

# ENTRENAMIENTO A ESCALA PILOTO DE BAGRE BLANCO (*Sorubim cuspicaudus*) A ALIMENTACIÓN CON DIETA SECA

Llorente R.; Gómez V.; Espinosa Araujo J.; Atencio García, V.<sup>1\*</sup>

## Training pilot scale of trans-andean shovelnose catfish (*Sorubim cuspicaudus*) at dry diet feeding

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar el desempeño de la larvicultura de bagre blanco sometido a entrenamiento, a escala piloto, al consumo de dieta seca (DS). Se evaluaron diferentes períodos de alimentación con dieta viva (DV, nauplios de *Artemia*) durante 6 (T2), 9 (T3) y 12 días (T1, T4) ofrecida a razón de 3 nauplios/mL. Las larvas de T2, T3 y T4 pasaron directamente al consumo de DS; mientras que las larvas de T1 recibieron dieta húmeda (DH, pasta de pescado) durante cinco días antes de recibir DS. La DS con 45% de proteína bruta, en todos los casos se ofreció durante cinco días. Se estimó ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa de crecimiento específico (G), sobrevivencia final y mortalidad diaria. Los mayores crecimientos tanto en longitud total (Lt) como en peso se obtuvieron en T1 (Lt=19,4±1,9mm, Gl=13,8±2,0mm, P=19,8±6,0mg, Gp=18,9±6,0mg) y T4 (Lt=17,4±2,0mm, Gl=11,8±2,1mm, P=12,4±3,5mg, Gp=11,6±3,5mg) ( $p>0,05$ ). Las mayores G se registraron en T2 (17,8±1,6%/día) sin observarse diferencia significativa ( $p>0,05$ ) con T1 (14,0±1,3%/día) y T4 (15,4±1,9%/día). La mayor sobrevivencia final se registró en T2 (32,1±11,6%) y la menor en T3 (9,5±10,0%) ( $p<0,05$ ). La mayor mortalidad diaria se registró el segundo día de larvicultura en todos los tratamientos evaluados oscilando entre 11,2±13,8% (T3) y 23,6±21,1% (T4) ( $p>0,05$ ). Los resultados del presente estudio sugieren que el entrenamiento de las larvas de bagre blanco al consumo de dieta seca puede iniciarse después de haber recibido, por lo menos, doce días de dieta viva y cinco días de DH.

**Palabras claves:** desmame, dieta viva, dieta seca, dieta húmeda, bagre blanco.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate, to pilot scale, the performance of catfish, undergoing to training of dry diet intake. Were evaluated different periods of feeding live diet (*Artemia nauplii*) 6 (T2), 9 (T3) and 12 days (T1, T4), offered to 3 nauplii/mL; larvae of T2, T3 y T4 were passed directly to consumption of DS, while T1 larvae, were feed with DH (DH, fish paste) for five days before receiving DS. The DS with 45% crude protein in all cases was provided for five days. Were estimated weight gain (Gp), gain in length (Gl) and specific growth rate (G). Also calculated the final survival and daily mortality. The highest growth in total length (Lt) and weight were obtained at T1 (Lt=19,4±1,9mm, Gl=13,8±2,0mm, P=19,8±6,0mg, Gp=18,9±6,0mg) y T4 (Lt=17,4±2,0mm, Gl=11,8±2,1mm, P=12,4±3,5mg, Gp=11,6±3,5mg) ( $p>0,05$ ). The highest G were showed in T2 (17,8±1,6%/ day) with no significant difference ( $p>0,05$ ) with T1 (14,0±1,3%/day) and T4 (15,4±1,9%/day). The highest final survival was showed in T2 (32,1±11,6%) and lowest in T3 (9,5±10,0%) ( $p<0,05$ ). The highest daily mortality was observed on the second day of larviculture in the all treatments

<sup>1\*</sup> I. P. Esp. M.Sc, Director del Centro de Investigación Piscícola(CINPIC),Profesor titular de la Universidad de Córdoba Col. Montería .Email : vatencio@hotmail.com

with values between  $11,2\pm 13,8\%$  (T3) and  $23,6\pm 21,1\%$  (T4) ( $p > 0,05$ ). Thus the results of this trial suggested that the training of catfish larvae dry food consumption should be initiated after receiving live diets during twelve days, at least, and five days with DH.

**Key words:** weaning, live diet, dry diet, wet diet, Trans-andean shovelnose catfish.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial diversas especies del orden Siluriformes son cultivadas comercialmente *Pangasius sp* en Vietnam con una producción de 1.2 millones de toneladas en 2008 y 0.46 millones de toneladas de bagre de canal cultivado en los Estados Unidos y China principalmente [1]. En Colombia el cultivo de los silúridos no se ha desarrollado comercialmente, por la ausencia de tecnologías confiables de producción de alevinos; la cual en la mayoría de los casos, está asociada al pobre conocimiento de las preferencias alimenticias de estas especies en los estadios iniciales de su ciclo de vida [2]. Una de las limitantes de mayor importancia en la larvicultura de peces es la primera alimentación, en la cual se registran los mayores índices de mortalidad, principalmente cuando las reservas vitelinas se agotan y los organismos empiezan a ingerir alimento exógeno. Este momento se considera crítico para el desarrollo y viabilidad de las larvas, por lo que requieren de una dieta a base de alimentos vivos fácilmente digeribles y de alto valor nutritivo [3]. El uso de estos organismos mejora la sobrevivencia y crecimiento de las larvas, las cuales no podrían aprovechar los nutrientes presentes en las dietas inertes debido a que en esta etapa el tracto digestivo no está completamente desarrollado y no poseen todas las enzimas requeridas para una adecuada digestión [4]. El uso de dietas secas comerciales es indispensable para la viabilización del proceso de producción de alevinos de bagre a escala comercial, no obstante, por su preferencia alimentaria piscívora, los bagres deben ser acostumbrados al consumo de raciones inertes y secas [5].

El desmame es un cambio de dieta y en larvicultura uno de los desmame más importante es el cambio de alimentos vivos a dietas artificiales; el cual es considerado un punto crítico en la larvicultura de peces carnívoros [6]. Su éxito depende del alimento usado (digestibilidad, atractibilidad) y de las características de las larvas (edad, desarrollo y funcionalidad del tracto digestivo). De esta manera el tiempo mínimo de desmame, puede ser considerado como el menor tiempo en el cual se debe iniciar el entrenamiento al consumo de dietas secas; o también se le puede considerar como el tiempo mínimo de alimentación con alimentos vivos [7, 8, 9, 10]. El tiempo o edad de cambio de dieta está directamente relacionado con la ontogénesis de la especie y con el desarrollo del sistema digestivo de la larva [11]. Conocer la edad mínima para el cambio de dieta sin efectos sobre el crecimiento y la sobrevivencia, tiene como principal ventaja la posibilidad de reducir costos [12].

El bagre blanco es un carnívoro con tendencia piscívora [13], que sólo acepta dietas secas después de un acondicionamiento o entrenamiento alimenticio realizado durante su larvicultura [14,15]. El objetivo del presente estudio fue evaluar el desempeño de la larvicultura de bagre blanco sometido a entrenamiento, a escala piloto, al consumo de dieta seca

## METODOLOGÍA

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba CINPIC, situado en Montería, Córdoba, cuyas coordenadas geográficas son 8°48" Latitud Norte, 75°22" Longitud Oeste, a una altitud de 15 msnm y valores anuales promedios de temperatura, humedad relativa y precipitación de 27,5°C, 85% y 1.100 mm, respectivamente.

### Material biológico

Se utilizaron 12000 larvas de bagre blanco obtenidas por reproducción inducida con Ovaprim® (Syndel, Canadá) según el procedimiento descrito por Muñoz & Martínez [16]. La fertilización se realizó en seco, los huevos fueron mantenidos en incubadoras cilindro-cónicas de 60 L, con flujo constante de agua (2.0-2.5 L/min). Las larvas recién eclosionadas fueron trasladadas a piletas de fibra de vidrio circular con capacidad de 1000 L y mantenidas allí hasta el inicio de la alimentación exógena.

### Tratamientos y unidades experimentales

Se evaluaron cuatro grupos de larvas los cuales fueron sometidos a 6, 9, 12 y 12 días de alimentación con nauplios de *Artemia sp* (NA) recién eclosionados (Instar I). Los tres primeros grupos (6, 9 y 12 días), después de la alimentación con NA recibieron directamente dieta seca comercial (DS) con 45% de proteína bruta durante cinco días. El otro grupo de larvas que se alimentó durante 12 días con NA, recibió durante cinco días una dieta húmeda (DH) a base de pasta de corazón de ganado vacuno molido enriquecida con 0.1% de vitamina C (Lab Sigma-Aldrich, L-Ascorbic acid 6-Palmitate 95%, Usa) y 1.0% de pre-mezcla mineral (Lab. Erma SA, Colombia) y finalmente se ofreció durante otros cinco días la DS.

Los NA se ofrecieron a razón de 3 nauplios/mL, dos veces al día y en esa misma frecuencia se ofreció la pasta de corazón, teniendo en cuenta el área de los tanques, a razón de 1mg/cm<sup>2</sup>. Después de una o dos horas de cada alimentación los tanques fueron aseados mediante sifoneo y renovado el 50% del volumen de agua. Un esquema de la alimentación que recibieron las larvas en cada uno de los tratamientos se muestra a continuación:

T1: 12 días NA+ 5 días DH + 5 días DS

T2: 6 días NA + 5 días DS

T3: 9 días NA +5 días DS

T4: 12 días NA + 5 días DS

Se utilizaron 12 tanques de 60x60x70 cm con volumen útil de 50 litros a densidad de 10 larvas/L. A cada unidad experimental se le incorporó aireación con la ayuda de un blower de 0.25 HP, mangueras y piedras difusoras.

### Evaluación del crecimiento

Antes de iniciar el experimento se tomó una muestra de 100 larvas de bagre blanco y se fijaron en formol buferado 2% para la determinación de peso y longitud total inicial. El peso se registró en una balanza de precisión (Sartorius Group, Acculab, Alemania) y la longitud total se midió con ayuda de un estereoscopio (Carl Zeiss, Stami 2000C, Alemania) y un analizador de imagen (Carl Zeiss, Axiovisión 4, Alemania).

Al final del experimento se tomó una muestra de 20 larvas por cada unidad experimental para determinar el peso y la longitud total final. Con los valores

promedios de peso y longitud total se calcularon la ganancia en peso (GP), ganancia de longitud (GL) y la tasa de crecimiento específico (G), según las formulas propuestas por Hopkins [17]:

$G_P$  (mg) =  $P_F - P_I$ , donde  $P_F$  y  $P_I$  correspondió a peso final e inicial (mg) respectivamente.

$G_L$  (mm) =  $L_F - L_I$ , donde  $L_F$  y  $L_I$  correspondió a longitud total final e inicial (mm) respectivamente.

$G$  (%/día) =  $(\ln P_F - \ln P_I) / T \times 100$ , donde  $P_F$  y  $P_I$  correspondió a peso final e inicial respectivamente; T, tiempo de cultivo (días) y Ln, Logaritmo neperiano.

### **Sobrevivencia y resistencia al estrés**

Al final del ensayo se contaron las larvas en cada tanque y la sobrevivencia final (S) se calculó con la siguiente fórmula:

$S$  (%) =  $(\text{número final de larvas} - \text{número inicial de larvas}) / (\text{número inicial de larvas}) \times 100$

Se realizó una prueba de resistencia al estrés o vitalidad (RE) y el porcentaje de larvas que resistieron la prueba se calculó con la siguiente fórmula:

$RE$  (%) =  $(\text{número de larvas sobrevivientes} \times 100) / \text{número de larvas sometidas a estrés}$

### **Mortalidad diaria, acumulada y canibalismo**

Diariamente se determinó el número de larvas muertas y la mortalidad diaria (MD) se calculó con la siguiente ecuación:

$MD$  (%) =  $(\text{número de larvas muertas día} / \text{número inicial de larvas}) \times 100$

La mortalidad acumulada relativa (MAR) se consideró como la mortalidad acumulada en un período de días, expresada en porcentaje, con relación a la mortalidad total.

Se estimó con la siguiente ecuación:

$MAR_i = \sum_1^i Md / Mt \times 100$

Mt= mortalidad total al final de cada tratamiento

i = 1, 2, 3...22

La mortalidad por canibalismo (MC) se estimó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$MC = \{(\text{número inicial larvas} - [\text{número final larvas} + \text{número total de larvas muertas}]) / (\text{número inicial larvas})\} \times 100$

### **Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones. A cada una de las variables estudiadas ( $G_P$ ,  $G$ ,  $G$ ,  $S$  y  $RE$ ) se le verificó la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (test de Bartlett) y posteriormente se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y cuando se observaron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

Los mayores valores de longitud total se obtuvieron en T1 ( $19,4 \pm 1,9$ mm) y T4 ( $17,4 \pm 2,0$ mm) sin observarse diferencia estadística entre estos tratamientos ( $p > 0,05$ ); mientras que el menor valor ( $p < 0,05$ ) se obtuvo en T2 ( $12,5 \pm 0,9$ mm). Igualmente los mayores valores de  $G_L$  se obtuvieron en T1 ( $13,8 \pm 2,0$ mm) y T4 ( $11,8 \pm 2,1$ mm) sin encontrarse diferencia estadística entre estos valores ( $p > 0,05$ );

mientras el menor valor para esta variable fue reportados en T2 ( $6,9\pm 1,0\text{mm}$ ) (tabla 1).

Una tendencia similar se observó en la variable peso total donde las larvas de T1 ( $19,8\pm 6,0\text{mg}$ ) y T4 ( $12,4\pm 3,5\text{mg}$ ) registraron los mayores valores sin presentar diferencia significativa entre ellos ( $p>0,05$ ), mientras que los menores valores fueron registrados en T2 ( $6,3\pm 1,2\text{mg}$ ) y T3 ( $6,5\pm 2,3\text{mg}$ ) ( $p>0,05$ ). La variable  $G_P$  presentó comportamiento estadístico similar al registrado por peso total (tabla 1).

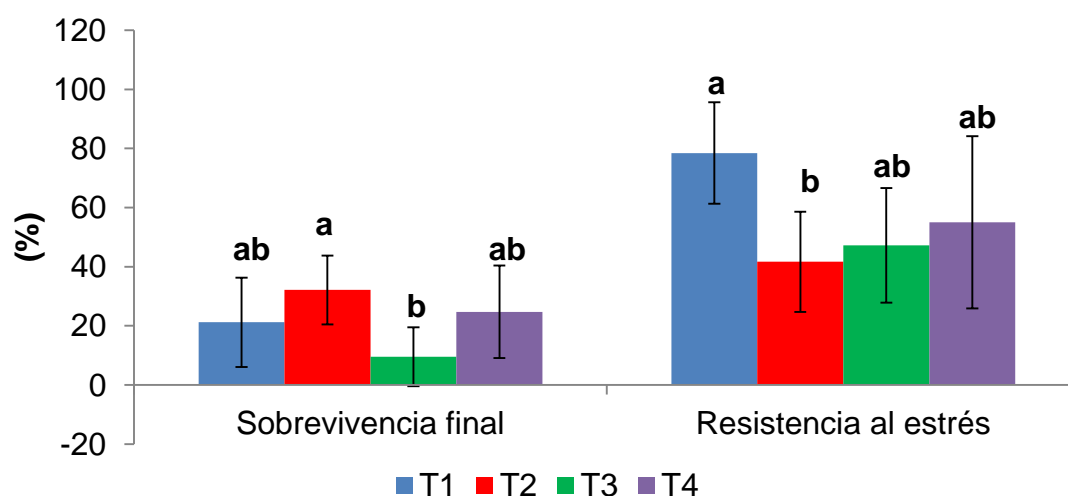
Finalmente la mayor tasa de crecimiento específico ( $G$ ) se registró en T2 ( $17,8\pm 1,6\%/día$ ), promedio que no fue estadísticamente diferentes ( $p>0,05$ ) de los obtenidos en T1 ( $14,0\pm 1,3\%/día$ ) y T4 ( $15,4\pm 1,9\%/día$ ); mientras el menor valor se registró en T3 ( $13,7\pm 3,9\%/día$ ) (tabla 1).

**Tabla 1.** Crecimiento de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* sometidas a diferentes entrenamientos al consumo de dieta seca a escala piloto.  $L_T$ =longitud total,  $G_L$ =ganancia en longitud,  $P_T$ =peso total,  $G_P$ =ganancia en peso,  $G$ =tasa de crecimiento específica. Letras diferentes en la misma columna indica diferencia significativa ( $p<0,05$ ).

	$L_T$ (mm)	$G_L$ (mm)	$P_T$ (mg)	$G_P$ (mg)	$G$ (%/día)
T1	$19,4\pm 1,9^a$	$13,8\pm 2,0^a$	$19,8\pm 6,0^a$	$18,9\pm 6,0^a$	$14,0\pm 1,3^{ab}$
T2	$12,5\pm 0,9^c$	$6,9\pm 1,0^c$	$6,3\pm 1,2^b$	$5,5\pm 1,2^b$	$17,8\pm 1,6^a$
T3	$14,3\pm 0,5^b$	$8,7\pm 0,6^b$	$6,5\pm 2,3^b$	$5,6\pm 2,3^b$	$13,7\pm 3,9^b$
T4	$17,4\pm 2,0^a$	$11,8\pm 2,1^a$	$12,4\pm 3,5^a$	$11,6\pm 3,5^a$	$15,4\pm 1,9^{ab}$

La mayor sobrevivencia fue registrada en T2 ( $32,1\pm 11,6\%$ ), siendo estadísticamente diferente a lo reportado en T3 ( $9,5\pm 10,0\%$ ) ( $p<0,05$ ), pero similares a lo observado en T1 ( $21,2\pm 15,1\%$ ) y T4 ( $24,7\pm 15,6\%$ ) ( $p>0,05$ ) (figura 1).

La prueba de resistencia al estrés registró el mayor valor en T1 ( $78,4\pm 17,2\%$ ) mostrando diferencia significativa con lo registrado en T2 ( $41,7\pm 16,9\%$ ) ( $p<0,05$ ); sin embargo estos valores no fueron diferentes ( $p>0,05$ ) a los obtenidos en T3 ( $47,2\pm 19,4\%$ ) y T4 ( $55,0\pm 29,2\%$ ) (figura 1).



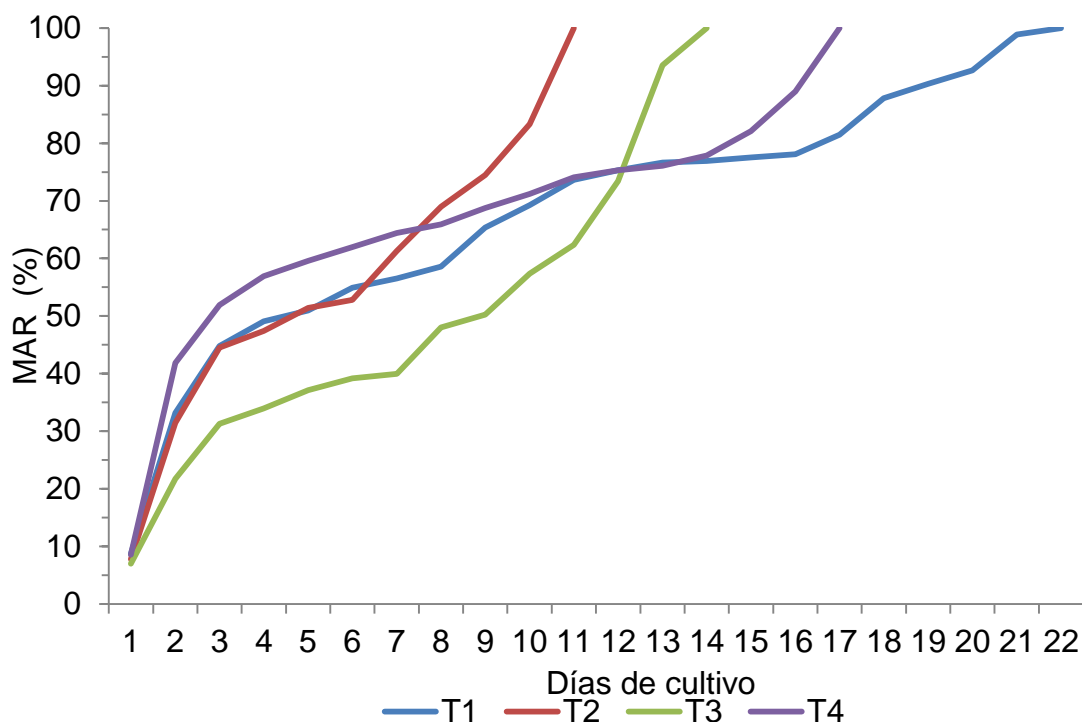
**Figura 1.** Valores promedios de sobrevivencia y resistencia al estrés de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* sometidas a diferentes entrenamientos al consumo de dieta seca a escala piloto.

En todos los tratamientos la mayor mortalidad diaria fue registrada el segundo día de experimento; oscilando entre  $11,2\pm 13,8\%$  (T3) y  $23,6\pm 21,1\%$  (T4) sin observarse diferencia significativa ( $p>0,05$ ). Además mortalidades diarias por encima de 5% pero menores del 10% se registraron los días 1 (T1, T4), 3 (todos los tratamientos), 11 (T2), 12 (T3) y 17 (T4). El resto de días la mortalidad diaria fue menor de 5% (tabla 2).

**Tabla 2.** Valores promedios de mortalidad diaria de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* sometidas a diferentes entrenamientos para consumo de dieta seca a escala piloto. Letras diferentes en la misma fila indica diferencia significativa ( $p<0,05$ ).

Días	Mortalidad diaria (%)			
	T1	T2	T3	T4
1	$5,8\pm 6,4^a$	$3,3\pm 4,7^a$	$4,9\pm 5,9^a$	$5,0\pm 4,8^a$
2	$18,1\pm 17,4^a$	$12,5\pm 12,0^a$	$11,2\pm 13,8^a$	$23,6\pm 21,1^a$
3	$7,8\pm 5,6^a$	$7,3\pm 6,5^a$	$5,8\pm 4,7^a$	$6,6\pm 4,4^a$
4	$2,2\pm 1,8^a$	$1,3\pm 0,9^a$	$1,3\pm 0,8^a$	$2,3\pm 1,8^a$
5	$0,9\pm 0,8^a$	$1,7\pm 0,9^a$	$1,6\pm 1,0^a$	$1,3\pm 0,9^a$
6	$1,9\pm 1,2^a$	$0,8\pm 0,7^a$	$0,9\pm 0,5^a$	$1,1\pm 0,8^a$
7	$0,8\pm 0,6^b$	$3,9\pm 3,0^a$	$0,5\pm 0,3^b$	$1,1\pm 0,9^b$
8	$1,0\pm 1,0^a$	$4,3\pm 4,7^a$	$2,2\pm 2,5^a$	$0,8\pm 0,6^a$
9	$3,2\pm 4,2^a$	$2,3\pm 2,3^a$	$3,2\pm 2,6^a$	$1,3\pm 2,3^a$
10	$2,3\pm 2,6^a$	$4,1\pm 3,1^a$	$4,4\pm 4,1^a$	$1,4\pm 0,8^a$
11	$2,4\pm 4,0^a$	$8,2\pm 7,3^a$	$3,1\pm 3,6^a$	$1,4\pm 1,6^a$
12	$0,9\pm 1,2^b$		$6,2\pm 3,9^a$	$0,7\pm 0,4^b$
13	$0,7\pm 1,1^b$		$11,1\pm 2,3^a$	$0,5\pm 0,6^b$
14	$0,1\pm 0,2^b$		$4,2\pm 4,2^a$	$1,3\pm 1,4^{ab}$
15	$0,3\pm 0,3^b$			$2,3\pm 1,7^a$
16	$0,3\pm 0,3^b$			$4,4\pm 3,8^a$
17	$2,4\pm 3,2^a$			$5,3\pm 3,6^a$
18	$3,7\pm 1,9$			
19	$1,6\pm 1,1$			
20	$1,6\pm 1,3$			
21	$3,0\pm 2,5$			
22	$0,9\pm 1,4$			

La mayor mortalidad acumulada relativa (MAR) se registró durante los tres primeros días, esta variable osciló entre  $31,3\pm 22,1\%$  (T3) y  $51,9\pm 26,5\%$  (T4), sin observarse diferencia significativa ( $p>0,05$ ). El quinto día la MAR en T1, T2 y T4 era mayor al 50%, mientras que en T3 este comportamiento se observó a partir el noveno día ( $50,3\pm 14,8\%$ ). Los primeros nueve días no se observó diferencia estadística en los valores de MAR de los diferentes tratamientos ( $p>0,05$ ); pero a partir del décimo día T2 ( $83,3\pm 12,5\%$ ) registró los mayores valores para esta variable mostrando diferencias estadísticas con relación a T3 ( $57,4\pm 12,4\%$ ) (figura 2).



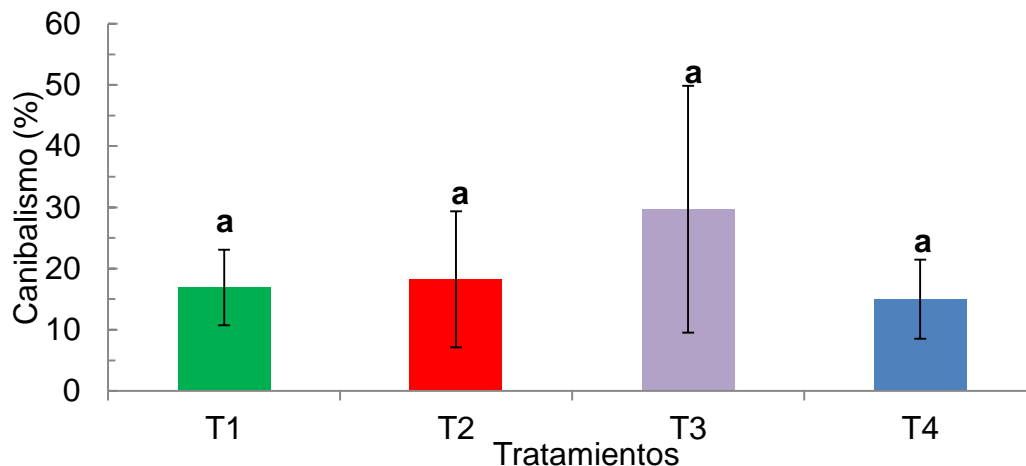
**Figura 2. Valores de mortalidad acumulada relativa (MAR) de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* sometidas a diferentes entrenamientos al consumo de dieta seca a escala piloto.**

En todos los tratamientos, durante el período de alimentación con DV, se registraron los mayores porcentajes de mortalidad; oscilando entre  $26,9 \pm 17,7\%$  (T2) y  $47,3 \pm 17,9\%$  (T1) sin encontrarse diferencia estadística entre estos valores ( $p > 0,05$ ). Durante el período con DH, T1 obtuvo una baja mortalidad ( $3,8 \pm 2,8\%$ ); mientras que durante el período de alimentación con dieta seca (DS) los mayores valores de mortalidad se registraron en T3 ( $29,1 \pm 10,5\%$ ) y T2 ( $22,7 \pm 14,3\%$ ) sin presentarse diferencias significativa entre estos valores ( $p > 0,05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Valores promedios de mortalidad acumulada de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* en cada período de entrenamiento al consumo de dieta seca a escala piloto. Letra diferente en la misma fila indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

	T1	T2	T3	T4
DV	$47,3 \pm 17,9^a$	$26,9 \pm 17,7^a$	$31,7 \pm 18,0^a$	$46,5 \pm 21,2^a$
DH	$3,8 \pm 2,8$			
DS	$10,7 \pm 3,4^b$	$22,7 \pm 14,3^a$	$29,1 \pm 10,5^a$	$13,8 \pm 4,7^{ab}$

Por otra parte el canibalismo en las larvas de bagre blanco osciló entre  $29,7 \pm 20,2\%$  (T3) y  $15,0 \pm 6,5\%$  (T4) sin encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ) (figura 3).



**Figura 3. Mortalidad por canibalismo de larvas de bagre blanco *Sorubim cuspiacaudus* sometidas a diferentes entrenamientos al consumo de dieta seca a escala piloto.**

## DISCUSIÓN

El crecimiento ( $L_T$ ,  $GL$ ,  $P_T$ ,  $G_P$ ) de las larvas a las cuales se les ofreció dieta húmeda enriquecida con vitamina C (0,1%) y premezcla mineral (T1), no fue diferente al crecimiento de las larvas que no recibieron la dieta húmeda antes de consumir la dieta seca (T2, T3, T4). Es necesario considerar que el tiempo de duración del período de alimentación con dieta húmeda (cinco días) así como el tiempo de evaluación de la dieta seca (cinco días) no fueron lo suficientemente prolongados para mostrar los beneficios tanto del período de alimentación con dietas vivas como de las dietas húmedas o de transición como lo han demostrado otros autores [18]. La mejor sobrevivencia final se obtuvo en T2 ( $32,1 \pm 11,6\%$ ); el cual es el tratamiento con menor tiempo de duración y por tanto menor manipulación de las larvas. A medida que el tiempo de duración del experimento se incrementó, la sobrevivencia disminuyó; por lo cual se sugiere que la sobrevivencia final estuvo asociada al tiempo de duración del estudio y a la manipulación que recibieron. Al analizar la mortalidad por período de entrenamiento (dieta viva, dieta húmeda, dieta seca) la mayor se registró en el período de dieta viva T1 ( $47,3 \pm 17,9\%$ ) y T4 ( $46,5 \pm 21,2\%$ ), lo que sugiere que la mortalidad estuvo asociada al mayor tiempo de duración y de manejo en estos tratamientos, mientras que en los de menor tiempo de alimentación (6 y 9 días) la mortalidad disminuyó considerablemente. La mejor calidad larval (prueba de resistencia al estrés o vitalidad) se presentó en las larvas que recibieron 12 días de alimentación con dieta viva y cinco días de dietas húmedas T1 ( $78,4 \pm 17,2\%$ ). La calidad larval disminuyó en la medida que los tratamientos recibieron menos días de alimentos vivos; lo cual sugiere que las larvas de bagre blanco antes de iniciar el entrenamiento al consumo de dieta seca deben recibir por lo menos durante doce días alimentos vivos como nauplios de *Artemia*. Las mayores mortalidades ocurrieron los tres primeros días en todos los tratamientos, esta mortalidad se sugiere asociada al cambio de alimentación endógena a exógena. La alimentación exógena y el manejo de la primera alimentación son considerados puntos críticos en la larvicultura, debido a su importancia en la posterior viabilidad de la larva [19]. Las mortalidades diarias se incrementaron cuando las larvas no recibieron dietas húmedas y menor tiempo de alimentación con dieta viva; sugiriendo los resultados de este estudio la necesidad de las dietas húmedas antes de recibir



dietas secas y ofrecer por lo menos durante dos semanas la alimentación con dietas vivas. La mortalidad por canibalismo no superó el 30% y no se encontró diferencias entre los tratamientos. Hecth & Pienaar [20] señalaron que las causas más frecuentes de la conducta caníbal en la larvicultura se deben a la disponibilidad del alimento, frecuencia de alimentación, densidad poblacional, ausencia de refugios e intensidad de la luz.

## CONCLUSIONES

Períodos de por lo menos doce días, es el tiempo mínimo de alimentación con dieta viva al entrenamiento de bagre blanco al consumo de dieta seca, además es necesaria la inclusión de dieta húmeda o transición, para el entrenamiento de bagre blanco antes de iniciar el consumo de dieta seca, ofreciendo menores tasas de mortalidad y mejor calidad larval.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación de la presente investigación en el marco del proyecto contribución al desarrollo de una tecnología de producción continúa de alevinos de bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* como estrategia para fomentar su cultivo y conservación (Código MADR N° 012-2007U7723400-07).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Roma: FAO, 2010.
2. Pezzato L. Establecimiento das exigencias nutricionais das especies cultivadas En: Simposio sobre manejo e nutrição de piexes piracicaba (memorias). Piracicaba São Paulo (Bra): 1997.
3. Prieto M. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. En Memorias V Seminario Internacional de Acuicultura, II Congreso de Investigaciones Acuícolas, V muestra comercial de acuicultura, Bogotá: Universidad Nacional 2005.
4. Prieto M. Enriquecimiento de zooplâncton con óleo de peixe na larvicultura de Pacu, *Piaractus mesopotamicus* e Curimbata *Prochilodus lineatus*. Lavras: UFLA. (Tesis Maestría). Lavras (Bras): Universidade Federal de Lavras 2003.
5. Kubitza, F. Qualidade do água no produção de peixes: Parte 1 Panorama do Aqüicultura, São Paulo, jan/fev. 1998:10–18.
6. De Borba M. Efeito de idade e da utilização de compostos sintéticos como atractivos na adaptação da larva do robalo (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) ao alimento formulado. (Tesis Maestría). Florianópolis (Bra): Universidade Federal de Santa Catarina 1997.
7. Basile-Martins AMA. Criação de organismos para alimentação de larvas de peixe, p. 97-100. En Memorias III Simposio Brasileiro de Aquicultura. São Carlos, Brasil, Universidad Federal de São Carlos. 1984.

8. Woynaravich, E. Preparation of ponds raising fish larvae (post-larvae). En: Harvey, B, & Carolsfeld, J. (eds) Workshop on larval rearing of finfish. Pirassununga, 1989. CIDA/CASFA/ICSU, 1990.
9. Lavens P, Sorgeloos P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper, 1996; 361:1-295.
10. Hayashi C, Sampaio G, Barriviera, Nagae M, Martins C. Utilização de diferentes alimentos o treinamento alimentar de alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Agassiz, 1829). Acuicultura em harmonía com o ambiente, 1999.
11. Kestemont P, Fiogbe ED, Parfait O, Michal JC and Melard C. Relationship between weaning, size, growth, survival and cannibalism in the common perch larvae *Perca fluviatilis*: preliminary data. En: Memorias Larvi'95 Fish & Crustaceam Larviculture Symposium. Ghent, European Aquaculture Society, 1995, (Special publication) 24:285–288.
12. Mookerji N, Ramakrishana Rao T. Survival and growth of rohu (*Labeo rohita*) andsinghi (*Heteropneustes fossilis*) larvae fed on dry and live foods. En: Memorias Larvy' 91 Fish & Crustaceam Larviculture Symposium. Ghent. European Aquaculture Society, 1991, (Special publication)15:148–150.
13. Villadiego P, Ortiz E, Atencio-García VJ. Evaluación del régimen alimentario del bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* en el bajo Sinú, Colombia. Memorias VII Simposio Colombiano de Ictiología. ACICTIOS/U. de Córdoba, Montería, 28-31/mayo/2003. p 61.
14. Kubitz F, Lovshin LL. Effects of initial weight and genetic strains on feed training of largemouth bass *Micropterus salmoides* using ground fish flesh and freeze drier krill as startet diets. *Aquaculture*,1997; 148:179-190.
15. Portella MC, Tasser MB, Jomori RK, Carneiro DJ. Substituição do Alimento Vivo na Larvicultura. Em Memorias Simposio Brasileiro De Aquicultura, Goiânia 2002.
16. Muñoz R, Martínez C. Reproducción inducida del bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) con Ovaprim®. Memorias IX Jornada de Acuicultura. IALL/Universidad de los Llanos, Villavicencio. 5/dic/2003.
17. Hopkins K. Reporting fish growth: a review of the basic. *J. World Aqua. Soc.* 1992; 23 (3):173-79.
18. Kubitz F, Campos JL, Brum JA. Produção intensiva de sorubim no projeto Pacú Ltda e. Agropeixe Ltda. En Memoria Aquicultura Brasil'98. Recife (Bra):1998; 1:393-403.
19. Atencio-García V. Producción de alevinos de especies nativas. *MVZ Córdoba* 2001; 6(1):9-14.

20. Hecht T, Pienaar A. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J World Aquacult Soc* 1993; 24:246-261.