



DIFERENTES PERIODOS DE ADAPTACIÓN AL ALIMENTO INERTE EN LARVAS DE *Pseudoplatystoma fasciatum*

DIFFERENT ADAPTATION PERIODS TO THE INERT FOOD IN *Pseudoplatystoma fasciatum* LARVAE

Diana M. Beltrán-Tumal^a IPA, Maria I. Rivera-Rosero^b IPA, Camilo L. Guerrero^c IPA,
Wilmer R. Sanguino^d IPA MSc, Ariel E. Gómez^d BM Esp, Marco A. Imués-Figueroa^d Zoot MSc,
Gloria S. Espinosa^e TQ IPA Esp.

Recibido: 12-mar-2016

Aceptado: 28-jun-2016

RESUMEN

Teniendo en cuenta las dificultades encontradas en la larvicultura de algunas especies de agua dulce, como los bagres, a problemas debido a fenómenos de canibalismo y el suministro de un alimento adecuado, se desarrolló el presente estudio, con el objetivo de evaluar el período de adaptación al alimento inerte más adecuado, en larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*, utilizando larvas de tilapia roja (*Oreochromis* sp) como iniciador. El experimento se llevó a cabo en los Laboratorios de Acuicultura del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño, en Pasto, Colombia, cultivando 360 larvas con peso de $0,0384 \pm 0,0104$ g y longitud total de $1,7421 \pm 0,1834$ cm, en promedio, a densidad de 1,66 larvas/L, en acuarios de 50 L como unidad experimental, para evaluar el suministro de alimento inerte desde el día tres (T1), desde el cuarto día (T2), desde el quinto día (T3) y desde el sexto día (T4), utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con sub muestreo, midiendo el incremento de peso, el incremento de longitud, la tasa de crecimiento específico, el porcentaje de supervivencia y relación beneficio/costo, para lo cual se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), según la cual se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), mostrando superioridad en los animales que recibieron alimento inerte desde el sexto día (T4), con valores de $1,354 \pm 0,244$ g, $5,016 \pm 0,269$ cm, 14,30% y 48,9% para incremento de peso, longitud, tasa de crecimiento específico y supervivencia, respectivamente; de manera similar, el análisis parcial de costos registró valores en la relación beneficio/costo 1,53 en el T4, superior a los demás. El control de las variables físico-químicas del agua, relacionadas con oxígeno disuelto, temperatura, pH, amonio y nitratos, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras clave: larvas de peces, canibalismo, alimentación de peces, bagre

ABSTRACT

Considering the difficulties faced in the larviculture of some freshwater species like the catfish, due to problems caused by the phenomena of cannibalism, and the provision of adequate food, this study was

^a Profesional independiente. Pasto, Colombia.

^b Acuario, Fundación Zoológica de Cali, Colombia.

^c Laboratorios de Acuicultura, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

^d Profesores, Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
arielgomez609@hotmail.com

^e Laboratorios Especializados, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

carried out for the purpose of evaluating the most suitable adaptation period to the inert food of the *Pseudoplatystoma fasciatum* larvae by using red tilapia larvae (*Oreochromis* sp) as initiator. The experiment was conducted in the Phycological and Primary Productivity Laboratory of the Hydrobiological Resources Department of the University of Nariño in Pasto, Nariño, Colombia, by cultivating 360 larvae with 0.0384 ± 0.0104 g weight, and a total length of 1.7421 ± 0.1834 cm, on average; it also had a density of 1.66 larvae/L, in aquariums of 50 L as experimental unit to evaluate the supply of inert food from the third day (T1), from the fourth day (T2), from the fifth day (T3), and from the sixth day (T4) using a completely randomized design (CRD), with sub-sampling by means of measuring weight gain, increased length, specific growth rate, percentage of survival, and cost/benefit ratio, by using analysis of variance (ANOVA). The findings showed significant differences among the treatments ($p < 0.05$), such as superiority in animals receiving inert food from the sixth day (T4) with values of 1.354 ± 0.244 g, 5.016 ± 0.269 cm, 14.30% and 48.9% for weight gain, length, specific growth rate, and survival, respectively. Similarly, the partial cost analysis determined higher values in the cost/benefit in T4 (1.53). The control of physico-chemical variables of water related to dissolved oxygen, temperature, pH, ammonium, and nitrate did not showed significant differences among treatments.

Key words: fish larvae, cannibalism, feeding fish, catfish

INTRODUCCIÓN

El bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) es un silúrido que forma parte del grupo de grandes depredadores piscívoros de los ríos de Suramérica, cuya carne tiene alto valor comercial en los mercados locales, debido a la amplia aceptación entre los consumidores por su valor nutricional y ausencia de espinas intramusculares^[1]. Como consecuencia de la pesca y el deterioro ambiental, las poblaciones naturales han venido disminuyendo, hasta ser catalogada como una especie en riesgo de extinción^[2]; la CCI^[3] reportó capturas de 1.350 toneladas en el año 2009, con una fuerte presión pesquera sobre las poblaciones juveniles.

Este bagre es una opción para la piscicultura continental por su valor comercial, calidad de su carne, fácil adaptación al cautiverio y buena respuesta a la reproducción inducida. Sin embargo, no se ha podido ofrecer como una alternativa segura de cultivo, por la falta de implementación de una línea de investigación que resuelva diferentes problemas en cuanto a reproducción, larvicultura, nutrición, sanidad y otras áreas propias de la actividad acuícola que puedan servir de guía para establecer de manera continua la producción de esta especie nativa.

En Colombia, el cultivo de los silúridos no se ha desarrollado comercialmente, debido a la ausencia de tecnologías confiables para la pro-

ducción continua y estable de alevinos, particularmente su entrenamiento al consumo de dietas secas^[5], asociado al poco conocimiento de las preferencias alimenticias de estas especies, especialmente en los estadios iniciales de su ciclo de vida. Uno de los puntos críticos es, sin duda, la fase de larvicultura, la cual requiere de alimentos externos apropiados tanto por sus características cuantitativas como cualitativas^[6].

Es en esta etapa de desarrollo requieren una dieta a base de alimentos vivos, fácilmente digeribles y de alto valor nutritivo.

El uso de estos organismos mejora la supervivencia y el crecimiento de las larvas, las cuales no podrían aprovechar los nutrientes presentes en las dietas inertes, debido a que su tracto digestivo no está totalmente desarrollado y no posee todas las enzimas requeridas para una adecuada digestión^[7], por lo que es importante el desarrollo de dietas artificiales con alta digestibilidad y gran aceptación, a través de un proceso de acondicionamiento, conocido comúnmente como destete.

La implementación de este proceso proporciona ventajas, desde el punto de vista económico, disminuyendo el uso de organismos vivos como fuente de alimento, mejorando el uso de dietas artificiales que aseguren una producción suficiente y oportuna de alevinos adaptados a

consumir raciones secas, que faciliten al piscicultor el cultivo con el uso de balanceados comerciales adecuados, generando una oferta permanente de ejemplares a mejor precio y de excelente calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Ficología y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño, sede Torobajo, ubicado al noroeste de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño, Colombia, con coordenadas 1°09'16" de latitud N y 77°08'25" de longitud W, altura de 2510 msnm, temperatura ambiental promedio de 14°C, precipitación anual de 1180 mm y humedad relativa de 75%.

Se evaluó 360 pot-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) de 40 horas post-eclosión (hpe), con un peso promedio de 0,0018 g y una longitud promedio de 5,55 mm, obtenidas por reproducción inducida en la estación piscícola la Maporita, localizada en el departamento de Caquetá.

El canibalismo se observó en el cuarto día después de la reabsorción del saco vitelino y se controló usando luz blanca y azul, tal como lo recomienda Volpato et al [8].

Las larvas de bagre rayado se alimentaron a saciedad durante 10 días con artemia, período en el cual la larva adquirió un peso promedio de 0,0384 ± 0,0104 g, longitud promedio de 1,684 ± 0,163 cm, permitiéndole capturar presas de mayor tamaño.

Los peces fueron distribuidos de manera aleatoria en las unidades experimentales, a una densidad de 1,66 larvas por cada litro de agua.

Se elaboró una dieta seca, previamente balanceada mediante el módulo Solver de MS-Excel, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del catfish (*I. punctatus*).

Se realizó un análisis bromatológico proximal de la dieta seca y las materias primas, según el protocolo adaptado por el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

Se ofreció larvas de tilapia, a razón de cinco individuos por cada post larva de bagre, tres veces al día, las cuales fueron alimentadas a saciedad con dieta seca, 10 minutos antes de ser suministradas.

Con base en los anteriores argumentos, se planteó evaluar la adaptación de post-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), al alimento inerte con 52% de proteína, en diferentes tiempos de acostumbramiento.

En los tratamientos evaluados se inició el destete progresivo según el protocolo establecido por Person-Leruyet et al [9], disminuyendo diariamente el 20% de alimento vivo y reemplazándolo con la dieta seca. Una vez reemplazado completamente el alimento vivo, se suministró la dieta con 52% de proteína durante los siguientes 15 días.

Se evaluó cuatro tratamientos, de la siguiente manera: T1 adaptación al alimento inerte desde el día 3, T2 adaptación al alimento inerte desde el día 4, T3 adaptación al alimento inerte desde el día 5, T4 adaptación al alimento inerte desde el día 6.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con sub-muestreo, conformado por cuatro tratamientos y tres réplicas por tratamiento. El modelo aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{i(j)} + \eta_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta.

μ = media poblacional

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{i(j)}$ = error experimental asociado a la j-ésima unidad experimental que recibió el i-ésimo tratamiento.

$\eta_{k(ij)}$ = error de muestreo, asociado a la k-ésima muestra

k = unidad observacional.

Para aquellas variables que cumplieron los supuestos estadísticos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con nivel de confianza de $\alpha=0,05$; al encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0,05$). Para la variable super-vivencia se

realizó una prueba de Brand Snedecor con el siguiente modelo matemático:

$$\chi_c^2 = \frac{[\sum a_i \cdot p_i] - [\hat{p} \cdot \sum a_i]}{\hat{p} \cdot \hat{q}}$$

Dónde:

a_i = Número de éxitos (animales vivos)

p_i = proporción de éxitos en cada tratamiento

\hat{p} = proporción estimada de éxitos

\hat{q} = proporción estimada de fracasos ($1 - \hat{p}$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incremento de peso

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los diferentes tratamientos estudiados, estableciendo que el T4, correspondiente al proceso de adaptación al alimento inerte desde el día seis, presenta los mejores resultados, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$), con incremento promedio final de peso de $1,354 \pm 0,244$ g, y el T1 con $0,334 \pm 0,048$ g fue el más bajo.

Este valor correspondiente al T1 es superior al reportado por Marciales et al ^[10], quienes demostraron que el crecimiento de post-larvas de bagre rayado, cultivado en acuarios, alcanzó $0,695 \pm 0,149$ g, al ser alimentados con una mezcla húmeda de alimento concentrado y corazón de bovino; esto indica que se logran mejores resultados al usar una dieta seca después del alimento vivo, como se realizó en la presente investigación, lo cual es ratificado por Díaz et al ^[11], al afirmar que brindando una dieta húmeda después del alimento vivo ésta no ofrece ventajas en la ganancia de peso, en el entrenamiento al consumo de dieta seca.

Incremento de longitud

Los análisis estadísticos indicaron que el T4 registró los mejores incrementos de longitud ($p < 0,05$), con un promedio de $5,016 \pm 0,269$ cm, similar al comportamiento del incremento de peso, siendo el valor más bajo el T1 con $2,508 \pm 0,279$ cm. Marciales et al ^[10] observaron diferencias significativas en *Pseudoplatystoma* sp, iniciando con ejemplares de 1,35 cm y finalizando con una longitud de 4 cm, al realizar el acondicionamiento progresivo de los ejemplares a una dieta seca, durante seis semanas, valor que fue inferior al obtenido en esta investigación ($5,016$ cm en 11 días), indicando que el

alimento vivo y la dieta seca compuesta por proteína de origen animal y vegetal, cumple con las necesidades nutricionales de la especie, reflejados en el mejoramiento del crecimiento.

Tasa de crecimiento específica

Con respecto a esta variable, los análisis indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), observando que el tratamiento cuatro presentó la mejor tasa de crecimiento ($0,143 \pm 0,0070$). Esto indica que la especie alcanzó peso y talla ideales de comercialización en el menor tiempo de cultivo, mejorando los márgenes de rentabilidad.

Gómez y Llorente ^[12] encontraron una tasa de crecimiento específica similares a la obtenida en esta investigación ($14 \pm 1,3\%$), al alimentar larvas de bagre blanco *Sorubim cuspidatus*, por 12 días, utilizando de artemia, mas cinco días con dieta húmeda y cinco días con dieta seca; además, Marciales et al ^[10] registra valores 12% para *Pseudoplatystoma* sp, durante el acondicionamiento progresivo a consumo de dieta seca, usando como fuente de proteína hígado, mezclado con alimento balanceado; con esto se determina que al suministrar fuentes proteicas de origen animal, se complementan eficientemente las dietas formuladas, principalmente gracias a su aporte de aminoácidos.

Así se corrobora que las larvas de tilapia y la dieta seca del 52% de proteína, usada en la alimentación de bagre, presenta resultados favorables sobre las variables productivas evaluadas, durante un periodo de adaptación de 11 días.

Supervivencia

Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 1), registrando una supervivencia de $16,7\%$ para el T1, de $27,8\%$ para el

T2, de 32,2% para el T3 y de 48,9% para el T4, evidenciándose que el número de días durante los cuales se brinda alimento vivo, para iniciar

una adaptación progresiva al alimento inerte, influye directamente en la mortalidad de post-larvas de bagre rayado.

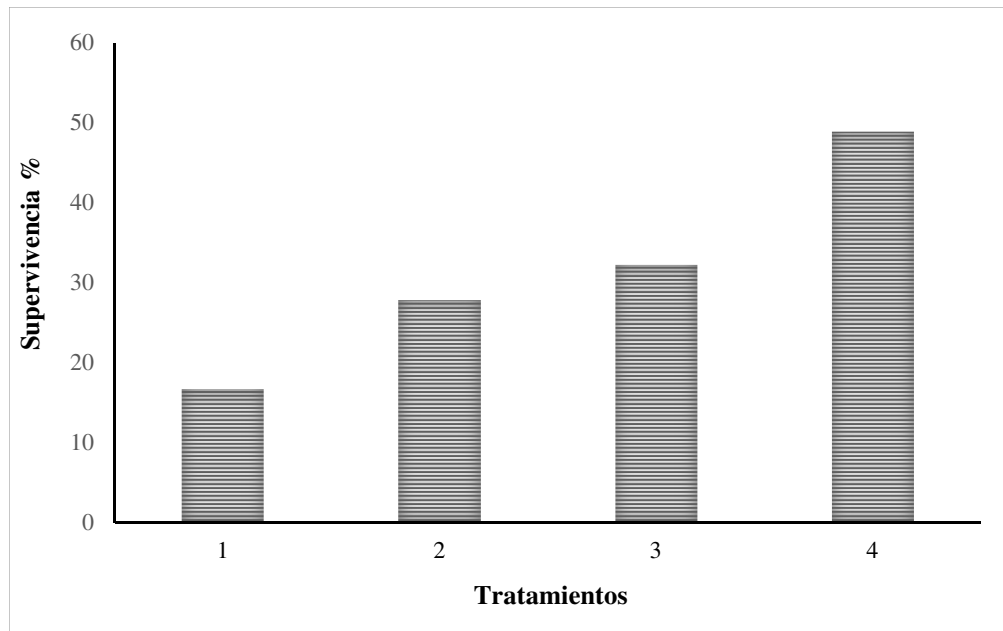


Figura 1. Porcentaje de supervivencia para los diferentes tratamientos, en el cultivo de post-larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*.

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Gómez y Llorente^[12], quienes reportan una supervivencia promedio del $32,1 \pm 11,6\%$, alimentando larvas de *Sorubim cuspicaudus* durante seis días con artemia y cinco días con dieta seca; además, estos autores afirman que las mayores mortalidades estuvieron en los tratamientos con menor tiempo de alimentación con dieta viva, observándose resultados similares en esta investigación, lo cual indica que al alimentar durante seis días con alimento vivo, e iniciar la adaptación a la dieta seca mejora la supervivencia, lo que difiere con lo obtenido por Vergara y Hoyos^[13], quienes recomiendan como mínimo tres días de alimento vivo antes de iniciar el entrenamiento, diferencia que también es notoria al comparar con en el trabajo de Espinosa y Montalvo^[14], quienes suministraron como mínimo cinco días de alimento vivo antes de iniciar el consumo de dieta seca, en la larvicultura de bagre blanco, aunque está más próximo al resultado reportado

por Díaz et al^[11], al suministrar 6-12 días de alimentación con dieta viva, para la misma especie del presente estudio.

Parámetros físicos y químicos del agua

En cuanto a las variables de calidad del agua, la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, el amonio y los nitratos, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, indicando que no fueron fuente de variación en los resultados obtenidos en la investigación. Los parámetros monitoreados en este estudio se mantuvieron en los rangos adecuados para el cultivo y larvicultura de esta especie, por lo cual estos no afectaron el crecimiento ni la supervivencia.

En la Tabla 1 se muestran los valores de los parámetros físicos y químicos, medidos en los diferentes tratamientos, durante el periodo de estudio.

Tabla 1. Parámetros físico-químicos promedio en el cultivo de post-larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Temperatura (°C)	27,74±0,17	27,76±0,12	27,75±0,13	27,73±0,11
pH	6,65±0,09	6,58±0,19	6,58±0,17	6,55±0,14
Oxígeno disuelto (mg/L)	3,80±0,46	3,76±0,42	3,83±0,43	3,79±0,44
Nitratos (mg/L)	1,96±0,48	1,80±0,48	1,72±0,49	1,80±0,35
Amonio (mg/L)	0,0071±0,01	0,0081±0,01	0,0086±0,01	0,0162±0,03

CONCLUSIONES

Las diferencias significativas ($p < 0,05$) en las variables incremento peso e incremento de longitud, permitieron establecer que al T4 como el mejor tratamiento en las variables estudiadas, según el cual se debe iniciar la adaptación al alimento inerte en post larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*, en el día seis.

La tasa de crecimiento específico del T4 permite asegurar que las larvas de tilapia y la dieta seca con 52% de proteína, fue adecuado al cubrir las necesidades nutricionales de la especie.

La mejor supervivencia obtenida para bagre rayado T4 fue de 48,9%, superando valores reportados en otros estudios, con el mejor rendimiento, debido a la mayor supervivencia de ejemplares.

El estudio que con seis días de alimento vivo se obtienen los mejores indicadores de variables productivas, en la primera alimentación del bagre rayado; además, con este protocolo se logra reducir a 35 días el tiempo de larvicultura de la especie en estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Díaz-Olarte JJ, Cruz-Casallas N, Marciales-Caro LJ, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. Orinoquía. 2009; 13 (1): 21 – 30.
- [2] Mojica I, Calle J. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente; 2002. 288 p. (Serie libro rojo de especies amenazadas de Colombia).
- [3] Corporación Colombiana Internacional (CCI). Pesca y Acuicultura. Bogotá; 2009. p. 19–125.
- [4] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Estado Mundial de la pesca y acuicultura. Roma: FAO; 2012. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>
- [5] Atencio V. Producción de alevinos de especies nativas. Revista MVZ Córdoba. 2001; 6 (1): 9-14.
- [6] Prieto MJ, Atencio V. Zooplancton en larvicultura de peces neotropicales. Revista MVZ Córdoba. 2008; 13 (2): 1415-1425.
- [7] Prieto MJ. Enriquecimiento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu, *Piaractus mesopotamicus* e curimatá *Prochilodus lineatus* [Dissertação Mestrado em Zootecnia]. Mina Gerais [Brasil]: Universidad Federal de Lavras; 2003.
- [8] Volpato GL, Duarte CRA, Luchiari AC. Environmental color affects Nile tilapia reproduction. Braz J Med Biol Res. 2004; 37 (4): 479 – 483.
- [9] Person-Leruyet J, Alexandre JC, Thébaud L, Mugnier C. Marine fish larvae feeding: Formulated diets or live prey? Journal of World Aquaculture Society. 1993; 24: 211-224.
- [10] Marciales-Caro LJ, Cruz-Casallas N, Díaz-Olarte JJ, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE. Crecimiento y sobrevivencia de post-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) y yaque

- (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2011; 24 (2): Disponible en Internet: <URL: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/670>>
- [11] Díaz-Olarte JJ, Cruz-Casallas N, Marciales-Caro LJ. Entrenamiento de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* al consumo de dietas secas. En: V Congreso Colombiano Acuicultura y Congreso: SLA; Neiva [Colombia], 9-12 de noviembre de 2011.
- [12] Gómez V, Llorente R. Entrenamiento a escala piloto de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* al consumo de dieta seca. [Tesis MVZ]. Montería [Colombia]: Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2011.
- [13] Vergara R, Hoyos J. Evaluación del entrenamiento de Bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus* Littmann, Burr & Nass, 2000) al consumo de dieta seca. [Tesis Profesional en Acuicultura]. Montería [Colombia]: Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2005.
- [14] Espinosa J, Montalvo J. Evaluación del tiempo mínimo para iniciar la adaptación de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba. 2008.