

# EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL AMUR (*Ctenopharyngodon idella*) EN DOS FASES, PRE-ENGORDE Y ENGORDE, CON DIFERENTES DIETAS Y DENSIDADES DE CULTIVO

**FACUNDO MIGUEL SAL, GUSTAVO WICKI y OSCAR GALLI MERINO**

Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC-Dirección de Acuicultura-SAGPyA-Argentina).

Paseo Colón 982-1063 Bs As. E-mail: facundosal@yahoo.com.ar

## RESUMEN

Se presentan los resultados de una experiencia de crecimiento de Amur en monocultivo realizada en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (27°32'S, 58°30'O). La misma contó con pre-engorde (69 días) y engorde final (431 días), ensayándose los alimentos "Ensilado" y "Control" en la primera etapa, y en la segunda "Ensilado" y "Amur", variando densidades siguiendo un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial de los tratamientos. En preengorde los pesos promedios finales resultaron de 13,01 g con dieta "Ensilado" y de 18,95 g con dieta "Control". Los factores de conversión relativa (FCR) fueron 1,93 y 2,66, con mortalidades de 13,6% y 40,9%, respectivamente. En la fase de engorde el mayor crecimiento se dio en los lotes con dieta "Amur", logrando 471,8 g promedio, contra 381,6 g alcanzado por el lote alimentado con "Ensilado", independientemente del tipo de alimento. El mayor peso promedio (460,17g) se obtuvo con la menor densidad (0,5 ind/m<sup>2</sup>), mientras que la densidad 0,9 ind/m<sup>2</sup> alcanzó 393,2g, independientemente del tipo de alimento. Se encontró interacción significativa de alimento x densidad, observándose mayor rendimiento a la menor densidad, con oferta de alimento "Amur". Los FCR no mostraron diferencias, resultando de 1,75 para "Amur y 1,95 para "Ensilado".

### Palabras clave:

peces, alimento, densidad.

# EVALUATION OF THE GROWTH OF THE AMUR (*Ctenopharyngodon idella*) IN TWO PHASES: PRE-FATTENING AND FATTENING, ON DIFFERENT DIETS AND AT DIFFERENT CULTURE DENSITIES

**FACUNDO MIGUEL SAL, GUSTAVO WICKI y OSCAR GALLI MERINO**

Centro Nacional de Desarrollo Acuicola (CENADAC-Dirección de Acuicultura-SAGPyA-Argentina).

Paseo Colón 982-1063 Bs As. E-mail: facundosal@yahoo.com.ar

## ABSTRACT

A growth trial was conducted in the CENADAC (27°32'S, 58°30'W), to study differences in weight of amur cultured at two stocking densities and two diets. Juvenile, *Ctenopharyngodon idella*, were fed for 69 days with two feeds (Ensilado and Control) and reached 13,01 and 18,95 g, respectively. The FCR was 1,93 and 2,66; while the mortality was 13,6 and 40,9%, respectively. The final growth was conducted for 431 days using two feeds (Ensilado and Amur) and two stocking densities (0,5 & 0,9 ind/m<sup>2</sup>) following a completely randomized design. The biggest growths were obtained by the lots that received food "Amur", with 471,8 g average, while those that consumed food "Ensilado" reached 381,6 g, independently to the food type. The cultivated fish to lower density (0,5 ind/m<sup>2</sup>) they reached bigger weight average than the fish grow that 0,9 ind/m<sup>2</sup>, being 460,17g for the first and 393,2 g for other one. There was interaction "feed x density" being observed bigger yield to the smallest density, with offer of food "Amur". The FCR didn't show differences, being of 1,75 for "Amur" and 1,95 for "Ensilado".

## Key words:

fishes, food, density.

## INTRODUCCIÓN

La carpa herbívora, "sogyo o Amur blanco", denominada también salmón siberiano pertenece al grupo de los Ciprínidos. El nombre común de amur blanco hace referencia a su origen (Río Amur en China), el de salmón siberiano se debe a su transferencia posterior a la ex-URSS, mientras que el de sogyo es originario de Japón según Luchini (2003). Si bien estos lugares son los que le dieron su nombre comercial, en la actualidad se la cultiva en numerosos países del sudeste Asiático, Europa y América.

Su nombre científico *Ctenopharyngodon idella* (Val, 1844) hace referencia a los dientes que forman peines (ctenos) presentes en la estructura faríngea. Es un pez de agua dulce, que alcanza grandes tamaños, pesando hasta cerca de 45 kg (Skelton, 1993) y 1,5 m de largo (Billard, 1997) en los ambientes naturales de donde es originaria. La temperatura de crecimiento óptimo se produce entre los 20 y 28°C.

De hábito alimentario herbívoro, se la utiliza para el control de la vegetación asociada a los cuerpos de agua, sobretodo macrófitas acuáticas y algas filamentosas (Hajra, 1987).

A esta especie se la cultiva ampliamente en policultivo con otros ciprínidos como la carpa común (*Cyprinus carpio*), y dos carpas chinas, *Hypophthalmichthys molitrix* y *Aristichthys nobilis*. Es el grupo de teleósteos más cultivados en el mundo (Kaushik, 1995); su cultivo representa el 63 % de la producción de peces provenientes de la acuicultura, equivalente a unas 20,5 millones de Tn, de los cuales 4 millones de Tn corresponden a carpa Amur (FAO, 2008).

En experiencias de cultivo de Amur se han obtenidos crecimiento entre 3,8 g/día y 7 g/día, con pesos promedios finales de 700 g, según Cremer *et al.* (2003a), y entre 5 y 10 g/día según Opuszynski & Shireman (1995), en diferentes sistemas de cultivo y con alimentos distintos.

Por primera vez, se intenta en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC, 27°32'S y 58°30'O) el monocultivo de esta especie en dos etapas, pre-engorde y engorde final en sistema semiintensivo en estanques excavados en tierra.

Para llevar a cabo esta experiencia se utilizan dos dietas llamadas Ensilado y Control durante la primera etapa, y los alimentos denominados Ensilado y Amur son ensayados durante la segunda fase, con dos diferentes densidades con la finalidad de evaluar el potencial crecimiento de dicha especie en monocultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las experiencias se llevaron a cabo en el CENADAC, situado en la zona subtropical de la región del Nordeste Argentino, en la provincia de Corrientes. La misma fue diseñada en dos etapas: la primera de preengorde, con una duración de 69 días desde el 06/12/2005

hasta el 13/02/2006; y la segunda de engorde final, con una duración de 431 días desde el 16/02/2006 hasta el 23/04/2007.

Los ejemplares de Amur fueron obtenidos en el propio CENADAC, realizándose la reproducción mediante la inducción hormonal y las larvas obtenidas fueron sembradas en estanques exteriores de 500 m<sup>2</sup>, a una densidad de 38 ind/m<sup>2</sup>, la cual se extendió por un período de 50 días.

Previo a la siembra de las larvas se prepararon los estanques, mediante el vaciado y posterior secado de los mismos, para ser fertilizados luego con abono orgánico de aves ponedoras a una tasa de 400 kg/ha; junto a una aplicación de abono inorgánico (mezcla de urea y superfosfato triple, en proporción de 1,5 y 5 kg/ha, respectivamente) según Eгна & Boyd (1997).

Para la realización de la experiencia de preengorde se utilizaron 6 estanques excavados en suelo franco-arcillosos, con superficie de 500 m<sup>2</sup> cada uno, tratados de la misma manera que en la larvicultura. Una vez preparados los estanques se procedió a la siembra de los alevinos a una densidad de 5 ind/m<sup>2</sup> para esta primera etapa. En los estanques denominados 21, 23 y 26 se ubicaron los animales que recibieron la dieta "Ensilado", con pesos promedios iniciales de 1,68 ± 0,95 g, 1,74 ± 0,92 g, y 1,62 ± 0,59 g, respectivamente. Mientras que en los estanques 22, 25 y 27 se alimentaron con la dieta "Control", a los peces cuyos pesos promedios iniciales fueron de 1,44 ± 0,85 g, 1,60 ± 0,99 g y 1,20 ± 0,52 g.

Para la formulación de las dietas mencionadas se tuvieron en cuenta los requerimientos nutricionales conocidos para la especie: proteína bruta de 28 a 32%, lípidos de 4,2 a 4,8% e hidratos de carbono de 36,5 a 42,5%, según lo informado por Li (1996). En cuanto al balance de aminoácidos esenciales se efectuó de acuerdo a los valores de tablas de niveles de nutrientes recomendados para peces herbívoros de acuerdo a Tacon (1989).

En el Tabla 1 se puede observar la composición de las dietas suministradas a lo largo de toda la experiencia. Los alimentos balanceados que se les suministraron a los peces se fabricaron de manera artesanal en el propio CENADAC. Estos se ofrecieron a la población en cultivo en forma diaria, manualmente (al voleo), 6 veces a la semana, totalizando 43 días en la fase de preengorde.

Previo a la alimentación, aproximadamente a las 16.00 horas, se registraron las variables fisicoquímicas del agua; medición de la temperatura y oxígeno disuelto; tarea que también se realizó durante la primera hora del día, aproximadamente a las 6.30 horas. Para la obtención de estos valores en los estanques se utilizó un oxímetro marca YSI, modelo 55; la determinación del pH se hizo mediante el uso de un peachímetro marca Hach modelo EC 40. Estos valores determinaron la oferta de alimento durante el período estival, que es cuando se pueden presentar los problemas de calidad de agua.

Ingredientes	% de Inclusión		
	Control	Ensilado	Amur
Harina de pescado	20	-	-
Harina de maíz	10	-	-
Harina de carne y hueso	11	18	-
Afrechillo de arroz	30	18	-
Harina de soja	27	42	50
Ensilado químico	-	20	-
Harina de girasol	-	-	20
Afrechillo de maíz	-	-	16,5
Harina gluten de maíz	-	-	8
Aceite de soja	-	-	1
Fosfato monodivalente	-	-	2,5
Sal	0	1	1
TOTAL	100	100	100
Proteína Bruta (%)	32,5	32	32
Lípidos (%)	8	7	6

**Tabla 1.** Composición de los alimentos ensayados durante la experiencia.

Con la finalidad de fijar la tasa de alimentación se realizaron muestreos periódicos quincenales, sobre una submuestra del 10% de la población de cada estanque, así la ración ofrecida, se estimó en función del peso promedio corporal y la biomasa resultante. En el inicio de la experiencia la tasa de alimentación fue del 12% llegando a un 6% al final de esta etapa.

Para la segunda etapa de la experiencia, el engorde final; se realizó el levante del pre-engorde con la finalidad de contar la totalidad de los animales y reacondicionar los 6 estanques utilizados. En esta etapa se utilizaron 12 estanques, también de 500 m<sup>2</sup> cada uno; para lo cual se prepararon 6 estanques más, los que recibieron un manejo igual al antes descrito. Se planteó la experiencia basado en el uso de dos dietas "Ensilado" y "Amur", junto con la utilización de dos densidades: 0,5 ind/m<sup>2</sup> y 0,9 ind/m<sup>2</sup>; el diseño de este ensayo se realizó de manera aleatoria con arreglo factorial de los tratamientos. Cada tratamiento contó con tres replicas.

El análisis estadístico se realizó aplicando análisis de varianza ( $p < 0,05$ ), evaluando los pesos promedios e incremento en peso diario de los efectos principales, diferentes densidades y los dos alimentos ofrecidos, así como las respectivas interacciones, de acuerdo a Hintze (1998).

En la Tabla 2 se muestra el arreglo utilizado, 2 factores, (alimento y densidad) con dos niveles cada uno, en un experimento 2x2 según lo descrito por Steel y Torrie (1997). Los animales que recibieron el alimento "Ensilado" fueron sembrados con un peso promedio inicial de  $10,51 \pm 3,06$  g para el tratamiento A y con  $16,41 \pm 4,42$  g los del tratamiento C. Para los tratamientos que recibieron el alimento "Amur" B y D, los pesos promedios iniciales fueron de  $13,21 \pm 4,62$  g y  $18,01 \pm 5,25$  g, respectivamente.

<b>Alimento\Densidad</b>	<b>0,5 (ind/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,9 (ind/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Ensilado (Ens)</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
<b>Amur (Am)</b>	<b>B</b>	<b>D</b>

**Tabla 2.** Diagrama del diseño experimental utilizado en fase de engorde.

La dieta denominada "Amur" se formuló tomando como modelo un extruido formulado solamente con ingredientes de origen vegetal, desarrollado por la Asociación Americana de Soja (ASA) para esta especie, (Cremer *et al.*, 2003a) (Tabla 1).

Al igual que en el preengorde la alimentación se realizó manualmente, 6 días a la semana totalizando 253 días. De la misma manera que en la etapa anterior se registraron las variables fisicoquímicas del agua, con la finalidad de evitar inconvenientes en la calidad del agua y el mejor aprovechamiento de la ración por parte de los peces.

La tasa de alimentación durante el engorde se determinó con la realización de las biometrías mensuales a las que se afectaban peces en un número equivalente al 10% de la población inicial. La tasa de alimentación inicial resultó del 5 % y la final fue del 1,5 %.

Se calcularon los factores relativos de conversión (FCR) e incrementos en peso diario (IPD) utilizando las siguientes formulas:

$$FCR = \frac{\text{Alimento Consumido (Kg)}}{\text{Ganancia en Peso (Kg)}}$$

$$IPD = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Tiempo (días)}}$$

## RESULTADOS

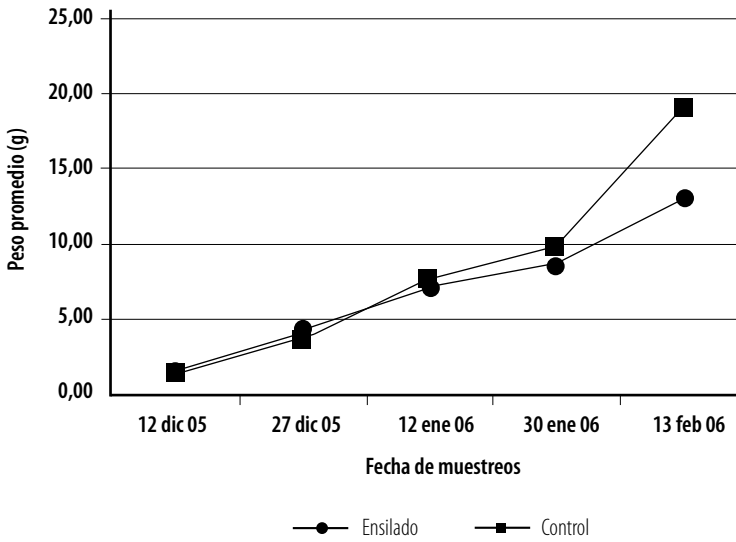
### PRIMERA FASE: PREENGORDE

En la primera fase de cultivo, las variables fisicoquímicas del agua mostraron una temperatura media de  $29,7 \pm 0,69$  °C, la concentración del oxígeno disuelto medio fue de  $5,65 \pm 0,53$  mg/L y la de pH de  $8,15 \pm 0,11$ .

En la Tabla 3 se muestran los valores biométricos obtenidos durante el período de preengorde, donde las mortalidades registradas en esta etapa resultaron superiores para los individuos alimentados con dieta Control. Los crecimientos promedios obtenidos en ambos tratamientos se muestran en la Figura 1. Como puede observarse, la curva que describe la dieta Control logró el mejor promedio (valor final de  $18,95 \pm 13,34$  g) que la correspondiente a la dieta Ensilado (promedio final de  $13,01 \pm 4,31$  g).

Variables	Alimento ensilado			Alimento control		
	Estanque 21	Estanque 23	Estanque 26	Estanque 22	Estanque 25	Estanque 27
Peso inicial (g)	$1,68 \pm 0,95$	$1,74 \pm 0,92$	$1,62 \pm 0,59$	$1,44 \pm 0,85$	$1,60 \pm 0,99$	$1,20 \pm 0,52$
Peso final (g)	$10,28 \pm 2,91$	$10,78 \pm 3,71$	$17,98 \pm 6,20$	$8,11 \pm 2,54$	$16,37 \pm 5,66$	$32,38 \pm 13,62$
Número inicial	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Número final	2011	2274	2188	1740	1846	839
Densidad (peces/m <sup>2</sup> )	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Producción (Kg/ha)	413,46	490,24	786,89	282,30	604,41	543,34
Mortalidad (%)	19,56	9,04	12,48	30,4	26,16	66,44
Días de cultivo	69	69	69	69	69	69
Días alimentados	43	41	43	41	43	41
FCR	2,69	1,79	1,28	4,39	1,87	1,74
FCR Promedio	$1,92 \pm 0,71$			$2,67 \pm 1,49$		
IPD (g/día)	0,12	0,13	0,24	0,10	0,21	0,45
IPD promedio (g/día)	$0,16 \pm 0,06$			$0,25 \pm 0,18$		

**Tabla 3.** Valores biométricos promedios de la etapa de preengorde.



**Figura 1.** Curva de crecimiento promedio respecto a dos dietas ensayadas (Ensilado y Control) durante la fase de pre-engorde en el cultivo de *Ctenopharyngodon idella*.

## SEGUNDA FASE: ENGORDE

En la etapa final de cultivo, las variables fisicoquímicas del agua mostraron una temperatura media de  $24,2 \pm 4,78^{\circ}\text{C}$ , la concentración del oxígeno disuelto medio fue de  $6,18 \pm 0,93 \text{ mg/L}$  y el pH  $7,92 \pm 0,11$ . En la Figura 2 se muestran los valores máximo, mínimo y promedio de la temperatura y el oxígeno disuelto a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

En la Tabla 4 se muestran los resultados alcanzados durante la etapa final de cultivo. La Figura 3 muestra los pesos promedios obtenidos y en ella se puede comparar la relación que guardó a lo largo del engorde, el crecimiento con cada dieta suministrada y las densidades utilizadas. La Figura 4 muestra los pesos finales promedio para todos los tratamientos realizados.

En la Figura 4 se observa una interacción entre alimento y densidad que resultó estadísticamente significativa; de donde se desprende la conveniencia de la utilización de la densidad de  $0,5 \text{ ind/m}^2$  combinada con la oferta del alimento Amur.

Los FCR promedios para cada tratamiento A, B, C y D; no evidenciaron diferencias significativas entre los mismos.

En cuanto al aprovechamiento del alimento resultó superior a la menor densidad, con un FCR de 1,6; mientras que a la densidad de  $0,9 \text{ ind/m}^2$  resultó de 2,04.



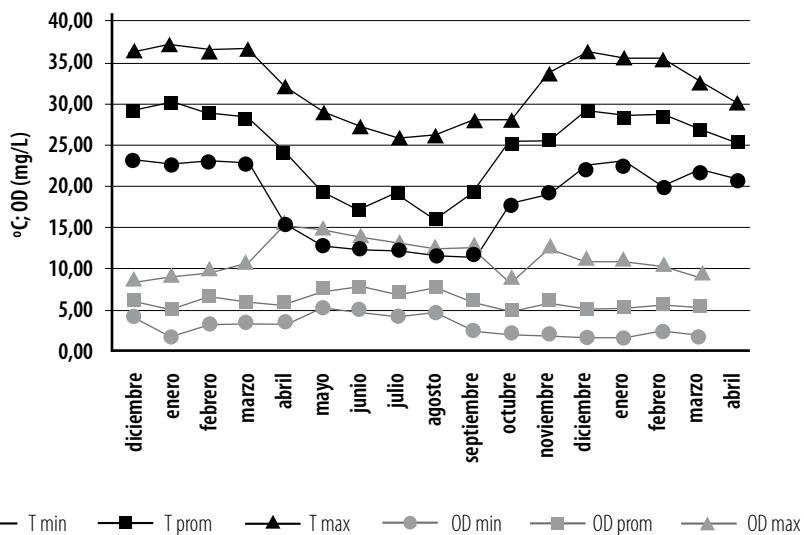


Figura 2. Parámetros físico-químicos (temperatura y concentración de oxígeno disuelto) registrados durante todo el ciclo de cultivo.

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Alimento	Ensilado	Amur	Ensilado	Amur
Peso inicial (g)	10,51 ± 3,06	13,21 ± 4,62	16,41 ± 4,42	18,01 ± 5,25
Peso final (g)	374,04 ± 28,58	546,30 ± 20,68	389,17 ± 58,28	397,38 ± 44,99
Densidad (peces/m2)	0,50	0,50	0,90	0,90
Producción (Kg/ha)	1733,19 ± 98,70	2333,49 ± 209,81	2570,69 ± 694,01	2786,41 ± 454,16
Mortalidad (%)	7,20 ± 3,46	14,67 ± 4,77	27,04 ± 12,96	22,37 ± 4,25
Biomasa inicial (g)	2628,00 ± 111,39	3303,70 ± 1096,73	7386,00 ± 833,54	8105,10 ± 544,10
Biomasa final (g)	86659,27 ± 4935,02	116674,32 ± 10049,42	128534,45 ± 34700,40	139320,62 ± 22708,04
Biomasa adquirida (g)	84031,27	113370,61	121148,45	131215,52
Días de Cultivo	431	431	431	431
Días Alimentados	254	251	249	247
Alimento suministrado (g)	146390,00	177536,67	247586,67	249588,33
FCR promedio	1,75 ± 0,19	1,58 ± 0,16	2,16 ± 0,66	1,93 ± 0,27
IPD promedio (g/día)	0,84 ± 0,07	1,24 ± 0,05	0,86 ± 0,13	0,88 ± 0,10

Tabla 4. Valores biométricos promedios de la etapa de engorde.

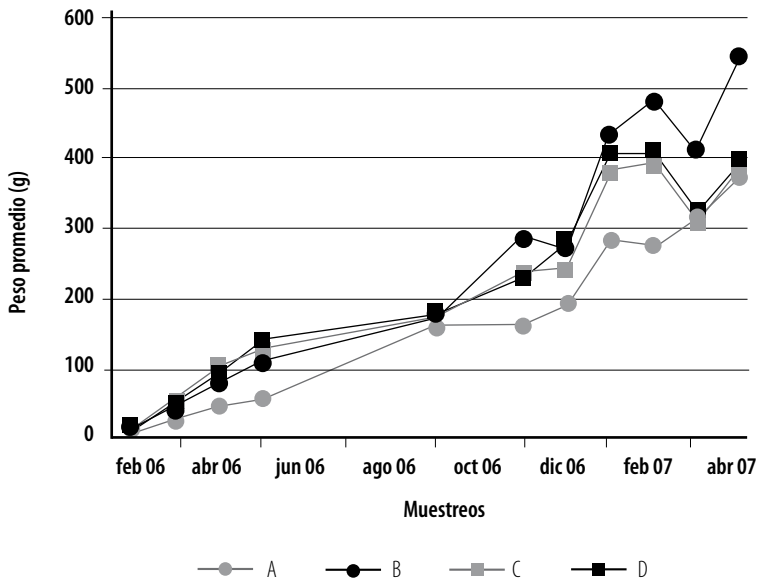


Figura 3. Crecimientos promedio en los cuatro tratamiento A, B, C y D ensayados durante la etapa de engorde del cultivo de *Ctenopharyngodon idella*.

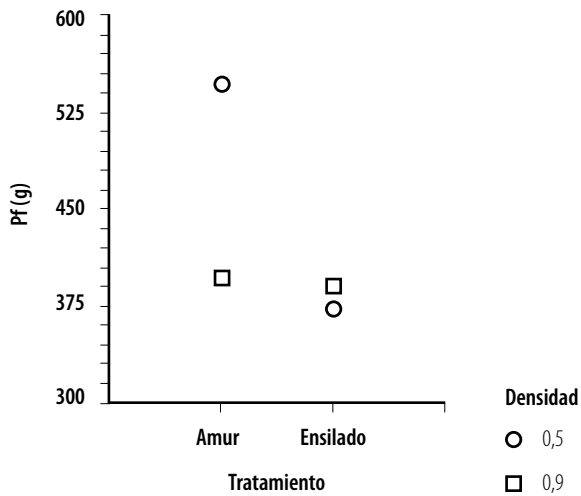


Figura 4. Promedios de pesos finales (Pf) para las diferentes densidades y alimentos utilizados.

## DISCUSIÓN

### PRIMERA FASE: PREENGORDE

Los FCR obtenidos en el presente estudio (Tabla 3) fueron más elevados que el obtenido por Marques *et al.* (2004), quienes informaron que para un mes de cultivo y a una tasa de alimentación del 7%, el FCR resultó de 1,66. Por otra parte, Zhen, *et al.* (2006) reportaron valores de FCR de 0,69, con una ganancia en peso de 92 g ( $P_i = 3$  g) en 56 días de cultivo a una temperatura promedio de 23 °C. Estos autores consiguieron los valores reportados con una tasa de alimentación del 2% del peso corporal, la cual resultó ser la óptima en una experiencia en la que se compararon tasas de alimentación entre el 1 y 3% del peso corporal. Los mayores valores de FCR obtenidos en nuestro trabajo podrían deberse a una mayor tasa de alimentación utilizada (12% inicial - 6% final).

Los animales que recibieron la dieta Ensilado tuvieron una mejor sobrevivencia pero un menor crecimiento, mientras que los que fueron alimentados con la dieta Control sucedió todo lo contrario (Tabla 3 y Fig 1). Esta diferencia de peso al final del preengorde se puede deber a un mejor aprovechamiento de la ración suministrada al ser menos individuos en el estanque y a una mayor utilización del alimento natural. Al respecto Hopher & Pruginin (1985) plantean que el alimento natural existente en los estanques de cultivo es considerado de suma importancia debido a su alto valor proteico y calórico; aunque la proporción del alimento natural consumido con respecto a los requerimientos absolutos de alimento decrece al aumentar la cosecha en pie de los peces.

Es notoria la incidencia de la mortalidad sobre el crecimiento y el factor de conversión relativo, el primero resultó mayor en los lotes donde la mortalidad fue más alta, desmejorándose el FCR a causa de una probable sobrealimentación. No es posible adjudicar la mortalidad ocurrida en los lotes alimentados con dieta Control a ninguna causa determinante, ya que no se detectaron problemas sanitarios y esta fue descubierta en el levante final.

Se compararon también los resultados obtenidos con una experiencia previa, la que arrojó los siguientes incrementos en peso diario (IPD) promedios: para los peces alimentados con ensilado Químico de 0,14; con ensilado Biológico 0,11 y 0,13 g/día para la dieta Amur (Wicki *et al.*, 2007a). Mientras que en esta experiencia los IPD promedios resultaron de 0,16 para el lote que recibió la dieta Ensilado y de 0,25 g/día para los que recibieron el alimento Control; siendo superiores a los antes informado y en un plazo de tiempo de cultivo más corto.

### SEGUNDA FASE: ENGORDE

Los crecimientos resultaron superiores para los tratamientos que recibieron el alimento "Amur", en ambas densidades sembradas, para los sembrados a una densidad de 0,5

ind/m<sup>2</sup> y para los de la densidad 0,9 ind/m<sup>2</sup>; en comparación con los animales que consumieron la dieta Ensilado.

También se observaron diferencias de crecimiento en correspondencia con las densidades planteadas; los mayores pesos los obtuvieron los lotes sembrados a menor densidad.

Cremer *et al.*, (2003a) utilizando un alimento extruido con 32% de proteína y 6% de lípidos, informaron que a una densidad de siembra de Amur de 0,9 ind/m<sup>2</sup> con pesos iniciales de 70,125 y 84 g obtuvieron crecimientos promedios de 713, 811 y 1.053 g para ciclos de cultivos de 140, 181 y 138 días, respectivamente. Estos autores reportaron que utilizando la dieta antes mencionada, obtuvo crecimientos de 700 g en 109 días de cultivo a partir de juveniles de 198 g en experiencias realizadas en jaulas de bajo volumen. En ambas experiencias se muestra un crecimiento muy superior al obtenido en CENADAC.

El alimento utilizado durante las experiencias realizadas por Cremer *et al.* (2003a) es un balanceado extruido que contiene cáscara de soja con alto contenido de fibra (31%). Si bien en la dieta Amur se utilizó expeler de girasol para aumentar el porcentaje de fibra, ambos ingredientes no son comparables debido a grandes diferencias en su composición. Los resultados obtenidos demuestran que no resultó favorable el cambio del ingrediente en la composición de la dieta, como también puede haber incidido la forma del maquinado del balanceado (extruido vs. peletizado). Afzal Khan *et al.* (2004) en una experiencia realizada comparando diferentes niveles proteicos obtuvieron mayores crecimientos con dietas extrusadas de 30% con peso final promedio de 3100 g y con 35% de proteína bruta, un peso final promedio de 3200 g, cotejando tenores que variaron entre 20 y 40% de proteína bruta.

En sistema de policultivo Jena *et al.* (2002) reporta un FCR de 3,16 utilizando un suplemento alimentario de salvado de arroz y torta de aceite de maní.

Los FCR obtenidos por Cremer *et al.* (2003a) resultaron de 1,23 para cultivo en estanques y 1,83 para cultivos en jaulas (Cremer *et al.*, 2003b). Estos valores resultan inferiores a los obtenidos con la dieta Amur que contuvo 20% de harina de girasol.

Luchini y Wicki (1992) informaron de un incremento del FCR de 1,41 a 1,76 en cultivo de "randiá" (*Rhamdia quelen*) cuando se suplantó el 50% de la harina de soja por harina de girasol (11,7% de la fórmula ración), observándose crecimientos similares en ambos lotes. En experiencia de engorde final de pacú, Wicki *et al.* (2007b) reportaron un incremento del FCR de 2,37 a 2,55 utilizando la dieta ensilado frente a otra con una inclusión del 20% de harina de girasol. En ambas experiencias, si bien no se observaron diferencias en los pesos finales, si las hubo en los FCR los cuales se incrementaron; estos antecedentes indican la necesidad de profundizar los estudios sobre las distintas materias primas a utilizar. La eficiencia de los alimentos utilizados en las diferentes experiencias resulta difícil de comparar tanto por el modo de fabricación como por la utilización de ingredientes muy dispares.

Al igual que con los pesos finales, las diferencias entre los IPD resultaron significativas

tanto para los dos alimentos utilizados, como para las densidades empleadas, observándose una interacción positiva entre ambas variables.

Los IPD obtenidos fueron inferiores a los informados por Cremer *et al.* (2003a) que estuvieron entre 3,8 g/día y 7 g/día, el mismo autor obtuvo crecimientos de 4,6 g/día para cultivos en jaulas, además Opuszynski y Shireman (1995) citan crecimientos con alimento natural entre 5 y 10 g/día con temperaturas entre 19 y 29°C. Estos autores mencionan que el crecimiento se reduce al aumentar la densidad, variando entre 13,5 g/día a una densidad de 0,1 ind/m<sup>2</sup> hasta 3,6 g/día a una densidad de 0,4 ind/m<sup>2</sup>.

Los valores publicados por los autores antes mencionados indican que la especie posee un potencial de crecimiento superior al alcanzado en esta experiencia.

## CONCLUSIONES

De la primera fase del cultivo pre-engorde podemos concluir que la dieta denominada "Control" obtuvo mejores crecimientos, pero una mayor mortalidad y un FCR en promedio mayor.

Se deberá mejorar la sobrevivencia y el FCR en futuras experiencias y testear la eficiencia de tasas alimentarias menores.

En fase de engorde la dieta denominada "Amur" obtuvo mejores rendimientos, mayores pesos promedios y FCR ligeramente inferiores.

La densidad de 0,5 ind/m<sup>2</sup> pareciera resultar más adecuada para monocultivos de esta especie.

Si bien la dieta formulada con ingredientes vegetales tuvo mejor rendimiento, se deberán ensayar dietas con diferentes ingredientes vegetales disponibles en el país con la finalidad de mejorar el crecimiento, por lo tanto será necesario probar alimentos extruidos con alto contenido de fibra.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco la confianza de la Dra. Laura Luchini y de mi jefe Msc. Gustavo Wicki, a mis compañeros del CENADAC, y a mi mujer Adriana Sinatra por su apoyo incondicional.

**Recibido | Received:** 27 de Marzo de 2010

**Aceptado | Accepted:** 09 de Noviembre de 2010

## REFERENCIAS

- Afzal Khan, M., Khalil Jafri, A. & Kumar Chadha, N.** 2004. Growth, reproductive performance, muscle and egg composition in grass carp, *Ctenopharingodon idella* (val), fed hydrilla or formulated diets with varying protein levels. *Aquaculture Research*, 35 :1277-1285.
- Billard, R.** 1997. *Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces*. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 192 pp.
- Cremer, M.C., Zhang, J. & Zhou E.** 2003a. Mejora de carpa herbívora y tilapia con alimentos basados en soja, en China. *ASA. Internacional Aquaculture feed*, 6 (3):24-30.
- Cremer, M.C., Zhang, J. & Zhou E.** 2003b. Grass Carp Production in LVHD cages with a soy-based feed: Guangxi Province. [www.soyaqua.org](http://www.soyaqua.org)
- Egna, H.S. & Boyd, C.E.** 1997. *Dynamics of pond Aquaculture*. CRC Press. EE. UU., pp 73-103.
- FAO.** 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture. SOFIA Roma 2008. FAO. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Hajra, A.** 1987. Biochemical investigation on the protein-calorie availability in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) from an aquatic weed (*Ceratophyllum demersum*) in the tropics. *Aquaculture*, 61(2):113-10.
- Hepher, B. & Pruginin, Y.** 1985. *Cultivo de peces comerciales*. Limusa, México, 316 pp.
- Hintze, J.L.** 1998. *Number Cruncher Statistical system (NCSS, 2000)*. Version 6.0. Graphies Dr. J. L. Hintze, Kaysville, Utah, EEUU.
- Jena, J.K., Ayyappan, S. & Aravindakshan, P.K.** 2002. Comparative evaluation of performance in varied cropping patterns of carp polyculture systems. *Aquaculture*, 207:49-64. [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)
- Kaushik, S.J.** 1995. Nutrien requeriments, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture*. 129:225-241.
- Li, A.** (ed.) 1996. *Nutrition and feed of aquatic animals*. China Agricultural Press, Beijing, pp. 44-46.
- Luchini, L. & Wicki, G.** 1992. Experiencia de engorde para producción de catfish sudamericano, *Rhamdia sapo*, con variación de la formula alimentaria. VII Simposio Latinoamericano de acuicultura, Memorias, 173- 180. Barquisimeto, Venezuela.
- Luchini, L.** 2003. Acerca de la utilización del pez sogyo o amur blanco para su empleo en limpieza de vegetación en cuerpos de agua. SAGPYA CD-rom.
- Marques, N. R., Hayashi C., Souza S. R. & Soares T.** 2004. Efeito de diferentes de arraçoamento para alevinos de carpa-carpim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 30(1):51-56.
- Opuszynski, K. & Shireman, J.** 1995. *Herbivorous fishes, culture and use for weed management*. CRC press, EE. UU., 223 pp.
- Skelton, P.H.** 1993. "A complete guide to the freshwater fishes of southern Africa". Southern Book Publishers. 388 pp.
- Steel, R. & Torrie, J.** 1997. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Mc Graw-Hill, México, 622 p.
- Tacon, A.G.J.** 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. FAO. GCP/RLA/102/ITA. Manual de capacitación. Brasilia, Brasil.
- Wicki, G.A., Dapello, G. & Alvarez, M.** (eds.). 2007a. *Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces*. FAO, Roma. 64 pp.
- Wicki, G., Rossi, F., Martin, S., Panne Huidobro, S. & Luchini, L.** 2007b. Engorde final de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) con raciones basadas en subproductos de maíz, girasol y ensilado ácido. *Aquatic*, 26:1-8.
- Zhen yu Du, Yong-Jian Liu, Li-Xia Tian, Jian-Guo He, Jung-Ming Cao & Gui-Ying Liang.** 2006. The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture international*, 14:247-257.