

## NOTA TÉCNICA

# Producción artesanal del rotífero *Philodina* sp. y de algas para la alimentación de post-larvas de bocachico

## Artisan production of rotifer and algae for bocachico post-larva feeding

Victoria Eugenia Quintero P., Ana María Cardona, Felipe Grisales

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. AA 237, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.  
Autor para correspondencia: vequintero@palmira.unal.edu.co

REC: 01-04-08

ACCEPT: 13-02-09

## RESUMEN

El cultivo de algas mixtas se realizó en el Instituto de Piscicultura Tropical de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (Buga 25 °C y 969 m.s.n.m.) utilizando fertilizantes inorgánicos en baldes plásticos, se produjeron en promedio  $386 \times 10^3$  células/ml de cultivo. En el cultivo de *Philodina* en frascos de vidrio alimentado con algas y levadura, se obtuvieron 410 rotíferos/ml de cultivo. Se evaluaron tres tratamientos: rotíferos enriquecidos con aceite de pescado; rotíferos más algas (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Spyrogira* y *Anabaena*) y *Artemia salina* + *Spirulina*, usando 100 post-larvas de bocachico/acuario, alimentadas dos veces al día según biomasa sembrada. El mayor porcentaje de sobrevivencia, peso y talla se obtuvo con el alimento constituido por rotíferos enriquecidos con aceite de pescado (93 %, 3.2mg, 6.86mm), seguido de rotíferos + algas (80.67 %, 2 mg, 6.1mm) y *Artemia*+ *Spirulina* (60.6 %, 1.6mg, 6.06mm) respectivamente.

**Palabras clave:** *Prochilodus reticulatus magdalenae*; *Philodina*; Rotíferos; Levadura; Enriquecimiento nutricional.

## ABSTRACT

In the Tropical Piscicultural Institute of the Regional Autonomous Corporation of Buga, Cauca, Valley, Colombia (25°C temperature, 969 m a s l), a research was carried out with the objective to produce and use algae and rotifers (living food) cultures to feed bocachico post-larvas (*Prochilodus reticulatus magdalenae*). A complete random design with three treatments and three repetitions was established. 100 bocachico/aquarium post larva were used and fed twice a day according to sown biomass. The cultures of mixed algae were established by using inorganic fertilizers produced in plastic pails and obtaining an average of  $386 \times 10^3$  cells/ml of culture. On the other hand, the cultures of *Philodina* rotifers were established in glass bottles and feeding them with algae and yeast. An average of 410 rotifers/ml of culturing was obtained. To evaluate the highest rate of survival, growing and weight of bocachico post-larvas, three kind of food were used: Rotifers enriched with fish oil; rotifers plus algae (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Spyrogina* and *Anabaena*) and only *Artemia salina* and *Spirulina*. The highest survival, weight and size percentage was obtained with food formed of rotifers enriched with fish oil (93% 3.2mg, 6.86mm) respectively, followed by rotifers + algae (80.67%, 2mg, 6.1mm) and *Artemia* + *Spirulina* (60.6%, 1.6mg, 6.06mm).

**Key words:** *Prochilodus reticulatus magdalenae*; *Philodina*; Rotifers; yeast; Nutritional enrichment.

## INTRODUCCIÓN

El bocachico, *Prochilodus reticulatus magdalenae*, carácido de hábitos migratorios ampliamente distribuido en las principales cuencas hidrográficas de Colombia, presenta tres períodos críticos para la supervivencia de las larvas: al momento de la primera alimentación, a los 15 días cuando ocurre la primera curvatura del aparato digestivo y a los 30 días cuando

empieza a alimentarse de detritus del estanque (De Fex, 1996).

El rotífero *Philodina* (Clase: Bdelloidea, Familia: Philodinidae) filtra partículas orgánicas en suspensión (bacterias, detritus, algas, protozoos), tiene una longevidad de 48 días en promedio, la hembra pone 45 huevos y el intervalo de una generación a otra es de cuatro días (Ruppert y Barnes, 1996; Barnabé, 1996); la compo-

sición nutricional varía de 6.0% a 7.9% de proteína cruda, 1.4% a 3.7% de lípidos, 0.16mg/g de calcio y 1.1 a 1.5mg/g de fósforo (Watanabe *et al.*, 1983). Los rotíferos se pueden alimentar en cultivo masivo con *Chlorella*, obteniendo enriquecimiento en ácidos grasos de 12.7% a 18.8 % (Torretera y Tacon, 1989); el cultivo resulta más sencillo y menos costoso cuando se usa *Geotrichum candidum*, hongo que crece en ácido láctico, suero de leche, vinagre, leche, quesos y mantequilla.

Como es necesario establecer las técnicas de cultivo que permitan obtener el alimento vivo de tamaño óptimo y alto contenido nutricional que favorezca la tasa de crecimiento y supervivencia de las post-larvas de bocachico, la investigación se propuso evaluar la producción en laboratorio de algas para alimentar los rotíferos junto con *Geotrichum candidum*. En la investigación la dieta de las post-larvas se enriqueció con aceite de pescado y se comparará con el alimento convencional (*Spirulina* y nauplios de *Artemia salina*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, que se llevó a cabo en el Laboratorio del Instituto de Piscicultura Tropical de la CVC (Buga, Valle del Cauca, 969 msnm y 25°C), se desarrolló en dos fases: cultivo de algas y rotíferos y ensayo de alimentación de post-larvas de bocachico).

### Ensayo 1. Cultivo de algas y rotíferos

Entre el plancton recolectado en estanques (red de 60 micrones con recipiente colector) se identificaron las algas: *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Spyrogira* y *Anabaena* y los rotíferos: *Brachionus*, *Phylodina* y *Polyartra* (Nedham y Nedham, 1978). Las algas se cultivaron al aire libre en recipientes plásticos (11 l), sembrando inicialmente 300 ml de muestra y empleando agua del río Guadalajara con pH de 6.8.

Los cultivos mixtos de algas se adelantaron en un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (T1: 1 g de urea + 0.5 g de agrimins por litro de agua; T2: 2 g de urea + 0.5 g de agrimins por litro de agua; T3: 1 g de triple 15 + 0.5 g de agrimins por litro de agua) y 3 repeticiones por tratamiento.

Se evaluó diariamente el número de células/ml de agua utilizando el muestreo al azar tomando una muestra de 100 ml extraídos de cada recipiente. Con los conteos diarios se graficaron las curvas de crecimiento con el paquete estadístico Curve Expert y el modelo gaussiano de regresión con coeficientes de correlación mayores a 0.9 y con un conteo mínimo de 138.000 células/ml. La curva de crecimiento se estableció mediante el modelo  $y = a \cdot \exp \left( \frac{-(-b-x)^2}{2 \cdot c^2} \right)$  donde la derivada

es la tasa de crecimiento diario. Posteriormente se ajustó al modelo de regresión lineal  $y = a + bx$  obteniéndose la tasa de crecimiento diaria promedio por tratamiento.

Después de repetidos ensayos de aislamiento de rotíferos con micropipeta se separó cada género en tubos de ensayo de 5 cm<sup>3</sup>, con agua destilada alimentados con *G. candidum* durante cinco días. Como se obtuvo mayor población de *Phylodina*, se sembró a razón de 30 individuos/ml en frascos de vidrio (3 l) con agua destilada a 23 °C y pH neutro.

En el cultivo de *Phylodina* se emplearon dos dietas (0.003 g. de *G. candidum* enriquecidos con aceite de pescado por cada 10 cm<sup>3</sup> de agua de cultivo; la misma dosis de *G. candidum* más algas cultivadas artificialmente). El conteo se realizó empleando una cámara McMaster. Una vez establecidos los cultivos se esperó durante cuatro días que el crecimiento poblacional del rotífero promediara 400 individuos/ml, reanudándolos mediante adición de agua destilada y levadura.

### Ensayo 2. Alimentación de post-larvas de bocachico

En el ensayo se usaron 900 larvas de 3 días, con peso vivo inicial promedio de  $6 \times 10^{-4}$  g y longitud promedio de 4 mm. Se distribuyeron en grupos de 100 por acuario. Se empleó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos (T1: rotíferos enriquecidos con aceite de pescado; T2: *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Spyrogira* y *Anabaena*; T3: *Artemia salina* más *Spirulina*) y tres repeticiones. Se suministraron dos raciones diarias (7:00 am y 12:00 m), ofrecidas de la siguiente manera: T1: 6 l de cultivo de rotíferos (415 rotíferos/ml), T2: 6 l de cultivo de rotíferos más 1000 ml diarios de cultivo de algas/acuario, T3: 0.98 g de *Spirulina* seca en 600 ml de agua destilada y 0.03 g de *Artemia salina* eclosionada en recipientes cilíndricos de acrílico a 25 ppt de salinidad en un litro de agua.

La duración del ensayo fue de 10 días y se inició tras la reabsorción del saco vitelino. Se realizaron mediciones de longitud (mm), peso (g) y supervivencia (10% de la población extraída al azar/acuario) (De Fex, 1996). Las variables se sometieron a Análisis de Varianza (Andeva) y Test de rangos múltiples de Duncan para separación de promedios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cultivo mixto de algas

En el tratamiento 1 la máxima producción de células/ml se obtuvo en el día 6 y el día 9 en los tratamientos 2 y 3. El agotamiento de nutrientes se empezó a manifestar a partir del día 12 (Tabla 1).

El modelo de regresión que mejor describió el crecimiento fue el gaussiano dado el coeficiente de correlación (0.967, 0.982 y 0.979) (Tabla 2). Como en T3 se obtuvo la mayor tasa de crecimiento tanto observada como estimada (Tablas 3 y 4), se seleccionó para el cultivo de algas. No se encontró diferencia en número de individuos (rotíferos/ml) en las dos dietas utilizadas (Tabla 5).

### Alimentación de post-larvas de bocachico

Se presentó diferencia estadística significativa ( $P < 0.01$ ) en peso y longitud entre tratamientos, pero no en supervivencia de post-larvas (Tabla 6). Los mejores resultados del tratamiento 1 se atribuyen a la adición de aceite de pescado fuente de ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3 y Omega 6), nutrientes limitantes para el desarrollo y supervivencia de larvas (Barnabé, 1996; Dantagnan *et al.*, 1999). También el tamaño de *Philodina* (90  $\mu$ m) facilita la captura por la larva, lo que

**Tabla 1. Tiempo de crecimiento y número de algas/ml por tratamiento**

Días de cultivo	Promedio T1	Promedio T2	Promedio T3
0	32000	32000	32000
1	37000	35667	32200
2	70667	84333	71333
3	118667	140667	114667
4	125667	180000	176333
5	135000	221333	245333
6	138333	230333	269667
7	116333	250333	288333
8	95667	275000	310667
9	90667	316000	389900
10	82667	315333	384000
11	52667	246333	327666
12	26333	192333	232666
13	19000	142333	146000
14	18667	111333	79333
15	18667	84000	63666
16	18333	52000	49666
17	18333	25333	25000

T1: 1 g de urea + 0.5 g de agrimins (elementos menores) por litro de agua.

T2: 2 g de urea + 0.5 g de agrimins por litro de agua.

T3: 1 g de Triple 15 (N, P, K) + 0.5 g de agrimins por litro de agua.

**Tabla 2. Modelo gaussiano utilizado para cada tratamiento.**

T1	T2	T3
$y=a*\exp(-((b-x)^2)/(2*c^2))$	$y=a*\exp(-((b-x)^2)/(2*c^2))$	$y=a*\exp(-((b-x)^2)/(2*c^2))$
Datos del coeficiente:	Datos del coeficiente:	Datos del coeficiente:
a = 134001.89	a = 300021.33	a = 367815.82
b = 5.8374261	b = 8.4643945	b = 8.6331893
c = 3.6441531	c = 3.9843125	c = 3.5296032
Coeficiente de correlación: 0.9674253 entre lo "esperado" y "observado".	Coeficiente de correlación: 0.9820830 entre lo "esperado" y "observado".	Coeficiente de correlación: 0.9791118 entre lo "esperado" y "observado".

**Tabla 3. Tasa diaria de crecimiento de algas estimada por tratamiento**

Días	T1 Y' (t)	T2 Y' (t)	T3 Y' (t)
1	20225.18	24434.6	21742.22
2	22241.6	32799.55	33495.45
3	21144.39	40350.13	46539.64
4	16327.58	45045.58	57795.44
5	8229.935	44844.22	63151.83
6	-1638.85	38417.26	58857.7
7	-11149	25795.99	43323.3
8	-18298.5	8633.896	18395.84
9	-21898.3	-10110.5	-10771.6
10	-21875.3	-27005.1	-37439.1
11	-19097.5	-39170.5	-55808.8
12	-14882.9	-45079.4	-63069.5
13	-10473.9	-44825.9	-59974.4
14	-6703.09	-39822.6	-49872.3
15	-3918.96	-32136	-36944.1
16	-2099.71	-23780.9	-24633.3
17	-1033.28	-16233.3	-14878.7

**Tabla 4. Tasa promedio diaria de crecimiento algal**

Tratamiento	Valores Promedio fase exponencial células/ml	Valores Promedio fase descendente células/ml.
T1	20.190	-10.700
T2	31.933	-38.365
T3	44.956	-43.444

**Tabla 5. Número de rotíferos obtenidos en los tratamientos**

	Levadura + Aceite de pescado	Levadura + algas
Número de individuos/ml sembrados	30	30
Número de individuos/ml al 4º día	415	410
T <sup>0</sup> = 23°C pH = 7.3.		

**Tabla 6. Peso, longitud y supervivencia de post larvas de bocachico al décimo día de tratamiento**

Tratamiento*	Peso (g)	Longitud (mm)	Sobrevivencia (%)
T1	0.003 <sup>a</sup>	6.86 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>
T2	0.002 <sup>b</sup>	6.13 <sup>b</sup>	80.6 <sup>a</sup>
T3	0.001 <sup>b</sup>	6.06 <sup>b</sup>	62.6 <sup>a</sup>

Medias con el mismo literal no difieren estadísticamente.

\*T1: Post-larvas de bocachico alimentadas con rotíferos enriquecidos con aceite de pescado.

T2: Post-larvas de bocachico alimentadas con rotíferos más algas (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Spyrogira* y *Anabaena*).

T3: Post-larvas de bocachico alimentadas con *Artemia salina* más *Spirulina*.

no ocurre con nauplios de *A. salina* por el tamaño (2.4 mm) y la presencia de apéndices (De Fex, 1996).

Aunque las diferencias en supervivencia no fueron estadísticamente significativas, la distancia del T1 sobre el tratamiento convencional (93% Versus 62.6%) mostró la ventaja del alimento vivo. Además el resultado superó investigaciones que emplearon *Brachionus plicatillis* (60%) (Verreth, 1999), rotíferos y copépodos entre 150 – 230  $\mu\text{m}$  (34 %), nauplios de *A. salina* (46 %), rotíferos más nauplios de *A. salina* (77 %) (Valderrama, 1992). También superó la supervivencia de post-larvas de “boquichico” (*Prochilodus nigricans*) alimentadas con plancton producido en estanques de tierra (78 %), nauplios de *A. salina* (62 %) y plancton más nauplios de *A. salina* (80 %) (Ascón, 1999) y la de *P. magdalenae* alimentada con zooplancton silvestre tamizado entre 250 – 400  $\mu\text{m}$  (49.9%) (Kerguelén *et al.*, 2003).

### CONCLUSIONES

El mayor crecimiento poblacional en el cultivo de algas (44.956 células  $\text{ml}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) se logró con 1 g de triple 15 (N, P, K) + 0.5  $\text{gl}^{-1}$  de agrimins.

En la fase de alimentación de post-larvas de bocachico el mejor resultado (93% de supervivencia, 0.0032g de peso y 6.86 mm de longitud) se obtuvo empleando rotíferos enriquecidos con aceite de pescado.

### AGRADECIMIENTOS

A la División de Investigación Palmira DIPAL, de la Universidad Nacional de Colombia, por la financiación del trabajo de grado en Zootecnia de A. M. Cardona y F. Grisales.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Ascón, D. 1999. Supervivencia de larvas de *Gamitana*, *Collossoma macropomum* y *boquichico*, *Prochilodus nigricans*, utilizando dos tipos de alimento. Puerto La Cruz. p193–195. *En*: Acuicultura. Memorias
2. Barnabé, G. 1996. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Zaragoza, España: Acribia. 519 p
3. Dantagnan, D., H.; Borquez R. A. ; Bariles J., S.; Valdevenito I, I.; Vega R., A.; Mardones L., A. 1999. Larvicultura del puye (*Galaxias maculatus*) en sistema intensivo de producción. P 172-173. *En*: Acuatic (ed). Acuicultura 99, Puerto La Cruz, nov 17 – 20. Memorias Tomo I
4. De Fex, De S., R. 1996 Experiencias obtenidas con bocachico (*Prochilodus magdalenae*). p 77-84. *En*: curso y seminario internacional de acuicultura, 1, Santa Marta, Mayo 8 – 31. Memorias.
5. Kerguelén, E.; Sánchez, I.; Atencio, V. 2003. Influencia de la presa en la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878). p 295 – 302. *En*: Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura- CIVA, 2. <http://www.civa2003.org>
6. Needham, J. G.; Needham, P.R. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona: Reverte. 121 p.
7. Ruppert, E; Barnes, R. 1996. Zoología de los Invertebrados. México: McGraw-Hill Interamericana Ediciones. p1 – 9, 306-316.
8. Torrentera B. L; Tacon A. 1989. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura para la agricultura y la alimentación. Brasilia. 1–43 p.
9. Valderrama, M. 1992. Estado actual de la pesca del bocachico y algunos aspectos sobre la ecología de sus pesquerías. p15-22. *En*: Seminario Taller del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), Barrancabermeja, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA.
10. Verreth, J. 1999. Curso internacional sobre nutrición de larvas de peces, 1, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 57p. Memorias
11. Watanabe, T.; Kitajima, Ch.; Fujita, S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34: 115 - 143