

CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN *PIARACTUS MESOPOTAMICUS* Y SU IMPORTANCIA EN PRODUCCIÓN.*

Gustavo Wicki¹, Fernando Rossi¹ & Laura Luchini²

¹ Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC). guillegus@arnet.com.ar

² Dirección de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Economía y Producción. Paseo Colón 982 - Anexo Pesca, Buenos Aires (1063). Argentina.

lluchi@sagpya.minproduccion.gov.ar

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la característica de crecimiento compensatorio en el pacú (*Piaractus mesopotamicus*), luego de un periodo prolongado de 923 días de retención obligada de crecimiento en sistema de cultivo extensivo. Se realizó un desdoble posterior, fijando la densidad final en 0,2 ind/m², y su realimentación se efectuó durante 207 días en sistema de modalidad semiintensiva. Posteriormente a la retención, se comprobó una mejor utilización del alimento (FCR entre 1,48 y 1,58) y una mayor tasa específica de crecimiento (SGR) entre 1,08 y 1,16; que aquellas obtenidas en los grupos control (sin retención), cultivados en fase de engorde a densidades de: 0,2; 0,3; 0,5 y 1 ind/m², con igual ración. Los FCR promedio de estos últimos, fueron de 2,69; 1,93; 1,58 y 1,48 respectivamente, en tanto que los SGR mostraron valores entre 0,56 y 0,68. El factor de condición k, mostró ser mayor para los lotes retenidos (2,19) que para los sin retención (2,04 y 2,09). La característica de compensación del crecimiento de la especie, permitieron obtener peces de talla comercial (>1200g) a partir de juveniles retenidos mayores a 100 g, demandados en el mercado doméstico argentino, liberando el crecimiento de los mismos a voluntad, permitiendo independizarse del estrecho tiempo de reproducción de la especie de dos meses (subtrópico del país) y disminuir en forma importante los costos de producción.

Palabras clave: pacú, semiintensivo, crecimiento, compensatorio

Summary

The aim of the present study was evaluate the compensatory growth characteristic in pacu (*Piaractus mesopotamicus*), after a extended period of 923 days with a obligated restriction of growth in an

extensive culture system. The experience was then unfold with a final density of 0,2 ind/m², and feeding again for 207 days in a semiintensive system. Thereinafter the restriction, it was proven a better use of the food (FCR between 1,48 and 1,58) and a higher specific growth rate (SGR) between 1,08 and 1,16; than those obtained in the control groups (without retention), cultivated in a growth phase with densities of 0,2; 0,3; 0,5 and 1 ind/m², with the same diet. The mean FCR of these, were 2,69; 1,93; 1,58 and 1,48 respectively, while the SGR show between 0,56 and 0,68. The condition factor k, was higher in those retained fishes (2,19) than in the non retained fishes (2,04 and 2,09). The compensatory growth characteristic in this specie, allowed to obtain fishes of commercial (>1200 g) from retained fingerlings larger than 100 g, which are demanded in the Argentine domestic market, releasing there growth when the producer desire, allowing them to become independent of the narrow time of reproduction of two months (subtropical region) in this specie and reduce, in an important way, the production cost.

Key words: pacu, semiintensive, growth, compensatory

Introducción

La producción de peces subtropicales en el norte de Argentina está regida, entre otros factores, por la “estación de crecimiento”, comprendida entre los meses de primavera, verano e inicios del otoño, con una duración aproximada de 210 días en el norte de la provincia de Corrientes (por encima de los 30°S) y disminuye hacia el sur, donde estos cultivos se pueden considerar marginales.

Actualmente, el pacú (*P. mesopotamicus*) de cultivo, se comercializa en el país con un peso superior a 1,2 kg, debido al hábito cultural de consumo de grandes piezas, que anteriormente eran extraídas de las pesquerías del río Paraná. Para la obtención de tales tallas en el norte de Corrientes, el período de cultivo abarca 16 meses (2 veranos); utilizando una densidad final de 0,2 ind/m² (Wicki et al, 2002). Este dilatado ciclo de producción se refleja en costos operativos elevados, que se incrementan además, en aquellas zonas ubicadas a mayor latitud; hecho que motivó el desarrollo de estudios específicos sobre la característica de crecimiento compensatorio revelada por la especie (Wicki, 2003), con el objeto de mejorar la eficiencia de estos cultivos.

La característica de crecimiento compensatorio ha sido estudiada en varias especies de peces, entre las que se mencionan la trucha arco iris (Dobson & Holmes,1984), el salmón del atlántico y la artic charr (Mortensen & Dansgard,1993); así como el esturión (Hung et al,1997) y el bagre del canal (Avault,

2000). El mecanismo por el cual los peces que han sido sometidos a una restricción alimentaria previa, son capaces de compensar esta situación incrementando la velocidad de crecimiento y/o la eficiencia de utilización del alimento durante el período de realimentación, aún no ha sido totalmente aclarado (Diaz et al., 2003). Diversos autores han descripto varios cambios fisiológicos y metabólicos que tienen lugar en respuesta a la restricción en la alimentación. En tal sentido, se hace necesario obtener mayores conocimientos sobre los mecanismos que operan en las fases de ayuno y realimentación, desencadenando el fenómeno compensatorio.

En los géneros *Colossoma* y *Piaractus*, fueron realizados estudios sobre crecimiento compensatorio, ocupándose Heredia y Gonzalez (1990) del primero de ellos en una experiencia de larga duración que abarcó 575 días de cultivo; mientras que para el segundo, Souza et al. (1997), así como Wicki (2003) llevaron a cabo experiencias con la misma finalidad. La primera de corta duración (90 días) y la segunda de 495 días de cultivo. Estos estudios, mostraron una cierta plasticidad por parte de ambos géneros en la recuperación del peso, durante el período posterior al ayuno obligado al que fueron sometidos los peces.

En el presente estudio experimental, se explora la característica de crecimiento compensatorio de la especie, posteriormente a un período de retención prolongado.

Materiales y métodos

Las experiencias se llevaron a cabo en el CENADAC, provincia de Corrientes (27°32'S, 58°30'W). La misma se desarrolló según la siguiente secuencia:

- 1.- Recepción de alevinos.
- 2.- Fase de preengorde
 - 2.1.- Desdoble y retención alimentaria en sistema extensivo.
 - 2.2.- Desdoble y engorde final a diferentes densidades.
- 3.- Realimentación de los peces retenidos.

Los alevinos empleados provinieron de la empresa Isla-Pé (Clorinda, Formosa) y al momento de su recepción (27/12/99) poseían un peso promedio de 0,25g. Un plantel de peces se cultivó a una densidad de preengorde de 5 ind/m² durante los primeros 60 días (Wicki, 2003) y a la cosecha fueron divididos en dos lotes, según la secuencia ya especificada.

Un lote fue resembrado en un estanque de 2500 m² a una densidad de 1 ind/m² y el cultivo abarcó un lapso de 923 días (10/03/00 al 18/09/02) período en el que se efectuó una fertilización orgánica, sin ofrecimiento de alimento externo suplementario. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en esta fase de la experiencia. Con los peces restantes se realizaron experiencias de engorde a 4 diferentes densidades: 1; 0,5; 0,3 y 0,2 ind/m² durante el período Diciembre/99 a Abril/01 (Wicki, 2003).

Retención en sistema extensivo	
Peso promedio inicial (10/03/2000)	27
Peso promedio final (18/09/2002)	121,2
N° de peces siembra	2.500
Densidad (peces/m ²) siembra	1
Mortalidad (%)	33,7
N° peces cosecha	843
Densidad (peces/m ²) cosecha	0,34
Cantidad de fertilizante (kg)	1.420
Bi (g)	67.500
Bf (g)	102.171,6
Bf – Bi (g)	34.671,6
Tiempo (días)	923
Producción (kg/ha)	408,69
Incremento en peso diario (g/día)	0,10

Tabla 1: Resultados obtenidos durante el período de retención de los peces

Los materiales y métodos utilizados en las experiencias de engorde se encuentran detallados en Wicki (2003). Los datos referentes a los crecimientos obtenidos en la última fase desarrollada desde Septiembre/00 a Abril/01 (210 días, 12 estanques evaluados, 4 por cada densidad empleada) se compararon con los obtenidos de las experiencias con peces de crecimiento retenido.

Los peces retenidos fueron sembrados (18/09/02) en tres estanques excavados en tierra de 300 m² cada uno. El peso medio de los peces al inicio de la experiencia de realimentación fue de 120g, la densidad utilizada de 0,2 ind/m² y abarcó 207 días (12/04/03). El alimento ofrecido consistió en una ración peletizada (32% proteína y 7% lípidos) compuesta por harinas de pescado, carne, soja, maíz y afrechillo de arroz, junto a un porcentaje de vitaminas y minerales. La misma ración había sido utilizada anteriormente en la experiencia de engorde con la que fueron comparados los crecimientos obtenidos. El alimento se ofreció seis días a la semana por la tarde, a una tasa alimentaria inicial del 4% de la biomasa, mientras que la tasa final osciló entre 1,1 y 1,2%. Los peces recibieron ración alimentaria sobre un total de 161 días. Las variables ambientales de temperatura, concentración de oxígeno disuelto y pH se registraron a primera hora de la mañana y de la tarde, antes de la alimentación.

Mensualmente se realizaron biometrías sobre un 10% de cada población bajo cultivo, regulándose la tasa alimentaria. Al momento de la cosecha final se procedió al levante y pesado del total de los peces. Se determinó para cada lote, el Factor de Conversión Relativo ($FCR = \text{Alimento consumido} / \text{ganancia de peso}$), la tasa específica de crecimiento ($SGR = [(\ln \text{ Peso final} - \ln \text{ Peso inicial} / \text{tiempo}) \times 100]$), el incremento de peso diario ($IPD = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} / \text{tiempo}$) y el factor de condición ($k = \text{Longitud} / \text{Peso}^3 \times 100$).

Resultados y discusión

Los valores referidos a las variables ambientales son mostrados en la Figura 1. Las temperaturas máximas y mínimas registradas en el período de cultivo abarcaron entre 36,1 y 16,8° C, con un promedio de 26,8° C. Los valores promedios de pH oscilaron entre 7,2 y 9,1 con un promedio general para todo el ciclo de 8,03. Los niveles promedio de oxígeno disuelto mostraron valores máximos y mínimos de 11,4 y 3,94 mg/L con un promedio general de 7,7 mg/L. Los valores mínimos de esta variable se registraron a partir del mes de enero, en correspondencia con las mayores temperaturas de la temporada y una alta oferta alimentaria. Las temperaturas registradas fueron similares a las obtenidas durante el verano del 2001 (max, 36°C; min, 17°C; prom, 26,3°C).

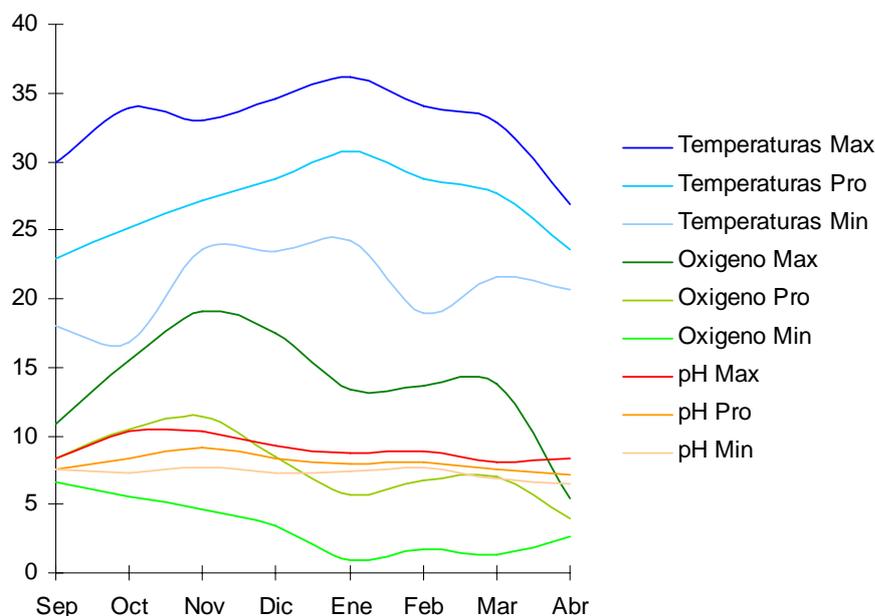


Figura 1: Valores máximos, mínimos y promedio de temperatura (°C), concentración de oxígeno disuelto (mg/l), y pH (u pH), registrados durante el período de cultivo.

Los resultados referidos al crecimiento mostraron pesos finales aceptables para su inserción en el mercado local argentino, variando en promedio para las tres unidades de cultivo entre 1.193 y 1.351 g.

En la tabla 2 se observan los valores obtenidos y analizados durante la experiencia.

Engorde de peces retenidos			
	Estanque 10	Estanque 11	Estanque 12
Peso promedio inicial (g)	121,60	114,10	130,80
Peso promedio final (g)	1.351,52	1.193,66	1.233,25
N° de peces	62	60	67
Densidad (peces/m ²)	0,20	0,20	0,2
Producción (Kg/ha)	2.793,14	2.387,32	2.754,25
Pf – Pi (g)	1.299,90	1.079,50	1.102,45
Mortalidad (%)	0	0	0
Bi (g)	7.539,2	6.846	8.763,6
Bf (g)	83.794,1	71.619,6	82.627,5
Bf – Bi (g)	76.254,9	64.773,6	73.863,9
Tiempo de cultivo (días)	207	207	207
Días alimentados	161	161	161
Alimento suministrado (g)	112.760	102.020	116.590
FCR	1,48	1,58	1,58
Incremento en peso diario (g/día)	5,94	5,22	5,33
FCR promedio		1,54	

Tabla 2: Resultados obtenidos en la experiencia de engorde de peces retenidos.

El incremento en peso diario (IPD) mostró valores comprendidos entre 5,2 y 5,9 g/día (Figura 2). Estos valores resultaron superiores a los obtenidos a igual densidad, en el engorde de peces sin retención previa, que oscilaron entre 3,4 y 4,95 g/día. Las diferencias entre las distintas densidades analizadas resultaron significativas ($F=26,4$; $p < 0,001$). La comparación múltiple de medias (test de Duncan) mostró que los IPD obtenidos en la experiencia de crecimiento compensatorio se diferenciaron en forma significativa, de todos los demás tratamientos.

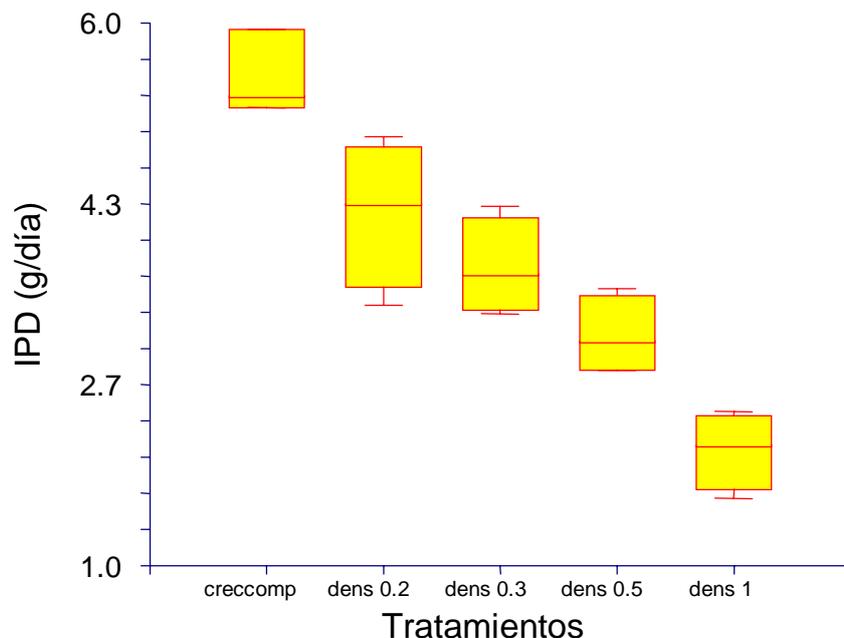


Figura 2: Incremento en peso diario (IPD= g/día) obtenido en crecimiento de peces con crecimiento compensatorio y a diferentes densidades con lotes de peces sin retener.

Las tasas específicas de crecimiento (SGR= % crec/día) siguieron el mismo patrón mostrado por los IPD, con valores que fluctuaron entre 1,08 y 1,16 con un promedio de 1,12 para los lotes de peces que compensaron su crecimiento. Para los demás tratamientos (densidades de 0,2; 0,3; 0,5 y 1 ind/m²) los promedios fueron de 0,56; 0,65; 0,68 y 0,57, respectivamente.

Los valores obtenidos en la experiencia de crecimiento compensatorio se muestran superiores a los resultantes de los estudios realizados en diferentes zonas de Brasil. Mendonca et al. (1988) informan de valores de crecimiento de 3,12 g/día y SGR de 0,98 para la zona de San Pablo, mientras que Silva et al. (1997) presentan valores de 2,5 g/día y SGR de 0,91 para la zona de Ceará (norte de Brasil); valores comparables a los obtenidos con los lotes de peces que no fueron retenidos en su crecimiento (Figura 2) en los presentes estudios.

Las ganancias en peso (Pf-Pi) abarcaron entre 1079,5 y 1299,9 g, con un promedio 1160,3 g. Los crecimientos netos obtenidos en esta experiencia fueron superiores a los logrados anteriormente a diferentes densidades, siendo sus promedios de: 893,2g para 0,2 ind/m², 787,3g para 0,3 ind/m²; 655,9 g para 0,5 ind/m² y 433,6 g para 1 ind/m². Los menores crecimientos observados a las mayores densidades, muestran una clara dependencia del tamaño final con respecto de la densidad utilizada (Wicki, 2003). El desarrollo del cultivo se muestra en forma comparada en la Figura 3.

Los tamaños iniciales de los peces de esta experiencia, se situaron entre 110 y 130 g, en forma similar a los utilizados por Souza et al (1997) con pesos entre 100 y 200 g, lográndose en ambos casos compensación de crecimiento. Dobson & Holmes (1984) informan que el fenómeno de crecimiento compensatorio se dispara en trucha arco iris con pesos superiores a los 100 g. En la experiencia realizada sobre *Colossoma* (Heredia y Gonzalez, 1990) utilizaron juveniles retenidos de 60 g, los que compensaron satisfactoriamente su peso. Si bien es probable que el género *Piaractus* muestre esta característica de compensación, por debajo de los 100 g de peso, a los fines prácticos de cultivos comerciales parecería mas beneficioso utilizar juveniles retenidos con tamaños cercanos a 200 g , para de esta forma superar los 1200 g de peso final en una temporada de crecimiento.

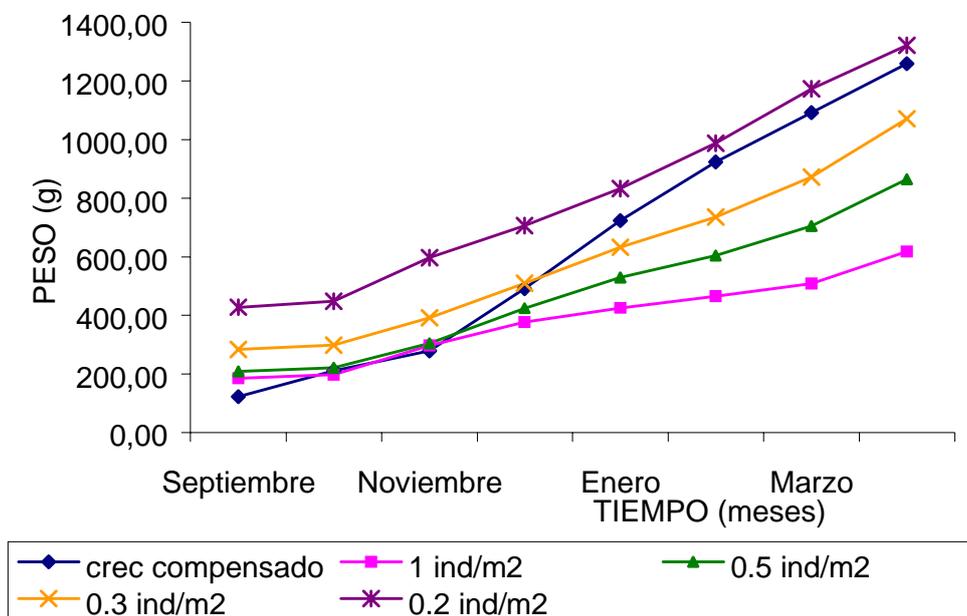


Figura 3: curvas de crecimiento de *Piaractus mesopotamicus* en cultivo de crecimiento compensatorio y diferentes densidades sin retención previa.

Los factores de conversión relativa (FCR) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos efectuados ($F=8,84$; $p < 0,001$). La comparación múltiple de medias (test de Duncan) mostró diferencias entre los FCR obtenidos en la experiencia con peces retenidos y la densidad de $0,2 \text{ ind/m}^2$. No fueron encontradas diferencias con respecto a los FCR obtenidos a las demás densidades ($0,3$; $0,5$ y 1 ind/m^2). En la Figura 4 se muestran los valores de FCR para los distintos tratamientos. Estos mostraron valores entre 1,48 y 1,58 con un promedio de 1,54 para los lotes que presentaron crecimiento

compensatorio y valores promedios de 2,69; 1,93; 1,58 y 1,48 para las densidades de 0,2; 0,3; 0,5 y 1 ind/m², respectivamente.

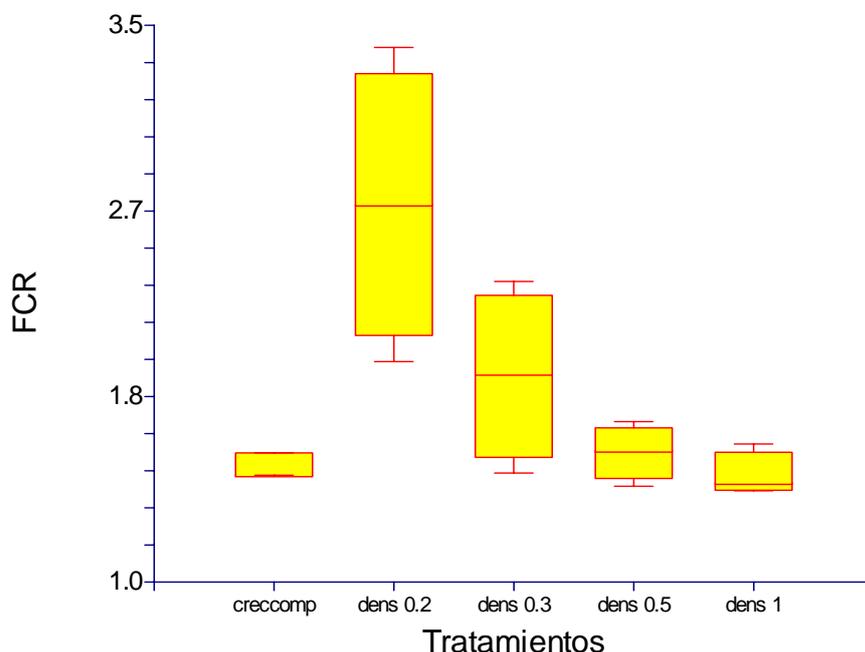


Figura 4: Factores de Conversión relativa (FCR) obtenidos en esta experiencia.

Los FCR obtenidos con los lotes de peces que no sufrieron retención, resultaron menores para aquellos cultivados a mayores densidades (mayores producciones y menores pesos promedio); incrementándose en los tratamientos a menores densidades. El FCR obtenido en los lotes de peces retenidos, es comparable a los logrados a las mayores densidades. De acuerdo a Avault (2000) este hecho podría deberse a que los peces retenidos utilizan menor cantidad de energía para mantenimiento durante el período en que no son alimentados, por lo que, cuando se retoma la alimentación se requerirá menos alimento para mantenimiento y una mayor cantidad de energía será utilizada en crecimiento.

Al analizarse los factores de condición (k), se observó que estos eran mayores para los peces que compensaron crecimiento (k promedio de 2,19), mientras que para los que no sufrieron retención alguna, resultaron entre 2,04 y 2,09 (Figura 5). Los k de los peces con crecimiento compensatorio se diferenciaron notablemente de los cultivados a densidades de 0,2; 0,3; 0,5 y 1 ind/m², ($p < 0,001$), no existiendo variaciones entre estos últimos lotes. Sería productivo determinar en futuras experiencias si los porcentuales de grasa visceral y muscular son similares en lotes de peces con crecimiento compensado y sin él.

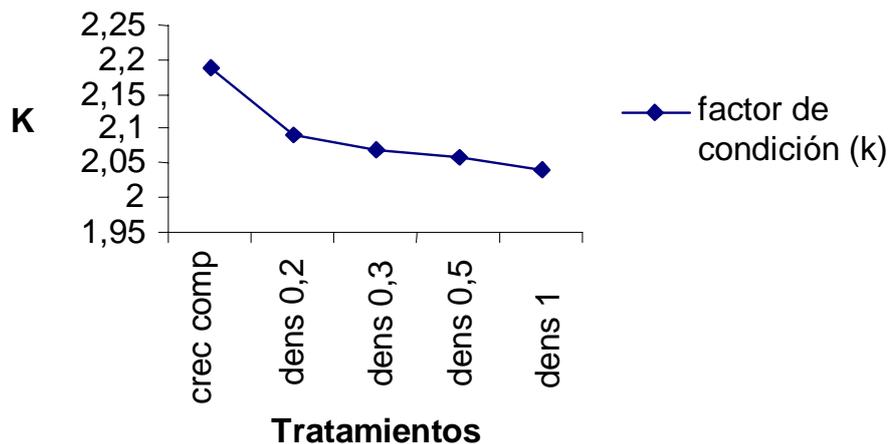


Figura 5: Factores de condición (k promedio) para lotes de peces con crecimiento compensatorio y densidades de 0,2; 0,3; 0,5 y 1,0 ind/m² sin retención de crecimiento.

Los trabajos realizados por Souza et al. (1997, 2000) muestran que es posible suspender la alimentación del pacú durante el invierno sin que ocurra pérdida de peso. Según estos autores, ello se debe a que la pérdida de lípidos que son utilizados como fuente de energía, es reemplazada por agua; hidratando los tejidos y recuperando el crecimiento en la siguiente temporada. En la presente experiencia se amplían las posibilidades del uso de la característica de crecimiento compensatorio de la especie, ya que la misma puede soportar períodos de ayuno prolongados sin perder su potencial productivo. Por tales razones, sería posible que un productor dispusiera de juveniles retenidos durante todo el año, independizándose del período reproductivo de la especie, que en este caso, es relativamente corto.

Conclusiones

El pacú presenta característica de crecimiento compensatorio aún después de largos períodos sometido a retención. Como pudo apreciarse en los resultados, los FCR y el crecimiento obtenido, resultaron mejores que los de aquellos lotes de peces que no sufrieron período de abstinencia.

Esta característica permite lograr tamaños comerciales (> 1200g) en una temporada de engorde (210 días aproximadamente) a partir de juveniles mayores a 100g. El uso de esta estrategia no genera costos adicionales al productor, pudiendo liberar el crecimiento a voluntad y así escalonar la producción.

Con la finalidad de mejorar el rendimiento en producción y pese al desconocimiento de los mecanismos fisiológicos que disparan este fenómeno, se visualizan como necesarias algunas experiencias para conocer las relaciones entre fotoperíodo, rango térmico, tamaño y otras variables que estén relacionadas a esta característica; tal como ocurre en trucha arco iris (Dobson & Holmes, 1984), salmón del Atlántico y artico charr (Mortensen & Damsgard, 1993).

Referencias Bibliográficas

- AVAULT, J.W., 2000. Focus on channel catfish research. Aquaculture magazine , 26(6): 40-42.
- DIAZ, M., Abellán E., Arizcu M., Celis L. Y Alarcón F.J., 2003. Efecto de períodos de ayuno y realimentación en el dentón (*Dentex dentex*) sobre la ingesta de alimento y crecimiento. Resúmenes IX Congreso Nac. de Acuicultura, Cadiz, España. 150-152.
- DOBSON S.H. & Holmes R.M., 1984. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol. 25, 649-656.
- HEREDIA B. & Gonzalez J., 1990. Ganancia compensatoria en *Colossoma macropomun*, (Cuvier, 1818). Boletín de Red Regional de Acuicultura, Bogotá, Colombia, 4(3) 5-7.
- HUNG S.S.O., Liu W., Li H., Storebakken T., Cui Y., 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon *Acipenser transmontanus*. Aquaculture 151, 357-363.
- MENDONCA, J.O.J; Ferrari, V.A; Gaspar, L.A; Camargo, M.B., 1988. Monocultivo de Pacú (*Colossoma mitrei*) em uma propriedade particular. Bol. Tec. CEPTA, 1(1): 29-35. Pirassununga, Brasil.
- MORTENSEN A. & Damsgard B., 1993. Compensatory growth and weight segregation following light and temperature manipulation of juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) and artico charr (*Salvelinus alpinus* L.). Aquaculture 114, 261-272.
- SILVA, J.W.B.E, Bernardino, G., Silva Nobre, M., Ferrari, V.A. & Mendonca, J.O.J., 1997. Cultivo do Pacú *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em duas densidades de estocagem no nordeste do Brasil. B.Tec. CEPTA, v. 10, 61-70. Pirassununga, Brasil.
- SOUZA V. L., Urbinati E. C., Oliveira E. G. de, 1997. Restricao alimentar, realimentacao e as alteracoes no desenvolvimento de juvenis de pacú (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg. 1887). B. Inst. Pesca, Sao Paulo. 24 (Unico): 19-24.
- SOUZA V. L., Oliveira E. G. de, Urbinati E. C., 2000. Effects of food restriction and refeeding on energy

stores and growth of pacú, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). J. Aqua. Trop. 15(4): 371-379.

WICKI, G., Wiltchienski, E. & Luchini, L., 2002. Producción de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en el subtrópico argentino con diferentes densidades de siembra. Resúmenes de X Congreso Latinoamericano de Acuicultura, (ALA), Santiago, Chile: 38.

WICKI G. 2003. Cultivo y producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*). Incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra en sistemas de cultivo semiintensivo. Tesis de magister scientiae. Facultad de Agronomía, UBA. 82p.

*** Presentado en el Congreso Asociación Latinoamericana de Acuicultura- ALA, México.**