

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LARVAS DE CAPAZ *Pimelodus grosskopfii* (STEINDACHNER, 1879) DURANTE LA TRANSICIÓN A UNA DIETA SECA

Silvia Cristina Carrera

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 trabajo se evaluó el crecimiento y supervivencia de larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) durante la transición a una dieta comercial con 45% de proteína por un periodo de cinco semanas. Para ello se seleccionaron 576 larvas de capaz de 10 días de edad con un peso promedio inicial de 20,96 ± 4,35 mg y talla de 9,77 ± 2,64 mm. La densidad de siembra fue de 4 larvas/litro. Fueron evaluados tres tratamientos (T) con tres réplicas cada uno, así: T1: hígado de bovino + bacalao;

T2: hígado de bovino y T3: control. Los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso y supervivencia se obtuvieron en las larvas alimentadas con hígado (398 ± 18 mg y 29% respectivamente) e hígado + bacalao (390 ± 10 mg y 31% respectivamente). La ganancia en talla fue mayor (29,8 ± 1,2 mm) en T2, mientras que en la tasa de crecimiento específica (TCE) no se encontraron diferencias entre los tratamientos. En conclusión, el acondicionamiento a dieta seca fue más eficiente en los tratamientos donde se incluyó proteína animal, sin embargo, es necesario realizar estudios de desarrollo ontogénico que permitan evidenciar las necesidades nutricionales de la especie para la formulación efectiva de dietas.

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 han convertido en el cuello de botella para el cultivo de algunos silúridos a escala comercial (Person-Le Ruyet *et al.*, 1993). A pesar de esto, el proceso de acondicionamiento a consumo de alimentos artificiales conocido comúnmente como 'destete', el cual consiste en proporcionar una dieta mixta que contenga alimento comercial acompañado de un suplemento proteico de origen animal, puede ser una alternativa viable para solucionar este cuello de botella (Marciales-Caro *et al.*, 2011). No obstante, a menudo su uso 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 daños en el tracto digestivo (Pickering, 1998) y retrasando el desarrollo, la salud y la función fisiológica de las larvas (Fevolden y Røed, 1993; Fevolden *et al.*, 1999; Cahu y Zambonino-Infante, 2001; Hamza *et al.*, 2007).

En los peces, durante el desarrollo larvario se presentan cambios importantes en el sistema digestivo, involucrando algunos procesos y asimilación de compuestos químicos, y determinando modificaciones en los requerimientos nutricionales de acuerdo con la etapa de desarrollo de las larvas (Kolkovski, 2001). Las larvas de silúridos presentan un desarrollo tardío del estómago

funcional y deficiencia en la producción de enzimas digestivas (Dabrowski, 1984), por lo que es indispensable incluir en su dieta alimento vivo que le proporcione estímulos visuales y aportes enzimáticos para incrementar la actividad digestiva e ingestiva (Aristizábal y Suárez, 2006), y le 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 *Heterobranchus longifilis* (Kerdchuen y Legendre, 1994), *Colossoma macropomum* (Sevilla y Günther, 2000), *Pangasius bocourti* (Hung *et al.*, 2002), *Pseudoplatystoma corruscans* (Guerrero-Alvarado, 2003), *Sorubim cuspicaudus* (Vergara y Hoyos, 2005), *Pseudoplatystoma* sp. y *Leiarius marmoratus*

(Marciales-Caro *et al.*, 2011) y *Leiocassis longirostris* (Liu *et al.*, 2012).

El capaz, *Pimelodus grosskopfii*, es una especie de la familia Pimelodidae, que en Colombia se encuentra en la cuenca del río Magdalena y/o en el Embalse de Betania (Villa-Navarro y Losada-Prada, 2011) en el departamento del Huila. Debido a la calidad de su carne, la ausencia de espinas intramusculares y su precio en el mercado nacional (\$12.000/kg), es una especie de gran importancia 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.*, 2010), así como el desempeño y supervivencia utilizando alimento vivo (Valbuena-Villareal

PALABRAS CLAVE / Acondicionamiento / Dieta / Larvas / Piscicultura / Silúridos /

Recibido: 06/02/2017. Modificado: 22/01/2018. Aceptado: 25/01/2018.

Silvia Cristina Carrera. Bióloga y Magister en Acuicultura, Universidad del Magdalena, Colombia.

Estudiante de Doctorado en Agroindustria y Desarrollo Agrícola Sostenible, Universidad

Surcolombiana. Líder Sennova, Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Acuapez,

Colombia. Dirección: Cl. 23 #5a75, Neiva, Huila, Colombia. e-mail: silviacrisco@yahoo.com

GROWTH AND SURVIVAL OF CAPAZ LARVAE *Pimelodus grosskopfii* (STEINDACHNER, 1879) DURING TRANSITION TO A DRY DIET

Silvia Cristina Carrera

SUMMARY

The change of diet from live food to artificial diet is considered as one of the most critical points in fish larviculture. Its success depends largely on the food used and on the physiological characteristics of the larvae. In this work the growth and survival of capaz (*Pimelodus grosskopfii*) larvae were evaluated during the transition to a commercial diet with 45% protein for a period of five weeks. For this purpose, 576 larvae of 10 days old were selected, with a mean initial weight of 20.96 ± 4.35 mg and a size of 9.77 ± 2.64 mm. The lodging density was 4 larvae/liter. Three treatments (T) were evaluated with 3 replicates each,

as follows: T1: bovine liver + cod; T2: bovine liver and T3: control. The best results in terms of weight gain and survival were obtained in liver-fed larvae (398 ± 18 mg and 29% respectively) and liver + cod (390 ± 10 mg and 31% respectively). Size gain (29.8 ± 1.2 mm) was best in T2, while in the specific growth rate (TCE) there were no differences between treatments. In conclusion, conditioning to dry diet was more efficient in treatments where animal protein was fed; however, it is necessary to carry out studies of ontogenic development in order to know the nutritional needs of the species for effective diet formulation.

CRECIMIENTO E SUPERVIVÊNCIA DE LARVAS DE “CAPAZ” *Pimelodus grosskopfii* (STEINDACHNER, 1879) DURANTE A TRANSIÇÃO PARA UMA DIETA SECA

Silvia Cristina Carrera

RESUMO

A mudança na dieta de alimento vivo para dieta artificial é considerado como um dos pontos mais críticos na larvicultura de peixes. Seu sucesso depende em grande parte do alimento utilizado e das características fisiológicas das larvas. Neste trabalho foi avaliado o crescimento e sobrevivência de larvas de “capaz” (*Pimelodus grosskopfii*) durante a transição para uma dieta comercial com 45% de proteína durante um período de cinco semanas. Para isto foram selecionadas 576 larvas de “capaz” com 10 dias de idade com peso médio inicial de $20,96 \pm 4,35$ mg e tamanho de $9,77 \pm 2,64$ mm. A densidade de plantação foi de 4 larvas/litro. Foram avaliados três tratamentos (T) com três réplicas cada um, assim: T1: fígado de bovino

+ bacalhao; T2: fígado de bovino e T3: controle. Os melhores resultados quanto a ganho de peso e sobrevivência foram obtidos nas larvas alimentadas com fígado (398 ± 18 mg e 29% respectivamente) e fígado + bacalao (390 ± 10 mg e 31% respectivamente). O ganho em tamanho foi maior ($29,8 \pm 1,2$ mm) em T2, enquanto que na taxa de crescimento específica (TCE) não foram encontradas diferenças entre os tratamentos. Conclusão, o acondicionamento com dieta seca foi mais eficiente nos tratamentos onde se incluiu proteína animal, no entanto, é necessário realizar estudos de desenvolvimento ontogênico que permitam evidenciar as necessidades nutricionais da espécie para a formulação efetiva de dietas.

et al., 2013). Aunque se han realizado estudios 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-Alvarado, 2003). Ello hace necesario estudios del desarrollo larvario para establecer técnicas de manejo más eficientes, especialmente durante la transición de la alimentación endógena a exógena (Zaniboni-Filho 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 crecimiento y sobrevivencia de larvas de capaz durante el proceso de acostumbramiento a

una dieta comercial por un periodo de cinco semanas.

Materiales y Métodos

Localización

Los ensayos fueron realizados en la Estación Piscícola de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) de Colombia, localizada en el municipio de Gigante-Huila, a 960msnm, con ~29ha totales y 5,5ha de espejo de agua, temperatura promedio de 24°C y precipitación anual de 1250mm.

Material biológico

Las larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii* Steindachner 1879) fueron obtenidas por reproducción inducida con extracto de hipófisis de carpa (EHC) en la Estación Piscícola AUNAP. Durante los primeros

10 días posteclosión (DPE), las larvas se mantuvieron en incubadoras de acrílico de 200 litros y fueron alimentadas con *Artemia salina* en ración de 600 nauplios/ml/larva/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 litros, manteniendo una densidad de 4 larvas/litro, aireación continua, recambio diario de 50% del agua, temperatura promedio del agua de 27°C, manteniéndola 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, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a uno de tres tratamientos, con tres 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 modificado semanalmente, iniciando con una proporción 80:20 (suplemento de proteína animal:alimento balanceado comercial) y finalizando la quinta semana con 0:100, tal como se indica en la Tabla I. 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 acondicionamiento, para otorgarle consistencia a la dieta suministrada y evitar su rápida desintegración y dilución en el agua. El suministro de la ración fue

TABLA I
ESQUEMA DE ALIMENTACIÓN PARA
ACONDICIONAMIENTO PROGRESIVO A DIETA SECA
COMERCIAL DE LARVAS CAPAZ (*Pimelodus grosskopfii*)

Semana	Hora de alimentación				Proporción hígado/dieta seca
	08:00	11:00	2:00	6:00	
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

AP: dieta viva (*Artemia salina*), DH: dieta húmeda (mezcla de hígado con dieta seca), DS: dieta seca (alimento balanceado comercial 45% proteína).

realizada *ad libitum* cuatro veces al día, a las 8:00, 11:00, 14:00 y 18:00. Durante el experimento se registró diariamente la temperatura (°C) y oxígeno disuelto ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) empleando una sonda multiparamétrica YSI. Dos horas después de cada alimentación, se realizó un recambio del 20% del agua del recipiente y se retiró mediante sifoneado los residuos sólidos para evitar acumulación de materia orgánica y deterioro de la calidad del agua.

Evaluación del crecimiento y supervivencia

Al final de cada una de las cinco semanas y para cada uno de los tres tratamientos con sus respectivas réplicas se determinaron los incrementos de peso y longitud, mediante el uso de una balanza analítica (Ohaus, USA, 0,01mg de sensibilidad) y una reglilla calibrada en el ocular del estereoscopio. Para tal fin, las larvas seleccionadas al azar se fijaron en formol tamponado al 4%. Igualmente se determinaron otros parámetros tales como la tasa de supervivencia, por periodo y al final, mediante la aplicación de la fórmula.

Tasa de supervivencia = $\frac{N^\circ \text{ final de larvas}}{N^\circ \text{ inicial de larvas}} \times 100$
Tasa de crecimiento específico (TCE) según la fórmula de Kesmont y Stalmans (1992):

$$\text{TCE} = 100 \times (\ln W_f - \ln W_i) / t$$

donde W_f : peso final, W_i : peso inicial, t : duración en días entre biometrías.

Análisis estadístico

Los datos fueron descritos como media \pm error estándar de la media (ESM). 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 fueron realizados usando el programa SPSS 13.0.

Resultados

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 peso ($F = 58,25$; $p = 0,0001$), talla ($F = 158,66$; $p = 0,0000$) y supervivencia ($F = 23,02$; $p = 0,0015$) fue mayor en larvas que recibieron dietas con hígado y/o bacalao (Figura 1).

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

Los parámetros de calidad de agua no presentaron variaciones entre los diferentes tratamientos a lo largo del ensayo. La temperatura promedio que se registro durante el experimento fue

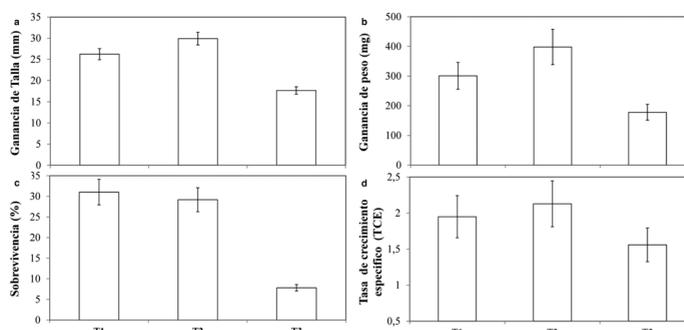


Figura 1. Ganancia de talla (a), peso corporal (b), supervivencia (c) y tasa de crecimiento específico (d) en larvas de *Pimelodus grosskopfii* al final del acondicionamiento progresivo al consumo de dieta seca, durante un periodo de cinco semanas. T1: hígado de bovino, T2: hígado de bovino + aceite de bacalao y T3: control.

de $27 \pm 5^\circ\text{C}$ y el oxígeno disuelto de $6,9 \pm 0,6\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Discusión

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 al 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, debido a que se dan una serie de cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento (Rao, 2003). El éxito de este proceso depende de algunas variables tales como: 1) el alimento suministrado (Marciales-Caro *et al.*, 2011), 2) las características de las larvas (Kolkovski, 2001) y 3) el tiempo mínimo de suministro de alimento vivo antes de iniciar el entrenamiento a consumo de dietas secas (Guerrero-Alvarado, 2003).

En el presente estudio, el acondicionamiento de larvas de capaz se realizó a los 10 días DPE, dando como resultado una supervivencia del 7 al 31%. Estos valores son relativamente bajos si se comparan con otras especies de bagres, tales como *Clarias gariepinus* (61-92%; Hogendoorn, 1980),

Heterobranchus longifilis (50-96%; Kerdchuen y Legendre, 1994), *Pseudoplatys toma* sp y *Leiarius marmoratus* (40-50%; Marciales-Caro *et al.*, 2011). Esto pudo haber ocurrido posiblemente debido al bajo desarrollo de las enzimas implicadas en la digestión de proteínas de las larvas de capaz, tal como ocurre en otro tipo de bagres (Pradhan *et al.*, 2012).

El efecto del suplemento proteico utilizado durante el acondicionamiento progresivo presentó diferencias significativas para esta especie. El mejor desempeño se observó en los tratamientos que incluyeron hígado y/o hígado + bacalao. Valores similares fueron encontrados en otras especies de bagres como *Pseudoplatystoma* sp y *L. marmoratus* (Marciales-Caro *et al.*, 2011). El uso de estos suplementos proteicos 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 de acuerdo a como se lleve a cabo el proceso de co-alimentación (Cahu y Zambonino-Infante, 2001). Dependiendo del tipo de dieta y régimen de alimentación, el desarrollo y maduración del sistema digestivo de las larvas podría activarse o inhibirse (Vega-Orellana *et al.*, 2006; Engrola *et al.*, 2007,

Engrola *et al.*, 2010, Kamarudin *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2012).

En el presente estudio, el suministro de *Artemia salina* durante las primeras semanas (Tabla I) pudo haber facilitado la digestión de la dieta de transición suministrada, lo cual se manifestó en la mayor ganancia de talla, peso corporal y sobrevivencia, tal como lo reportó Borges *et al.*, (2006) para *Piaractus mesopotamicus*, especie en la cual encontraron que al utilizar conjuntamente organismos vivos y dieta inerte se obtienen mejores resultados en cuanto a parámetros productivos que cuando sólo se utilizaron organismos vivos, ya que el alimento vivo por sí solo no es suficiente para suplir los requerimientos nutricionales de las postlarvas de peces (Dabrowski, 1984).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que durante el proceso de acondicionamiento a dieta seca el uso de alimento vivo, al igual que de suplementos de proteína de origen animal, es de vital importancia para obtener buenos resultados. De igual forma, las especies pueden tener una respuesta diferente frente al acondicionamiento, debido posiblemente a diferencias en el desarrollo del tracto digestivo, por lo que es necesario ajustar los esquemas de acondicionamiento tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a Colciencias y 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 y Leonardo Vargas por su colaboración en la conducción del ensayo.

REFERENCIAS

Aristizábal E, Suárez J (2006) Efficiency of co-feeding red porgy (*Pagrus pagrus* L.) larvae with live and compound diet. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 41: 203-208.
Bock CL, Padovani CR (2000) Considerações sobre a reprodução

artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. *Acta Sci.* 22: 495-501
Borges M, Portella M (2006) Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. *Rev. Bras. Zootec.* 35: 1887-1892.
Borges M, Flores-Quintana C, Carneiro DJ, Pizauro-Junior JM, Portella M (2006) Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. *Rev. Bras. Zootec.* 35: 2211-2218.
Cahu C, Zambonino-Infante JL (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. *Reprod. Nutr. Dev.* 24: 807-833.
Engrola S, Conceição LEC, Dias L, Pereira R, Ribeiro L, Dinis MT (2007) Improving weaning strategies for Senegalese sole: effects of body weight and digestive capacity. *Aquac. Res.* 38: 696-707.
Engrola S, Dinis MT, Conceicao LEC (2010) Senegalese sole larvae growth and protein utilization is depressed when co-fed high levels of inert diet and *Artemia* since first feeding. *Aquacult. Nutr.* 16: 457-465.
Fevolden SE, Røed KH (1993) Cortisol and immune characteristics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) selected for high or low tolerance to stress. *J. Fish Biol.* 43: 919-930.
Fevolden SE, Røed KH, Fjalestad KT, Stien J (1999) Poststress levels of lysozyme and cortisol in adult rainbow trout: heritabilities and genetic correlations. *J. Fish Biol.* 54: 900-910.
Guerrero-Alvarado C (2003) *Treina-mento Alimentar de Pintado Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829): Sobrevivência, Crescimento e Aspectos Econômicos*. Tesis. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil. 87 pp.
Hamza N, Mhetli M, Kestemont P (2007) Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 33: 121-133.
Hogendoorn H (1980) Controlled breeding of the African catfish, *Clarias lazera* (C. 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 bocour-*

ti (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquaculture* 212: 115-127.
Jones DA, Kamarudin MS, Le Vay L (1993) The potential for replacement of live feeds in larval culture. *J. World Aquac. Soci.* 24: 199-210.
Kamarudin MS, Otoi S, Saad CR (2011) Changes in growth, survival and digestive enzyme activities of Asian redbelly catfish, *Mystus nemurus*, larvae fed on different diets. *Afr. J. Biotechnol.* 1: 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 Resour.* 7: 247-253.
Kestemont P, Stalmans J (1992) Initial feeding of european minnow larvae, *Phoxinus phoxinus*. influence of diet and feeding level. *Aquaculture* 104: 327-340.
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, Díaz-Olarte J, Medina-Robles V, Cruz-Casallas PE (2011) Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de larvas de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) alimentadas con alimento vivo natural y enriquecido con ácidos grasos. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 23: 308-316
Padilla PP, Alcántara BF, Ismiño OR (2001) Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario - larval. *Folia Amazón.* 12: 142-154.
Person-Le Ruyet J, Alexandre J.C, Thebaud L, Mugnier C (1993) Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey?. *J. World Aquac. Soc.* 24: 211-224.
Pickering AD (1998) Stress responses of farmed fish. En Black KD, Pickering AD (Eds.) *Biology of Farmed Fish*. Sheffield Academic Press. Sheffield, RU. pp. 222-255.
Pradhan PK, Jena JK, Mitra G, Sood N, Gisbert E (2012) Ontogeny of the digestive tract in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 38: 1601-1617.

Rao TR (2003) Ecological and ethological perspectives in larval fish feeding. *J. App. Aquac.* 13: 145-178.
Sevilla A, Günther J (2000) Growth and feeding level in pre-weaning Tambaqui *Colossoma macropomum* Larvae. *J. World Aquac. Soci.* 31: 218-224.
Valbuena-Villarreal RD, Zapata-Berruecos B, Cruz-Casallas PE (2010) Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar. *Orinoquia* 14: 133-139.
Valbuena-Villarreal RD, Zapata-Berruecos B, Gutiérrez-Espinoza MC (2012) Coeficientes de digestibilidad aparente de tres ingredientes proteicos para capaz, *Pimelodus grosskopfii*. *Orinoquia* 16: 179-186.
Valbuena-Villarreal RD, Zapata-Berruecos B, Otero-Paternina A (2013) Evaluación de la primera alimentación en larvas de capaz *Pimelodus grosskopfii* bajo condiciones de laboratorio. *MVZ Córdoba* 18: 3518-3524.
Vega-Orellana OM, Fracalossi DM, Sugai JK (2006) Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. *Aquaculture* 252: 484-493.
Vergara-Morelo R, Hoyos-Pacheco J (2005) *Evaluación del Entrenamiento del Bagre Blanco (Sorubim cuspiacaudus Littmann, Burr & Nass, 2000) al Consumo de Dietas Secas*. Tesis. Universidad de Córdoba, Colombia. 90 pp.
Villa-Navarro FA, Losada-Prada S (1999) Hábitos alimenticios de *Pimelodus grosskopfii* y *Ageneiosus caucanus* (Pisces: Siluriformes) en la represa de Prado (Tolima). *XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Cali, Colombia. P. 224.
Vega-Orellana OM, Fracalossi DM, Sugai JK (2006) Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. *Aquaculture* 252: 484-493.
Watanabe T, Kiron V (1994) Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture* 124: 223-251.
Zambonino-Infante JL, Cahu CL (2007) Dietary modulation of some digestive enzymes and metabolic processes in developing marine fish: applications to diet formulation. *Aquaculture* 268: 98-105.
Zaniboni-Filho E, Kennedy L, Reynalte-Tataje A (2001) Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. *Bol. Inst. Pesca* 27: 49-55.