

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LARVAS DE CAPAZ (*Pimelodus grosskopfii*) DURANTE LA TRANSICIÓN A UNA DIETA SECA

Growth and survival of Capaz larvae (*Pimelodus grosskopfii*) during transition to a dry diet.

Silvia Cristina Carrera-Quintana¹, Leonardo Vargas-Méndez²

Resumen

El cambio de dieta de alimento vivo, a dieta artificial, es considerado como uno de los puntos más críticos en la larvicultura de peces. Su éxito depende en gran parte del alimento utilizado y de las características fisiológicas de las larvas. En este artículo se evaluó la transición y acostumbramiento de larvas de capaz (*P. grosskopfii*) a una dieta comercial con 45% de proteína durante 5 semanas. Para ello se seleccionaron 576 larvas de capaz de 10 días de edad con un peso promedio inicial de $20,96 \pm 4,35$ mg y talla de $9,77 \pm 2,64$ mm. La densidad de alojamiento fue de 4 larvas/L. Fueron evaluados 3 tratamientos (T) con 3 réplicas cada uno, así: **T1:** hígado de bovino; **T2:** hígado de bovino + bacalao y **T3:** Control. Los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso (390 ± 18 mg), ganancia en talla ($28,9 \pm 1,2$ mm) y tasa de crecimiento específica ($2,12 \pm 0,008$) se registraron en el tratamiento T2, mientras que la mejor sobrevivencia se registró en el tratamiento T1 (31%). Se hace necesario realizar estudios de desarrollo ontogénico que permitan evidenciar las necesidades nutricionales de cada especie para la formulación de dietas.

Palabras clave: acondicionamiento, larvas, silúridos

1 Magíster en Acuicultura, Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Surcolombiano-Acuapez.

2 Médico Veterinario y Zootecnista, Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuário del Huila.

ABSTRACT

The change of diet live artificial diet food is considered one of the most critical points larviculture fish. Its success depends largely on the feed used and the physiological characteristics of the post-larvae. In this work the transition and habituation able larvae (*P. grosskopfii*) to a commercial diet with 45% protein for 5 weeks was evaluated. For this 576 larvae capable of 10 days old they were selected with an initial average weight of 20.96 ± 4.35 mg and 9.77 ± 2.64 mm. Housing density was 4 larvae / L. 3 treatments were evaluated (T) with 3 replicates each, as follows: T1: bovine liver; T2: bovine liver + fish oil and T3: Control. The best results in terms of weight gain (390 ± 18 mg), gain in size (28.9 ± 1.2 mm) and specific growth rate (2.12 ± 0.008) were recorded in the treatment T2, while the best survival was recorded in T1 treatment (31%). It is necessary to conduct studies of ontogenetic development to highlight the nutritional needs of each species to formulate diets.

Keywords: conditioning, larvae, Silurids

Introducción

En larvicultura de peces, el alimento vivo es comúnmente usado como primera alimentación, sin embargo su baja producción y alto precio en el mercado se ha convertido en un problema de gran importancia para el cultivo de algunos silúridos a escala comercial (Person-Le Ruyet et al., 1993). El proceso de acondicionamiento a consumo de alimentos artificiales, conocido comúnmente como destete, que consiste en proporcionar una dieta mixta que contenga alimento comercial acompañado de un suplemento protéico de origen

animal, el cual va disminuyéndose gradualmente, puede llegar a ser una alternativa viable para solucionar este problema (Marciales-Caro et al., 2011). Sin embargo, su uso a menudo puede conducir a una baja supervivencia y/o crecimiento debido a la inadecuada edad de destete (Jones et al., 1993; Person-Le Ruyet et al., 1993; Watanabe y Kiron, 1994), ocasionando además daños en el tracto digestivo (Pickering, 1998) y retrasando el desarrollo, la salud y la función fisiológica de las larvas de peces (Fevolden y Røed, 1993; Fevolden et al., 1999, Cahu y Zambonino-Infante, 2001; Hamza et al., 2007).

Durante el desarrollo larvario en los peces, se presentan cambios importantes en el sistema digestivo, involucrando algunos procesos y asimilación de compuestos químicos, determinando modificaciones en los requerimientos nutricionales de acuerdo con la etapa de desarrollo de las larvas (Kolkovski, 2001). Según Dabrowski (1984) las larvas de silúridos presentan un desarrollo tardío del estómago funcional y deficiencia en la producción de enzimas digestivas, por lo que es indispensable incluir en su dieta alimento vivo que les proporcione estímulos visuales y aportes enzimáticos para incrementar la actividad digestiva e ingestiva (Aristizábal y Suárez, 2006) y de paso les permita una fácil transición a una dieta inerte (Borges y Portella, 2006).

Este proceso de acondicionamiento o destete ha sido estudiado en algunas especies como: *Colossoma macropomum* (Sevilla y Günther, 2000), *Pangasius bocourti* (Hung et al., 2002), *Heterobranchus longifilis* (Kerdchuen y Legendre, 1994), *Sorubim cuspidatus* (Vergara y Hoyos, 2005), *Pseudoplatystoma corruscans* (Alvarado, 2003), *Leiocassis longirostris* (Liu et al., 2012), *Pseudoplatystoma* sp y *Leiarius marmoratus* (Marciales-Caro et al., 2011)

El capaz, *Pimelodus grosskopfii*, es una especie de la familia Pimelodidae, que se encuentra en la cuenca del río Magdalena y en el embalse de Betania (Villa-Navarro, 2011) en el departamento del Huila. Debido a la calidad de su carne, la ausencia de espinas intramusculares y el precio en el mercado, se convierte en una variedad con gran aceptación comercial (Valbuena-Villareal et al., 2012). La

reproducción de la especie ha sido estudiada, reportándose protocolos eficientes para su producción en cautiverio (Valbuena-Villareal et al., 2012), sin embargo una de las principales limitantes para la obtención de alevinos de la mayoría de silúridos de importancia comercial está en la alimentación en sus diferentes fases de cultivo. A pesar de que existen estudios realizados en algunas especies de bagres (Padilla et al., 2001; Marciales-Caro et al., 2011), aún no es posible su cultivo a escala comercial, debido principalmente a las dificultades para adaptarlas a consumir dietas secas o concentrados comerciales (Guerrero, 2003), siendo necesarios estudios sobre el desarrollo larvario para establecer técnicas de manejo más eficientes, especialmente durante la transición de la alimentación endógena a exógena (Zaniboni et al., 2001).

Teniendo en cuenta que hasta el momento no existen estudios sobre el acondicionamiento a dieta seca de especies nativas como el capaz, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño productivo de larvas de capaz (*P. grosskopfii*) durante el proceso de acostumbramiento a una dieta comercial durante 5 semanas.

Materiales y métodos

Localización

Los ensayos fueron realizados en la estación Piscícola de la AUNAP, localizada en el municipio de Gigante-Huila, a 960 m.s.n.m. La estación piscícola tiene un área aproximada de 29 Ha. y 5.5 Ha de espejo de agua. Con temperatura promedio de 24 °C y una precipitación de 1250 mm anual.

Material biológico

Las larvas de capaz fueron obtenidas por reproducción inducida con Extracto de Hipófisis de Carpa (EHC) en la estación Piscícola de la AUNAP. Durante los primeros 10 días de posteclosión (DPE), las larvas se mantuvieron en incubadoras de acrílico de 200 L y fueron alimentadas con artemia salina a una ración de 600 nauplios/mL/larvas/día.

Ensayos de acostumbramiento

Después del periodo de acondicionamiento se tomaron al azar 576 larvas con un peso promedio inicial de $20,96 \pm 4,35$ mg y talla de $9,77 \pm 2,64$ mm, las cuales fueron distribuidas en acuarios de vidrio con un volumen de 16 L, manteniendo una densidad de 4 larvas/L, aireación continua, recambio diario de agua del 50%, mantenimiento de la temperatura promedio del agua en 27°C por medio de termostatos y cubiertos con bolsas plásticas de color negro, con el fin de disminuir la intensidad lumínica. Cada acuario fue considerado como una unidad experimental asignado aleatoriamente a uno de 3 tratamientos, con 3 réplicas, así: T1: hígado

de bovino + bacalao; T2: hígado de bovino y T3: Control. La proporción de los componentes de la dieta para cada tratamiento fue modificada semanalmente, iniciando con una proporción 80:20 de suplemento de proteína animal: alimento balanceado comercial y finalizando la quinta semana con 0:100, tal como se indica en la tabla 1. Las porciones de alimento balanceado y suplemento de proteína fueron mezcladas con gelatina sin sabor en proporciones iguales para cada tratamiento dentro del periodo de acostumbramiento, para otorgarle consistencia a la dieta suministrada y evitar su rápida desintegración y dilución en el agua. El suministro de la ración fue realizada ad libitum 4 veces al día, 8:00, 11:00, 14:00 y 18:00 horas. Durante el experimento fueron registrados diariamente la temperatura (°C) y el oxígeno disuelto (mg/L) empleando una sonda multiparamétrica YSI. Dos horas después de cada alimentación, se realizó un recambio del 20% del agua del recipiente y retiro mediante sifonado de los residuos sólidos, para evitar acumulación de materia orgánica y deterioro de la calidad del agua.

SEMANA	HORA DE ALIMENTACIÓN				PROPORCIÓN HÍGADO/DIETA SECA
	08:00 a.m.	11:00am	2:00pm	6:00pm	
1	AP	DH	AP	AP	80:20
2	AP	DH	AP	DH	60:40
3	AP	DS	DS	DS	40:60
4	DH	DS	DS	DS	20:80
5	DS	DS	DS	DS	00:100

Tabla 1. Esquema de alimentación para acondicionamiento progresivo a dieta seca comercial de larvas capaz (*Pimelodus grosskopfii*.)

AP: dieta viva (artemia salina)

DH: dieta húmeda (mezcla de hígado con dieta seca)

DS: dieta seca (alimento balanceado comercial 45% proteína)

Evaluación del desempeño productivo

Al final de cada una de las 5 semanas y para cada uno de los tres tratamientos y sus respectivas réplicas, se determinaron los incrementos de peso y longitud, mediante el uso de una balanza analítica (Ohaus, USA, 0.01 mg de sensibilidad) y una reglilla calibrada en el ocular del estereoscopio. Para tal fin, las larvas seleccionadas al azar se fijaron en formol buferado tamponado al 4%. Otros parámetros a tener en cuenta fueron la tasa de sobrevivencia por periodo y final, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{(Tasa de sobrevivencia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ final de larvas}}{\text{100/n}^\circ \text{ inicial de larvas} - \text{n}^\circ \text{ de larvas muestreadas}})$$

Y la tasa de crecimiento específico (TCE), según la formula de Kesmont y Stalmans (1992) así:

$$\text{TCE} = 100 \times (\ln W_{\text{f}} - \ln W_{\text{i}}) / t$$

donde:

W_{f} = peso final

W_{i} = peso inicial

t = duración en días entre el intervalo de una biometría y

$\ln$ = logaritmo natural.

Análisis estadístico

Los datos fueron descritos como media $\pm$

error estándar de la media (ESM). Posteriormente, para analizar los efectos de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) simple, verificando previamente los supuestos de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Se utilizó la prueba de Tukey para comparar las medias entre los diferentes tratamientos, como prueba a posteriori luego de establecer diferencias significativas. El criterio de significancia fue $p < 0.05$. Los análisis estadísticos se ejecutaron usando el programa SPSS 13.0.

Resultados

Los parámetros de calidad de agua no presentaron variaciones entre los diferentes tratamientos a lo largo del ensayo. La temperatura promedio que se registró durante el experimento fue de $27 \pm 5^\circ \text{C}$ y el oxígeno disuelto de $6,9 \pm 0,6 \text{ mg/L}$.

En general, se observaron diferencias significativas en el comportamiento de las variables productivas evaluadas en las larvas de capaz, excepto para la tasa de crecimiento específico ($F = 4,90$; $p = 0,548$). La ganancia de talla ($F = 158,66$; $p = 0,0000$), peso ($F = 58,25$; $p = 0,0001$) y sobrevivencia ($F = 23,02$; $p = 0,0015$), fue mayor en larvas que recibieron dietas con hígado e hígado + bacalao (Figuras 1 y 2).

Los más bajos resultados en cuanto a aumento de peso ($177,98 \pm 0,016$), talla ($7,67 \pm 0,08 \text{ mm}$) y sobrevivencia ($27 \pm 2 \%$), se presentaron en el tratamiento control.

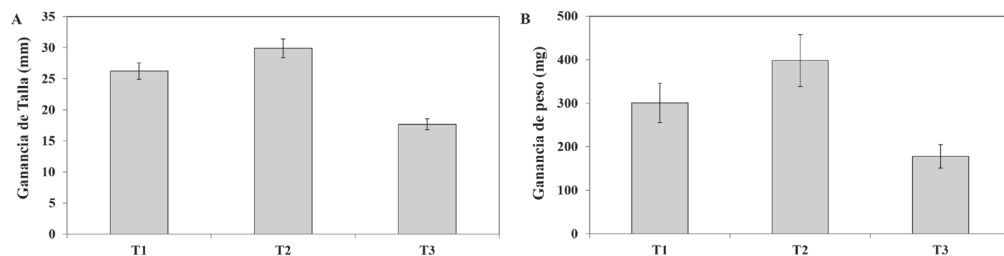


Figura 1. Ganancia de talla (A) y peso corporal (B) en larvas de *Pimelodus grosskopfii* al final del acondicionamiento progresivo al consumo de dieta seca, durante un periodo de 5 semanas. T1: Hígado de bovino, T2: Hígado de bovino + aceite de bacalao y T3: Control.

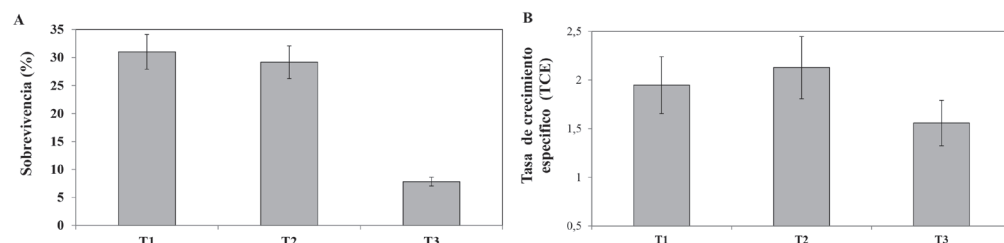


Figura 2. Supervivencia (A) y Tasa de crecimiento específico (B) en larvas de *Pimelodus grosskopfii* al final del acondicionamiento progresivo al consumo de dieta seca, durante un periodo de 5 semanas. T1: Hígado de bovino, T2: Hígado de bovino + aceite de bacalao y T3: Control.

Discusión y conclusiones

El acondicionamiento o cambio gradual del suministro de alimento vivo a dieta comercial es un proceso considerado como crítico en el cultivo de peces carnívoros (Bock y Padovani, 2000; Kolkovski, 2001). La supervivencia de las larvas es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta en el momento de evaluar el éxito de cualquier proceso de destete. En este sentido, se acepta generalmente que la adaptación de las larvas de peces a dietas comerciales requiere de protocolos especiales, ya que se dan una serie de cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento (Rao, 2003). El éxito de este proceso depende de algunas

variables como el alimento suministrado (Marciales-Caro *et al.*, 2011), características de las larvas (Kolkovski, 2001); tiempo mínimo de suministro de alimento vivo antes de iniciar el entrenamiento a consumo de dietas secas (Guerrero-Alvarado, 2003).

En esta investigación, el acondicionamiento de larvas de capaz se realizó a los 10 días DPE, dando como resultado una supervivencia del 7 al 31%. Estos valores fueron relativamente bajos si se comparan con otras especies de bagres como *C. gariepinus* (Hogendoorn, 1980), *Heterobranchius longifilis* (Kerdchuen y Legendre, 1994), *Pseudoplatystoma* sp y *Leiarius marmoratus* (Marciales-Caro *et al.*, 2011). Esto pudo haber

ocurrido por varias razones: 1) las enzimas implicadas en la digestión de proteínas no se encuentran bien desarrolladas en las larvas de capaz antes de recibir alimentación exógena, tal como ocurre en otro tipo de bagres (Pradhan et al., 2012).

El efecto del suplemento protéico utilizado durante el acondicionamiento progresivo presentó diferencias significativas para esta especie. El mejor desempeño se observó en los tratamientos que incluyeron hígado e hígado+bacalao. Valores similares fueron encontrados en otras especies de bagres como *Pseudoplatystoma* sp y *Leiarius marmoratus* (Marciales-Caro et al., 2011). El uso de estos suplementos protéicos de origen animal está vinculado con la activación directa e indirecta de enzimas como precursores o activadores de los procesos de asimilación y absorción, y por lo tanto, de la digestibilidad de las dietas secas (Kolkovski, 2001). La fisiología y la morfogénesis del tracto digestivo de las larvas pueden ser estimuladas o pierden valor, dependiendo de cómo se lleva a cabo la co-alimentación (Cahu y Zamboni-Infante, 2001). De hecho, dependiendo del tipo de dieta y el régimen de alimentación, el desarrollo y maduración del sistema digestivo podría activarse o inhibirse (Vega-Orellana et al., 2006, Engrola et al., 2007, Engrola et al., 2010, Kamarudin et al., 2011 y Liu et al., 2012).

En el presente estudio, el suministro de *Artemia salina* durante las primeras semanas de alimentación (Tabla 1) facilitó la digestión de la dieta de transición suministrada, lo cual se manifestó en la mayor ganancia de

talla y peso corporal, factor de condición y sobrevivencia, como lo reportó Borges et al. (2006) para *Piaractus mesopotamicus*. Estos resultados nos muestran que al utilizar conjuntamente organismos vivos y dieta inerte se obtienen mejores resultados en cuanto a parámetros productivos que cuando solo se utilizan organismos vivos; esto puede deberse principalmente a que el alimento vivo por sí solo no es suficiente para suplir los requerimientos nutricionales de las postlarvas de peces (Dabrowski, 1984).

A partir del proceso de acondicionamiento a consumo de dieta seca evaluado, se concluye que durante el mismo es necesario el uso de alimento vivo, así como de suplementos de proteína de origen animal para obtener buenos resultados. De igual forma, las especies pueden tener una respuesta diferente frente al acondicionamiento, debido posiblemente a sus diferencias en el desarrollo del tracto digestivo y/o actividad enzimática en cada especie, por lo cual es necesario modificar los esquemas de acondicionamiento tradicionales, ajustando la edad de inicio del proceso y del cambio progresivo de dieta.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Colciencias y a la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Surcolombiano-Acuapez (convenio 0157-2013) por el apoyo financiero, así como a la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura-AUNAP por el apoyo logístico y a José Luis Buendía, por su colaboración en la conducción del ensayo.

Referencias bibliográficas

- Aristizábal, E. & Suárez, J. (2006). Efficiency of co-feeding red porgy (*Pagrus pagrus* L.) larvae with live and compound diet. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41, 203-208.
- Borges, M. & Portella, M. (2006). Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1887-1892.
- Borges, M., Flores-Quintana, C., Carneiro, D. J., Pizauro-Junior, J. M & Portella, M. (2006). Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2211-2218.
- Cahu, C., Zambonino-Infante, J.L. (2001). Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture* 200, 161-180
- Dabrowski, K. (1984). The feeding of fish larvae: present "state of the art" and perspectives. *Reproduction Nutrition Development*, 24, 807-833.
- Engrola, S., Conceição, L.E.C., Dias, L., Pereira, R., Ribeiro, L. & Dinis, M.T. (2007). Improving weaning strategies for Senegalese sole: effects of body weight and digestive capacity. *Aquaculture Research*, 38, 696-707.
- Engrola, S., Dinis, M.T. & Conceicao, L.E.C. (2010). Senegalese sole larvae growth and protein utilization is depressed when co-fed high levels of inert diet and *Artemia* since first feeding. *Aquaculture Nutrition*, 16, 457-465.
- Fevolden, S.E. & Røed, K.H. (1993). Cortisol and immune characteristics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) selected for high or low tolerance to stress. *Journal of Fish Biology*, 43 (6), 919-930.
- Fevolden, S.E., Røed, K.H., Fjalestad, K.T. & Stien, J. (1999). Poststress levels of lysozyme and cortisol in adult rainbow trout: heritabilities and genetic correlations. *Journal of Fish Biology*, 54 (4), 900-910.
- Guerrero-Alvarado, C. (2003). Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): Sobrevivência, crescimento e aspectos económicos. Tesis de Magister, Centro de Aqüicultura Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.
- Hamza, N., Mhetli, M. & Kestemont, P. (2007). Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucio-perca*) larvae. *Fish Physiology Biochemical*, 33, 121-133.
- Hogendoorn, H. (1980). Controlled breeding of the African catfish, *Clarias lazera* (C.

- p>and V.) III. Feeding and growth of fry.
- Aquaculture*
- 21, 233-241.
- Hung, L., Tuan, N., Cacot, P. & Lazard, J. (2002). Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquaculture*, 212, 115-127.
- Jones, D.A., Kamarudin, M.S., Le Vay, L., (1993). The potential for replacement of live feeds in larval culture. *Journal of the World Aquaculture Society* 24 (2), 199-210.
- Kamarudin, M.S., Otoi, S., Saad, C.R. (2011). Changes in growth, survival and digestive enzyme activities of Asian redtail catfish, *Mystus nemurus*, larvae fed on different diets. *African Journal Biotechnology*, 10, 4484-4493.
- Kerdchuen, N. & Legendre, M. (1994). Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. *Aquat Living Resources*, 7, 247-253.
- Kolkovski, S. (2001). Digestive enzymes in fish larvae and juveniles, implications and applications to formulated diets. *Aquaculture*, 200, 181-201.
- Liu, B., Zhu, X., Lei, W., Yang, Y., Han, D., Jin, J. & Xie, S. (2012). Effects of different weaning strategies on survival and growth in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Gunther) larvae. *Aquaculture* 364, 13-18.
- Marciales-Caro, L., Cruz-Casallas, N., Díaz-Olarte, J.J., Medina-Robles, V. & Cruz-Casallas, P.E. (2011). Crecimiento y sobrevivencia de post-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp) y yaque (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24, 179-190.
- Núñez, J., Duque, R., Corcuy-Arana, N., Duponchelle, F., Renno, J. & Raynaud, T. (2008). Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the bolivian Amazon. *Aquatic Research*, 39, 764-776.
- Padilla PP, Alcántara BF, Ismiño OR. (2001). Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario - larval. *Folia Amazónica*, 12(1-2): 142 - 154.
- Person-Le Ruyet, J., Alexandre, J.C., Thebaud, L. & Mugnier, C., (1993). Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey?. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24, 211-224.
- Pradhan, P.K., Jena, J.K., Mitra, G., Sood, N. & Gisbert, E. (2012). Ontogeny of the digestive tract in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. *Fish Physiology Biochemistry*, 38, 1601-1617.

- Rao, T.R. (2003). Ecological and ethological perspectives in larval fish feeding. *Journal Applied Aquaculture*, 13, 145-178.
- Sevilla, A. & Günther, J. (2000). Growth and feeding level in pre-weaning Tambaqui *Colossoma macropomum* Larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31, 218-224.
- Vergara-Morelo, R. & Hoyos-Pacheco, J. (2005). Evaluación del entrenamiento del bagre blanco (*Sorubim cuspi-caudus* littmann, burr & nass, 2000) al consumo de dietas secas. Tesis de pregrado, Programa de Acuicultura, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.
- Valbuena-Villarreal, R.D., Zapata-Berruecos, B. & Cruz-Casallas, P.E. (2010). Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar. *Orinoquia*, 14(2), 133-139.
- Valbuena-Villarreal, R.D., Zapata-Berruecos, B., David-Ruales, C. & Cruz-Casallas, P.E. (2012). Desarrollo embrionario del capaz *Pimelodus grosskopfii* (Steindachner, 1879). *International Journal of Morphology* 30(1), 150-156.
- Valbuena-Villarreal, R.D., B. Zapata-Berruecos y M.C. Gutiérrez-Espinoza. (2012). Coeficientes de digestibilidad aparente de tres ingredientes proteicos para capaz, *Pimelodus grosskopfii*. *Orinoquia* 16, 179-186.
- Valbuena-Villarreal, R.D., Zapata-Berruecos, B. & Otero-Paternina, A. (2013). Evaluación de la primera alimentación en larvas de capaz *Pimelodus grosskopfii* bajo condiciones de laboratorio. *Revista MVZ Córdoba*, 18(2), 3518-3524.
- Villa-Navarro, F.A. & Losada-Prada, S. (1999). Hábitos alimenticios de *Pimelodus grosskopfii* y *Ageneiosus caucanus* (Pisces: Siluriformes) en la represa de Prado (Tolima). pp 224. En: XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, Cali.
- Vega-Orellana, O.M., Fracalossi, D.M. & Sugai, J.K. (2006). Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. *Aquaculture* 252, 484-493.
- Zambonino-Infante, J.L. & Cahu, C.L. (2007). Dietary modulation of some digestive enzymes and metabolic processes in developing marine fish: applications to diet formulation. *Aquaculture*, 268, 98-105.
- Watanabe, T., Kiron, V. (1994). Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture* 124 (1-4), 223-251.
- Pickering, A.D., 1998. Stress responses of farmed fish. In: Black, K.D., Pickering, A.D. (Eds.), *Biology of Farmed Fish*. Sheffield Academic Press, Sheffield, pp. 222-255.