
ESTRATEGIAS ALIMENTICIAS EN EL MANEJO DE LA PRIMERA ALIMENTACION EN COPORO (*Prochilodus mariae*) PARA UNA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

Hernández 1 Glenn, González2 José, Moren3 Desiree, Hernández4 Douglas

1INIA, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP)

Laboratorio de Nutrición Animal

2INIA, Estación Local Guanapito

3Facultad de Letras, Universidad Católica Andrés Bello

4INIA, Estación Piscícola Papelón

ghernandez@inia.gob.ve

Resumen

Las ventajas de desarrollar la piscicultura con especies nativas van desde la adaptación de estos peces al clima y calidad del agua de la Estación del INIA, en Guanapito, estado Guárico; hasta el hábito de consumo de la población. Entre estas especies se destacan por su importancia o potencialidad: *Piaractus brachypomus* (cachama blanca), *Collossoma macropomum* (cachama negra) y *Prochilodus mariae* (Coporo). De estas especies, el cultivo de coporo ha venido incrementándose debido a los altos rendimientos obtenidos y facilidad de engorde. La producción en cautiverio de esta especie es por la siembra masiva de las postlarvas, una vez que hayan reabsorbido el saco vitelino. Hasta la fecha no existen estudios que evalúen la posibilidad de utilizar alimentos formulados para el manejo de la primera alimentación de esta especie, información imprescindible para el desarrollo sustentable de la piscicultura. Para optimizar el levantamiento de larvas de coporo a través de un alimento, natural o artificial, que favorezca su crecimiento y supervivencia, se utilizaron 250 larvas/50l, colocadas en acuarios con dimensiones de 1,0 x 0,4 x 0,3 m, uniforme y distribuida al azar en seis tratamientos con dos repeticiones: T1 Dieta formulada con 40% PC y 2500 kcal/kg (C), T2 Microcapsulado (M), T3 zooplancton (P), T4 Dieta formulada (C) + Microcapsulado (M), T5 C + P y T6 M + P, hasta los 15 días de cultivo. Los resultados fueron analizados a través de un modelo estadístico completamente aleatorizado, tomando el nivel de significación = $P \leq 0.05$. Los resultados indican que el uso de alimentos balanceados en el levantamiento larval del coporo permite mejoras en las tasas de crecimiento y sobrevivencia.

Palabras clave: postlarvas de coporo, piscicultura, larvicultura, primera alimentación.

Introducción

El objetivo de la larvicultura es producir peces juveniles sanos y con tallas adecuadas a un costo mínimo, en tiempo determinado y disponible permanentemente (Atencio, 2001). En el periodo larvario de los peces, se debe hacer énfasis en que el alimento suministrado cumpla con los requisitos mínimos necesarios para asegurar su sobrevivencia y mantener el crecimiento, debido a que en el momento de iniciar la alimentación exógena tienen un sistema digestivo menos complejo que el de los juveniles y adultos, desde su morfología, histología y fisiología [Atencio et al., (2003)].

El cultivo de especies nativas tiene ventajas comparativas con respecto a otras especies, con mayor adaptación a las condiciones climáticas y de calidad de agua [Carvalho et al., (2003)]. El Coporo (*Prochilodus mariae*) es una especie autóctona, reofílica, muy abundante en el río Orinoco y Apure. La especie es muy apreciada por la calidad y sabor de la carne en las poblaciones llaneras, haciendo que sea una de las especies de agua dulce con mayor demanda de consumo en el país [González y Heredia, (1998)].

En las estaciones piscícolas de Venezuela, donde se realiza reproducción de los alevines, la técnica se caracteriza por la siembra masiva de las postlarvas, una vez que hayan reabsorbido el saco vitelino, en estanques generalmente de tierra y en algunos casos de concreto, donde ocurre el levantamiento de los alevines, para su posterior comercialización y engorde en diferentes modalidades de producción. Este tipo de manejo ofrece irregulares en

las tasas de sobrevivencia final.

La alimentación en la mayoría de las estaciones se realiza a través de la fertilización orgánica e inorgánica de los espejos de agua, para la producción de plancton. Otro tipo de estrategia alimenticia es la adición de microcapsulado obtenido a partir de huevo de gallina. Tales microdietas se han utilizado para reemplazar parcialmente los rotíferos en algunos programas de cultivo de larvas de agua dulce, sin embargo transcurrirán varios años antes de que tales estrategias de alimentación logren reemplazar por completo los alimentos vivos.

Hasta la fecha no existen estudios que evalúen la posibilidad de determinar una dieta alimentaria para el cultivo del coporo, utilizando alimentos formulados para el manejo de la primera alimentación de esta especie, información imprescindible para el desarrollo sustentable de la piscicultura.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Estación Local Guanapito del INIA-Guárico, Venezuela. Se ubica aproximadamente a 9 Kilómetros de la población de Altagracia de Orituco, vía Parque Nacional Guatopo, ubicada a 422 msnm y a 09°55'33" de Latitud Norte y 66°24'10" de Longitud Oeste, el clima del área es característico de la zona de transición montañosa, con temperatura promedio de 27°C y precipitación anual de 1100 mm. Para este estudio se utilizaron 250 larvas de Coporo obtenidas por inducción con hormona de carpa, producto de un mismo desove.

Dichas larvas se colocaron de manera uniforme y distribuida al azar en seis

tratamientos con dos repeticiones (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos experimentales utilizados como dietas alimentarias del coporo

Tratamientos	Característicasas
T1	Dieta formulada con 40% PC y 2500 kcal/kg (C), pulverizada a 200 μm .
T2	Microcapsulado (M).
T3	Plancton (P).
T4	Dieta formulada (C) + Microcapsulado (M).
T5	Dieta formulada (C) + Plancton (P).
T6	Microcapsulado (M) + Plancton (P).

Las larvas fueron colocadas en acuarios con dimensiones de 1 x 0,5 x 1,5 m, para un volumen de 250 l, con recambio del 50% diario de agua a través de sifoneo, provisto de una fuente de luz artificial y con aireación permanente durante 15 días de cultivo. Las larvas fueron alimentadas con las dietas experimentales una vez que reabsorbieron el saco vitelino.

Muestreo y toma de datos

Semanalmente se registró la ganancia de peso y longitud de las larvas de coporo, a través de un muestreo aleatorio del 10% de la población por repetición; eliminándose de las larvas el exceso de agua y pesándose individualmente en una balanza analítica (Balanza analítica con calibración interna modelo CPA64, marca Sartorius).

Indicadores evaluados

S (%) = Número de larvas a final/ Número de larvas al Inicio * 100

TC = Peso final promedio – Peso inicial promedio/tiempo * 100 (% de ganancia en peso/día);

donde S significa sobrevivencia y TC Tasa de crecimiento instantáneo

Parámetros físico químico

Diariamente se hizo un recambio de agua del 50% en todas las unidades experimentales y previas al recambio, se tomaron los parámetros fisicoquímicos. Para las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, (kit de análisis de agua de MERCK) pH (pHmetro, Pelkin Ermes), nitrato, nitrato y amonio (colorimetría).

Manejo del experimento

Ensayo 1

Para determinar la cantidad de alimento a suministrar a cada tratamiento T1: alimento concentrado; T2: Plancton y T3: Microcapsulado (Tabla 2), se procedió a instalar una prueba que consistió en colocar larvas producto de un mismo desove, una vez que reabsorbieron el saco vitelino por duplicado, en 6 acuarios con dimensiones de 1 x 0,5 x 1,5 m; para un volumen de 250 l. Dichas larvas fueron alimentadas cada 4 horas *ad libitum*,

por un periodo de dos días, con los tratamiento T1, T2 y T3. El suministro de alimento balanceado, zooplancto y microcapsulado posterior a las 48 horas de alimentación *ad libitum*, fue 20% de la biomasa, 6 presas por larvas y 15 ml de microcapsulado. El ensayo fue utilizado para determinar la efectividad de las estrategias de alimentación en coporo.

Ensayo 2. Estrategias de alimentación en coporo. Todas las dietas experimentales, a excepción de los tratamientos combinados (T1, T2 y T3), fueron suministradas de acuerdo a lo observado en el ensayo 1. En los tratamientos combinados (T4, T5 y T6) el alimento fue suministrado a la mitad del alimento proporcionado a las larvas sometidas a los tratamiento no combinados (T1, T2 y T3) (Cuadro 2).

Tabla 2. Estrategia empleada para determinar el suministro de alimento a larvas de coporo.

Tratamientos	Dieta Formulada (% de Biomasa)	Microcapsulado (ml)	zooplancton
T1	20		
T2		15	
T3			6
T4	10	7,5	
T5	10		3
T6		7,5	3

Fuentes: Elaboración propia

Tratamiento 1

La composición de la dieta ensayada en el tratamiento 1 se presenta en el (Tabla 3). Se elaboró una dieta isocalórica e isoproteíca con 40% de proteína y 2500 kcal/kg, propuesta por [Hernández et al., (2010)]. El alimento formulado se elaboró de la siguiente manera: primeramente se mezclaron los ingredientes secos hasta su completa homogenización, luego se adicionó el aceite y 100 ml de agua/kg de mezcla. La mezcla se pasó por un molino (molino ultra centrifugo ZZM 200, para materiales blandos, de dureza media quebradizos y fibrosos,

tamaño de alimentación 10mm, acabado 0,04mm marca RETSCH), y los pellet fueron secados en una estufa con recirculación de aire forzado a 60°C durante un tiempo de 6 horas, aproximadamente. Posteriormente, el alimento fue pulverizado a 200 µm y almacenado en bolsas plásticas a 10°C. Los análisis de la composición proximal de la dieta se realizaron utilizando los métodos descritos en el AOAC (1995). El alimento formulado fue ofrecido al 20% de la biomasa de las larvas dos veces al día, por 15 días de cultivo.

Tabla 3. Composición de la dieta experimental (%) utilizada en el levantamiento larval de coporo (*Prochilodus mariae*)

INGREDIENTES	
% Almidón de Yuca	
9	
Glucosa	36
Aislado de Soya	20
Caseína	25
Aceite Vegetal	3
Sal	0.5
Fosfato Dicálcico	1.35
Lisina	1.86
Metionina	0.5
Carbonato	1.29
Vit/min ¹	0.5
CMC ²	1
PC ³ , (%)	40
EM ⁴ , Kcal/kg	2500
Ca, (%)	1
Ceniza (%)	4.01
P Total, (%)	0.5

Fuente: Vitaminas y minerales (por Kg de alimento): Vitamina A, 2.000 UI; Vitamina D, 500 UI, Riboflavina, 9mg; Ácido Pantoténico, 15mg; Niacina, 14 mg; Tiamina, 1 mg; Vitamina B6, 3 mg; Vitamina C, 25 mg; Mn, 2,4 mg; Cu, 5 mg; Zn, 20 mg; Fe, 30mg; Mg, 0,04%. CMC: Carboximetil celulosa. PC: proteína cruda (N X 6,25). EM: Energía metabolizable estimada. [Hernández et al., (2010)].

Tratamiento 2

Para el tratamiento 2 se procedió a la elaboración de un microcapasulado, utilizando 3 huevos frescos enteros mezclados, bruscamente, con 500 mL de agua hirviendo, generando micro partículas de huevos cocidos, la cual fue suministrada 15 ml, cada 4 horas, por 15 días de cultivo.

Tratamiento 3

Las postlarvas fueron alimentadas con la producción de alimento natural (zooplancton) producto del

fertilizado del cuerpo de agua a través de la incorporación de gallinaza (1 kg/10m²), cal agrícola (100 g/m²) y Triple fosfato 14 (10 g/m²) en tanques de 2000 l (Tabla 3). El zooplancton fue recolectado con una red planonera de ojo de malla de 30 mm por arrastres horizontal. El zooplancton fue lavado con agua limpia y separada mediante tamizado entre 125 y 160 µm compuesto principalmente por rotíferos *Brachionus sp1* y *Brachionus sp2* (50,3 ± 10%) y por nauplios y copepoditos de copépodos

Argyrodiaptomus sp. Thermocyclops decipiens y Mesocyclops sp ($37 \pm 12\%$),

fueron ofrecidas 6 presas/larvas cada 4 horas durante 15 días de cultivo.

Tabla 4. Programa de fertilización del cuerpo de agua

	CANTIDAD
Cal Agrícola g/m ²	100
Gallinaza Kg/10m ²	1
Triple 14 g/m ²	10

Tratamientos combinados T4, T5 y T6
Para los tratamientos T4, T5 y T6 se procedió como se indica en la Tabla 2.

Análisis estadístico

Las bases de datos fueron creadas en la hoja de cálculo MS-Excel 2010 con lo cual se conformó un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables. Los resultados obtenidos fueron analizados a través de un modelo estadístico completamente aleatorizado, tomando el nivel de significación $\alpha = 0,05$. Los promedios fueron separados de acuerdo a la prueba de Tukey, al mismo nivel de significancia utilizado en el análisis de la varianza. Todos los

datos estadísticos se analizaron mediante el programa estadístico InfoStat (2004).

Resultados y Discusión

Calidad de agua

Los resultados obtenidos en los diferentes parámetros de calidad de agua se observan en la Tabla 5. Dichos resultados se mantuvieron constantes y dentro de los parámetros de confort para la especie (temperatura $25^\circ\text{C} \pm 0,01$, pH $6,38 \pm 0,01$, Oxígeno disuelto $6 \text{ mg/l} \pm 0,01$, alcalinidad $20 \text{ mg/l} \pm 0,01$, amonio, nitratos y nitritos cero (0) para todos los tratamientos.

Tabla 5. Parámetros de calidad de agua obtenidos durante el desarrollo larvario del coporo (*Prochilodus mariae*)

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Oxígeno disuelto (mg/l)	$6 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$
Amonio (mg/l)	0	0	0	0	0	0
Alcalinidad (mg/l)	$20 \pm 0,01$	$20 \pm 0,01$	$20 \pm 0,01$	$20 \pm 0,01$	$20 \pm 0,01$	$20 \pm 0,01$
pH	$6,3 \pm 0,01$	$6,5 \pm 0,01$	$6,5 \pm 0,01$	$6 \pm 0,01$	$6,5 \pm 0,01$	$6,5 \pm 0,01$
Temperatura (°C)	$25 \pm 0,01$	$25 \pm 0,01$	$25 \pm 0,01$	$25 \pm 0,01$	$25 \pm 0,01$	$25 \pm 0,01$
Nitritos	0	0	0	0	0	0
Nitratos	0	0	0	0	0	0

Prueba de crecimiento Los resultados de los bioensayos a los 15 días de cultivo, muestran que las mejores respuestas de crecimiento en peso de larvas de coporo (peso \pm EE) se observaron en el tratamiento con concentrado (T1: 2023 mg \pm 0,02^a), mostrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$), al ser comparado con los demás tratamientos. Los tratamientos T5 (1345,5 mg \pm 0,01^b) T6 (1341 mg \pm 0,02^b) y T4 (1091,5 mg \pm 0,01^b), no mostraron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) y finalmente las menores ganancias de peso se obtuvieron con los tratamientos T2 (736 mg \pm 0,01^c) y T3 (0,592 mg \pm 0,01^c), (Figura 1); lo que evidencia mejores respuestas productivas, en aquellas larvas que fueron mantenidas con alimento formulado ya sea solo o combinado

con zooplancton o microcapsulado, contrariamente a lo reportado por Lazo (2000), donde concluye que cuando las larvas son alimentadas por dietas artificiales se produce atraso en el crecimiento y altas mortalidades durante la primera semana de vida.

La Figura 1 muestra que los primeros siete días de vida de las postlarvas se obtienen los mejores indicadores de crecimiento, resultados que coinciden con los valores obtenidos por Atencio, et al 2003^a, donde encontró que en los diferentes períodos de manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*) muestra que entre los tres y siete días de alimentación se obtienen las mejores ganancias de peso, sugiriendo tres días como período mínimo necesario como manejo de la primera alimentación.

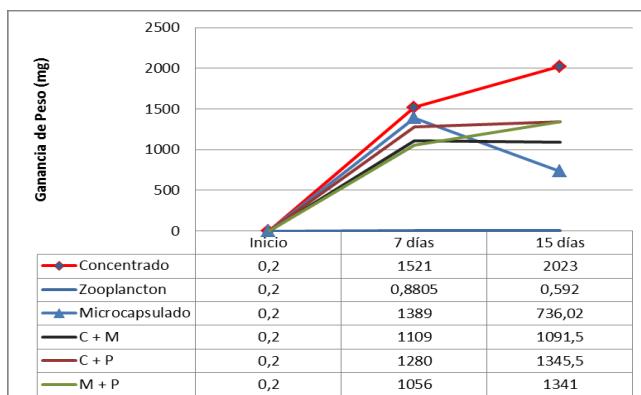


Figura 1. Efecto de diferentes estrategias de alimentación sobre la ganancia de peso en larvas de coporo (*Prochilodus mariae*).

Muchas investigaciones señalan las ventajas de la utilización de zooplancton en la alimentación de larvas de peces [Atencio et al., (2003a); Atencio et al., (2003b)]; sin embargo, en la presente

investigación no se observaron tales beneficios, tanto en ganancia de peso como en supervivencia (Figura 2. T1: 70.8%, T4: 60%, T5: 40% T2: 30%, T3: 20%, y T6: 20%), quizás debido a

una densidad de siembra mayor a la que reportan otros investigadores en otras especies, afectando de esta manera la disponibilidad de alimento cuando la producción se genera de una manera extensiva o semi-intensiva.

Otra causa de la baja tasa de sobrevivencia puede ser atribuida a la incorporación de organismos patógenos y predadores en el zooplancton [Muñoz et al., (2007); García (2000)], señalan que

existe una alta probabilidad de colectar copépodos ciclopoides carnívoros en el zooplancton. Además las larvas en los primeros días de alimentación exógena capturan organismos de menor tamaño y de menor movilidad [Pedreira et al., (2008)], y el zooplancton recolectado a través de una malla zooplánctica (125 y 160 μm) no nos permite garantizar estas condiciones.

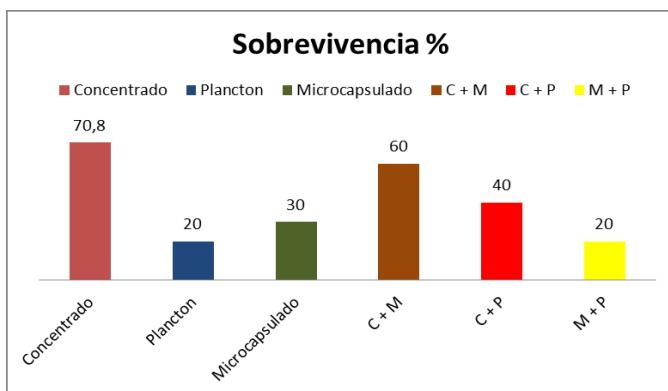


Figura 2.- Efecto de diferentes estrategias de alimentación en el levantamiento larval de coporo (*Prochilodus mariae*) sobre la tasa de sobrevivencia

Similar situación reportan [Atencio-García et al. (2003)] quienes evaluando varias dietas en bocachico (*Prochilodus magdalena*e), encontraron al usar zooplancton silvestre tamizado (250-400 μm), que estas especies presentan características de predación en razón del tamaño de la partícula ofrecida, permitiendo que presas de un mayor tamaño faciliten su captura, originando mejor asimilación para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, al comparar la tasa de sobrevivencia, estas larvas de *P. magdalena*e tuvieron las menores tasas, atribuidas a la presencia de copépodos

ciclopoides de comportamiento predadores.

Muñoz et al., (2007), evaluaron tres tipos de alimentos en larvas de *R. sebae*; naúplios de Artemia sp, concentrado de 48% PC y zooplancton. Concluyendo que las larvas aceptaron como primer alimento un concentrado de 48% PC y además crecieron y sobrevivieron al igual que las larvas alimentadas con naúplios de Artemia sp. Contrario a esto Civera et al., (2002), en estudios con la cabrilla Arenera (Paralabrus maculatusfasciatus), mostraron que la sobrevivencia y el crecimiento en las

larvas iniciadas con dieta artificial, fueron significativamente menor ($P > 0.05$) que las larvas alimentadas con el alimento vivo.

López et al., (2007), señalan que las larvas de coporo a las 36 horas post eclosión tienen la boca abierta con movimientos mandibulares rápidos a una frecuencia aproximada de 2 por segundo. Además concluye que estructuras como la boca y el intestino se desarrollan durante la vida larval aun antes de reabsorber por completo el vitelo, cuya reabsorción completa se observa a las 84 HPE (horas por eclosión), situación que permite el inicio de la alimentación exógena y la utilización de la última reserva de vitelo como dispensador de nutrientes para la búsqueda del nuevo alimento.

Por lo anterior se puede considerar a las larvas de Coporo como larvas precociales (con abundante vitelo); las cuales asimilan eficientemente el alimento artificial desde el inicio de la alimentación exógena, gracias a que presentan el tracto digestivo diferenciado y, por lo tanto son menos dependientes del zooplancton para el proceso de digestión [Sipaúba et al, (2003)].

Pelli et al., (1997) evaluando el consumo de ración en *P. scrofa*, encontraron que una mayor tendencia al ingerir microcrustáceos como cladóceros y copépodos entre el cuarto y onceavo día posteclosión, lo cual sugiere indicar que en la fase postlarval de especies de peces neotropicales, la incorporación de alimento vivo son fundamentales para garantizar el adecuado crecimiento y sobrevivencia.

Conclusión

Es factible la utilización de alimentos balanceados durante la etapa de levantamiento larval en *P. mariae* mediante el suministro de 20% de la biomasa, obteniéndose hasta 0,2 mg cada 6 horas.

Referencias Bibliográficas

- Atencio, V. (2001). Producción de alevinos de especies nativas. MVZ-Córdoba. 6(1): 9-14.
- Atencio, V.; Kerguelén, E.; Wadnipar, L.; Narváez, A. (2003a). Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). MVZ-Córdoba. 8(1): 254-260.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). (1995). Oficial. Methods Analysis. 15th. (1984). Washington, D.C. 1018 pp.
- Carvalho, A. Oliva-Teles, A.; Bergot, P. (2003). A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. Aquaculture. 225:445-449.
- Civera, R.; Ortiz, J.; Dumas, S.; Nolasco, A.; Alvarez, H.; Anguas, B.; Peña, R. Rosales, M; Carrasco, V.; García, R.; Goytortúa, E. (2002). Avances en la Nutrición de la Cabrilla Arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*). Avances en Nutrición Acuícola. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México
- García, A. (2000). Valor nutricional de los quistes de Artemia y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. In: V

Symposium Internacional de Nutrición Acuícola – CIAD. Memorias Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Mazatlán, México. 289-290.

González, J.; Heredia, B. (1998). El Cultivo de la Cachama, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigaciones del estado Guárico, 2da. Ed. Maracay. 134 pp.

Hernández, G.; González, J.; Alfonso, E.; Salmeron, Y.; Pizzani, P. (2010). Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochidolus mariae*). Zootecnia Trop. 28(2):173-182.

InfoStat. (2004). Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas, Argentina.

Lazo, J. (2000). Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. Memorias del V Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán, México. 19-22

López, T.; Medina, V.; Velasco, Y.; Cruz, P. (2007). Valores morfométricos en larvas de yamú brycon amazonicus

(pisces: characidae) obtenidas con semen fresco y crioconservado. Actual Biol. 29 (87): 209-219.

Muñoz, F.; Tobar, J.; Arias, J. (2007). Respuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla *Rhamdia sebae* C.F. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1 (5): 47-53.

Pedreira, M.; Santos dos J.; Sampaio, E.; Ferreira, F.; Silva, J. (2008). Efeito do tamanho da presa e do acréscimo da ração na larvicultura de pacamã. R Bras Zootec. 37: 1144-1150.

Pelli, A.; Dumont, R.N.; Silva, J.D.; Ramos, S.M.; Souza, D.; Barbosa, N.D. (1997). Ingestão de ração por pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), curimba (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) e piau (*Leporinus friderici* Bloch, 1794) em condições semi-intensivas. B. Inst. Pesca, São Paulo, 24 (único):(pp. 119-123).

Sipaúba, T.; Rocha, L. (2003). Produção de plâncton (Fitoplâncton e zooplâncton) para alimento de organismos aquáticos. Segunda edición. San Carlos, Brasil: Editora Rima