



Palabras clave: pacú, engorde final, jaulas.

Key words: pacú, growth-out, cages

# Ensayo de engorde de pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) en jaulas.

Gustavo Wicki y Laura Luchini

Dirección de Acuicultura, SAGPyA. Paseo Colón 982, Anexo Pesca, 1063 (BsAs).  
E mail: guillegus@arnet.com.ar

## RESUMEN

Los resultados del cultivo intensivo de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en jaulas suspendidas en un estanque de 0,8 de hectárea, fueron obtenidos en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC-27° 32' S; 58° 30' W) provincia de Corrientes, Argentina. Los módulos fueron construidos con metal desplegado de aluminio. Se experimentaron dos densidades: 25 (A) y 40 ind/m<sup>3</sup> (B). Cada ensayo contó con su réplica y el peso medio de los peces al inicio del cultivo abarcó un rango de 560,7 a 619,7 g. Las biometrías se realizaron periódicamente sobre el 10% de las poblaciones bajo cultivo, registrándose además en forma diaria las variables de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto y temperatura). El ensayo abarcó 182 días (20-10-2001 al 20-04-2002), tratándose de la fase de cultivo denominada de engorde final en peces. Durante el período de ensayo, no se modificó el nivel de agua del estanque (sin renovación alguna), que fue abastecido por bombeo de agua de napa. El peso final a obtener por pieza, se fijó en 1,2 kg, para destino a consumo en el mercado regional actual. El alimento empleado, consistió en una ración peletizada balanceada, de un 33 % de proteína bruta y 3.300 kcal/kg de energía, con inclusión de insumos animales y vegetales. El alimento se ofreció diariamente al 2% de la biomasa mantenida en las jaulas, durante las horas de la tarde, 6 días a la semana. Los valores de las variables ambientales fueron normales dentro de los requerimientos conocidos para la especie. A la densidad A, los peces mostraron un peso promedio de 895,4 g y una ganancia de 307,4 g a la cosecha final, con un registro en crecimiento de 1,7 g/día; mientras que en la densidad B, el peso promedio final fue de 827,9 g, con una ganancia de 219,5 g y un incremento de 1,21 g/día. La sobrevida fue del 100% y del 84% a las densidades A y B, respectivamente. Las diferencias entre los crecimientos resultantes no fueron estadísticamente significativas (P<0,05). Se notó una sensible disminución en el crecimiento de los peces sembrados a mayor densidad, entre los meses de febrero a abril, hecho reflejado por otro lado, en la disminución del crecimiento diario hasta 0,54 g; mientras que los peces cultivados a menor densidad mostraron un incremento diario de 1,9 g. Los FCR obtenidos resultaron altos para ambas densidades de cultivo: 6,38 (A) y 9,85 (B).

## ABSTRACT

*Growth essay of "pacu" (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887) in cages.*

*Intensive cage culture experiences results with "pacu" (Piaractus mesopotamicus) are shown. These experiences were carried out at Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC, 27° 32' S; 58° 30' W) in Argentina. Four*



cages were hung up in a pond of 0.8 hectares. These cages were made of aluminium, with holding capacity of 3 m<sup>3</sup> each. Stocked densities were 25 ind./m<sup>3</sup> (A) and 40 ind./m<sup>3</sup> (B). The two essays were replicated. Average fish weight at the beginning was between 560.7 and 619.7 g. Biometric assessments were periodically performed on the 10% of each biomass and water quality changes were recorded. The essays lasted 182 days (from middle October 2001 to middle April 2002). Growth target was 1.2 kg for local commercial purpose, according to previous surveys. Food ratio consisted in balanced pellets with 33% Brute Protein (BP) and 3,300 Kcal/kg together with animal and vegetal ingredients. The food ration had been previously tested for the species in a growth out semi intensive culture in pond system in the same site. Fish were fed at 2% of the cage biomass in the afternoon, 6 days a week. Results in growth are shown. Results on water quality are considered standard for the species requirements. In a density A, fish were 895.4 g average weight, gaining 307.9 g and growth 1.7 g/day at harvest; while in density B, fish were 827.9 g average weight, gaining 219.5 g average weight and growth 1.21 g/day at harvest. Survival was 100% in density A and 84% in density B. Differences between growth results were not significant ( $P < 0.05$ ). A dramatic weight decrease was seen at the high density from February to April; daily increase fell down to 0.54 g while low density fish gained 1.9 g/day. FCR results were high for both densities: 6.38 (A) and 9.85 (B).

## INTRODUCCION

Los cultivos de peces desarrollados en jaulas flotantes constituyen una práctica tradicional en Oriente, habiéndose originado en la región de Kampuchea y en la baja cuenca del río Mekong. En Occidente fueron popularizados durante la última mitad del siglo pasado, utilizándose tanto para producciones en agua dulce como marina (Beveridge, 1996). Estos sistemas tienen la ventaja de posibilitar producciones intensivas, con menores costos de inversión fija y de operación, comparado con los efectuados en estanques excavados en tierra (Wicki, 1996).

Para la realización de cultivos en aguas cálidas se utilizan, comúnmente, jaulas de bajo volumen y alta producción, las que no sobrepasan los 5 m<sup>3</sup> de capacidad. Este tipo de jaulas flotantes, permite una mayor renovación de agua en su interior, admitiendo mayor carga en peces, comparado con aquellas de alto volumen, empleadas en el cultivo de salmónidos y otros peces marinos (Schmittou, 1992).

El cultivo de pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1884) fue iniciado en forma comercial en Argentina desde mediados de la década del 90, con producciones desarrolladas en estanques excavados en tierra en sistema semiintensivo, variando según las densidades empleadas. Sobre encuestas realizadas con producto final en restaurantes en las ciudades de Resistencia, Corrientes, Paraná y Rosario, se demostró el interés de este segmento de gastronomía por un producto de peso mayor a 1,2 kg por pieza (Wicki et al. 2001). La demanda existente llevó a algunos productores con disponibilidad suficiente de tierra, a trabajar sus cultivos a menores densidades, para obtención de tallas mayores.

En la bibliografía correspondiente, no se encontraron datos obtenidos a partir de experiencias sobre cultivo de pacú con utilización de jaulas flotantes, donde haya sido alcanzado el peso señalado, ya que en los países de América Latina (Colombia, Venezuela y Brasil), los géneros *Piaractus* y *Colossoma* son comercializados a tamaños menores, que abarcan un rango de 600 a 900 g (Hernandez, 1992); no correspondiéndose con la demanda del mercado argentino. Los datos de las experiencias de cultivo realizadas en jaulas suspendidas con especies de los dos géneros (similares en varios aspectos al pacú), muestran pesos finales de 460 a 500 g ( $P_i = 110g$ ) para 420 días de cultivo (Mora y Salaya, 1994); 550 g ( $P_i = 135g$ ) para 195 días de cultivo (Granado, 1996) y 260-280g ( $P_i = 30g$ ) para 194 días de cultivo (Merola y Cantelmo, 1987).

## MATERIAL Y METODOS

La experiencia objeto del presente estudio, se llevó a cabo en el Centro Nacional de Desarrollo Acuicola (CENADAC, 27° 32' S; 58° 30' W), Dpto. de Santa Ana, Corrientes. Abarcó un período de 182 días (desde el 20-10-2001 al 19-04-2002), incluyendo los meses de temperaturas cálidas adecuadas para una amplia respuesta en crecimiento de la especie, según trabajos anteriores efectuados en el mismo sitio. Las jaulas utilizadas, 4 en total, fueron diseñadas con estructura rígida de material desplegado de aluminio y los paneles en malla de igual material. Cada unidad rectangular de 3 m<sup>3</sup> (3 x 1 x 1 m) estuvo conformada por 3 unidades de 1 m<sup>3</sup>, ensambladas entre sí por



medio de bulones internos. La abertura de malla correspondió a 91 mm<sup>2</sup> (13 x 7 mm). El conjunto de los cerramientos, formando el denominado tren de jaulas fue anclado mediante pesos en cemento, dentro de un estanque de 0,8 ha de superficie y 1,8 m de profundidad promedio, que actuó solamente como soporte de los sistemas. El agua se abasteció de pozo profundo, con: 7,9 de pH; 9,1 mg/l de alcalinidad total y de 8,6 mg/l (ambas expresadas como carbonatos) y 2,85 ppm de oxígeno disuelto a la salida de la bomba de extracción. El nivel del estanque no fue modificado durante el período experimental y la calidad de agua se mantuvo sin recambio alguno. Las variables ambientales registradas diariamente, abarcaron temperatura, concentración de oxígeno disuelto y pH; efectuándose las lecturas a primera hora de la mañana y por la tarde, antes de proceder a la alimentación.

El alimento balanceado consistió en una ración pelletizada (33% de proteína bruta (PB) y 3.300 kcal/kg de energía, con inclusión de harina de pescado, carne, soja, maíz, afrechillo de arroz, vitaminas y minerales en distintos porcentajes, que había sido utilizada previamente, mostrando buenos resultados en crecimiento en cultivos efectuados en estanques excavados en tierra (Wicki, 2002). La ración alimentaria diaria, ajustada al 2% de la biomasa mantenida bajo cultivo, fue ofrecida por la tarde, suministrándose en una única entrega durante 6 días semanales.

Durante el primer muestreo realizado (20/11/01) se constató la presencia de heridas en la boca de los peces, producidas por el roce con el material desplegado de aluminio del fondo, al tratar de consumir el alimento ofrecido. Debido a ello, fue colocada sobre el fondo del cerramiento y a modo de comedero, una chapa agujereada en el módulo central de cada jaula, manteniéndose durante el resto de la experiencia. La cicatrización de las heridas fue lograda, mediante el agregado de 150 mg/kg de vitamina C al alimento (Luchini, 1990) utilizado como método terapéutico en cultivo en *Rhamdia quelen* en jaulas suspendidas.

Las medidas se registraron cada 30 días, midiéndose y pesándose individualmente un 10% de la población bajo cultivo. De esta forma, además de obtenerse los datos para el análisis del crecimiento, se reguló la oferta del alimento, a medida que el peso del lote aumentaba; constatóndose asimismo, el estado sanitario de las poblaciones. Al momento de la cosecha final, se obtuvo el peso total de cada lote. Las densidades iniciales empleadas, fueron programadas para el ensayo, en 25 y 40 ind./m<sup>2</sup> y los pesos medios de los peces al inicio de la experiencia, se situaron en

un rango de 560,7 y 619,7 g. Cada ensayo se planteó con su correspondiente réplica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

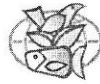
La estructura de las jaulas con ángulos agudos en cada unidad produjo roces en los flancos de algunos peces, sin alcanzar a producir heridas cortantes, además de los constatados en la terminación bucal. El continuo movimiento de los peces en cardúmenes, deformó las paredes laterales de las jaulas, especialmente en la de mayor densidad; llegando a desprenderse uno, con la consiguiente pérdida de individuos.

Al momento de la cosecha total y al retiro de las jaulas, se observó en todas ellas una apreciable cantidad de material adherido a las paredes laterales, con asentamiento sobre las finas mallas y taponamiento parcial, identificados posteriormente como pertenecientes a Briozoos, familia Plumatellidae y muy probablemente, al género *Plumatella*. Estos asentamientos no afectaron la renovación del agua ni la concentración de oxígeno disuelto.

Durante el período de cultivo la temperatura promedio registrada fue de 27,3°C, (34,2-19,1). Las concentraciones de oxígeno disuelto mostraron un promedio de 6,7 mg/l (15,2 1,2). El valor del pH promedio se situó en 7,6 (6 - 8,4) valores considerados normales (Figuras 1 y 2).

En las jaulas 1 y 2 (A) con 25 ind/m<sup>2</sup>, los peces mostraron a la cosecha, un peso promedio de 895,4 g, con una ganancia de 307,4 g y un incremento de 1,7 g/día; siendo la sobrevida del 100% en ambas. En la jaula 4 (B) con 40 ind/m<sup>2</sup>, los peces mostraron a la cosecha un peso promedio de 827,9 g, con una ganancia de 219,5 g y 1,21 g/día. La sobrevida fue del 84% (la mortalidad se debió a escapes). Las diferencias entre los crecimientos observados a ambas densidades no resultaron significativas ( $P > 0,05$ ).

Durante el período febrero-abril se notó una disminución en el crecimiento de los peces cultivados a mayor densidad, evidenciado en un menor incremento de peso diario (de 0,54 g/día) comparado con los sembrados a menor densidad que mostraron en promedio un incremento de 1,9 g/día. Esta disminución en el crecimiento concuerda con lo informado por Wicki *et al.* (1998), en experiencias de preengorde, donde se registró una disminución similar cuando la carga colocada sobrepasaba los 18 kg/m<sup>2</sup>. Cabe destacar que en febrero los peces



cultivados a la densidad A se hallaban en una carga próxima a los 20 kg/m<sup>3</sup>, mientras que los de la densidad B era de 28 kg/m<sup>3</sup>.

Los FCR (factor de conversión relativo = alimento ofrecido/ganancia promedio en peso) resultaron ser altos para ambas densidades de cultivo, situándose entre 6,38 para la A y 9,85 para la B. Este bajo rendimiento se debió, probablemente, al pequeño diámetro de los pelets utilizados (2 mm) y a la dificultad de su captura por cada pez. Pudo haberse debido, también, a la forma de la jaula que facilita el escape del alimento y a la falta de un tubo de alimentación.

La calidad del alimento utilizado no se considera como el producto de los altos FCR, ya que peces que fueron cultivados en fase de engorde en estanques durante el mismo período mostraron un FCR final que varió entre 1,8 y 2,1 con un promedio de 2,02;

habiendo sido sus pesos promedio iniciales de 574 g y los finales de 1.228,1 g.

Los peces en cultivo recibieron alimentación durante 132 días. El crecimiento en sistema de cultivo intensivo es función del consumo del alimento ración, ya que la disponibilidad de alimento natural es prácticamente nula en cultivos con altas cargas. Debido a ello, a que los peces no recibieron alimento durante 52 días (por lluvias y otros factores) y a que no fueron registrados tenores de OD por debajo del normal, ni temperaturas extremas limitantes, se concluye que el incremento en peso diario efectivo, de 2,34 y 1,66 g/día para las densidades A y B, respectivamente, puede adjudicarse al período en que los peces recibieron alimento.

Las producciones logradas con esta modalidad de cultivo fueron de 22,1 y 29,2 kg/m<sup>3</sup> para las densidades A y B respectivamente, no

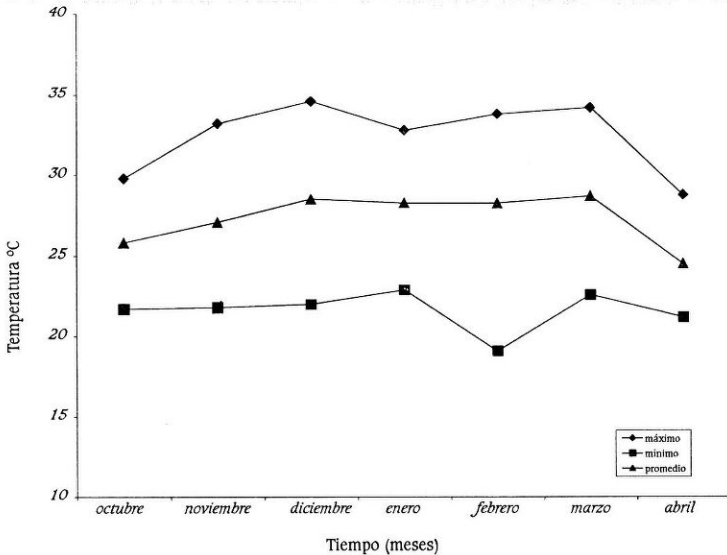


Figura 1

Temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el período de cultivo.

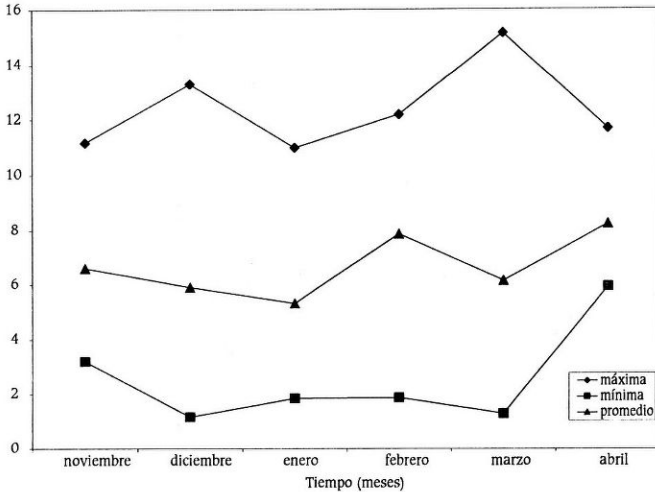


Figura 2

Figura 4: Concentración de oxígeno disuelto en las jaulas durante el período de cultivo.

## CONCLUSIONES

diferenciándose estadísticamente ( $P > 0,05$ ). Son superiores a las informadas por Mora y Salaya (1994) de  $14 \text{ kg/m}^3$  para cultivo comercial de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) y las correspondientes a Granado (1996) de  $9,3 \text{ kg/m}^3$  para *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818); ambos trabajos realizados en fase de engorde final con peso de cosecha de  $500 \text{ g/ind}$ .

Los valores de carga, así como los informados por otros autores, se sitúan muy por debajo de las citadas como críticas por Merola y de Souza (1988) de  $50 \text{ kg/m}^3$ . Estos informan de crecimientos de  $1,2 \text{ g/día}$  hasta alcanzar  $28$  a  $30 \text{ kg/m}^3$  y de  $1$  a  $0,8 \text{ g/día}$  al superar estas. Según las experiencias realizadas y el estudio comparativo efectuado, probablemente la capacidad de carga para la especie (si se desea mantener crecimientos diarios efectivos que superen los  $2 \text{ g/día}$ ) se encuentre en valores entre  $20$  y  $25 \text{ kg/m}^3$ .

Según los resultados obtenidos, el cultivo de pacú en jaulas suspendidas en ambientes aptos para producción, es posible. Sin embargo, debido al comportamiento de esta especie en relación a la formación de cardúmenes, se concluye que es preferible construir cerramientos cuadrados o circulares y no rectangulares como los empleados, lo que permitirá que se cumpla el patrón de natación en círculo que muestra esta especie y mejorará, además, la producción obtenida. Por otra parte, de acuerdo a lo observado, el alimento ración utilizado deberá mostrar un diámetro adecuado al peso de los peces bajo cultivo, y el sistema de alimentación mejorará si se coloca un tubo o caja que abarque una parte de la superficie superior del cerramiento, produciendo un mejor aprovechamiento del alimento y menor dispersión hacia el exterior, obteniéndose así,



mejores FCR que los resultantes. Las cargas a emplear deberán permitir un crecimiento mayor a los 2 g/día y no superar los 20 a 25 kg/m<sup>3</sup> de cerramiento.

## AGRADECIMIENTOS

A la Prof. Elly Cordiviola por la determinación taxonómica de los Brizoos, a la empresa Pechiney Rhenalu que donó las jaulas empleadas y a los operarios del CENADAC que colaboraron en las tareas desarrolladas.

## REFERENCIAS

- Beveridge, M. C. M., 1996. Cage Aquaculture. 2<sup>nd</sup> Ed. *Fishing news Books*, 346 pp.
- Granado, A. 1996. Efecto de la ración alimentaria sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachyomus* (Osteichthyes: Characiformes) cultivado en jaulas flotantes. *IX Congr.Lat. Acuic.*:307-310.
- Hernandez, A., 1992. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. *Bol. Red Acuic.*, Bogotá, 6 (3-4): 27.
- Luchini, L., 1990. Manual para el cultivo del bagre sudamericano (*Rhamdia sapo*) *RLAC/90/16-PES-20*. Chile, 60p.
- Merola, N. y O. Cantelmo, 1987. Growth, feed conversion and mortality of cage reared Tambaquí, *Colossoma macropomun*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture* 66: 223-233.
- Merola, N. y H. De Souza, 1988. Preliminary studies on the culture of the Pacú, *Colossoma mitrei*, in floating cages: effects of stocking density and feeding rate on growth performance. *Aquaculture* 68: 243-248.
- Mora, J. A. y J. Salaya, 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomun*, cultivado en jaulas flotantes comerciales. *Mem. VIII Congr. Lat. Acuic.*:409-415.
- Schmittou, H.R., 1992. Cultivo de peces a alta densidad en jaulas de bajo volumen. *Asoc.Am.Soya*, Venezuela, 85 p.
- Wicki, G. A., 1996. Estudio de desarrollo y producción de pacú. *Sec. Agr., Pesca y Alimentación. Dir.Acuic.*, 32 p.
- Wicki, G.A., 2002. Cultivo y producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*): incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra, en sistema de cultivo semiintensivo. *Tesis Maestría*. Facultad de Agronomía-UBA, 81 p.
- Wicki, G. A., L. Luchini, G. Kohan y H. Pettinato, 2001. Programa de reconversión de pescadores artesanales a piscicultura de pacú. Informe Final (Parte I, II y III). *CFI Argentina*, 228 p.
- Wicki, G., M. C. Martínez, E. Wiltchienski, P. Maizels, S. Panne Huidobro y L. Luchini, 1998. Ensayo de producción de policultivo de camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) y pacú (*Piaractus mesopotamicus*). *Nat. Neotrop.* 29 (1): 69-73.
- Wicki, G., E. Wiltchienski y L. Luchini, 2002. Producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en el subtrópico argentino, con diferentes densidades de siembra. *Res. X Congr. Lat. Acuic.*, Chile: 38.

Recibido/Received/: 19 marzo 2003

Aceptado /Accepted/: 15 diciembre 2005