

CRECIMIENTO DE *Colossoma macropomum* EN ESTANQUES DE TIERRA EN DEPENDENCIA DE LA DENSIDAD

Jorge Günther, Jorge Boza y Nazira Gálvez
Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional
Apdo. 86-3000, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Se analiza el crecimiento y la utilización de alimento del tambaquí, *Colossoma macropomum*, cultivado a densidades de 0,5, 1 y 2 peces/m² en estanques de tierra de 60 m² con alimento balanceado con 35% proteína. No se encontraron diferencias estadísticas significativas con respecto a la densidad. Sin embargo, el crecimiento obtenido fue mucho menor que en otro ensayo realizado en las mismas condiciones y simultáneamente en un estanque de 3000 m², por lo que se discute la hipótesis de que el crecimiento del tambaquí esté relacionado con el tamaño del estanque.

ABSTRACT

The effects of density (range 0.5 to 2 fish/m²) on the culture of tambaquí, *Colossoma macropomum*, in earthen ponds and fed a 35% protein diet, were assessed. No statistical differences were found in growth and feed utilization between densities. The growth performance of tambaquí in 60 m²-ponds was, however, much worse than in another growth cycle performed simultaneously under the same conditions in a 3000 m² pond. It is hypothesized that the growth rate of tambaquí is strongly related to the size of the pond.

INTRODUCCION

El cultivo comercial de la cachama negra o tambaquí (*Colossoma macropomum*) es una activi-

dad bien establecida en muchos países latinoamericanos (HERNANDEZ *et al.* 1992). En Costa Rica, donde este pez ha sido introducido ya hace más de 10 años, no se ha podido establecer todavía un cultivo comercial estable. Sin embargo, se han realizado investigaciones sobre su crecimiento y nutrición en cultivo intensivo (GÜNTHER y BOZA 1992, VAN DER MEER *et al.* 1995, GÜNTHER 1996) y sus condiciones locales de reproducción (GALVEZ y BOZA 1996, BOZA y GALVEZ 1996). Las actividades actuales del grupo de trabajo en la Universidad Nacional de Heredia apuntan a investigar las mejores tecnologías de cultivo semiintensivo e intensivo.

La densidad de siembra de peces es uno de los factores más importantes para definir las posibilidades comerciales del cultivo. Un aumento de la densidad permitirá en general intensificar la producción y reducir los costos no asociados con la alimentación. Sin embargo, el incremento de la densidad topa con límites impuestos por la calidad del agua, pero también por la biología de la especie que se cultiva.

Existe una gran cantidad de trabajos que analizan el efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento y la utilización del alimento en peces. Por lo general, se ha establecido una correlación negativa entre densidad y crecimiento, cuyo grado es variable dependiendo de la especie. El factor determinante es la competencia y el desplazamiento mutuos entre los individuos, ya sea competencia por el espacio, por la alimentación, por el sexo

opuesto, etc. (ver GÜNTHER y GALVEZ 1992). En muchos peces este efecto de la densidad impone límites superiores en los cultivos comerciales. En algunos casos, sin embargo, se ha demostrado lo contrario, una correlación positiva entre densidad y crecimiento como, por ejemplo, en el caso de algunos salmónidos (JORGENSEN et al. 1993).

En el cultivo semiintensivo de *Colossoma macropomum* se utilizan en general densidades de 0,25 a 2 peces por m² (HERNANDEZ 1989). El efecto de la densidad en el tambaquí fue evaluado por FERRARI et al. (1986) y PRETTO (1989). Ambos encontraron una reducción pequeña, pero significativa del crecimiento entre densidades de 0,5 y 2 peces/m², alimentados con raciones balanceadas con bajos contenidos de proteína, 20 y 25%, respectivamente. Sin embargo, se observó también que la competencia entre los peces y, por ende, el efecto de la densidad pueden variar en dependencia de la cantidad y la calidad del alimento (FERRARI et al. 1986). El objetivo de este trabajo es evaluar de nuevo el efecto de la densidad con una alimentación más cercana al óptimo requerido por esta especie (VAN DER MEER et al. 1995).

MATERIALES Y METODOS

Animales. Se utilizaron 420 alevines de *Colossoma macropomum* de unos 3 meses de edad y obtenidos por reproducción inducida. Su peso promedio al inicio del experimento fue de 27,5 g con un coeficiente de variación de 16,8%.

Diseño experimental. Los alevines se sembraron en 6 estanques de aproximadamente 60 m² cada uno, con densidades de 0,5, 1 y 2 peces/m², cada tratamiento por duplicado. La distribución de los tratamientos entre los estanques se hizo de forma aleatoria. Los estanques están ubicados en la estación piscícola experimental de La Rita, Guápiles, perteneciente a la Corporación Bananera Nacional (CORBANA).

Alimentación. Los peces se alimentaron con ración comercial para tilapia, variedad flotante, de la empresa Aguilar y Solís. La composición proximal del alimento en base seca se determinó como: proteína 34,8%, carbohidrato utilizable 43,8%, lípido 4,7%, fibra cruda 4,8% y ceniza

8,7%. Se calcularon raciones diarias partiendo de un coeficiente de crecimiento G de 0,65 (GÜNTHER y BOZA 1992) y un factor de conversión de 1,2. Se pesaron quincenalmente todos los individuos de cada estanque y se recalcularon las raciones diarias del siguiente período quincenal con base en los parámetros de crecimiento y utilización de alimento obtenidos en el período anterior. Los animales se alimentaron 2 veces al día.

Manejo. El experimento tuvo una duración de 168 días, entre agosto de 1995 y febrero de 1996. Durante todo el período se mantuvo un recambio de agua de aproximadamente 10% diario. El oxígeno y la temperatura se midieron en el agua saliente de cada estanque a las 7 a.m. y las 4 p.m. Los muestreos quincenales se realizaron con un chinchorro de 5 m de largo. Dado que estos peces se mantienen generalmente agrupados en cardumen, bastaba con un solo arrastre para sacar toda la población.

Análisis de datos. El crecimiento se midió con el coeficiente G (IWAMA y TAUTZ 1981), la utilización del alimento con el factor de conversión. La comparación estadística de los datos se realizó mediante análisis de varianza con discriminación de medias por el método LSD y análisis de correlación.

RESULTADOS

En la mañana, la temperatura promedio de todos los estanques fue de 26,3° C (máxima 30,3, mínima 21,6) y el oxígeno disuelto de 7,2 ppm (máximo 12,6, mínimo 2,5). Por la tarde la temperatura fue de 28,7° C (máxima 32,5, mínima 21,9) y el oxígeno disuelto de 12,3 ppm (máximo 22,7, mínimo 6,5). No se encontró correlación significativa entre las densidades y las mediciones de temperaturas y el oxígeno de la tarde, pero sí una correlación negativa significativa ($r = -0,83, P < 0,05$) con el oxígeno de la mañana. Los valores promedio del oxígeno matutino fueron de 7,6, 7,0 y 6,8 ppm a densidades de 0,5, 1 y 2 peces/m², respectivamente.

La figura 1 muestra los valores de temperatura y de oxígeno durante el período de cultivo, promediados semanalmente para todos los estanques. Se destacan dos descensos bruscos de la temperatura en la cuarta y la vigésimosegunda semanas.

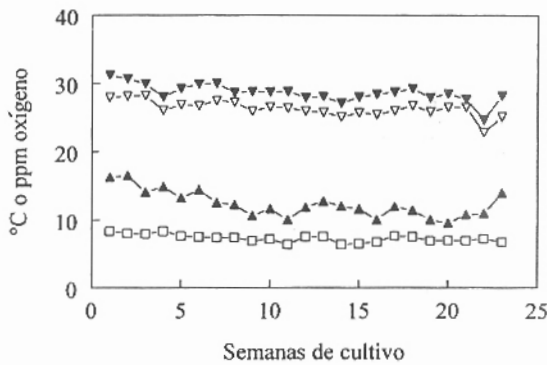


Figura 1. Temperatura y oxígeno disuelto en los estanques del ensayo (agua saliente) durante el período de cultivo. De arriba a abajo: temperatura pm, temperatura am, oxígeno disuelto pm y oxígeno disuelto am. Los puntos representan promedios semanales de los 6 estanques.

La figura 2 muestra las tasas de crecimiento específicas (SGR, en % del peso corporal por día) calculadas para todos los estanques por período, a lo largo del experimento. Se observan 2 fuertes descensos del crecimiento en la segunda y la cuarta quincenas.

El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos al final del experimento. Al cabo de 168 días de cultivo se obtuvieron pesos entre 400 y 500 g, pero no hubo diferencia significativa ($P \geq 0,05$) entre las densidades probadas. Tampoco hubo diferencias entre los coeficientes de crecimiento G y los factores de conversión. Los valores más ventajosos se obtuvieron en todos los casos con la densidad intermedia de 1 individuo/m².

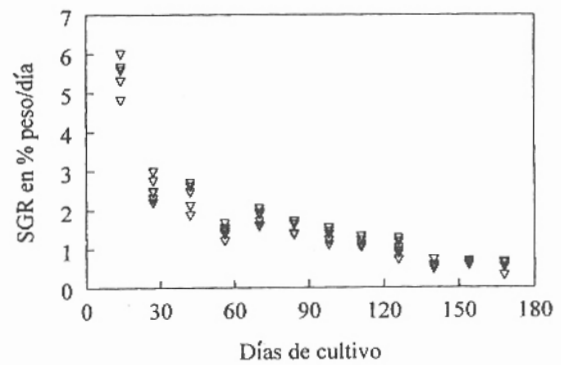


Figura 2. Tasas de crecimiento específicas registradas quincenalmente en los 6 estanques del ensayo.

Durante el período de cultivo los coeficientes de variación mostraron una tendencia ascendente desde el valor inicial de 16,8%. El coeficiente de variación final en la densidad intermedia de 1 individuo/m² fue de 24,6% y significativamente más alto que en los otros tratamientos.

DISCUSION

Crecimiento. Se analizaron 36 reportes de crecimiento de *Colossoma macropomum* alimentados con diversos concentrados en estanques de Brasil, Venezuela, Colombia y Panamá con densidades de 0,21 a 4 animales/m² (LOVSHIN 1980, MARTINEZ 1984, SAINT-PAUL 1985, FERRARI 1986, BEZERRA E SILVA y STUDART 1989, ESQUIVEL *et al.* 1989, PERALTA y TEICHERT-CODDINGTON 1989, BELLO *et al.* 1989, VALENCIA y PUENTES 1989, GONZALEZ y

Cuadro 1
Crecimiento y utilización del alimento en función de la densidad

Densidad indiv/m ²	Peso final	G	FC	CV %
0,5	456,5a	0,278a	1,76a	18,8a
1	499,5a	0,292a	1,64a	24,6b
2	473,9a	0,284a	1,67a	20,0a

G: coeficiente de crecimiento, FC: factor de conversión, CV: coeficiente de variación. Valores en cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$).

Cuadro 2
Crecimiento comparativo de *Colossoma macropomum* en estanques de tierra y alimentación con concentrado

	<i>Promedio 36 ensayos en Suramérica</i>	<i>Este trabajo</i>	<i>Ensayo control en 3000 m²</i>
Peso inicial	41	27,5	43,9
Peso final	860	476,6	905,6
Período días	290	168	140
Densidad	0,21-2/m ²	0,5-2/m ²	0,5/m ²
Concentrado % proteína	22% (14%-37%)	35%	35%
Coef. G	0,24	0,285	0,44
FC	2,2	1,69	1,45

HEREDIA 1993). Los valores de peso individual promedio inicial y final, así como el factor G promedio, se consignan en el cuadro 2. El valor de crecimiento obtenido en este trabajo es algo superior al promedio de los 36 reportes, pero bastante inferior al mejor crecimiento reportado allí (PERALTA y TEICHERT-CODDINGTON 1989, $G = 0,375$).

No hay duda de que el crecimiento depende también de otros factores como el nivel de proteína en la dieta y la densidad de los peces. Un análisis de correlación de Pearson entre el coeficiente de crecimiento G y las variables nivel de proteína en la dieta, densidad de los peces y tamaño de los estanques arrojó los resultados del cuadro 3. El coeficiente G está correlacionado positivamente con el nivel de proteína de la dieta y en forma negativa con la densidad de los peces, aunque el nivel de significancia estadístico fue bajo.

Cuadro 3
Correlación entre el coeficiente de crecimiento G y nivel de proteína, densidad de peces y área de estanques. Datos de 40 ensayos de crecimiento

	<i>Proteína, %</i>	<i>Densidad, peces/m²</i>	<i>Tamaño estanque, m²</i>
r	0,30	-0,28	0,59
P	P≤0,07	P≤0,09	P≤0,001

Por otra parte, se observa una correlación positiva y muy significativa entre el tamaño del estanque y el crecimiento. Lo anterior concuerda con los resultados logrados en un ensayo control que se realizó paralelamente con las mismas condiciones de alimentación y recambio de agua, pero en un estanque de 3000 m² con una densidad de 0,5/m² (cuadro 2, columna derecha), donde se obtuvo en condiciones semicomerciales un crecimiento muy superior a todos los reportados hasta la fecha. Aparentemente, no existe una explicación obvia en cómo podría el tamaño del estanque influenciar de esta forma en el crecimiento de los peces. Tal vez haya relación con el comportamiento de *Colossoma macropomum* de nadar en cardumen incansablemente dando vueltas al estanque, lo que podría dificultarse en estanques pequeños. Esta aparente dependencia del tamaño del estanque es un aspecto que hasta ahora no ha sido reportado en otros peces pero merece ser más ampliamente investigado en *Colossoma*.

Densidad. En las condiciones en que se realizó el presente experimento no fue posible encontrar diferencias significativas del crecimiento o de la utilización del alimento con respecto a la densidad. El ligero deterioro del oxígeno matutino con creciente densidad no fue probablemente suficiente para afectar significativamente el crecimiento.

FERRARI *et al.* (1986) y PRETTO (1989) informaron reducciones significativas, aunque ligeras, en el peso final de *Colossoma macropomum* del 10 y del 8,5%, respectivamente, al aumentar la densidad cuatro veces. Efectos similares se reportaron para un pariente cercano del tambaquí, *Colossoma mitrei* (FERRARI y BERNARDINO 1986a, b). El análisis de correlación efectuado a los 40 ensayos de crecimiento disponibles muestra una dependencia negativa, aunque poco significativa de la densidad (cuadro 3). FERRARI *et al.* (1986) mostraron que el efecto de la densidad aumentaba casi cuatro veces si en vez de alimentar con ración balanceada de 20% proteína, se hacía con fertilizante orgánico y un suplemento de maíz. La ausencia de efecto en este ensayo podría, entonces, deberse a la calidad superior de nuestro alimento con 35% proteína.

Hay que concluir que la densidad, dentro del rango evaluado y con alimentación adecuada, tiene poco o ningún efecto sobre el crecimiento y la utilización del alimento del tambaquí en estanques. Estos peces se caracterizan por nadar en formación de cardumen en los estanques, al contrario de otros peces más territoriales como los cíclidos, por ejemplo, en los que se manifiesta un fuerte efecto de la densidad (ZONNEVELD y FADHOLI 1991). El comportamiento del coeficiente de variación corrobora esta interpretación. Al final del ciclo de cultivo se miden en *Colossoma macropomum* coeficientes de alrededor del 20%, mientras que en peces más agresivos se suelen alcanzar valores mucho más altos (GÜNTHER y MUÑOZ 1993, GÜNTHER 1995).

Todo parece indicar que es posible intensificar el cultivo de *Colossoma macropomum* hasta densidades de al menos 2 peces/m², sin que se reduzca el crecimiento, en la medida que los factores físico-químicos, es decir, en primer lugar la disponibilidad de agua, lo permitan.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco de los convenios UNA-LUW (Universidad Nacional-Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda) y UNA-CORBANA (Universidad Nacional-Corporación Bananera Nacional).

REFERENCIAS

- Bello, R., L. González, Y. la Grave, L. Pérez, N. Prada, J.J. Salaya y J. Santacana. 1989. Monografía sobre el cultivo de la cachama, *Colossoma macropomum* en Venezuela. En: A. Hernández (ed.). Cultivo de *Colossoma*. pp. 145-168. Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. 475 p.
- Bezerra e Silva, J.W. y J.J. Studart Gurgel. 1989. Situação do cultivo de *Colossoma* no âmbito do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS). En: A. Hernández (ed.). Cultivo de *Colossoma*, pp. 229-258. Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. 475 p.
- Boza, J. y N. Gálvez. 1996. Descripción de los estados de madurez y patrón mensual de la distribución de frecuencia del diámetro de los oocitos de *Colossoma macropomum* en estanques, Cañas, Costa Rica. En preparación.
- Esquivel, J.R., N. Serrano de González y R. Ríos. 1989. Efecto de la fertilización y alimentación con subproductos agropecuarios en la etapa de cría del género *Colossoma* (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818). Informe Estación de Gualaca, Panamá. 22 p.
- Ferrari, V.A. y G. Bernardino. 1986a. Influência de duas densidades de estocagem no crescimento e produção do pacu, *Colossoma mitrei*. En: Sínteses dos trabalhos realizados com espécies do género *Colossoma*. CEPTA, Pirassununga, Brazil, p. 20.
- Ferrari, V.A. y G. Bernardino. 1986b. Efeitos da temperatura e densidades de estocagem na segunda alevinagem do pacu, *Colossoma mitrei*. En: Sínteses dos trabalhos realizados com espécies do género *Colossoma*. CEPTA, Pirassununga, Brazil, p. 19.
- Ferrari, V.A., G. Bernardino, J.S. Colares de Melo, V.M. da Costa Nascimento y N. Fijan. 1986. Monocultivo do tambaquí (*Colossoma macropomum*). I. Determinação da carga máxima sustentável em diferentes intensidades de produção. En: Sínteses dos trabalhos realizados com espécies do género *Colossoma*. CEPTA, Pirassununga, Brazil, p. 21.
- Gálvez, N. y J. Boza. 1996. Variación mensual en el índice gonadal de *Colossoma macropomum* en relación a factores ambientales en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Costa Rica. En preparación.
- González, J.A. y B. Heredia. 1993. Crecimiento de ejemplares de cachama (*Colossoma macropomum*) de primera (F1) y segunda (F2) generación con suministro de alimentos comerciales. Boletín Red Acuicultura, Colombia, 7: 3-5.

- Günther, J. 1995. Crecimiento del guapote tigre (*Cichlasoma managuense*) en régimen de cultivo intensivo en estanques de tierra. Revista de Biología Tropical. En prensa.
- Günther, J. 1996. Growth of tambaquí (*Colossoma macropomum*) juveniles at different carbohydrate-lipid ratios. J. Aqua. Trop., 11: 105-112.
- Günther, J. y J. Boza. 1992. Growth performance of *Colossoma macropomum* (Cuvier) juveniles at different feed rations. Aquaculture and Fisheries Management, 23: 81-93.
- Günther, J. y N. Gálvez. 1992. The effect of high rearing densities on the growth of juveniles of the cichlid, *Cichlasoma managuense* (Günther 1869). UNICIENCIA, 9: 33-40.
- Günther, J. y A.V. Muñoz. 1993. Crecimiento y utilización del alimento de la trucha arco iris en Costa Rica, en régimen de cultivo intensivo. UNICIENCIA, 10: 3-14.
- Hernández, A. (ed.). 1989. Cultivo de *Colossoma*. Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. 475 p.
- Hernández, A., D. Muñoz, J.A. Ferraz de Lima, R. de Fex, W. Vásquez, R. González, R. Morales, F. Alcántara, T.M. Luna, C. Kossowski, L. Pérez, J.A. Mora, P.J. Contreras, F. Díaz, E.M. Fadul y P. Montoya. 1992. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. Red Acuicultura, Boletín, 6: 3-27.
- Iwama, G.K. y A.F. Tautz. 1981. A simple growth model for salmonids in hatcheries. Can J. Fish. Aquat. Sci., 38: 649-656.
- Jorgensen, E.H., J.S. Christiansen y M. Jobling. 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture, 110: 191-204.
- Lovshin, L.L. 1980. Situación del cultivo de *Colossoma* sp. En: Sud América. Rev. Lat. Acuic., 5: 1-36.
- Martínez Espinoza, M. 1984. El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América Latina. FAO Oficina Regional Chile, FAO RLAC/84/41 PES-5. 46 p.
- Peralta, M. y D. Teichert-Coddington. 1989. Comparative production of *Colossoma macropomum* and *Tilapia nilotica* in Panamá. J. World Aquaculture Society, 20: 236-239.
- Preto Malca, R. 1989. Situación del cultivo de *Colossoma* en Panamá. En: A. Hernández (ed.). Cultivo de *Colossoma*, pp. 169-190. Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. 475 p.
- Saint-Paul, U. 1985. The neotropical serrasalmid *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. Animal Research and Development, 22: 7-37.
- Valencia, R. y R. Puentes. 1989. El cultivo de la cachama en Colombia. En: A. Hernández (ed.). Cultivo de *Colossoma*, pp. 117-144. Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. 475 p.
- Van der Meer, M.B., M.A.M. Machiels y M.C.J. Verdegem. 1995. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). Aquacult. Fish. Management. In press.
- Zonneveld, N. y R. Fadholi. 1991. Feed intake and growth of red tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia. Aquaculture, 99: 83-94.