de un 75% (tronco), y de la parte comestible de un 37% (filetes) y un 14% (faldas).

Tabla 7. Efecto del nivel proteico sobre el rendimiento de la canal de hembras de bagre yaque.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
Peso total (g)	1947	1895	1840	ns
Peso eviscerado (%) ¹	92,9	93,3	92,8	ns
Peso tronco (%) ²	75,9	75,7	74,7	ns
Peso cabeza (%) ³	11,5	11,8	11,5	ns
Peso grasa abdominal (%) ⁴	1,8	2,0	1,7	ns
Peso cola y aletas (%) ⁵	5,5	5,8	6,6	ns
Peso piel (%) ⁶	8,7 a	10,3 b	8,3 a	(*)
Peso faldas (%) ⁷	14,9	14,5	15,4	ns
Peso filetes (%) ⁸	38,4	36,1	37,2	ns

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos
(* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Peso eviscerado = 100 * (peso fresco – peso vísceras) / peso total

² Peso del tronco = 100 * [peso fresco – (vísceras+cabeza+cola+aletas) / peso total

³ Peso cabeza = 100 * peso cabeza / peso total

⁴ Peso de la grasa abdominal = 100 * peso grasa abdominal / peso total

⁵ Peso de la cola y las aletas = 100 * (peso cola + peso aletas) / peso total

⁶ Peso piel = 100 * peso piel / peso total

⁷ Peso faldas = 100 * peso faldas sin piel / peso total

⁸ Peso filetes = 100 * peso filetes sin piel / peso total

Tabla 8. Efecto del nivel proteico sobre el rendimiento de la canal de machos de bagre yaque.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
Peso total (g)	998	949	1049	ns
Peso eviscerado (%) ¹	93,1	92,9	93,4	ns
Peso tronco (%) ²	74,9	74,4	74,9	ns
Peso cabeza (%) ³	11,9	12,2	12,2	ns
Peso grasa abdominal (%) ⁴	1,8	1,6	1,6	ns
Peso cola y aletas (%) ⁵	6,3	6,3	6,3	ns
Peso piel (%) ⁶	7,5	9,3	8,6	ns
Peso faldas (%) ⁷	14,5	13,8	14,5	ns
Peso filetes (%) ⁸	36,6	36,0	36,4	ns

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos
(* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Peso eviscerado = 100 * (peso fresco – peso vísceras) / peso total

² Peso del tronco = 100 * [peso fresco – (vísceras+cabeza+cola+aletas) / peso total

³ Peso cabeza = 100 * peso cabeza / peso total

⁴ Peso de la grasa abdominal = 100 * peso grasa abdominal / peso total

⁵ Peso de la cola y las aletas = 100 * (peso cola + peso aletas) / peso total

⁶ Peso piel = 100 * peso piel / peso total

⁷ Peso faldas = 100 * peso faldas sin piel / peso total

⁸ Peso filetes = 100 * peso filetes sin piel / peso total

Los indicadores económicos se presentan en la Tabla 9. El índice de conversión económico (ICE) resultó significativamente menor para el pienso 28, con un valor de 1,71 euros/kg. El valor de la producción fue similar para las tres dietas, como

consecuencia del similar crecimiento, pero debido al menor coste del pienso 28%, el beneficio y por tanto la productividad, fue mayor con dicho pienso.

Tabla 9. Análisis económico para la producción de bagre yaque utilizando piensos comerciales de diferentes niveles proteicos.

Nivel Proteico (%)	28	32	36	p
Precio pienso (€/kg)	0,91	1,01	1,12	
(Bs. F. /kg)	3,02	3,36	3,70	
I.C.E (€/kg pez) ¹	1,71 a	2,26 b	2,54 b	*
(Bs. F. /kg pez)	5,65	7,49	8,40	
Valor pescado (€) ²	116,2	117,2	118,0	ns
(Bs. F.)	384,6	387,9	390,6	
Coste pienso (€) ³	29,8 a	39,8 b	43,7 c	*
(Bs. F.)	98,8	131,7	144,6	
Beneficio (€) ⁴	86,4 a	77,4 b	74,3 b	*
(Bs. F.)	285,9	256,2	246,0	
Productividad pienso ⁵	2,89 a	1,95 b	1,70 b	*
IBE (€/pez) ⁶	6,49	5,91	5,13	ns
(Bs. F./pez)	21,46	19,51	16,91	

Valores con letras diferentes en una misma fila son significativamente distintos

(* p < 0,05, ** p < 0,001)

¹ Índice de Conversión Económico: ICE = Precio pienso * Índice Conversión Alimento

² Coste del pienso = Pienso consumido (kg) x Precio del pienso (€/kg pienso)

³ Valor de Producción = Producción (kg) x Precio pescado en mercado local (22 Bs.F./kg = 6,65 €/kg pescado)

⁴ Beneficio = valor de cosecha – coste del pienso

⁵ Productividad = beneficio / coste del pienso

⁶ IBE (€-BsF/pez) = Peso final (kg) * Precio Venta (€-BsF/kg) – (Pf – Pi) (kg) * Ind. Conv Económico (€-BsF/kg)

El índice de rentabilidad económica (IRE), que considera tanto el crecimiento a través del valor de los peces vendidos, como el coste del alimento, mediante el índice de conversión económico (Martínez et al., 2007), no resultó significativo, pero se observa una tendencia a disminuir a medida que aumenta el nivel proteico de los piensos.

Discusión

Los resultados sugieren que en el bagre *L. marmoratus* alimentado con piensos comerciales de diferentes niveles de inclusión proteica presenta un crecimiento similar al crecimiento del bagre de canal, *Ictalurus punctatus* (Ictaluridae) obtenidos a partir de estudios en estanques de tierra y para peces en fase de engorde. En *I. punctatus* se ha referido que la utilización a saciedad de piensos con niveles proteicos de 26, 32 y 38% PB no produjo diferencias de crecimiento (Li y Lovell, 1992 a,b) y tampoco niveles de 24 a 26% PB afectan su crecimiento respecto a otras con inclusión de 32 y 35% PB (Robinson y Li, 1997 y 1999). Además, se ha demostrado que alimentando diariamente a saciedad la ganancia en peso es casi la misma utilizando raciones con 24 o 28 % PB y superior a la obtenida con 32% PB, mientras que el IC no difiere significativamente entre 1,35 a 28% PC y 1,30 para 32% PC (Robinson y Li, 1997 y 1999).

Los buenos resultados obtenidos con el bagre yaque alimentado con 28% PB coinciden también con los obtenidos por Robinson y cols. (2000) y Li y cols. (2003) quienes no obtuvieron diferencias de crecimiento en el bagre de canal alimentado con

28 y 32% de PB. Posteriormente Robinson y cols. (2004) estudiaron un mayor rango de niveles proteicos, de 28 a 42% y no encontraron diferencias de crecimiento o conversión. No obstante, cuando estos piensos fueron distribuidos a saciedad o de forma restringida, los resultados fueron mejores para la alimentación a saciedad, pero sin diferencia entre piensos. Li y cols. (2006) rebajaron el nivel proteico hasta 24% PB, y tampoco obtuvieron diferencias en el crecimiento.

En otras especies de bagre, los resultados son diferentes, pues Matter y cols. (2004) consiguieron mejores crecimientos y conversiones del alimento con niveles de proteína de 37% frente a 28 y 32% PB en el bagre africano *Clarias gariepinus*. El carácter omnívoro del bagre yaque parece que le permite crecer con menores niveles proteicos, al igual que el bagre de canal.

Aunque no era objeto de este trabajo, resulta interesante comentar el bajo contenido de harina de origen animal en los piensos para el bagre de canal, 1% de harina de pescado (Li y cols., 2006) o 4% de harina de ave (Robinson y cols., 2004), e incluso la ausencia total de proteína animal no afectó al crecimiento de esta especie (Robinson et al. 2000). Este efecto no ha podido ser estudiado en el bagre yaque debido al empleo de piensos comerciales, cuya formulación en materias primas no está disponible, pero que contenían harina de pescado y de carne, pero abre nuevas vías de investigación.

En relación al análisis económico, los indicadores son contundentes en destacar que la utilización del pienso de menor contenido proteico (28% PC) conlleva a un menor coste del alimento debido a su más bajo precio (menos cantidad de proteína) y mejor IC. En este sentido, y al no existir diferencias en la producción (incremento de biomasa) y valor de la misma entre los tratamientos, resulta coherente que el beneficio y productividad con el uso del pienso de 28% PC sea superior a otros de mayor contenido proteico, consumo y coste.

A partir de la evaluación del crecimiento, rendimiento de la canal y análisis económico se concluye que *L. marmoratus* presenta igual desempeño, rendimiento y mayor beneficio económico bajo alimentación a saciedad con piensos comerciales de 28% PC en relación a otros con 36% PC o con una combinación de ambos a partes iguales.

Por otro lado es evidente, que en los sexos existen diferencias en el desempeño del crecimiento indistintamente del contenido proteico del pienso, y así hembras alimentadas a saciedad con piensos de 28 % PB alcanzaron en igual período de producción un mayor peso final que los machos. Esta situación hace interesante la posibilidad de considerar la producción en monosexo (hembras) de *L. marmoratus* con el uso de piensos de 28 % PC; y para ello se hacen necesarios otros estudios para determinar la talla mínima a la cual sea factible la selección por sexos o incursionar en las técnicas de feminización.

El desempeño y rendimiento de *L. marmoratus* en sistemas de producción de jaulas en lagunas, se compara favorablemente con otras especies de bagres que en la actualidad son explotados bajo esquemas comerciales diferentes, estanques de tierra, y ello confiere a esta especie gran potencialidad para incorporarla a un aprovechamiento similar, aunque se necesitan más trabajos para determinar óptimas densidades en las jaulas y esquemas de alimentación.

Bibliografía

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). Official Methods of Analysis. Arlington, VA, USA. 1298 pp.
2. Castillo O. (2001). Ecología de la reproducción de los bagres comerciales del río Portuguesa. Trabajo de Ascenso a la categoría Asociado. Vicerrectorado de Producción Agrícola.

- Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ). Guanare, Edo. Portuguesa, Venezuela. 150 p.
3. Cho, S.H. y Lowell, R. (2002). Variable feed allowance with constant protein input for channel catfish (*Ictalurus punctatus*) cultured in ponds. *Aquaculture* 204: 101-112.
 4. Kossowski, C. (1986). Observaciones preliminares sobre reproducción inducida y ontogénesis temprana del bagre negro, *Leiarius marmoratus* (Piscis, Siluriformes). XXVI Convención Anual AsoVAC. (Memorias). AsoVAC- Univ. de Carabobo. 16-21 de noviembre de 1986, Valencia (Edo. Carabobo), Venezuela. 232 p.
 5. Kossowski, C. (1992a). Experiencia en varias hibridaciones artificiales logradas en Pimelodidos (Siluriformes). *Mem. VII Simp. Lat. de Acuí.* Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). 23-27 de noviembre de 1992. Barquisimeto, estado Lara. Venezuela. 300-303.
 6. Kossowski, C. (1992b). Avances en la hibridación artificial de (*Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus) 1766 x *Leiarius marmoratus* (Gill) 1871 (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae). *Boletín Red de Acuicultura*, 6:3-7.
 7. Kossowski, C. (1994). Nota inicial sobre la fertilidad del híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* por *Leiarius marmoratus* (F1) y su retrocruza con especies padres (PISCES, Siluriformes, Pimelodidae). *Mem. VII Congr. Lat. de Acuí. Asoc. Lat. de Acuí.- CLDESERC- COLDECIENCIAS*. 25 al 28 de Octubre de 1994. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 245-250.
 8. Kossowski, C. (1996). Observaciones sobre el policultivo del híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* por *Leiarius marmoratus* (Siluriformes Pimelodidae). pp: 320-323. In: Silva, A. y G. Merino (Eds.) *Mem. IX Cong. Latinoamericano de Acuicultura. Asoc. Lat. de Acuí.* Coquimbo, Chile. 1995.
 9. Li, M.H. y Lovell, R.T. (1992°). Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentration of dietary protein in production ponds. *Aquaculture* 103,165-175.
 10. Li, M.H. y Lovell, R.T (1992b). Growth, feed efficiency and body composition of second- and third-year channel catfish fed various concentrations of dietary protein to satiety in production ponds. *Aquaculture* 103, 153- 163.
 11. Li, M.H., Manning, B.B. y Robinson, E.H. (2003). Effect of dietary protein concentration and stocking density on production characteristics of pond-raised channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquacult. Soc.* 34, 147-155.
 12. Li, M.H., Robinson E.H. y Oberle D.F. (2006). Effect of dietary protein concentration and feeding regimen on channel catfish *Ictalurus punctatus*, production. *J. World Aquacult. Soc.* 37, 370-377.
 13. Martínez-Llorens, S., Moñino, A.V., Tomás, A., Moya, V. J., Pla, M. y Jover, M. (2007). Soybean meal as protein source in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) diets: Effects on growth and nutrient utilization. *Aquacult. Res.*, 38, 82-90.
 14. Matter, F., Peganova, S. y Eder, K. (2004). Lipid concentrations of fillets, liver, plasma and lipoproteins of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822), fed diets with varying protein concentrations. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 88, 275-287.
 15. Ramirez, G.H. y Ajiaco, M.R. (1997). Aspectos preliminares de la biología pesquera del yaque, *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) (Pises:Siluriformes: Pimelodiade) en la parte alta del río Meta (Orinoquia colombiana). *Bol. Científico INPA* 5, 9-26.
 16. Robinson, E. y Li, M.H. (1997). Low protein diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds at high density. *J. World Aquacult. Soc.* 28, 224-229.
 17. Robinson, E. y Li, M.H. (1999). *Catfish protein nutrition. Bulletin 1090*. Mississippi Agricultural and forestry experiment station. Mississippi State University. USA.
 18. Robinson, E., Li, M.H. y Manning, B.B. (2000). Evaluation of various concentrations of dietary protein and animal protein for pond-raised channel catfish *Ictalurus punctatus* fed to sation or a restricted rate. *J. World Aquacult. Soc.* 31, 503-510.
 19. Robinson, E., Li, M.H., Manning, B.B. y Mischke, C. (2004). Effects of dietary protein and feeding rate on channel catfish *Ictalurus punctatus* production, composition of gain, processing yield, and water quality.. *J. World Aquacult. Soc.* 35, 468-477.
 20. Wilson, R.P., y Moreau, Y. (1996). Nutrient requirement of catfishes (Siluroidei). *Aquat. Living Resour.* 9 (Hors série), 103-111.