

CRECIMIENTO DEL GUAPOTE LAGUNERO (*Cichlasoma dovii*) EN REGIMEN DE CULTIVO INTENSIVO EN ESTANQUES Y SU DEPENDENCIA DE LA DENSIDAD

Jorge Günther Nonell

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional
86-3000 Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Se determinan las características de crecimiento del guapote lagunero, *Cichlasoma dovii*, en régimen de cultivo intensivo en estanques de tierra y a dos densidades diferentes (1,4 y 2,8 peces/m²). El crecimiento y la utilización del alimento fueron aproximadamente 20% y 13% más ventajosos, con la densidad baja. Se determinó un acentuado dimorfismo sexual en peso (peso final promedio 317,2 y 113,9 g. para machos y hembras, respectivamente) y se utilizaron distribuciones de frecuencia para describir cuantitativamente el crecimiento de machos y hembras por separado.

ABSTRACT

Growth and feed utilization of the Dow cichlid (*Cichlasoma dovii*) were assessed when cultured intensively in earthen ponds at two different densities (1.4 and 2.8 fish/m²). Growth and feed utilization were superior by 20% and 13%, respectively, at the lower density. A pronounced sexual difference in mean weight was detected (final weights 317,2 and 113,9 g. for males and females, respectively) and frequency distributions were used to determine separately the growth of males and females.

INTRODUCCION

El guapote lagunero (*Cichlasoma dovii*) es un cíclido piscívoro centroamericano distribuido entre Honduras y el norte de Costa Rica (MOYA

1979, BUSSING 1987). Es uno de los cíclidos más grandes de América, alcanzando pesos de 7 kg. y una longitud de 700 mm. (VILLA 1982, ALDAVE 1985, CAMPOS 1986, SANDS 1986, BUSSING 1987). En Costa Rica es muy apreciado en la pesca deportiva, también por la excelente calidad de su carne (VINCENZI y CAMACHO 1974), manteniéndose además una pequeña pesquería comercial en el lago Arenal (CAMPOS 1986).

Un pariente más pequeño del guapote lagunero, el guapote tigre, *Cichlasoma managuense*, se usa en acuicultura como controlador de la reproducción de otros peces, especialmente tilapia (DUNSETH y BAYNE 1978, TEICHERT-CODDINGTON 1994) y se han investigado algunos aspectos de su cultivo en régimen intensivo, como crecimiento y utilización del alimento (UMAÑA 1994, GÜNTHER 1996).

Es poco lo que se sabe del crecimiento del guapote lagunero. ALDAVE (1985) y CAMPOS (1986) estimaron su crecimiento en el lago Arenal, GÜNTHER y ULLOA (1995) determinaron el crecimiento larval con alimento natural. El objetivo del presente trabajo es determinar el crecimiento y la utilización del alimento del guapote lagunero en régimen de cultivo intensivo en estanques y con dos densidades diferentes, con el fin de analizar su uso como alternativa al guapote tigre en acuicultura.

MATERIAL Y METODOS

Peces. Se usaron 510 peces obtenidos por reproducción espontánea y criados en laboratorio. Al

inicio del experimento tenían aproximadamente cuatro meses de edad con un peso promedio de 15,7 g. y un coeficiente de variación de 28,5%.

Diseño experimental. Los alevines se sembraron en estanques de aproximadamente 60 m², en 2 densidades de 85 y 170 peces por estanque (1,4 y 2,8 peces/m², respectivamente), con 2 repeticiones cada una. La distribución se hizo al azar.

Alimentación. Los peces se alimentaron con una dieta formulada y fabricada en el laboratorio (ver cuadro 1). Se calcularon raciones diarias de alimento tomando como base inicialmente una constante de crecimiento G (IWAMA y TAUTZ 1981) de 0,25 y un factor de conversión de 1,3. El cálculo de las raciones se reajustó después de cada muestreo mensual tomando en cuenta el peso promedio de los peces y reduciendo gradualmente la constante de crecimiento G hasta un valor final de 0,15.

Determinación del sexo. La diferenciación morfológica externa de los sexos en un inicio era muy difícil, pero se fue haciendo evidente al avanzar el experimento. En el penúltimo muestreo y en la cosecha final se sexaron individualmente todos los peces, utilizando las características morfológicas más obvias: machos generalmente grandes, con pintas abundantes y giba prominente, sin banda oscura lateral, aletas azuladas, hembras en su mayoría pequeñas, pocas pintas, poco desarrollo de la giba pero con banda lateral prominente, con un conspicuo color amarillo. En la cosecha final se

confirmó el sexo en casos dudosos por examen de la gónada.

Calidad de agua. En los estanques se mantuvo un flujo diario de aproximadamente 10 litros/minuto. Se midió diariamente el nivel de oxígeno disuelto y la temperatura en el agua saliente de los 4 estanques a las 7 de la mañana y a las 4 p.m.

Análisis de datos. Aproximadamente todos los meses se muestrearon y pesaron individualmente entre 40 y 60 peces de cada estanque. En 2 ocasiones, en el antepenúltimo y último muestreo, se sexaron además todos los peces muestreados. En el último muestreo se recuperaron todos los peces de los estanques.

Se utilizan los siguientes parámetros:

Tasa de crecimiento G (IWAMA y TAUTZ 1981):

$$G = (Pf^{(1/3)} - Pi^{(1/3)})/t$$

Factor de conversión real = (Biomasa final - Biomasa inicial)/t

en que Pf y Pi son peso final e inicial, respectivamente, t tiempo transcurrido en días.

Los datos referentes a las 2 densidades se analizaron mediante ANOVA simple.

Con el fin de obtener el crecimiento diferen-

Cuadro 1.
Composición por ingredientes y análisis proximal de la dieta

<i>Ingredientes</i>	<i>Análisis proximal</i>	<i>Ingredientes</i>	<i>Análisis proximal</i>
Harina de pescado	52,8	Proteína	52,0
Harina de carne y hueso	5,3	Lípido	15,4
Harina de sangre	10,6	Carbohidrato	14,3
Harina de soya	10,6	Fibra cruda	0,7
Harina de trigo	15,8	Ceniza	17,8
Aceite de soya	1,9		
Aceite de pescado	1,9		
Mezcla vitamínica*	1,0		

*per Kg. diet: A 10.000 UI, D 5.000 UI, E 500 mg., K 32 mg., B1 80 mg., B2 100 mg., Piridoxina 80 mg., Pantotenato 200 mg., Ac. nicotínico 400 mg., Biotina 10 mg., Ac. fólico 20 mg., B12 100 µg., C 1,5 g., Colina 3 g., BHT 400 mg.

cial de machos y hembras se analizaron distribuciones de frecuencia tomando en conjunto los datos de todos los peces en cada muestreo. Se determinaron las modas de las distribuciones para machos y hembras como un estimado de los pesos promedio correspondientes. Como las modas para machos y hembras varían algo dependiendo de la distribución por frecuencia que se utilice, se tomaron como valores modales los promedios de cinco distribuciones de frecuencia realizadas con valores de clase igual a 0,5%, 1%, 1,5%, 2% y 2,5% del rango respectivo de pesos. Este procedimiento se realizó con las distribuciones 3, 4, 5, 6, 7 y 9. En los muestreos 1 y 2 se tomó el peso promedio de todos los peces, en los muestreos 8 y 10, en que se sexaron los peces, se tomaron los pesos promedios obtenidos para machos y hembras respectivamente. Mediante regresión no lineal se obtuvieron los modelos de crecimiento según von Bertalanffy (HOPKINS 1992) para machos y hembras separadamente. Para los análisis se usó el paquete estadístico STATGRAPHICS 5.0.

RESULTADOS

Datos fisicoquímicos. En la figura 1 se muestra la variación de los promedios semanales de los 4 estanques durante la duración del experimento. El cuadro 2 muestra los valores promedio, máximo y mínimo obtenidos en el período. No se encontraron diferencias apreciables entre los valores de los 4 estanques.

Reproducción. En el muestreo 5 (día 126 del cultivo, peso promedio de los peces 85 g.) se observaron por primera vez alevines de guapote

Cuadro 2.
Temperatura y oxígeno disuelto en los estanques experimentales durante el experimento

	Temperatura (°C)		Oxígeno disuelto (mg/l)	
	a.m.	p.m.	a.m.	p.m.
Promedio	26,3	28,7	6,7	14,2
Máximo	29,2	34,3	17,7	33,2
Mínimo	22,6	22,8	1,1	4,9

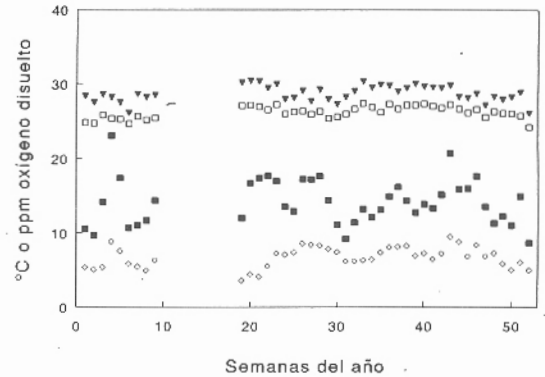


Figura 1. Parámetros de calidad de agua en los estanques durante el ciclo de cultivo. Promedios semanales de los 4 estanques. De arriba hacia abajo: temperatura pm, temperatura am, oxígeno disuelto pm, oxígeno disuelto am. El experimento empezó en la semana 19, 1993 y terminó en la semana 9, 1994.

lagunero en uno de los estanques. A partir de esta fecha y hasta el final del experimento fue constante la presencia de alevines de varios tamaños. Los más grandes con aproximadamente 20 g. se observaron en el muestreo final.

Crecimiento vs. densidad. El cuadro 3 muestra los resultados del ensayo de crecimiento en dependencia de la densidad. La tasa de crecimiento y el peso alcanzado fueron mayores con la baja densidad. En promedio, los peces alcanzaron un 20% más de peso en la densidad baja que en la alta. La mortalidad total fue mayor en densidad baja, pero no es significativamente diferente de la mortalidad en densidad alta. Tampoco hay diferencias significativas con respecto a la densidad en los coeficientes de variación finales para machos y hembras. Sin embargo, los machos muestran un coeficiente de variación significativamente mayor que las hembras (22,6 vs. 13,9, $P \leq 0,005$). El factor de conversión real fue similar en ambas densidades, pero el factor de conversión aparente (sin tomar en cuenta la mortalidad) fue ligeramente superior en la densidad baja.

Crecimiento por sexos. En los muestreos realizados durante el experimento pronto se hizo aparente

Cuadro 3.

Parámetros finales de cultivo de *C. dovii* con 2 densidades

Densidad peces/m ²	1,4	2,8
Peso final promedio en g.	255,8 a	211,5 b
Tasa de crecimiento G	0,13 a	0,116 b
Factor de conversión real	2,68 a	2,53 a
Factor de conversión aparente*	1,85 a	2,09 b
Mortalidad %	28,8 a	15,9 a
CV machos	22,7 a	22,4 a
CV hembras	13,6 a	14,2 a

CV: coeficiente de variación, * sin tomar en cuenta la mortalidad. Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa (P≤0,05)

que los machos crecían mucho más rápido que las hembras. Las distribuciones por frecuencia de pesos adoptaron a partir del cuarto muestreo una forma bimodal que sugería una separación progresiva entre machos y hembras (fig. 2). Con el fin de verificar esta observación se sexaron todos los peces muestreados en el antepenúltimo muestreo y en la cosecha final, confirmando que la separación modal en la distribución de frecuencias se debe a la diferencia de tamaños de los 2 sexos (fig. 3). En el muestreo final, el peso promedio de todos los machos fue de 317,2 gramos, el máximo 543, el mínimo 104 gramos. El peso promedio de las hembras fue de 113,9 gramos, el máximo de 155, el mínimo de 59 gramos. La relación de pesos promedio macho:hembra fue en consecuencia de 2,8:1. La variabilidad de pesos fue mayor en los machos (CV final 22,6 %) que en las hembras (CV final 13,9 %).

En la figura 4 se grafican en función del tiempo de cultivo los valores modales y de peso promedio obtenidos en cada muestreo para machos y hembras, respectivamente. El cuadro 4 muestra los parámetros de las curvas de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy, obtenidos por regresión no lineal de las modas de machos y hembras.

DISCUSION

La calidad de agua durante el experimento

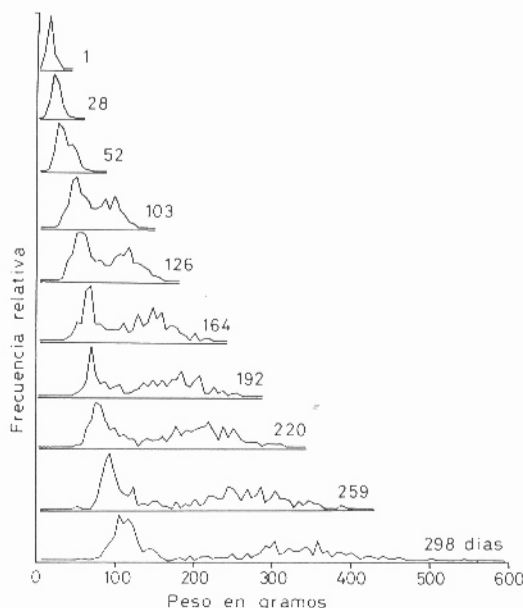


Figura 2. Distribución de frecuencias de todos los peces durante el cultivo. Distribución en 100 clases con 6 g. ancho de clase. Las cifras indican los días de muestreo.

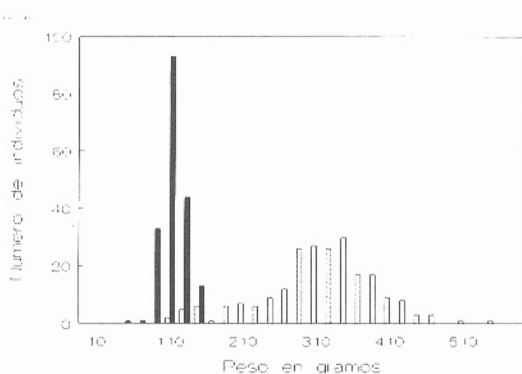


Figura 3. Distribución de frecuencias de machos (barras punteadas) y hembras (barras negras) en la cosecha final. Ancho de clase 20 g.

se mantuvo dentro de los rangos habituales en zonas tropicales (fig. 1). Los valores de oxígeno matutinos fueron especialmente bajos en las primeras semanas del cultivo (semanas 19-22, final de la estación seca), coincidiendo con un verano muy seco (1994). El crecimiento de los animales pudo

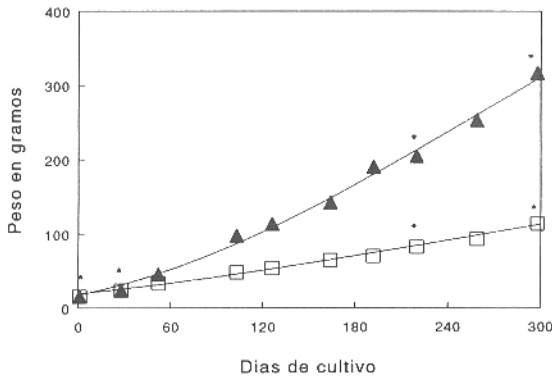


Figura 4. Valores modales para machos (triángulos) y hembras (cuadrados) calculados de las distribuciones de frecuencias durante el ciclo de cultivo. Valores con * representan pesos promedio obtenidos por muestreo. Las curvas representan los modelos de von Bertalanffy de mejor ajuste (cuadro 4).

Cuadro 4.

Parámetros de las curvas de crecimiento según V. BERTALANFFY, para machos y hembras de *Cichlasoma dovii*

Machos	Peso _∞	1032,8
$r^2 = 0,994$	K (día ⁻¹)	0,0027
	t ₀ (días)	-109,8
Hembras	Peso _∞	388,4
$r^2 = 0,992$	K (día ⁻¹)	0,0021
	t ₀ (días)	-217,8

Peso_∞ peso máximo alcanzable, K constante de crecimiento, t₀ tiempo cero

haber sido afectado por estos niveles bajos de oxígeno.

Aunque la diferencia de tamaños de los sexos de *C. dovii* se menciona en ocasiones (BARLOW 1976, SANDS 1986), reportes cuantitativos son escasos. CAMPOS (1986) analizó 120 individuos en el lago Arenal y reporta un peso promedio de 1,83 kg. para machos y de 0,39 kg. para hembras (4,7:1). La acentuada diferencia de peso entre los sexos de *C. dovii* no se menciona en

los estudios sistemáticos (MOYA 1979, VILLA 1982, BUSSING 1987). Para un posible cultivo comercial del guapote lagunero esta diferencia es muy importante, ya que sería mucho más rentable cultivar sólo machos.

En el análisis de crecimiento de especies con dimorfismo en peso tan acentuado, los datos de crecimiento referidos a la población total no pueden aplicarse ni a los machos ni a las hembras y por ende son de poca utilidad. Será necesario aplicar, como en este caso, análisis de distribución de pesos y de progresión modal, para poder diferenciar entre el crecimiento de los dos sexos. En el modelo de VON BERTALANFFY, aunque las constantes de crecimiento son parecidas en machos y hembras, hay una notable diferencia en el peso máximo, que aparenta ser más de 2,7 veces mayor en machos que en hembras (1.033 vs. 388 g.). Al año de cultivo, los machos alcanzaron pesos comerciales de más de 300 g., mientras que las hembras solamente llegaron a poco más de 100 g. El peso máximo esperado para machos en nuestras condiciones de cultivo en estanques es muy inferior a los pesos máximos reportados para guapotes silvestres (VILLA 1982, ALDAVE 1985, CAMPOS 1986, SANDS 1986, BUSSING 1987). Además, el crecimiento de las hembras puede haber sido reducido por su alta tasa de reproducción en los estanques, en comparación con el crecimiento en hábitats naturales.

La tasa de crecimiento global de los machos de *C. dovii* resulta ser similar a la de machos de *C. managuense* medida en condiciones similares ($G=0,144$ contra 0,15) mientras que la tasa de las hembras es inferior ($G=0,08$ contra 0,11). Ambas especies muestran un fuerte dimorfismo sexual en peso (GÜNTHER 1996).

La comparación de las tasas de crecimiento poblacionales a dos densidades diferentes muestra que el crecimiento está inversamente relacionado con la densidad de cultivo, tal como se ha demostrado varias veces en otros cíclidos del género *Cichlasoma* (FLORES *et al.* 1989a y b, GÜNTHER y GALVEZ 1992, UMAÑA 1994). Para el guapote tigre cultivado en jaulas se ha demostrado una fuerte dependencia del crecimiento de la densidad (UMAÑA 1994). No hay datos de comparación para ambos guapotes en estanques, aunque por la

experiencia de cultivo en laboratorio, pareciera que el guapote lagunero es más tolerante a la densidad de cultivo. El coeficiente de variación, parámetro que indica generalmente competencia, no muestra diferencias significativas entre las 2 densidades para machos o hembras. Sin embargo, es significativamente más alto en machos que en hembras, indicando probablemente una mayor competencia entre éstos. En concordancia con el mejor crecimiento, el factor de conversión aparente es un poco más ventajoso en densidades bajas.

La mortalidad fue mayor en los estanques de densidad baja, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa. Debido a la mayor competencia se hubiera esperado una mayor mortalidad con la densidad más alta. Sin embargo, durante el experimento se observaron ataques por águila pescadora (*Pandion haeliaetus*) y por nutrias en los estanques, lo que habrá modificado la mortalidad natural.

La ventaja en crecimiento (20%) en densidad baja queda casi compensada por la menor sobrevivencia (18% diferencia), por lo que la productividad en kg. por m² fue prácticamente el doble a densidad alta (0,498 kg./m²) que en densidad baja (0,255 kg./m²). Los costos de alimentación por kg. pez se reflejan en los factores de conversión reales y son similares en ambas densidades.

En resumen, se puede concluir que para un eventual cultivo comercial del guapote lagunero debiera considerarse solamente el cultivo de poblaciones monosexo macho, no sólo debido a la ventaja de crecimiento de los machos, sino también para evitar la reproducción no deseada en los estanques. En vista de la tasa de crecimiento obtenida, una densidad de 2 peces/m² pareciera razonable para conseguir con un ciclo de un año de cultivo tamaños comerciales con poblaciones de sólo machos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con apoyo del convenio UNA-Corporación Bananera Nacional y del programa UNA-Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda.

REFERENCIAS

- Aldave-Marín, T. 1985. Algunos aspectos biológicos del guapote *Cichlasoma dovii*, Günther 1864 (Pisces, Cichlidae) en el Embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. Investigación por tutoría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 30 pp.
- Barlow, G.W. 1976. The Midas Cichlid in Nicaragua, pp. 332-358. In T.B. Thorson (ed.). Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. School of Life Sciences, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA.
- Bussing, W.A. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Ed. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 270 pp.
- Campos, J.A. 1986. El recurso pesquero de guapote (*Cichlasoma dovii*) en el Embalse de Arenal, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 34:215-219.
- Dunseth, D.R. and D.R. Bayne. 1978. Recruitment Control and Production of Tilapia Aurea (Steindachner) with the Predator, *Cichlasoma managuense* (Günther). Aquaculture 14: 383-390.
- Flores, N.A., N.M.A. Olvera and C.A. García. 1989a. Effects of stocking density on the growth rates of *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) cultured in floating cages. Aquaculture and Fisheries Management 20:73-78.
- Flores, N.A., N.M.A. Olvera and C.A. García. 1989b. Growth and feed conversion of cage-reared *Cichlasoma synspillum* at three different stocking densities. Aquaculture and Fisheries Management 20:173-179.
- Günther, J. 1996. Crecimiento del guapote tigre (*Cichlasoma managuense*, Cichlidae) bajo régimen de cultivo intensivo en estanques de tierra. Rev. Biol. Trop. 44:773-778.
- Günther, J. and N. Gálvez. 1992. The effect of high densities on the growth of the jaguar cichlid, *Cichlasoma managuense*, juveniles. UNICIENCIA 9:33-39.
- Günther, J. and Ulloa, J. 1995. Growth and feed utilization of Dow cichlid (*Cichlasoma dovii*) larvae fed *Artemia* nauplii. Rev. Biol. Trop. 43:271-276.
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting fish growth: a review of the basics. J. World Aquaculture Society 23:173-179.
- Iwama, G.K and A.F. Tautz. 1981. A simple growth model for salmonids in hatcheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38:649-656.
- Moya-Meño, R.M. 1979. Estudio sistemático de los guapotes de América Central (Osteichthyes: Cichlidae, *Cichlasoma*). Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 78 pp.

- Sands, D. 1986. A fishkeeper's guide to Central American cichlids. Salamander Books, London, 77 pp.
- Teichert-Coddington, D. 1994. Development of production technologies for semi-intensive fishfarming during the past decade in Central America. In: Investigación acuícola (Acuicultura y Pesca) en Centroamérica. J. Günther and K. Kleijn (Eds.). Universidad Nacional, Costa Rica.
- Umaña, R. 1994. Crecimiento del guapote tigre (*Cichlasoma managuense*, Günther 1869) en cultivo intensivo en jaulas a escala semicomercial. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 80 pp.
- Villa, J. 1982. Peces nicaragienses de agua dulce. Fondo de Promoción cultural, Banco de América, Managua, 250 pp.
- Vincenzi, A. y J.A. Camacho. 1974. Peces lacustres y fluviales de Costa Rica, guía práctica del pescador. Casa Gráfica Ltda., San José, 69 pp.