

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE CULTIVO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL MOROCOTO, *Piaractus brachypomus*, CUVIER, 1818, (PISCES: CHARACIFORMES), CONFINADO EN JAULAS FLOTANTES

ANGEL GRANADO

*Instituto Limnológico, Universidad de Oriente
Caicara del Orinoco, Estado Bolívar, Venezuela*

RESUMEN

Se estudió el efecto de la densidad sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*. El ensayo se realizó en jaulas flotantes de 7,2 m³ (2 x 2 x 1,8 m), bajo dos densidades experimentales: 14 y 28 peces/m³; utilizando dos réplicas por cada tratamiento, durante 330 días. Los peces se alimentaron con una dieta comercial denominada "Cachamarina 1"; con 35 % de proteínas. Bajo el primer tratamiento, (14 ind/m³), los peces con un promedio inicial de 227,5±50,9 g (jaula 1) y 249,5±82,2 g (jaula 2), alcanzaron 1073,4±329 g y 1205,4±347 g como pesos promedios finales. Bajo el segundo tratamiento (28 ind/m³), los organismos con pesos promedios iniciales de 272,0±98,3 g (jaula 3) y 217,5±64,6 g (jaula 4) incrementaron sus pesos promedios hasta valores de 751,5±270 g y 755,2±260 g; respectivamente. El crecimiento se evaluó a través del cálculo de los siguientes índices de crecimiento: Crecimiento relativo, Crecimiento específico y Crecimiento absoluto. Los resultados de estos índices fueron todos superiores para la densidad experimental más baja. La conversión alimentaria también estuvo afectada de igual forma, encontrándose su mejor valor (2:1), a la menor densidad. La temperatura superficial del agua, el oxígeno disuelto, y el pH presentaron valores promedios de 28,1 °C; 5,9 mg/l y 6,8 respectivamente, durante el tiempo de ensayo. El presente trabajo permitió demostrar que la densidad de cultivo tiene un importante efecto sobre el crecimiento del morocoto *Piaractus brachypomus*.

PALABRAS CLAVES: *Piaractus brachypomus*, densidad, crecimiento, jaulas flotante.

ABSTRACT

In this paper, we studied the effect of density on the growth of the fish *Piaractus brachypomus*. The experiment was realized in rigid floating cages of 7.2 m³ (2 x 2 x 1.8 m), under two different conditions of density (14 and 28 individuals per cubic meter, respectively), with two replicates for each treatment, during 330 days. The fish were fed with a commercial diet called "Cachamarina 1", that has a 35% protein content. In the first treatment (14 ind/m³), fish with an initial mean weight of 227.5 ± 50.9 g (cage 1) and 249.5 ± 82.2 g (cage 2) reached a final mean weight of 1073.4 ± 329 g and 1205.4 ± 347 g respectively. In the second treatment (28 ind/m³), fish with an initial mean weight of 272.0 ± 98.3 g (cage 3) and 217.5 ± 64.6 g (cage 4) reached a final mean weight of 751.5 ± 270 g and 755.2 ± 260 g respectively. Growth was evaluated by calculating the following growth rates: relative growth, specific growth and absolute growth. All three rates were higher at the lower experimental density. The food conversion ratio was also affected by density, with a best value (2:1) obtained at the lower experimental density. During the experiment, the average values of water temperature, dissolved oxygen and pH were 28.1°C, 5.9 mg/l and 6.8 respectively. This experiment allowed us to prove that density has an important effect on the growth of the cultivated fish *Piaractus brachypomus*.

KEY WORDS: *Piaractus brachypomus*, Density, Growth Floating cages.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Venezuela ha sido identificada como una actividad de alta rentabilidad, con grandes posibilidades de desarrollo, debido a las características geográficas, la alta diversidad de especies y condiciones ambientales muy favorables. (SARPA, 1995). El cultivo experimental de peces en jaulas flotantes es una técnica que ha recibido creciente atención en nuestro

país, Darmont y Salaya, (1984); Nuñez y Salaya, (1984); Pérez y Martino, (1989); Mora y Salaya, (1994); Mora *et al.*, (1995); y Granado, (1994; 1995; 1996a; 1996b; y 1996c).

El orden Characiformes incluye la mayoría de los peces continentales que han sido utilizados para desarrollar planes piscícolas, especialmente los géneros *Colossoma* y *Piaractus*. Este grupo y sus híbridos ocupan el segundo lugar dentro de la producción nacional por acuicultura, con un 14,8 % (SARPA, *op cit.*). El morocoto, *Piaractus*

brachypomus, es una especie que está distribuida a lo largo del río Orinoco y sus lagunas de inundación (Novoa y Ramos, 1982). También, ha sido encontrada en las regiones conocidas como el Bajo Llano de Venezuela (Machado-Allisson, 1987), su tecnología de cultivo ha sido objeto de estudio por varios autores, Lovshing, (1975); da Silva *et al.*, (1980); Novoa y Ramos, *op cit.*; da Silva *et al.*, (1984) y Granado, (1995; 1996b y 1996c). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos densidades de cultivo experimentales sobre el crecimiento del morocoto, mantenido en jaulas flotantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron ejemplares juveniles de morocoto, *Piaractus brachypomus*, los cuales se capturaron en las lagunas de inundación del río Orinoco, cercanas a la población de Caicara del Orinoco, en la región noroeste del Estado Bolívar. Las colectas se realizaron empleando chinchorros de pesca con 3 cm de abertura de malla; los organismos fueron transportados hasta la Estación de Acuicultura Continental del Instituto Limnológico, donde fueron climatizados por una semana para desechar aquellos con signos de enfermedad o estrés producto de las faenas de captura y/o transporte.

Los ensayos se llevaron a cabo empleando jaulas flotantes de malla plástica rígida de 7,2 m³ (2 x 2 x 1,8 m) colocadas en una laguna de inundación denominada Laguna Castellero, a orillas de la Estación de Acuicultura Continental. El crecimiento fue evaluado bajo dos densidades experimentales, con dos réplicas de cada tratamiento. En el primer caso, se colocaron 100 individuos por jaula para una densidad de 14 ind/m³, siendo los pesos promedios iniciales de 227,5 ± 50,9 g en la jaula 1 y 249,5 ± 82,2 g en la jaula 2. En el segundo caso se aumentó el número de individuos a 200 por jaula para una densidad de 28 ind/m³; con pesos promedios iniciales de 272,0 ± 98,3 g en la jaula 3 y 217,5 ± 64,6 g en la jaula 4. Los peces fueron alimentados con una dieta comercial "Cachamarina 1", con el siguiente análisis proximal: 35 % de proteína cruda, 3 % de grasa cruda, 30 % de extractos libres de nitrógeno y 6 % de fibra cruda. Se suministró una ración diaria de alimento correspondiente al 3 % de la biomasa húmeda. El crecimiento fue evaluado mediante el cálculo de los siguientes índices de crecimiento: tasa de crecimiento absoluto = $(P_f - P_i)/t$; crecimiento relativo = $(P_f - P_i)/P_i \times 100$ y crecimiento específico $((\ln(P_f) - \ln(P_i))/t) \times 100$; donde P_f es el peso promedio final, P_i es el peso

promedio inicial y t es el tiempo de cultivo (Hopkins, 1992). Como parámetros ambientales se midieron mensualmente la temperatura superficial del agua, el oxígeno disuelto y el pH.

RESULTADOS

Los parámetros ambientales medidos durante los 330 días de experimentación presentaron los siguientes valores: la temperatura superficial del agua varió en un rango de 26,7 a 30,1 °C, con un valor promedio de 28,1 °C. El oxígeno disuelto se mantuvo entre los 4,6 y 7,7 mg/l; con un valor medio de 5,9 mg/l y el pH osciló entre 6,0 y 7,7 para un promedio general de 6,8 durante el tiempo de ensayo.

Los resultados generales del experimento se presentan en la Tabla 1. Un análisis de varianza (Sokal y Rohlf, 1987), permitió demostrar que no existían diferencias significativas entre los pesos promedios iniciales en las cuatro jaulas ($P > 0,05$). Después de 330 días de cultivo se midió el peso de cada uno de los ejemplares y se procedió a realizar una prueba t-student (Sokal y Rholf, *op. cit.*) dentro de las réplicas, la cual tuvo como resultado que no se evidenciaron diferencias significativas ($P > 0,05$). Este resultado permitió entonces unir las réplicas de cada tratamiento para comparar el efecto de la densidad sobre el peso final de los peces. La prueba estadística, arriba señalada, aplicada a los pesos finales obtenidos en las dos densidades experimentales nos indica que existían diferencias significativas entre éstas variables ($P < 0,05$). Este resultado es evidente cuando se observan los pesos promedios finales obtenidos para cada tratamiento. Los peces sometidos a la densidad de 14 ind/m³, alcanzaron los pesos de 1073,4 ± 329 g y 1205,4 ± 347 g; mientras que aquellos mantenidos a una densidad de 28 ind/m³, sólo alcanzaron 751,5 ± 270 g y 755,2 ± 260 g; como pesos promedios finales. En la Tabla 1, también se observan los resultados de los índices de crecimientos, en todos los casos los valores más altos se obtuvieron a la menor densidad de 14 ind/m³. La conversión alimentaria también estuvo influenciada por la densidad de cultivo, observándose que la conversión más alta (2:1), fue obtenida en los peces sometidos a la menor densidad. El rendimiento obtenido por jaula fue mayor en aquellas sometidas a la densidad más elevada, con valores de 17,7 y 16,8 Kg/m³ y la sobrevivencia fue, de manera general, superior al 90 % en todas las jaulas.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento de *Piaractus brachypomus*, sometido a dos densidades de cultivo en jaulas flotantes.

	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4
Densidad (ind./m ³)	14	14	28	28
Peso inic. Promedio (g±d*)	(227,5 ± 50,9)a	(249,5 ± 82,2)a	(272,0 ± 98,3)a	(217,5 ± 64,6)a
Long. Inic. Promedio (cm±d)	(21,9 ± 2,14)	(22,7±2,63)	(23,7±2,9)	(22,6±11,7)
Tiempo (días)	330	330	330	330
Sobrevivencia (%)	92	95	97	93
Peso final Promedio (g±d)	(1073,4 ± 329)a	(1205,4 ± 347)a	(751,5 ± 270)b	(755,2 ± 260)b
Long. final Promedio (cm±d)	(37,4 ± 3,0)	(39,5 ± 5,0)	(33,5 ± 3,5)	(32,7 ± 3,5)
Conversión	1,9:1	2,0:1	3,0:1	3,0:1
Crecimiento absoluto (g/día)	2,6	2,9	1,5	1,5
Crecimiento relativo (%)	372	383	176	247
Crecimiento específico (%/día)	0,5	0,5	0,3	0,3
Rendimiento (Kg/m ³)	12,8	12,4	17,7	16,8

Nota: Los pesos promedios acompañados con diferentes índices son estadísticamente diferentes (P<0,05), d*= desviación

DISCUSIÓN

La Laguna Castellero constituye una laguna de inundación localizada en la planicie de inundación del río Orinoco, cuya dinámica hidrológica varía en función de las estaciones de sequía y lluvias de la región, dando origen a un ciclo hidrológico anual de cuatro fases: fase de aguas bajas, fase de aguas en ascenso, fase de aguas altas y fase de aguas en descenso. Su profundidad oscila desde un promedio máximo de 8,78 m; en la temporada de aguas altas hasta una mínimo de 83 cm en los meses de aguas bajas (González en preparación). Las variaciones de la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y el pH, obtenidos durante el tiempo de ensayo se mantuvieron dentro de los rangos deseables para el cultivo de *P. brachypomus* (González y Heredia, 1989)

Las diferencias significativas observadas entre los pesos promedios de los peces al final del ensayo evidencian que la densidad de cultivo tiene un importante efecto sobre el crecimiento de esta especie. En este caso, el efecto observado es del tipo inverso, ya que los peces alcanzan mayor peso cuando son cultivados a menor densidad. Resultados similares han sido encontrados para otras especies muy cercanas a *P. brachypomus*; *P. mesopotamicus*, cultivado a densidades de 100, 200 y 300 ind/m³, alcanzó pesos promedios de 159,3; 144,7 y 135,9 g respectivamente, después de 91 días de confinamiento (Ferrás de Lima, 1989). Mora *et al.*, (1995), también detectaron el mismo efecto cuando cultivaron la especie *Colossoma macropomum*, a densidades de 4 y 20 ind/m³, alcanzando pesos promedios de 594,4 y 314,7 g, respectivamente.

Los índices de crecimiento calculados reflejaron la misma tendencia anterior y de acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que el crecimiento fue mayor en las jaulas donde los peces estaban sometidos a la menor densidad experimental, hecho que era de esperar, ya que sus fórmulas están basadas en los pesos promedios iniciales y finales.

De acuerdo a Schmittou (1994), cuando los peces son confinados a altas densidades, el espacio individual o colectivo se puede convertir en un factor limitante de la producción. Este mismo autor señala también que una alta densidad de población provoca la acumulación de metabolitos y éstos a su vez producen un empobrecimiento de la calidad del agua. A la vez que, la aglomeración de los peces puede causar efectos de turbulencia que reducen la accesibilidad del alimento. Por su parte, Joblin (1993), indicó que una alta densidad, además de afectar negativamente la calidad del agua causan la pérdida del apetito de los peces.

La conversión alimentaria también estuvo influenciada por la densidad de cultivo, encontrándose que los peces convirtieron mayor cantidad de alimento en carne, (2:1), cuando estuvieron sometidos a la densidad menor de 14 ind/m³. Es conocido que la conversión alimentaria es una medida de la eficiencia nutricional de los alimentos y ésta puede variar de acuerdo al nivel de alimentación, a la calidad de los alimentos suministrados y a la calidad del agua (Hardy, 1989; Schmittou, 1994). Se considera que los peces mantenidos a una densidad de 28 ind/m³, estuvieron sometidos a un estrés fisiológico mayor que aquellos cultivados a una densidad menor de 14 ind/m³; lo cual pudiera afectar la capacidad digestiva de los peces. Borghetti y Canzi (1993), también detectaron variaciones en la con-

versión alimentaria de *P. mesopotamicus*, alimentado con una dieta con 35 % de proteínas y bajo diferentes rangos de temperaturas y ración alimenticia.

Finalmente, comparando los resultados de los rendimientos obtenidos por jaula, se observa que los mayores rendimientos se alcanzaron en aquellas donde la densidad era la más alta, sin embargo, esto se considera como una consecuencia de la mayor acumulación inicial de biomasa, más que a cualquier otro factor.

CONCLUSIONES

- La densidad de cultivo tiene un importante efecto sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachyomus*, confinado en jaulas flotantes, en nuestro caso, los mejores resultados del ensayo se obtuvieron cuando los organismos se mantuvieron a la densidad de 14 peces/m³
- *Piaractus brachyomus* se adapta bien al cultivo en jaulas flotantes, aunque debe mantenerse una revisión permanente de las mismas, ya que algunos organismos se comportan como "roedores", pudiendo abrir brechas de escape entre las mallas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGHETTI, J.R. Y C. CANZI. 1993. The effect of water temperature and feeding rate on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. *Aquaculture*, 114: 93-101.
- DA SILVA, A. B., A.C. SOBRINHO, L. L. LOVSHIN, F.W. SILVA Y F.R. DE MELO. 1980. Análise quantitativa de um segundo ensaio preliminar sobre criação intensiva da pirapitinga, *Colossoma bidens* (spix). *Anais Simposio Brasileiro da Acuicultura I*, 285-289
- DA SILVA, A.B., L. L. LOVSHIN, E.P. DOS SANTOS, J. DE MELO Y A.C. SOBRINHO. 1984. Análise complementar de um ensaio em piscicultura intensiva da pirapitinga, *Colossoma brachyomum*. *Ciencia y Cultivo*, 36: 436-438
- DARMONT, M. y J. J. SALAYA. 1984. Ensayo de cultivo de la cachama, *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818, en jaulas flotantes rígidas. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura*, 5:465-479
- FERRAZ DE LIMA, A. 1989. Ataques do CEPTA para expansão do cultivo dos *Colossoma* e *Piaractus*. Páginas 277-309. En A. Hernández (Editor). *Cultivo de Colossoma*. SUDEPE, COLECIENCIAS, CII/CANADA. Bogotá, Colombia
- GONZÁLEZ, J. A. Y B. HEREDIA. 1989. El cultivo de la cachama, (*Colossoma macropomum*). Maracay, Ven. FONAIAP, Estación Experimental Guárico, Sub-Estación Guanapito.
- GONZÁLEZ, E. (en preparación). Influencia de la profundidad sobre las concentraciones de oxígeno disuelto y temperatura en una laguna de la Planicie de Inundación del río Orinoco
- GRANADO, A. 1996a. Crecimiento de la cachama, *Colossoma macropomum*, alimentada con una dieta comercial para peces. *Saber* 8 (1): 63-67
- GRANADO, A. 1996b. Cultivo experimental en jaulas flotantes de las especies *Piaractus brachyomus* y *Brycon sp.*, utilizando como alimento una dieta comercial para cerdos. *Memorias I. Congreso Venezolano en Ciencias Acuáticas*. Universidad de Oriente, Isla de Margarita.
- GRANADO, A. 1996c. Efecto de la ración alimenticia sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachyomus* (Osteichthyes, Characiformes), cultivado en jaulas flotantes. Libro de Comunicaciones Cortas presentados en el IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- GRANADO, A. 1995. Crecimiento del morocoto *Piaractus brachyomus* (Osteichthyes, Characiformes) en jaulas flotantes. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*, 44: 81-88.
- GRANADO, A. 1994. Engorde de las especies *Mylossoma duriventris* (Characidae) y *Schizodon Issognathus* (Anostomidae), confinadas en jaulas flotantes en una laguna del río Orinoco. *Saber*, 6 : 24-27.
- HARDY, R.W. 1989. Diet preparation. Páginas 475-548. En J.E. Halver Ediciones, *Fish Nutrition* 2da Edición, Academic Press, USA.
- HOPKINS, K.D. 1992. Reporting fish growth: A review of the basis. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23 (3): 173-179.
- JOBLIN, M. 1993. Nutrition, diet formulation and feeding practices. Páginas 83-126. En K. Heen, R. L. Monahan y F. Uther, Editores. *Salmon Aquaculture*, Fishing News Books, USA.

- LOVSHIN, L.L. 1975. Progress report on the fisheries development in Northeast Brazil. Auburn University (AL). Agriculture Experiences Status, ICAR &D, Series 9: 12
- MACHADO-ALLISSON, A. 1987. Los peces de los Llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia Natural. Caracas, UCV, CDCH.
- MORA, A.; K. DOMÍNGUEZ Y A. HERNÁNDEZ. 1995. Jaulas flotantes para la explotación piscícola de reservorios acuáticos en propiedades agropecuarias. Memorias III Encuentro Nacional de Acuicultura UNET. CVS. Fundacite-Táchira.
- MORA, A. Y J. SALAYA. 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomum*, Cultivada en jaulas flotantes. Memorias VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- NOVOA, D. Y F. RAMOS, 1982. La piscicultura extensiva en el medio rural de la región de Guayana Páginas 263-324, en D. Novoa Editor. Los Recursos Pesqueros del río Orinoco y su explotación comercial. Editorial Arte, Caracas, Venezuela.
- NÚÑEZ, J. M. Y J. SALAYA. 1984. Cultivo de la Cachama, *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818, en Jaulas flotantes no rígidas en la represa de Guanapito, Estado Guárico, Venezuela. Memoria de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura 5: 481-494.
- PÉREZ, L Y G. MARTINO. 1989. Análisis microeconómico del cultivo de Cachama (*Colossoma sp.*), En jaulas flotantes, Guayana, Venezuela. Páginas 165-205. En J.R. Juárez-Palacios Editores. Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*, Documento de Campo N° 5, AQUILA/FAO-Italia, Brasilia, Brasil.
- SARPA. 1995. La acuicultura en Venezuela. Una alternativa de desarrollo, SARPA-MAC.
- SCHMITTOU, H. R. 1994. Cultivo de peces a alta en jaulas de bajo volumen. Asociación Americana de Soya.
- SOKAL, R. Y J. ROHLF. 1987. Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume Ediciones, México.