

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS ALEVINOS DEL BOCAJICO (*Prochilodus magdalena*) STEINDACHNER, 1878 SOMETIDOS A DOS TIPOS DE DIETA<sup>1</sup>

\* González RA<sup>2</sup>, \*\* Wills A

\* Departamento de Ciencias para la Producción Animal.

\*\* Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá, D.C.

Recibido: 06-05-03; Retornado para modificación: 15-07-03; Aprobado: 20-11-03

### RESUMEN

Este estudio fue realizado para determinar el tipo de dieta que se debe suministrar a los alevinos bocachico (*Prochilodus magdalena*), en condiciones de laboratorio. Para esto se diseñaron dos dietas con el mismo nivel de proteína cruda (36%) y la misma energía digestible calculada (3100 kcal/kg), la primera denominada tipo convencional, la cual fue elaborada con materias primas comunes en la industria de alimentos para animales y la segunda tipo semipurificada, para la cual se utilizaron como base la caseína, la celulosa y el almidón. La dieta convencional produjo los más altos valores en la ganancia de peso expresado en forma porcentual, tasa de crecimiento específico, ganancia en la longitud estándar y conversión alimenticia, los cuales fueron significativos ( $P < 0.05$ ).

Palabras clave: Bocachico, *Prochilodus magdalena*, dieta convencional, dieta semipurificada.

### EVALUATION OF TWO TYPES OF DIET IN PERFORMANCE OF BOCAJICO FRY (*Prochilodus magdalena*) STEINDACHNER, 1878

### ABSTRACT

This study was made in order to determine the type of diet that would be given to bocachico *Prochilodus magdalena* fry, under laboratory conditions. Two diets were designed with the same level of crude protein 36%, and the same calculated digestible energy 3100 kcal/kg. The first, called conventional type, was made with raw materials used in the feed industry. The second, a semipurified diet was made with casein, cellulose and starch. The conventional type diet produced significantly higher values in growth gain as a percentage of the initial weight, specific growth rate, gain in standard length and feed conversion than the semipurified diet ( $p < 0.05$ ).

Keywords: Bocachico, *Prochilodus magdalena*, conventional diet, semipurified diet.

<sup>1</sup> Parte de la Tesis de Maestría del primer autor

<sup>2</sup> ragonzalezu@unal.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El bocachico *Prochilodus magdalena* pertenece a la familia Prochilodontidae, caracterizado por ser una especie de hábitos detritívoros (Román, 1993), es considerado como el pez nativo de mayor aceptación por los consumidores colombianos (INPA, 1996) y ha servido como fuente de alimentación para muchas generaciones (Dahl, 1965).

Los grandes descensos en la producción pesquera del bocachico (INPA, 1996) deben crear inquietud a la comunidad científica de tal manera que se generen trabajos conducentes a su preservación y además garantizar la seguridad alimentaria de las próximas generaciones; para esto es indispensable establecer sistemas de producción sostenibles teniendo en cuenta que los costos de alimentación pueden alcanzar entre un 60 a un 70 % de los costos totales, los cuales se podrían incrementar si a los animales se les suministra un alimento que no satisface las necesidades nutricionales.

Halver (1989), cita a Delong y Halver (1958) quienes para establecer los requerimientos nutricionales de los peces, elaboraban dietas que contenían una mezcla de caseína, gelatina y aminoácidos cristalinos para simular el contenido de aminoácidos de la proteína de huevo, estos han sido los estudios pioneros que han servido de referencia para establecer los requerimientos de aminoácidos y proteína de varias especies de peces. Estas dietas son denominadas purificadas, las cuales utilizan agentes ligantes tales como gelatina, agar, ácido algínico, germen de trigo o carboximetil celulosa, estas dietas son poco palatables para algunas especies, por lo que se hace necesario en algunas ocasiones la inclusión de alimentos naturales tales como la harina de pescado, (NRC, 1993), ya que como lo manifiesta Tacon (1989), esta cuenta con una textura adecuada, unido al efecto atractante generado por su perfil de aminoácidos. Paralelamente los laboratorios de investigación han elaborado dietas que sirven como base para el desarrollo y prueba de nuevos alimentos, los cuales se basan en ingredientes comunes disponibles y que han presentado buenos resultados bajo condiciones de laboratorio y de producción NRC (1993).

El objetivo del trabajo fue evaluar el desempeño de los alevinos de bocachico al suministrarles dos tipos de dieta para establecer cuál de éstas se podría utilizar como prototipo en las investigaciones nutricionales bajo condiciones de laboratorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales Experimentales

Para el experimento se dispuso de 100 alevinos, los cuales fueron recibidos en un acuario con una capacidad de 300 litros donde permanecieron por una semana, luego de lo cual fueron repartidos en doce acuarios de experimentación del Laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Antes de iniciar la fase experimental los peces fueron sometidos a un proceso de adaptación de las condiciones de los acuarios y procedimientos del laboratorio que duró 12 días. Los animales iniciaron la fase experimental con un peso promedio de  $1,22 \pm 0,22$  g y una longitud estándar de  $4,59 \pm 0,26$  cm siendo distribuidos cinco alevinos de bocachico.

### Preparación de las dietas

Se elaboraron dos dietas, una denominada dieta tipo convencional y la otra denominada dieta tipo semipurificada. Las dietas se elaboraron de tal manera que tuvieran un 36% de proteína, según las conclusiones de Castiblanco (1998) y una energía de 3000 a 3200 Kcal/kg de acuerdo con Hernández y Rodríguez (2001). La dieta denominada tipo convencional se elaboró con materias primas comunes en la industria de alimentos para animales; en la tabla 1 se presenta la lista de las materias primas utilizadas para la elaboración de las dos dietas experimentales, con su correspondiente composición bromatológica. Los ingredientes fueron molidos y tamizados con malla de 500 micras, posteriormente pesados, mezclados y luego se les agregó la mezcla de aceites, se volvió a mezclar, se les adicionó un 40% de agua a 60 °C y se peletizó para obtener un tamaño de partícula de 1.8 mm \* 3mm. Posteriormente se seco en estufa dotada con corriente de aire a 60 °C por 24 horas y finalmente se empacó al vacío en bolsas plásticas y se guardó en congelador a -10 °C, hasta su uso, en la tabla 2 se presenta la formulación de las dietas utilizadas en el experimento.

La dieta denominada semipurificada se elaboró con el mismo procedimiento de la dieta tipo convencional, la composición nutricional calculada de las dietas experimentales se presenta en la tabla 3.

Nota: En vista de que los valores de energía de los diferentes ingredientes utilizados en el estudio no se han determinado para el bocachico, estos fueron calculados con base

**Tabla 1.** Composición nutricional de los ingredientes utilizados en las dietas elaboradas para los alevinos de bocachico

Ingrediente	Energía.Digestible. Kcal/kg	Proteína.Cruda.	Calcio	Fósforo
H Pescado	4828	65,4	3,73	2,43
H Carne	2930	55,6	8,27	4,1
T. Soya	3010	48,5	0,26	0,64
Trigo	2790	12,9	0,04	0,37
Maíz	2200	8,5	0,03	0,28
Aceite Pescado	8000			
Aceite Maíz	7800			
Almidón	2700		0,03	0,07
Celulosa				
Caseina	4400	90	0,67	0,87
Gelatina	4837	89,86		
Aceite maíz	8000			
Aceite pescado	8000			
Carbo Ca			34	
Fos mon			16,4	20,3

Nota: Los valores de Energía Digestible fueron calculados con base en lo reportado NRC, 1993 para bagre de canal, debido a que el bocachico en el estado fisiológico en el cual fueron evaluados tiene un comportamiento alimentario similar a este.

en lo reportado por NRC (1993) para el bagre de canal, debido a que el bocachico en el estado fisiológico en el cual fueron evaluados tiene un comportamiento alimentario similar a éste.

### Fase Experimental

Cada acuario contenía 35 litros de agua y estaban dotados con termostatos que mantenían controlada la temperatura del agua a  $28 \pm 2$  °C, y un filtro biológico, adicionalmente fue colocada una malla superior de tal manera que evitara la fuga de los animales de los acuarios.

Diariamente se registró la temperatura y se realizaba un reemplazo de agua del 15%, semanalmente se lavaban los filtros y se realizaba un reemplazo del 80%, de tal manera que permitiera reducir las concentraciones de amonio, de nitritos y nitratos.

El experimento tuvo una duración de 34 días, los animales fueron pesados y medidos el día 0 y el día 34. El alimento a suministrar se calculó teniendo en cuenta el 15% de la biomasa sin realizar ningún ajuste; diariamente los animales eran alimentados tres veces (8:00 a.m., 12:00 m. y 16:00 p.m.)

### Análisis Estadístico

El experimento se planteó bajo un diseño de bloques completos al azar, en donde se tenían dos dietas (convencional y semipurificada), tres bloques (localización en el laboratorio) y dos réplicas.

### El modelo lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Donde

$\mu$  : es la media general,  $\beta_i$  : es el efecto en el bloque  $i$ -ésimo,  $T_j$  : es el efecto del tratamiento  $j$ -ésimo,  $E_{ij}$  : es el término del error aleatorio.

Teniendo como supuestos: los errores tienen una distribución normal e independiente con media cero y varianza  $\sigma^2$ .

### Bajo la Hipótesis

$$H_0 = T_1 = T_2 \text{ vs } H_1 = T_1 \neq T_2$$

### Las variables analizadas fueron:

Ganancia de peso como porcentaje, tasa de crecimiento específico, conversión alimenticia, ganancia en longitud estándar, tasa de supervivencia.

A los resultados se les practicó el análisis de varianza correspondiente, con un nivel de significancia del 5%, siguiendo la metodología de Martínez y Martínez (1997), para lo cual se utilizó como herramienta el programa SAS (1989).

Para probar diferencias entre las medias de tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey, descrita por Steel y Torrie (1985).

**Tabla 2.** Composición calculada de las dietas utilizadas en el experimento.

DIETA CONVENCIONAL		DIETA SEMIPURIFICADA	
Ingredientes	%	Ingredientes	%
Maíz	32,5	Almidón	35,00
Trigo	10,00	Celulosa	13,81
T Soya	14,70	Caseína	32,00
H Carne	3,00	Gelatina	8,00
H Pescado	37,79	Aceite de Pescado	3,00
Carbonato Calcio	1,00	Carbonato Calcio	3,54
Aceite Pescado	1,00	Fosfato Mono	2,00
Premezcla Vit. <sup>1</sup>	0,4	Premezcla Vit.	0,4
Premezcla Min. <sup>2</sup>	0,05	Premezcla min.	0,05
		Aceite de Maíz	1,5
		Sal	0,7

<sup>1</sup> Vitamina Rovimix peces Comp/kg. Vit. A 8 X 106 UI; Vit. D 1.8X106 UI; Vit. E 66,66g Vit B1 6,66 g.; Vit. B2 13,33 g; Vit B6 6,66 g; Ácido Pantoténico 33,33 g; Biotina 533,3 mg; Ácido Fólico 2,66 g; Ácido Ascórbico 400,0 g; Ácido Nicotínico 100,0 g; Vit B12 20,0 mg; Vit K 6,66 g

<sup>2</sup> Premezcla minerales peces Roche S.A. Composición %. Mn 10,0; Zn 16,0; Fe 4,0; Cu 1,0; I 0,5; Se 0,05; Co 0,01.

Nota: Antes de iniciar la fase experimental, se realizaron estudios exploratorios que permitieron establecer el número de animales por acuario, así como la frecuencia de alimentación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalmente los supuestos del modelo se cumplieron así:

El error era independiente. La normalidad del error también se cumplió con  $Pr < 5\%$ . La variable conversión alimenticia fue transformada a  $\text{Log}_{10}$  para que cumpliera con el supuesto.-El modelo era aditivo ( $Pr < 5\%$ ).

En el experimento se estableció que la ubicación de los acuarios dentro del laboratorio (aproximación a la ventana) podría ser un factor a considerar, por lo tanto el ensayo se bloqueo, de tal manera que no afectara los resultados finales. Finalmente se verificó que la posición de los acuarios dentro del laboratorio no afectó los resultados de ninguna de las variables analizadas.

En la tabla 4 se puede observar el efecto de las dos dietas en las diferentes variables estudiadas y de acuerdo a la prueba de Tukey, se concluye que la dieta convencional es significativamente superior a la dieta semipurificada. En el caso de la dieta semipurificada la diferencia se puede atribuir a que el alimento se ofreció en forma seca, por lo tanto este pelet era muy duro por lo tanto no era tan apetecible para los animales, causando de esta manera una mayor conversión alimenticia por menor consumo real,

al tener las dos dietas la misma oferta de alimento, unido a su poca gustosidad, ya que en este experimento no se utilizó ningún tipo de aditivo de sabor, como tampoco lo utilizó Lee y Putnam (1973) en dietas para trucha, Donald et al. (1976) en dedinos de catfish, Ogino y Nanry (1980) en dietas para trucha, Elangovan y Shim (1997), Erfanullah y Jafri (1999) en dedinos de catfish, a diferencia de Rodehutscord y colaboradores (1995) quienes trabajaron en trucha y Vásquez et al. (1999) estableciendo dietas prototípico para cachama utilizando diferentes saborizantes.

Con relación a la ganancia de peso expresado como porcentaje, en la tabla 4, se observa que la dieta convencional es 2,43 veces superior al valor obtenido por la semipurificada hallándose diferencias estadísticas al  $P < 0,01$ , lo cual se puede

**Tabla 3.** Composición calculada de nutrientes de las dietas experimentales utilizadas para alimentar a los alevines de bocachico.

	Dieta Convencional	Dieta Semipurificada
Nutriente		
Proteína Cruda %	36,00	36,00
Energía D. Cal Kcal/kg	3100,00	3100,00
Lisina %	2,46	2,50
Met + Cistina %	1,37	1,00
Treonina %	1,50	1,36
Triptofano %	0,40	0,40
Arginina %	2,23	1,64
Isoleucina %	1,61	1,71
Leucina %	2,55	2,92
Fenilalanina %	1,45	1,60
Valina %	1,78	2,31
Calcio %	2,10	2,10
Fósfor Disponible %	1,00	1,00
- 6 %	0,97	0,87
- 3 %	1,00	0,94
Sodio %	0,36	0,36

**Tabla 4.** Promedios de Ganancia de peso porcentual, Tasa de Crecimiento Específico, Ganancia en longitud Estándar, Conversión alimenticia y Tasa de supervivencia de los alevinos de bocachico alimentados con dos dietas experimentales durante 32 días.

Variable	Dieta convencional	Dieta semipurificada
Ganancia Peso Porcentaje (%)	235.89 77.05 a***	96.81 80.14 b
Tasa Crecimiento Específico (%)	3.54 0.21 a***	1.96 0.24 b
Ganancia Longitud Estándar (cm)	0.76 0.39 a***	0.19 0.24 b
Conversión Alimenticia	2.26 0.21 a***	5.28 1.03 b
Tasa de supervivencia (%)	100 0.00 a***	93.33 16.32 a

Nota: Son promedios con su desviación estándar, letras similares en la misma fila no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ). Ganancia de peso porcentual = (Peso final - Peso inicial)/Peso inicial\*100, Tasa de crecimiento específico = (ln peso final - ln peso inicial) \* 100/ # días, Conversión alimenticia = (Cantidad de alimento ofrecida [g]/ ganancia de peso [g]), Ganancia en longitud estándar (cm) = (longitud estándar final - longitud estándar inicial), Tasa de supervivencia = Animales iniciales / Animales muertos / Animales iniciales.

considerar como normal ya que como lo reporta Wilson (1989), las dietas purificadas generan tasas más pobres de crecimiento y bajas eficiencias alimentarias que las dietas control elaboradas con materias primas convencionales, sin embargo el valor de ganancia de peso expresada como porcentaje, obtenido con la dieta convencional es inferior al 343,5% que reporta Hernández y Rodríguez (2001), para alevinos de bocachico en un ensayo que duró 45 días, pero es superior al 88,42% que se infiere del trabajo de Caicedo y Pérez (2002).

Los resultados obtenidos para esta variable con la dieta semipurificada son superiores a los reportados por algunos investigadores que utilizaron este mismo tipo de dietas entre los que se puede mencionar el 77,37% obtenido por Murthy y Varghese (1995) en un experimento para carpas que duró 60 días y cuyo peso inicial fue de 1,72 g. Lo mismo se observa en el trabajo de Buentello y Gatlin III (2000), quienes trabajaron con juveniles de catfish (*Ictalurus punctatus*) y obtuvieron ganancias porcentuales desde 57 hasta 135%.

Con relación a la tasa de crecimiento específico, en la tabla 4 se observa que el valor obtenido con la dieta convencional es 1,8 veces superior al obtenido por la dieta semipurificada hallándose diferencias estadísticas al ( $P < 0.01$ ), el dato obtenido con la dieta convencional es mayor al reportado por Hernández et al. (2001) y al de Peres, Oliva-Teles (1999), pero es inferior al de El-Sayed y Teshima (1992). Con relación a los resultados obtenidos con la dieta semipurificada estos son superiores al 0,96 reportado por Murthy y Varghese (1995).

En la tabla 4 se observa que los valores de longitud estándar de la dieta convencional es 4 veces superior al valor obtenido por la semipurificada hallándose diferencias estadísticas ( $P <$

0.01), el valor promedio (5,35 cm) obtenido con la dieta convencional es ligeramente inferior (5,40 cm) al reportado por Ceballos y Pinzón (2001) y al de Hernández y Rodríguez (2001), lo cual puede ser atribuido al tiempo de experimentación, ya que para estos últimos se trabajo durante 45 días.

En la tabla 4 se observan que el resultado de la conversión alimenticia obtenido con la dieta convencional es 2,33 veces inferior al valor de la semipurificada hallándose diferencias estadísticas  $P < 0.01$ , sin embargo en ambos casos debe considerarse como alta ya que las especies acuáticas presentan conversiones alimenticias cercanas a 1, así como lo demuestran Li y Robinson (1999) con juveniles de catfish donde obtiene valores de 1,28 hasta 1,59, Winfree y Stickney (1981) de 1,94 en tilapias; Hernández y Rodríguez (2001) en dietas para alevinos de bocachico reportan 1,3; quizás la gran diferencia con este trabajo se debió a que fue realizado en estanques donde los peces pudieron tener la posibilidad de consumir el perifiton que se hallaba en este. Los valores elevados para esta variable deben ser atribuidos a que el alimento ofrecido fue muy alto (15% de la biomasa), generando de esta manera un alto desperdicio que no fue cuantificado, pero que se incluyó en la conversión.

Con relación a la tasa de supervivencia no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ), lo cual se puede explicar porque la mayoría de las condiciones medioambientales se mantuvieron controladas, intentado generar el mayor bioconfort a los animales, vale la pena mencionar que de los 60 animales que se utilizaron para la fase experimental solamente murieron 2, debido a que saltaron de los acuarios pese a mantenerlos con su correspondiente tapa y estas muertes se considera no tuvieron nada que ver con las dietas experimentales.

Los resultados del presente experimento mostraron una preferencia de los alevinos de bocachico por el consumo de la dieta convencional, lo cual se puede atribuir a la palatabilidad o al olor que resulta más atractivo para los peces, como lo manifiesta Winfree y Stickney (1981), quienes además aseguran que el crecimiento de algunos peces alimentados con dietas basadas en caseína no es igual al de los peces alimentados con dietas que contienen harina de pescado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la profesora Nhora Martínez R. por su asesoría estadística para el análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo al igual que a la Doctora Clara Salamanca por el suministro de las materias primas con las cuales se elaboraron las diferentes dietas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buentello JA and Gatlin III DM. The dietary arginine requirement of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) is influenced by endogenous synthesis of arginine from glutamic acid. *Aquacult*, 188: 322-321, 2000.
- Caicedo, J y Pérez A. Efecto de dos presentaciones de alimento suplementario durante la fase de levante en el desarrollo del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1878). Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, 2001.
- Ceballos HSA y Pinzón FOR. Efecto de dos concentraciones de nitritos sobre el crecimiento y sobrevida en alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 136 p. 2001.
- Castiblanco PPJ. Determinación del nivel óptimo de proteína en la dieta de postlarva de bocachico *Prochilodus magdalenae*. Santafé de Bogotá. Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 1998.
- Dahl G. El Bocachico. Contribución al estudio de su biología y de ambiente. Talleres gráficos Banco de la República Bogotá - Colombia. 144 p. 1965.
- Delong DC, Halver JE, and Mertz ET. Nutr.of salmonid fish : VI. Protein requirements of chinook salmon at two temperatures. *J.Nutr.*65: 589-599, 1958.
- Donald L, Garling P, and Wilson RP. Optimum dietary protein to energy ratio for Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) fingerlings, *Ictalurus punctatus*. *J. Nutr.* 106: 1368-1375, 1976.
- Elangovan A and Shim KF. Growth response of juvenile *barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels . *Aquacult* 158, 321-329, 1997.
- El-Sayed AM and Teshima S. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. *Aquacult*, 103:55-63, 1992.
- Erfanullah and Jafri AK. Growth, feed conversion, body composition and nutrient retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed different sources of dietary carbohydrate. *Aquacult Research* 30: 43-49, 1999.
- Halver HE. Fish Nutrition. Second edition. Academic Press, Inc. 798 p, 1989.
- Hernández MD, Egea MA, Rueda FM, Aguado F, Martínez FJ, and García B. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquacult* 195: 321-329, 2001.
- Hernández FDC y Rodríguez CH Z. Evaluación en estanque de 4 dietas isoproteicas, con diferentes niveles de energía, en desempeño productivo de alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional. Bogotá. 2001.
- INPA. Boletín Estadístico Pesquero. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. ISSN 0121-8131, Santafé de Bogotá, D.C., Colombia, 107 pp., 1996.
- Lee DJ and Putman GB. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. *J. Nutr.* 103: 916-922, 1973.
- Li MH and Robinson EH. Effect of reducing dietary digestible energy to protein ratio on weight gain and body fat of juvenile channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J World Aquacult Soc.* 30-1: 123-127, 1999.
- Martínez BR y Martínez RN. Diseño de experimentos. Análisis de datos estándar y no estándar. Primera edición. Fondo Nacional Universitario, 479 p. 1997.
- Murthy HS and Varghese TJ. Arginine and histidine requirements of the Indian major carp *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquacult Nutr*, 1:235-239, 1995.
- N.R.C. National Research Council. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press. Washington, D.C. 1993.
- Ogino Ch and Namri Hiroshi. Relationship between the nutritive value of dietary proteins for rainbow trout and the essential amino acid compositions. *Bull. Jpn Soc Sci Fish.* 46: 109-112, 1980.
- Peres H and Oliva-Teles A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). *Aquacult*. 179: 325-334, 1999.
- Román C. Status taxonómico del bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1879) (Pisces: Prochilodontidae) en Rev. Col. Ciencia, 9:17-26, 1993.

23. Rodehutscord M, Jacobs S, and Pack M. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50 to 150 g to supplements of DL-Methionine in a semipurified diet containing low or high levels of cystine. Nutrient Requirements and Interactions. pp. 964-969, 1995.
24. SAS. Sas/Stat User's guide, version 6, 4th edn, vol I SAS Institute, Cary, NC. 1989.
25. Steel R and Torrie JH. Bioestadística: Principios y procedimientos. Traducido del inglés por Ricardo Martínez B. 1a. ed. Editorial Mc Graw Hill Latinoamericana. Bogotá (Colombia) 622 p. 1985.
26. Tacon AGJ. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Brasilia, p 280, 1989.
27. Vásquez TW, Pereira FM, Arias JA, Pardo SC, Muñoz A y Beltrán Y. Determinación de parámetros nutricionales básicos en juveniles de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818 -Datos Preliminares. En II curso Internacional de Acuacultura. Universidad Nacional de Colombia, 1999.
28. Wilson RP. In Halver, H.E. 1989. Fish Nutrition. Second edition. Academic Press, Inc. 798 p. 1989.
29. Winfree RE and Stickney RR. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of tilapia aurea. J. Nutr. Vol. III. p 1001-1012. 1981.