

ENSAYO EXPERIMENTAL DE ENGORDE DE PACU (*PISCES, CHARACIDAE*) EN SISTEMA INTENSIVO EN JAULAS SUSPENDIDAS, A DOS DIFERENTES DENSIDADES.

Gustavo Wicki * & Laura Luchini **

*Dirección de Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). Paseo Colón 982-Anexo Pesca (1063)
(Ciudad Autónoma de Buenos Aires). e-mail: guillegus@arnet.com.ar

**e-mail: lluchi@sagpya.minproduccion.gov.ar

Resumen

Se presentan resultados experimentales de cultivo de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en modalidad intensiva, en jaulas suspendidas en 0,8 ha de estanque (Centro Nacional de Desarrollo Acuícola –CENADAC; 27° 32'S, 58° 30'W), Argentina a dos densidades de cultivo A y B, a 25 y 40 ind./m³, respectivamente, en ensayos replicados. Los cerramientos, de 3 m³ cada uno, se construyeron en aluminio. El peso medio inicial de los peces abarcó un rango de 560,7 y 619,7 g. La biometría se efectuó periódicamente sobre el 10% de cada población y se registraron variables diarias de calidad de agua. No se modificó ni el nivel de agua, ni se procedió a renovación alguna. El ensayo, en fase de engorde, abarcó 182 días (20-10-2001 al 19-04-2002). El peso final de las piezas se fijó en 1,2 Kg para consumo en mercado interno, según encuestas previas. Se empleó una ración peletizada, de 33% de proteína bruta y 3300 kcal/kg utilizada previamente con resultados aptos, en cultivo semi-intensivo, que fue ofrecida al 2% diario de la biomasa existente, por la tarde, 6 días a la semana. A la densidad A, los peces mostraron a la cosecha final un peso promedio de 895,4 g y una ganancia de 307,4 g, con un crecimiento diario de 1,7 g; mientras que a la densidad B, el peso promedio final fue de 827,9 g con una ganancia de 219,5 g y un incremento de 1,21g/día. La sobrevida fue del 100 y del 84% para ambas densidades, respectivamente. Las diferencias entre cultivos no fueron estadísticamente significativas (P>0,05). La disminución de crecimiento (Febrero-Abril) mostró menor incremento diario, en los peces cultivados a mayor densidad, registrándose 0,54 g; mientras los peces a menor densidad mostraron 1,9 g de aumento diario. Estos resultados y las cargas de biomasa, se comparan con los obtenidos en pre-engorde previo efectuado en jaulas y con los ofrecidos por otros autores latinoamericanos en trabajos con iguales o similares especies.

Abstract

Key words: Pacú, Growth-out, stocking density, floating cages.

Intensive cage culture experience results with “pacú” (*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 hang up in a pond of 0.8 hectares. These cages were made of aluminium, with a holding capacity of 3 m³ each. Stocked densities were 25 individuals /m³ (A) and 40/m³ (B). The two essay was replicate. Average fish weight at the beginning was between 560.7 and 619.7 g. Biometric assessments were periodically performed on the 10% of the each biomass and water quality changes were recorded. The essay lasted 182 days (20-10- 2001 to 19-04-2002). Growth target was 1.2 Kg for local commercial purpose, according to previous surveys. Food ration consisted in balanced pellets with 33% BP and 3,300 Kcal/kg together with animal and vegetal ingredients. The food ration had been previously tested for the specie in a growth out semiintensive culture at 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 specie requirements. In a density A, fish were 895.4 g average weight , gaining 307.4 g and growth 1.7 g/day at harvest; while in density B, fish were 827.9 g average weight, gaining 219.5 average weight and growth 1.21 g/day at harvet. 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.

INTRODUCCION

Los cultivos de peces desarrollados en jaulas flotantes constituyen una práctica tradicional en Oriente, con origen en la región de Kampuchea y en la baja cuenca del río Mekong, en Asia. En Occidente, estos cultivos fueron popularizados en la última mitad del siglo pasado, utilizándose tanto para producciones en agua dulce como marina (Beveridge, 1996). Estos sistemas poseen 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 suspendidas de bajo volumen y alta producción, las que no sobrepasan los 5 m³ de capacidad. Este tipo de jaulas permite una mayor renovación de agua en su interior, admitiendo por lo tanto mayor carga de peces, comparado con las de alto volumen como las empleadas en cultivo de Salmónidos y otros peces marinos (Schmittou, 1992).

El cultivo de pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1884) es realizado comercialmente en Argentina desde mediados de la década del '90, siendo su producción desarrollada en estanques excavados en tierra en sistema de cultivo semiintensivo, variando el resultado según las densidades empleadas. Sobre encuestas realizadas con producto final en restaurantes de las ciudades de Resistencia, Corrientes, Paraná y Rosario, se demostró el interés de este segmento de la gastronomía por un producto de peso mayor a 1,2 Kg por pieza (Wicki et al, 2001). Esta demanda del mercado, ha llevado a algunos productores que disponen de tierra suficiente, a trabajar sus cultivos a densidades menores, para la obtención de mayores tallas.

En la amplia bibliografía consultada, no existen resultados sobre experiencias de cultivo de pacú, con utilización de jaulas suspendidas, donde se haya alcanzado el peso señalado. Esto se debe a que los productos resultantes del cultivo de especies de los géneros *Piaractus* y su similar, *Colossoma*, producidos en países de América Latina (Colombia, Venezuela y Brasil, principalmente), se comercializan en general, a tallas menores en un rango de 600 a 900 g (Hernandez, 1992), que no se correspondería a la demanda señalada para el mercado argentino. Los datos originados en experiencias de cultivo realizadas en jaulas suspendidas para las especies de los dos géneros mencionados (similares en aspectos de su comportamiento), muestran pesos finales de 460 a 500g (Pi=110g) para 420 días de cultivo (Mora y Salaya, 1994); 550g (Pi= 135g) para 195 días de cultivo (Granado, 1996) y 260-280g (Pi= 30g) para 194 días de cultivo (Merola y Cantelmo, 1988).

MATERIALES Y METODOS

El presente ensayo experimental, se llevó a cabo en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC, 27° 32' S, 58° 30' W), situado en el Depto. de Santa Ana, Corrientes, Argentina. El mismo abarcó un período de 182 días (desde el 20-10-2001 al 19-04-2002), dentro de los meses que presentan temperaturas más adecuadas para obtención de una respuesta apta en crecimiento de la especie, según resultados anteriores obtenidos en el mismo sitio (Wicki, 2002).

Las jaulas utilizadas, 4 en total, (Foto 1) fueron diseñadas en forma experimental, utilizando material desplegado de aluminio, con estructura rígida del mismo material. Cada unidad rectangular de 3 m³ (3x1x1 m) se conformó por tres cuerpos de 1 m³ cada uno unidos entre sí, internamente. La abertura de malla del mismo material, correspondió a 91 mm² (13 x 7 mm). El conjunto de cerramientos, formando lo que se denomina en acuicultura un "tren de jaulas", anclado mediante lastres construidos en cemento, fue ubicado 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 de cultivo. El agua del estanque provino de pozo profundo, con las siguientes características iniciales: 7,9 de pH; 9,1 mg/L de alcalinidad total expresada como Carbonato de Calcio; 8,6 mg/L de dureza total expresada también en Carbonato y 2,85 ppm de oxígeno disuelto a la salida de la bomba extractora. El nivel del estanque no se modificó durante el total del período experimental y la calidad del agua fue mantenida sin recambio alguno.

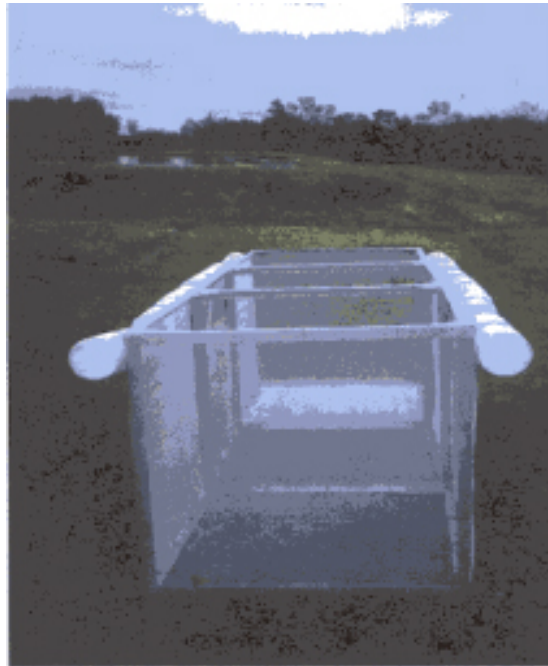


Foto 1: jaula utilizada durante el presente ensayo

Las variables ambientales registradas abarcaron temperatura, concentración de oxígeno disuelto y pH; efectuándose los controles a primera hora de la mañana y por la tarde, antes de proceder a la alimentación diaria. El alimento balanceado consistió en una ración peletizada (33% PB, 3300 Kcal/Kg) conteniendo harinas de pescado, carne, soja y maíz; sumado a afrechillo de arroz, vitaminas y minerales en porcentajes predeterminados. La misma había sido utilizada previamente, con buenos resultados en crecimiento de la especie, durante cultivos semiintensivos desarrollados en estanques excavados en tierra (Wicki, 2002). La ración se ajustó al 2 % diario de la biomasa mantenida bajo cultivo y fue ofrecida por la tarde, suministrándose en una única entrega durante 6 días de la semana.

En el primer muestreo realizado (20/11/01) se constató la presencia de heridas en la terminación bucal de los individuos, producidas por su roce con el material desplegado de aluminio del fondo, al tratar de consumir el alimento peletizado ofrecido al voleo; debido a lo cual, fue colocado un “comedero” (en chapa agujereada) a modo de bandeja sobre el módulo central de cada jaula, manteniéndose el mismo durante el resto de la experiencia. La cicatrización de las heridas se logró con agregado de 150 mg/Kg de vitamina C al alimento ya elaborado, según lo indicado por Luchini (1992) para cultivo en jaulas suspendidas del “catfish sudamericano” (*Rhamdia sapo*).

Las biometrías sobre cada población en cultivo, fueron efectuadas periódicamente (cada 30 días), midiéndose y pesándose individualmente el 10% de cada una. De esta forma, además de obtener los datos correspondientes al análisis posterior del crecimiento, se reguló la oferta de ración de alimento ofrecida, a medida que el peso de los peces aumentó; constatándose asimismo, el estado sanitario de los lotes analizados. Al momento de la cosecha final se obtuvo el peso total de cada una de las poblaciones, así como el número de peces resultantes. Las densidades utilizadas en cultivo, fueron programadas inicialmente en 25 ind./m³ (A) y 40 ind./m³ (B) y el peso medio de los individuos al inicio de la experiencia, se situó en un rango de 560,7 a 619,7 g. Cada ensayo fue planificado con su correspondiente réplica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los muestreos y las observaciones visuales realizadas, se constató que algunos peces presentaban marcas localizadas sobre sus flancos, producidas por el diseño rectangular de las jaulas o los ángulos internos que conformaban los cubos de cada una de ellas; aunque el hecho no alcanzó a producir heridas a los animales. El pacú en encierro forma rápidamente cardúmen, moviéndose el agrupamiento continuamente y trasladándose, en el caso de estanques, de un extremo a otro de los mismos. Estos conjuntos de individuos mantenidos bajo cultivo en las jaulas utilizadas, produjo un golpetear sobre las paredes laterales de las mismas, deformando los paneles de malla de aluminio, especialmente en las de mayor biomasa. En un caso, el movimiento del cardúmen provocó el desprendimiento de un panel, causando la pérdida de gran cantidad de individuos. Durante el análisis final, los resultados de este cerramiento fueron descartados, debido a las pérdidas contabilizadas y la extremadamente baja producción obtenida, cercana a 6 kg/m^3 .

Al momento de la cosecha total y al retiro de las jaulas del estanque, se observó en todas ellas una apreciable cantidad de material adherido a las finas mallas, formando aglomerados asentados sobre las mismas que produjeron taponamientos parciales. El material fue identificado, sobre muestras extraídas al efecto, como perteneciente a Briozoos. Los mismos, pertenecen a la familia *Plumatellidae*, probablemente al género *Plumatella*. Estos asentamientos, no ocasionaron problemas que afectaran la renovación del agua en el interior de las jaulas, no habiéndose detectado disminuciones en las medidas de concentraciones de oxígeno.

Los resultados obtenidos de los registros de las variables ambientales, se observan en los gráficos de las Figuras 1 y 2. Durante los meses de cultivo, la temperatura promedio registrada fue de $27,3 \text{ }^\circ\text{C}$, con una máxima de $34,2^\circ\text{C}$ y una mínima de $19,1^\circ\text{C}$. Las concentraciones de oxígeno disuelto mostraron un promedio de $6,7 \text{ mg/l}$, con una máxima de $15,2 \text{ mg/l}$ y una mínima de $1,2 \text{ mg/l}$. El valor del pH promedio se situó en $7,6$, con un rango comprendido entre 6 y $8,4$. Estos valores, son considerados normales para la especie en cuestión.

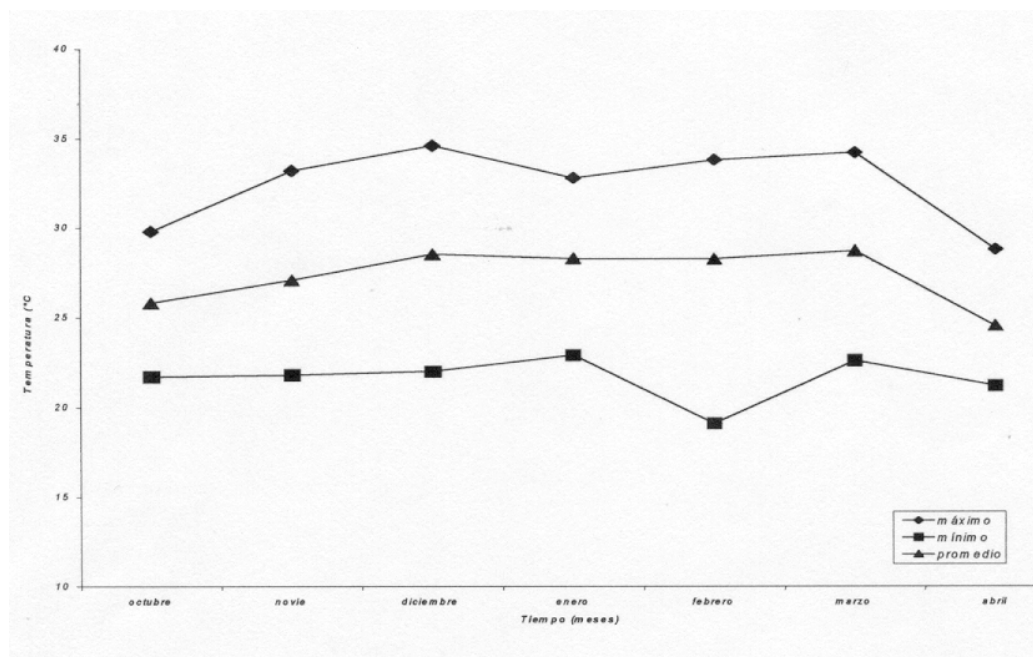


Figura 1: Temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el período de cultivo.

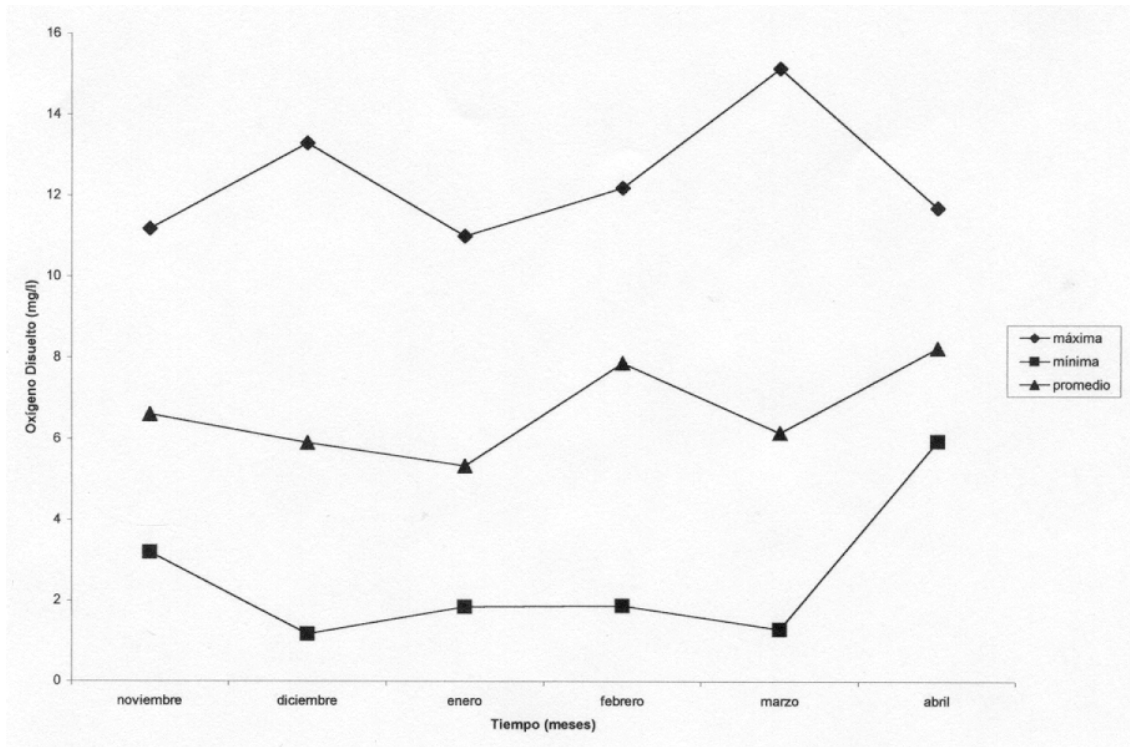


Figura 2: Concentración de oxígeno disuelto en las jaulas durante el período de cultivo.

El crecimiento de los peces a través del período de cultivo analizado, puede observarse en el gráfico de la Figura 3, donde se aprecia por comparación, el correspondiente a un lote similar de la misma especie, cultivado en estanques excavados, con igual fórmula alimentaria y a una densidad de siembra de 0,2 ind/ m² durante el mismo año calendario.

En las jaulas 1 y 2 (densidad A), los peces mostraron a la cosecha un peso promedio de 895,4 g y una ganancia de 307,4 g. El incremento diario registrado en peso, fue de 1,7 g, con una sobrevida en ambos cerramientos, del 100 %. En la jaula 4 (densidad B), se obtuvo a la cosecha un peso promedio de 827,9 g y una ganancia en peso de 219,5 g; mientras que el incremento registrado en peso diario, correspondió a 1,21 g. La sobrevida obtenida fue del 84% (interpretada como resultado de escapes producidos). Las diferencias entre los crecimientos resultantes, una vez analizados, no resultaron significativas ($P > 0,05$).

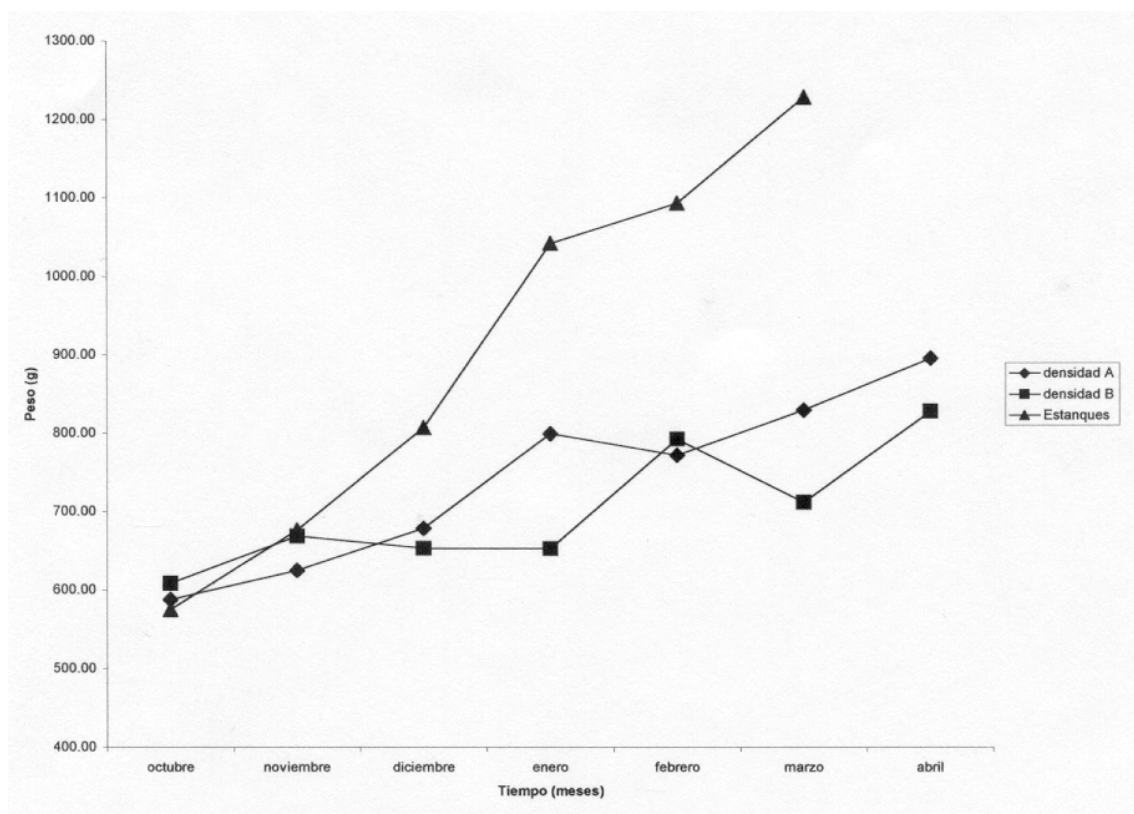


Figura 3: Curva de crecimiento de cultivo de pacú en jaulas a las densidades A y B y en estanques excavados en tierra.

Durante el período que abarcó desde febrero a abril, se notó una notable disminución en cuanto al crecimiento de los peces sometidos a mayor densidad, que fue reflejado en un menor incremento del peso diario obtenido (de 0,54 g/día); mientras que los peces sembrados a menor densidad, mostraron un incremento promedio en peso diario, de 1,9 g. La disminución en este incremento registrado para los peces sembrados a mayor densidad, concuerda con lo determinado por Wicki et al., (1998) en experiencias en fase de pre-engorde en jaulas efectuadas con la misma especie, donde se registró una disminución del crecimiento al sobrepasar la carga (biomasa mantenida en cultivo), de 18 Kg/m³. En el mes de febrero, durante la presente experiencia, la carga en las jaulas de los peces cultivados a la densidad A, se encontraba próxima a los 20 Kg/m³ y los sembrados a la densidad B, alcanzaba ya, los 28 Kg/m³.

Los FCR (Factor de Conversión Relativo = alimento ofrecido/ganancia promedio en peso) resultaron altos para ambas densidades, situándose en 6,38 (densidad A) y 9,85 (densidad B). Este bajo rendimiento obtenido, pudo deberse al pequeño diámetro de los pelets empleados como alimento (de 2 mm), así como a una dificultad en la captura del necesario por los peces, antes de que parte del mismo se perdiera por los laterales de la jaula, debido a la turbulencia causada por los propios individuos en su movimiento continuo. Se considera además, que pueden haberse sumado a este último hecho, otros factores: entre ellos el diseño rectangular de la jaula que facilita un mayor escape del alimento, así como la ausencia de un tubo de alimentación a nivel de superficie de agua, lo que permitió la dispersión del alimento al momento en que se produce su mayor captación por los peces. El tamaño del pelet utilizado, no se correspondió con las tallas de los peces en cultivo, debido a la imposibilidad del molino elaborador, de producirlo como le fuera solicitado.

Se descarta, sin embargo, que la calidad del alimento utilizado haya sido el resultado de los FCR obtenidos, puesto que en cultivos de la misma especie, efectuados también en fase de engorde final (en estanques excavados) y durante el mismo período (Figura 3), el FCR final registrado varió entre 1,8 y 2,1, con un

promedio de 2,02; habiendo sido los pesos promedios iniciales de los peces en ese caso, de 574 g y los finales de 1228,1 g.

El crecimiento de los individuos en sistemas de cultivo intensivo, es función del consumo del alimento ración ofrecido externamente, ya que la disponibilidad de alimento natural en estos casos, es prácticamente nula, especialmente en cultivos de altas cargas. Debido a ello y a que en la presente experiencia, los peces recibieron su alimento durante 132 días de los 182 que abarcó el estudio, el incremento en peso diario efectivo en este caso, puede adjudicarse al período en el que recibieron alimento; puesto que durante el mismo no se registraron tenores de oxígeno disuelto por debajo de lo normal para la especie, ni tampoco temperaturas extremas limitantes. El resultado sobre los incrementos fue de 2,34 g/día y 1,66 g/día para las densidades A y B, respectivamente.

Las producciones logradas en esta modalidad de cultivo intensivo, fueron de 22,1 Kg/m³ y 29,2 Kg/m³ para las densidades A y B respectivamente, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$). Las mismas fueron superiores a lo informado por Mora y Salaya (1994) de 14 Kg/m³ para cultivo comercial de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) y las correspondientes a Granado (1996) de 9,3 Kg/m³ para *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818). Estas especies, en especial la última, muestran un comportamiento similar al *Piaractus mesopotamicus*. Los dos trabajos analizados corresponden a fase de engorde final y talla de individuos, de 500 g promedio a la cosecha.

Los valores de carga determinados en la experiencia efectuada, así como los informados por los autores ya mencionados para otras especies, se encuentran, sin embargo, muy por debajo de la carga de cultivo citada como "crítica" por Merola y de Souza (1988), de 50 Kg/m³, para la especie *Piaractus mesopotamicus*. Estos últimos autores, informan de crecimientos obtenidos de 1,2 g diario hasta alcanzar cargas de 28 a 30 Kg/m³ y de 1 a 0,8 g/día, al superar estas. Según se desprende de la comparación efectuada entre los resultados obtenidos por otros autores sobre la misma o similar especie y la presente experiencia, se considera probable que la capacidad de carga para la especie *P. mesopotamicus* se encuentre situada en valores comprendidos entre los 20 y 25 kg/m³, si es que se pretendiera mantener crecimientos efectivos que superen los 2 g diarios para alcanzar el peso de 1,2 Kg/pieza para su inserción en el mercado argentino actual.

CONCLUSIONES

Debido al comportamiento presentado por el pacú en cuanto a formación de cardúmen, se considera más apropiado para su cultivo en jaulas suspendidas, la utilización de diseño de estructura cuadrada o circular, que como menciona Beveridge (1996) favorece el patrón de natación en círculos para los individuos en cautiverio; ya que el diseño incide sobre la conducta natatoria y directamente sobre el resultado obtenido en producción.

Debido a que el peso mínimo requerido para cumplir la potencial demanda de pacú en el mercado argentino, es de 1,2 kg/pieza y la temporada de crecimiento en el norte de la provincia de Corrientes abarca aproximadamente 200 días, se considera importante lograr una mejora de las producciones utilizando un alimento peletizado de diámetro adecuado a la talla de los individuos, adjuntando además, un tubo de alimentación que ocupe el 20% de la superficie superior de la jaula, según lo señalado por Schmittou, 1992 para otros peces en cultivo. De esta forma podría obtenerse, en consecuencia, mejores FCR que los obtenidos.

Dado que la especie muestra una clara dependencia en crecimiento relacionada estrictamente a la densidad de cultivo, hecho que fuera observado previamente en producciones experimentales desarrolladas en estanques (Wicki, et al. 2002), se estima que para el logro de tallas grandes como las señaladas, deberán emplearse cargas que permitan un crecimiento efectivo mayor al de 2g diarios, mientras las mismas no superen los 20 a 25kg/m³.

Evidentemente, es necesario continuar los estudios en esta línea de experimentación, con la realización de nuevos cultivos que permitan la obtención de un mejor crecimiento en pacú, para cultivos intensivos, inclusive con el ajuste de la densidad de siembra inicial. De esta forma, se podrá avanzar en el desarrollo de cultivos en esta modalidad, con carácter rentable; pudiendo aprovecharse asimismo en producción, los numerosos cuerpos de agua aptos que existen en el norte argentino, tanto sea en el NEA como el NOA.

AGRADECIMIENTOS

A la Prof Elly Cordiviola por su colaboración en la determinación taxonómica de los Briozoos y a la empresa Pechiney-Rhenalu, que desarrolló y cedió, el prototipo de jaulas que fueron empleadas en las presentes experiencias. Se agradece asimismo, la colaboración de los miembros del equipo estable del CENADAC.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Beveridge, M.C.M., 1996. Cage Aquaculture. 2nd Ed. *Fishing News Books*, 346p.
- Granado, A. 1996. Efecto de la ración alimentaria sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, (Osteichthyes: characiformes) cultivado en jaulas flotantes. *Acuic. en Latinoam., IX Congreso Latinoam. Acuic.*:307-310.
- Hernandez, A., 1992. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. *Boletín Red de Acuicultura*, Bogotá,6, 3-4: 27 p.
- Luchini, L., 1990. Manual para el cultivo del bagre sudamericano (*Rhamdia sapo*) RLAC/90/16-PES-20. FAO, 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. J. Salaya, 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomun*, cultivado en jaulas flotantes comerciales. *Mem. VIII Congr. Latinoam. Acuic.*:409-415.
- Schmittou, H.R., 1992. Cultivo de peces a alta densidad en jaulas de bajo volumen. *Asociación Americana de Soya*, Venezuela, 85 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. Manuscrito de Tesis de Maestría presentada para su evaluación en la Escuela de Graduados de la Facultad de Agronomía de la UBA, 81 p.
- Wicki, G. A., 1996. Estudio de desarrollo y producción de pacú. *Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección de Acuicultura*: 32 p.
- Wicki, G., M. C. Martinez, 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*). *Natura Neotropicalis*, 29,1: 69-73
- Wicki, G., 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). *Consejo Federal de Inversiones (CFI)*. Argentina, 228 p.
- Wicki, G, E. Wiltchienski y L. Luchini, 2002. Producción de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en el subtrópico argentino, con diferentes densidades de siembra. *Resúmenes X Congreso Latinoamericano de Acuicultura*, (ALA), Santiago - Chile: 38