



## Evaluación del cultivo de dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955) en estanques a diferentes densidades de siembra

Revista  
Colombiana de  
Ciencias  
Pecuarias

Gloriana Peña Buitrago<sup>1</sup>, Zoot; Charles W Olaya-Nieto<sup>2</sup>, IP, MSc; Víctor J Atencio-García<sup>3</sup>, IP, MSc; Alonso Segura Delgado<sup>2</sup>, Biol; Glenys Tordecilla-Petro<sup>2</sup>, Acuic; Fredys F Segura-Guevara<sup>2</sup>, Acuic; Samir B Brú-Cordero<sup>2</sup>, Acuic

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Ambientales (UDCA), <sup>2</sup>Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, <sup>3</sup>CINPIC, Departamento de Ciencias Acuícolas, Universidad de Córdoba. AA 895. Montería, Colombia.  
charles\_olaya@hotmail.com

(Recibido: 21 abril, 2005; aceptado: 2 mayo, 2006)

### Resumen

Se evaluó el cultivo de la dorada (*Brycon sinuensis*) a diferentes densidades de siembra. La longitud y peso de siembra fueron de  $4.6 \pm 0.1$  cm de longitud horquilla (LH) y  $1.6 \pm 0.2$  gramos (g), y  $14.2 \pm 0.4$  cm LH y  $42.5 \pm 7.2$  g en levante y preceba, respectivamente. Se alimentó con dieta comercial de 24% de proteína bruta y 2600 Kcal/Kg y el tiempo de cultivo fue de 129 días. Los parámetros físico-químicos fueron: oxígeno disuelto,  $3.1 \pm 0.5$  mg/L; temperatura  $30.4 \pm 0.1$  °C; y pH  $5.8 \pm 0.2$ ; sólidos totales disueltos  $73.7 \pm 1.1$  mg/L y conductividad,  $148.0 \pm 2.3$  µS/cm. Los mejores valores para crecimiento en longitud y peso fueron  $14.7 \pm 1.3$  cm LH (T1) y  $45.4 \pm 10.2$  g (T1) y  $20.2 \pm 1.2$  cm LH (T2) y  $116.8 \pm 18.8$  (T2) g en levante y preceba, respectivamente, sin diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Las tasas de crecimiento fueron similares y bajas; la sobrevivencia fue muy baja durante el levante ( $20.6\% \pm 18.8$ ), mejorando en preceba ( $98.1\% \pm 0.4$ ); y el mejor rendimiento en biomasa fue de 3842.3 g (T3) y 6253.2 g (T3) en levante y preceba, respectivamente. En general, se infiere que el tratamiento 3 alcanzó los mejores resultados, que el oxígeno, la temperatura y el pH del agua de los estanques afectaron el crecimiento y desarrollo de los peces, y que la dorada no asimiló eficientemente la dieta suministrada durante el cultivo, debido a que el alimento consumido fue utilizado para el mantenimiento o sobrevivencia y no para el crecimiento.

**Palabras clave:** biomasa, crecimiento, cultivo, sobrevivencia.

### Introducción

La subfamilia Briconinae incluye alrededor de 40 especies válidas, más otras no descritas aún (15). Las especies de esta subfamilia son peces carácidos de tallas medias a grandes, desde 15 cm (*Brycon pesu*) hasta 70 cm aproximadamente de longitud estándar (*B. orbygnianus* y *B. amazonicus*) (15) o 79.8 cm de longitud total (*B. sinuensis*) (12). Se distribuye desde el sur de México hasta Panamá, a través de las cuencas de los ríos Suramericanos tras-andinos desde el norte de Perú hasta el sistema del Lago de Maracaibo en Venezuela, en todas las grandes cuencas de los ríos cis-andinos de Sur América y en la mayoría

de las cuencas de los ríos costeros del Atlántico y el Caribe. El género *Brycon* se encuentra disperso en los ríos de Panamá y en las cuencas de los ríos tras-andinos de Colombia y Ecuador (15).

La dorada *B. sinuensis* (5) es un pez endémico del Río Sinú con importancia comercial en la Costa Caribe Colombiana, especialmente en el departamento de Córdoba (Olaya-Nieto, Universidad de Córdoba, 2005). Es una especie reofílica porque, al igual que otros miembros del género *Brycon*, realiza migraciones reproductivas (16, 17, 18), que presenta hábitos alimenticios omnívoros, consumiendo principalmente frutas, semillas y peces (13), lo que ha posibilitado

cultivarla individualmente (28, 29) o en cultivos mixtos (8, 9, 10), por lo que su comportamiento en confinamiento ha sido evaluado por los citados autores. Sin embargo, la información que se dispone no es clara para definir una metodología de cultivo de esta especie.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el cultivo de la dorada en estanques a diferentes densidades de siembra.

### Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), ubicado a 15 m.s.n.m., con 27.5 °C de temperatura, 85% de humedad relativa y 1100 mm de precipitación promedio anual. Los alevinos se obtuvieron por inducción hormonal con extracto pituitario de carpa (EPC) de reproductores mantenidos en confinamiento, el alevinaje fue realizado en estanques en tierra tratados con abono orgánico (vacaza = 100 g/m<sup>2</sup>).

El cultivo se evaluó a diferentes densidades en la fase de levante (2-50 g) y de preceba (50-200 g), con 3 tratamientos y tres réplicas cada uno. En la primera fase los alevinos fueron sembrados a densidades de 4 (T1), 8 (T2) y 16 ind/m<sup>2</sup> (T3). En la segunda fase los peces fueron sembrados a densidades de 1 (T1), 2 (T2) y 4 ind/m<sup>2</sup> (T3). Al final de cada fase, la capacidad de carga fue 0.2 kg/m<sup>2</sup> (T1), 0.4 kg/m<sup>2</sup> (T2) y 0.8 kg/m<sup>2</sup> para los respectivos tratamientos. La longitud, el peso de siembra y el tiempo de cultivo fueron de 4.6±0.1 cm de longitud horquilla (LH), 1.6±0.2 gramos (g) y 73 días, y 14.2±0.4 cm LH, 42.5±7.2 g y 56 días en levante y preceba, respectivamente.

En cada fase se utilizaron nueve estanques en tierra de 45 m<sup>2</sup>, a los cuales se les mantuvo una columna de agua de 0.8 m, obtenida directamente del Río Sinú con una electrobomba y tubería PVC de 2 pulgadas, provista de una malla con el fin de evitar la entrada de organismos indeseables. Antes del llenado, los estanques fueron secados por tres días y encalados a razón de 0.03 kg/m<sup>2</sup>. La alimentación se suministró a voluntad, tres veces al día (08:00, 14:00 y 18:00 horas), con dieta comercial de 24% de proteína bruta y 2600 Kcal/Kg.

Semanalmente se realizó un monitoreo, entre las 09:00 y 10:00 horas, del oxígeno disuelto, medido con un oxímetro (WTW ®, modelo OXI/92 de PGS

Scientifics de Gaithersburg, Estados Unidos) con resolución de 0.1 mg/L. La temperatura, los sólidos totales disueltos, la conductividad eléctrica y el pH se midieron con un equipo multiparámetro portátil (Hanna Instruments ®, referencia 70-0020-00 de PGS Scientifics de Gaithersburg, Estados Unidos) con intervalo de operación entre 0-100°C, 0-20 mg/L, 0-40 S/cm y 0-14 para temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica y pH, respectivamente.

Quincenalmente se tomó una muestra del 10% de la población de cada estanque para medir longitud horquilla (LH) y peso total (WT). LH se midió con un ictiómetro graduado en milímetros y WT se midió con una balanza eléctrica, (marca Precisa, modelo IP/65) con capacidad de 12400 g (±0.1 g). En la cosecha final, se contaron los peces para determinar tasa de sobrevivencia total y biomasa total (kg) por estanque.

Se estimó la curva de crecimiento en longitud mediante la expresión matemática de Von Bertalanffy (32), adaptada a la piscicultura por Santos (27):  $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t_c + t)}]$ , en donde,  $L_t$  = Longitud horquilla media de los individuos en el tiempo,  $L_\infty$  = Longitud asintótica alcanzada en las condiciones de cultivo,  $e$  = base del logaritmo neperiano,  $K$  = Constante que expresa la tasa a la cual se alcanza  $L_\infty$ ,  $t_c$  = Tiempo de cultivo y  $f_c$  = Factor de corrección del tiempo de cultivo. La curva de crecimiento de peso se estimó con la ecuación de Santos (27) a partir de las ecuaciones que definen la curva de crecimiento en longitud y la relación longitud-peso, resultando la siguiente expresión:  $W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t_c + t)}]^q$ , en donde,  $W_t$  = Peso total promedio de los individuos en el tiempo,  $W_\infty$  = Peso asintótico alcanzado en las condiciones de cultivo, y  $\theta$  = Constante relacionada con el crecimiento del pez (b).

La relación longitud-peso (RLP) se obtuvo con la ecuación  $WT = a LH^b$  (22), en donde,  $a$  = Coeficiente de regresión y  $b$  = Constante relacionada con el crecimiento del pez ( $\theta$ ). El factor de condición se calculó con  $\phi = WT/LH\theta$ . La tasa de crecimiento relativo en longitud (TCRL) se estimó con la siguiente ecuación:  $TCRL = 100 (L_f - L_o)/L_o$ , en donde:  $L_f$  = Longitud total al final de un período,  $L_o$  = Longitud horquilla al inicio de un período. La tasa específica de crecimiento en peso se determinó con  $TECW = 100 \ln (W_f - W_o)/\Delta t$ , en donde,  $\ln$  es el logaritmo neperiano,  $W_f$  = Peso total final,  $W_o$  = Peso total inicial y  $\Delta t$  = Período de tiempo.

La sobrevivencia se calculó con la ecuación  $S=100*(N_o/N_t)$ , en donde,  $N_o$ = Número de individuos sembrados y  $N_t$ = Número de individuos cosechados, mientras que la biomasa total al final del cultivo ( $B_t$ ) se estimó mediante la fórmula  $B_t = N_t*W_t$ , y la razón aparente de conversión alimenticia (RACA)=  $R/G$ , en donde,  $R$ = Ración de alimento suministrado y  $G$ = Ganancia en peso total producida.

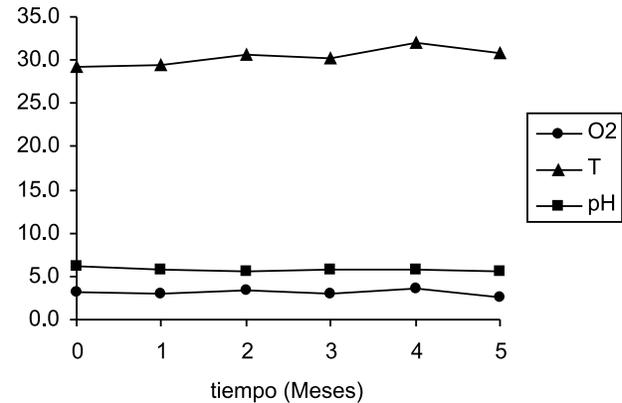
Se utilizó un diseño completamente aleatorio, expresando los resultados obtenidos como promedio ( $\pm$  desviación estándar) a los cuales se les aplicó la técnica del análisis de varianza al 95% de confiabilidad. Cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer también al 95%.

## Resultados

### Análisis físico químico del agua

En la figura 1 se observan las principales variables físico-químicas del agua medidas durante el estudio. El oxígeno disuelto varió entre 2.0 mg/L (feb./98) y 3.6 mg/L (oct./97), promedio de  $3.1\pm 0.5$  mg/L; la temperatura mostró una tendencia bien definida en la columna de agua durante el estudio, oscilando entre  $29.2\text{ }^\circ\text{C}$  (10:30 h) en sept./97 y  $31.7\text{ }^\circ\text{C}$  (10:30 h) en ene./98, promedio de  $30.4\pm 1.1\text{ }^\circ\text{C}$ ;

el pH fluctuó entre 5.5 (nov./97 y feb./98) y 6.1 (sept./97), promedio de  $5.8\pm 0.2$ ; los sólidos totales disueltos (STD) variaron entre 72.6 mg/L (sept./97) y 74.9 mg/L (feb./98), promedio de  $73.7\pm 1.1$   $\mu\text{g/L}$ ; y la conductividad (CND) osciló entre 146.2 mS/cm (nov./97) y 149.8  $\mu\text{S/cm}$  (dic./97), promedio de  $148.0\pm 2.3\text{ } \mu\text{S/cm}$ .



**Figura 1.** Principales parámetros físico-químicos del cultivo de dorada.

### Análisis cuantitativo

Los datos básicos de longitud horquilla y peso total promedios para el análisis cuantitativo del cultivo de dorada en las fases de levante y preceba se presentan en la tabla 1, y los valores estimados de los parámetros de crecimiento se presentan en la tabla 2.

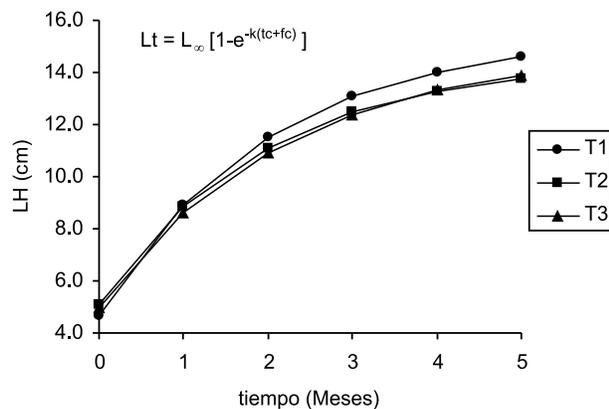
**Tabla 1.** Datos promedio del cultivo intensivo de dorada (levante y preceba).

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Levante	Preceba	Levante	Preceba	Levante	Preceba
Densidad (ind./m <sup>2</sup> )	4	1	8	1	12	1.5
Peces sembrados	180	23	360	45	540	68
Peces cosechados	51	23	40	44	122	67
Longitud inicial (cm)	4.6	14.9	4.7	13.7	4.6	14.4
Longitud final (cm)	14.7	20.1	13.6	20.2	13.9	19.8
Peso inicial (WT)	1.8	50.8	1.6	38.4	1.5	14.4
Peso final (WT)	45.4	116.1	35.2	116.8	38.5	108.5
Biomasa inicial (g)	324.0	1168.4	576.0	1729.5	810.0	979.2
Biomasa final (g)	2265.3	2631.9	1460.2	5135.6	4652.3	7232.4
Rendimiento(g)	1939.9	1430.3	884.2	3406.1	3842.3	6253.2
Tiempo de cultivo (días)	73	56	73	56	73	56
Ganancia promedio/día (g)	0.6	1.1	0.1	1.4	0.4	1.7
Productividad (g/m <sup>2</sup> /día)	0.6	0.6	0.3	1.3	1.2	2.5
Sobrevivencia (%)	28.1	98.6	11.2	97.8	22.5	98.0
Ración total (g)	38480.0	7400.0	46280.0	15100.0	47670.0	17950.0
Ración/peces/día (g)	2.9	5.7	1.8	6.0	1.2	4.7
RACA	19.8	5.2	52.3	4.4	12.4	2.9
TCRL (%)	222.0	39.0	189.6	47.8	203.8	38.0
TCEW (%)	4.4	1.5	4.2	1.9	4.4	1.8

**Tabla 2.** Parámetros de crecimiento para el cultivo intensivo de dorada (levante y preceba).

	Levante						Preceba					
	$L_{\infty}$	K	b	fc	$W_{\infty}$	$\sigma$	$L_{\infty}$	K	b	fc	$W_{\infty}$	$\sigma$
T1R1	15.4	0.5	2.7	0.7	51.2	0.03	28.2	0.2	2.2	4.4	234.4	0.14
T1R2	15.6	0.5	2.8	0.8	51.9	0.03	22.7	0.3	2.5	4.0	153.7	0.06
T1R3	15.4	0.5	2.8	0.7	49.8	0.03	20.3	0.7	2.6	2.1	103.4	0.04
Promedio	15.5	0.5	2.8	0.7	51.0	0.03	23.7	0.4	2.5	3.5	163.8	0.08
Desv. est.	0.1	0.03	0.06	0.06	1.1	0.003	4.1	0.27	0.21	1.23	66.1	0.054
T2R1	15.0	0.4	2.9	0.9	48.9	0.02	29.2	0.1	2.8	4.8	319.8	0.03
T2R2	13.7	0.6	2.9	0.9	38.1	0.02	20.6	0.5	2.9	1.9	117.3	0.02
T2R3	14.6	0.6	2.9	0.5	38.3	0.02	20.2	1.0	2.3	1.1	109.3	0.11
Promedio	14.4	0.6	2.9	0.8	41.8	0.02	23.3	0.6	2.7	2.6	182.1	0.05
Desv. est.	0.7	0.11	0.00	0.23	6.2	0.002	5.1	0.43	0.32	1.94	119.3	0.051
T3R1	14.6	0.5	2.9	0.8	44.6	0.02	22.3	0.3	2.8	3.5	149.1	0.02
T3R2	14.6	0.5	3.0	0.7	46.6	0.02	21.5	0.4	2.9	2.5	137.5	0.02
T3R3	14.9	0.5	2.9	0.9	49.2	0.02	20.5	0.5	3.4	2.5	128.9	0.01
Promedio	14.7	0.5	2.9	0.8	46.8	0.02	21.4	0.4	3.0	2.8	138.5	0.02
Desv. est.	0.2	0.02	0.06	0.10	2.3	0.003	0.9	0.13	0.30	0.55	10.1	0.010

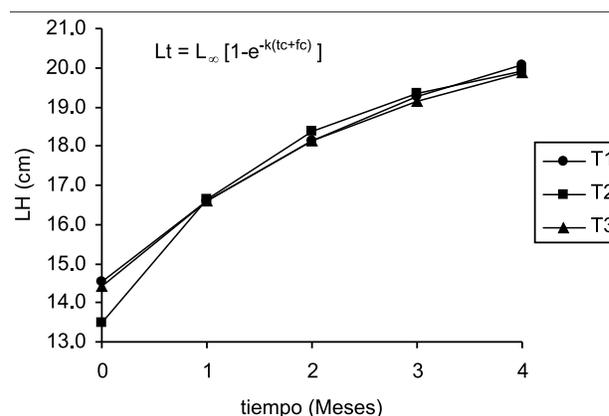
El mejor crecimiento en longitud en el levante se dió en T1 con 14.7±1.3 cm LH (véase Figura 2), sin diferencias significativas entre tratamientos (p>0.05), y los valores de  $L_{\infty}$  y K fueron 15.5 cm y 0.5 año<sup>-1</sup>, 14.4 cm y 0.6 año<sup>-1</sup> y 14.7 y 0.5 año<sup>-1</sup>, para T1, T2 y T3, respectivamente (véase Tabla 2); mientras que en preceba fue en T2 con 20.2±1.2 cm LH, sin diferencias significativas entre tratamientos (p>0.05) (véase Figura 3), y los valores de  $L_{\infty}$  y K fueron 23.7 cm y 0.4 año<sup>-1</sup>, 23.3 cm y 0.6 año<sup>-1</sup> y 21.4 y 0.4 año<sup>-1</sup>, para T1, T2 y T3, respectivamente (véase Tabla 2).



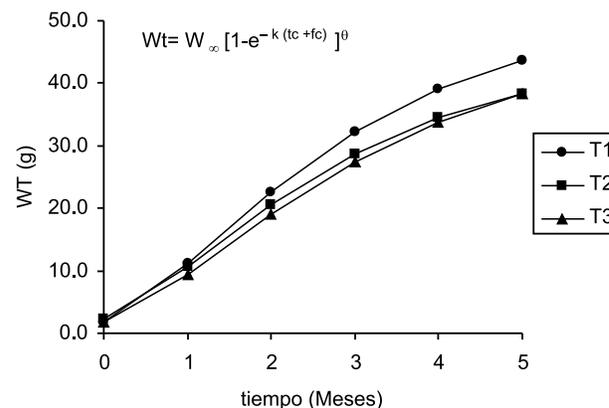
**Figura 2.** Curva de crecimiento en longitud del cultivo de Dorada. Levante

El mejor crecimiento en peso en el levante se observó en T1 con 45.4±10.2 g, sin diferencias significativas entre tratamientos (p>0.05) (véase Figura 4), al igual que para el peso asintótico con 51.0 g (véase Tabla 2); mientras que en preceba el mejor crecimiento se presentó en T2 con 116.8±18.8 g, sin diferencias

significativas entre tratamientos (p>0.05) (véase Figura 5), pero el mejor peso asintótico fue de 163.8 g para T1 (véase Tabla 2).



**Figura 3.** Curva de crecimiento en longitud del cultivo de dorada. Preceba



**Figura 4.** Curva de crecimiento en peso del cultivo de dorada. Levante

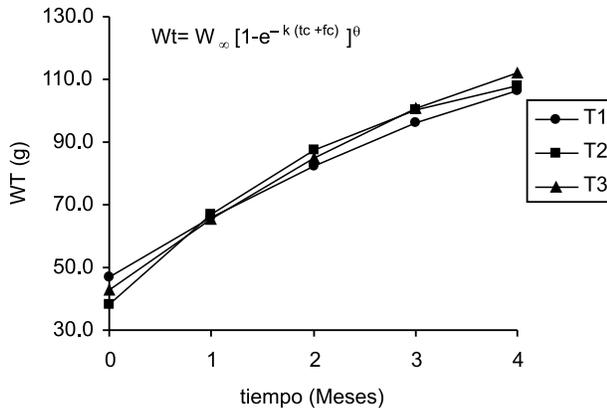


Figura 5. Curva de crecimiento en peso del cultivo de dorada. Preceba

En la relación longitud-peso el coeficiente de crecimiento ( $b=\theta$ ) mostró valores similares en el levante (véase Tabla 2), al igual que para el factor de condición (véanse Tabla 2 y Figura 6). En preceba,  $b$  osciló entre 2.5 y 3.0 (véase Tabla 2) y el factor de condición mostró valores muy diferentes ( $p < 0.05$ ) (véanse Tabla 2 y Figura 7).

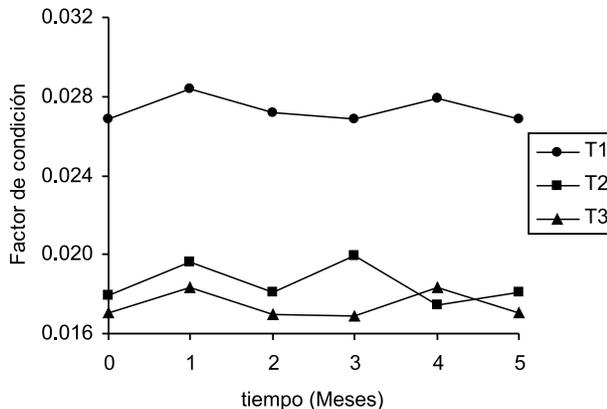


Figura 6. Factor de condición del cultivo de dorada. Levante

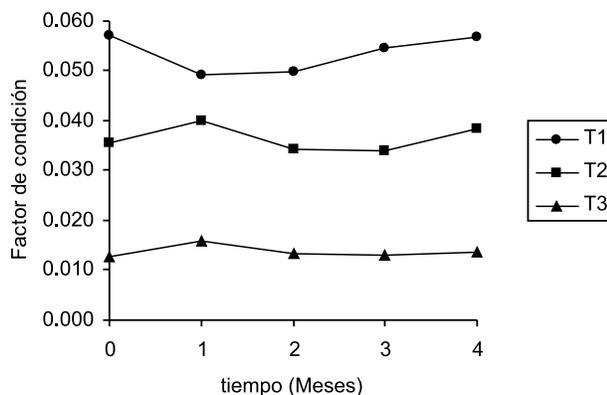


Figura 7. Factor de condición del cultivo de dorada. Preceba

Las tasas estimadas para el crecimiento relativo en longitud (TCRL) en levante y preceba (véase Tabla 1) indican que el crecimiento fue similar para cada tratamiento. Estimaciones similares se obtuvieron para las tasas de crecimiento específico en peso (TECW).

La sobrevivencia fue muy baja durante el levante con 28.1, 11.2 y 22.5% para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente, mejorando ostensiblemente en la preceba con 98.6, 97.8 y 98.0% para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente (véase Tabla 1). El mejor rendimiento en biomasa y ganancia promedio diaria fue de 3842.3 g (T3) y 6253.2 g (T3) y de 0.6 g/día (T1) y 1.7g/día (T3) en levante y preceba, respectivamente (véase Tabla 1). La razón aparente de conversión alimenticia (RACA) presentó resultados muy pobres para cada tratamiento y fase del cultivo (véase Tabla 1).

## Discusión

### Análisis físico químico del agua

El análisis del oxígeno mostró una fase de poca oscilación. Las concentraciones de oxígeno menores o iguales a 3 mg/L son consideradas peligrosas para los peces (7), a excepción de las truchas (34), por lo que el metabolismo de los peces y el alimento consumido no son aprovechados con mayor eficiencia en su crecimiento cuando el promedio general del oxígeno disuelto es bajo (21), por lo que tales concentraciones deben ser de 5 mg/L o más (7, 34).

La temperatura del agua es uno de los parámetros que influye directa e indirectamente en el crecimiento de los organismos acuáticos, en donde su tolerancia depende de su comportamiento en el medio natural (34). Las especies nativas de aguas tropicales crecen mejor entre 20-28 °C (24, 34), influyendo notoriamente la temperatura en los procesos metabólicos (34). Los registros de la temperatura del agua de este trabajo se encuentran fuera de los rangos óptimos para el cultivo de especies de aguas cálidas como la dorada. Muchas especies utilizadas en acuicultura sobrevivirán y se reproducirán por encima de un rango amplio de temperatura, el cual será más rígido para su crecimiento, y que las especies tropicales y subtropicales no crecerán bien cuando la temperatura del agua esté por debajo de 26-28 °C (24).

El pH mostró un comportamiento semejante al del oxígeno en cuanto a valores mínimos se refiere, a

diferencia de la temperatura, parámetro con el cual presentó una relación inversa. Los valores registrados mostraron variaciones no significativas, lo que permite inferir que las doradas se mantuvieron durante el estudio en aguas ligeramente ácidas, debido posiblemente al manejo que se le dió al bioensayo con recambio de agua diario, y que se encuentran por fuera del rango apropiado para el cultivo de peces (6.5-8.0). Los extremos críticos de muerte por acidez o alcalinidad son los valores de pH 4 y 11 (3, 30) y aguas con pH entre 6.5-9.0 en el alba son muy convenientes para el cultivo de peces (7).

Los valores de los sólidos totales disueltos (STD) y conductividad (CND) en la columna de agua de los estanques mostraron curvas homogéneas e interdependientes, con oscilaciones no significativas. La turbidez reduce la penetración de la luz y la fotosíntesis en los estanques fertilizados, en donde los peces dependen de alimento natural, pero no causa daños esenciales en la nutrición de los peces en los estanques donde se proporciona alimento artificial (2).

En términos generales, se infiere que el oxígeno, la temperatura y el pH del agua fueron parámetros limitantes que afectaron el crecimiento y desarrollo de las doradas.

#### *Análisis cuantitativo*

El modelo matemático de Von Bertalanffy (32) y la ecuación de Santos (27) fueron válidos para el ajuste de la curva de crecimiento en longitud en los tres tratamientos, tanto en levante como en preceba, sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ).  $L_{\infty}$  y  $K$  son inversamente proporcionales (22, 4), lo que significa que para un  $L_{\infty}$  mayor se tiene una  $K$  menor en comparación con dos series de datos. Sin embargo, en este trabajo esta premisa biológica no se cumple para la fase de levante.

En el crecimiento en peso el coeficiente de crecimiento mostró valores similares en los diferentes tratamientos, mientras que el factor de condición presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre ellos, tanto en levante como en preceba. Además, desde un punto de vista biológico se espera que un mayor peso final se traduzca en un mayor peso asintótico, sin embargo esto tampoco se cumple aquí.

En la relación longitud-peso,  $b$  está relacionado con el tipo de crecimiento teniendo en cuenta que la talla

de un pez aumenta en una dimensión, mientras su peso lo hace en tres (25, 26). Por esta razón, cuando tiene el valor de 3.0, el crecimiento es isométrico (14, 20, 22), caracterizando un pez cuyas proporciones corporales no varían mucho durante el crecimiento; pero cuando es mayor o menor que 3.0 el crecimiento es alométrico positivo o negativo (1, 20, 23).

En los peces óseos, el valor del coeficiente de crecimiento ( $b$ ) puede variar entre 2.0-4.0 (1, 31), 2.5-3.5 (20) y 2.5-4.0 (14, 11). Valores de  $b < 2.5$  o  $b > 3.5$  son estimados generalmente a partir de muy pequeños rangos de tallas y/o se pueden considerar como estimaciones erradas (20, 22, 33). También, varía entre especies, entre poblaciones de la misma especie (1) y entre los diferentes tratamientos de un cultivo (25, 26).

Varios autores (22, 6, 26) comprobaron que el factor de condición es altamente variable, incluso dentro del mismo tratamiento, debido a la posible influencia de factores internos y externos, lo que refleja variaciones fisiológicas de los individuos en función del medio ambiente. Por lo tanto, se utiliza para comparar dos o más poblaciones que estén bajo condiciones de alimentación, densidad poblacional y condiciones ambientales similares o diferentes y para explicar variaciones en la población atribuibles a la dieta suplementaria (19). A pesar de obtenerse altos coeficientes de correlación ( $r$ ): T1 (1.00), T2 y T3 (0.99), en este trabajo se presentó un crecimiento alométrico en casi todas las réplicas, evidenciado por la alternancia en el crecimiento en peso con respecto al crecimiento en longitud (22).

Las tasas estimadas para el crecimiento relativo en longitud (TCRL) y específico en peso (TECW) en levante y preceba indican que el crecimiento fue similar para cada tratamiento, aunque muy por debajo de lo esperado, llegando a ser hasta negativo en alguna réplica; lo que puede ser atribuido a la calidad del agua de cultivo y al crecimiento alométrico de los peces.

La sobrevivencia fue muy baja durante el levante (véase Tabla 1), mejorando ostensiblemente en la preceba, debido a que la predación por aves fue un factor importante en los resultados obtenidos que sólo se pudo controlar en la segunda fase del cultivo.

Las variaciones presentes en la biomasa se observan en la tabla 1.

Independientemente que la biomasa final sea una función de la mortalidad y/o sobrevivencia, la dorada no respondió a las condiciones físico-químicas y alimenticias del ensayo, observándose bajos incrementos y rendimientos durante el tiempo de cultivo. Esto es confirmado por la ganancia promedio diaria, la cual no alcanza 1.0 g durante la fase de levante, ni los 2.0 g durante la preceba. A pesar que en el tratamiento 1 se sembró una biomasa menor que en el tratamiento 2, su rendimiento fue mayor debido a una sobrevivencia y ganancia promedio diaria 50 % y 400 % mayor, respectivamente, para el levante. Algo parecido sucede en preceba, en donde siendo la sobrevivencia similar en los tres tratamientos, el T3 muestra mejor rendimiento debido a una mayor ganancia promedio diaria. Finalmente, se observó que la razón aparente de conversión alimenticia (RACA) es bien diferente para ambas fases del cultivo, y de pobres resultados para todos los tratamientos evaluados (véase Tabla 1).

Analizando la información se observa que el tratamiento 1 alcanzó el mejor crecimiento en talla y peso durante el levante, sin diferencias estadísticas significativas con los otros dos tratamientos ( $p > 0.05$ ), mientras que en preceba el mejor crecimiento en talla y peso lo obtuvieron T2 (talla y peso final) y T1 (talla y peso asintóticos), pero sin diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). La sobrevivencia fue muy

baja para todos los tratamientos en levante ( $< 30.0\%$ ), mejorando en la preceba ( $> 90.0\%$ ). El tratamiento 3 mostró el mejor rendimiento en biomasa en levante y preceba, mientras que el tratamiento 1 presentó la mejor ganancia promedio diaria en levante y el tratamiento 3 en preceba; sin embargo, la razón aparente de conversión alimenticia (RACA) fue muy pobre para cada tratamiento y fase del cultivo, soportada en que la ganancia promedio diaria no alcanzó 1.0 g en el levante, ni 2.0 g en la preceba, lo que se traduce en que los resultados obtenidos no fueron los esperados.

Por todo lo anterior, es posible que la dorada no haya asimilado eficientemente la dieta suministrada durante el cultivo, y que gran parte del alimento consumido haya sido utilizado para el mantenimiento o sobrevivencia de la especie y no para el crecimiento en longitud y peso. Además, la talla y peso iniciales de siembra, infiltración, stress y espacio, son otros factores que pudieron afectar su crecimiento.

### Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC) y a sus funcionarios por el apoyo técnico y financiero.

### Summary

*Evaluation of dorada's culture (Brycon sinuensis Dahl, 1955) in ponds at different stocking densities*

*The dorada's culture (Brycon sinuensis) to different stocking densities was evaluated. The length and stocking weight were:  $4.6 \pm 0.1$  cm fork length (FL) and  $1.6 \pm 0.2$  gram (g), and  $14.2 \pm 0.4$  cm FL and  $42.5 \pm 7.2$  g at growing and finishing phases, respectively. Commercial concentrated with 24% of gross protein and 2600 Kcal/Kg was offered and the time's culture were 129 days. The physical- physical-chemical parameters were: dissolved oxygen,  $3.1 \pm 0.5$  mg/L; temperature,  $30.4 \pm 0.1$  °C; pH,  $5.8 \pm 0.2$ ; dissolved total solids,  $73.7 \pm 1.1$  mg/L and conductivity,  $148.0 \pm 2.3$   $\mu$ S/cm. The best values for growth in length and weight were:  $14.7 \pm 1.3$  cm FL (T1) and  $45.4 \pm 10.2$  g (T1) and  $20.2 \pm 1.2$  cm FL (T2) and  $116.8 \pm 18.8$  (T2) g at growing and finishing phases, respectively, without significant differences between treatments ( $p > 0.05$ ). The growth's rates were similar and very low; the survival was very low at growing phase ( $20.6\% \pm 18.8$ ), increasing at finishing phase, ( $98.1\% \pm 0.4$ ); and the best yield in biomass were of 3842.3 g (T3) and 6253.2 g (T3) at growing and finishing phases, respectively. In general, it is inferred that the treatment 3 reached the best results, that the dissolved oxygen, the temperature and the pH of the ponds's water affected the growth and development of fishes, and that the dorada didn't assimilate efficiently the diet offered during the culture, because the consumed food was used for the maintenance or survival and it doesn't for the growth.*

**Key words:** biomass, culture, growth, survival.

## Referencias

1. Bagenal TB, Tesch FW. Age and growth. In: Bagenal TB, editor. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1978. p. 101-36.
2. Buck DH. Effects of turbidity on fish and fishing. Trans N Amer Wildl Conf 1956; 21: 249-61.
3. Calabrese A. Effects of acids and alkalies on survival of bluegills and largemouth bass. US Fish Wildl Ser Tech Paper 1969; 42: 1-10.
4. Csirke J. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Doc Téc Pesca 1980; 192: 1-82.
5. Dahl G. An ichthyological reconnaissance of the Sinu River. Revista Linneana 1955; 1: 11-19.
6. Da Silva AB., Lovshin LL, Santos EP Dos, Melo JTC, Carneiro-Sobrinho A. Análise complementar de un ensaio em piscicultura intensiva do tambaqui, *Colossoma macropomum*. Cie e Cult 1984; 36: 464-66.
7. Ellis MM. Detection and measurement of stream pollution. US Bureau of Fish Bull 1937; 22: 367-437.
8. González A, Solano JM., Otero RJ. Policultivo de peces en aguas cálidas continentales de Colombia. Trabajo de investigación. CINPIC. Informe final presentado al convenio IFS - Universidad de Córdoba. Montería, 1982. 22 p.
9. González A. Policultivo del Bocachico (*Prochilodus reticulatus*), la Dorada (*Brycon moorei*) y la Mojarra Amarilla (*Petenia kraussii*) en aguas cálidas de Colombia. In: Verreth JAJ, Carrillo M, Zanuy S, Huisman EA, editores. Investigación Acuícola en América Latina. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation; 1987. p. 158-64.
10. González A, Solano JM, Otero RJ. Estudios comparativos de monocultivo mixto de Dorada (*Brycon moorei sinuensis*) y Cachama (*Colossoma macropomum*) a altas densidades de siembra y con diferentes niveles de alimentación. Trabajo de investigación. CINPIC, Universidad de Córdoba. Montería, 1987.
11. Granado C. Ecología de peces. 1ra ed. Sevilla: Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla, 1996.
12. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Base de datos biológico pesqueros en la cuenca del Río Sinú. LIBP. Departamento de Acuicultura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Loricá, 2002.
13. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Base de datos biológico pesqueros en la cuenca del Río Sinú. LIBP. Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Loricá, 2004.
14. Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Passino RM. Ictiología. 1ra ed. México DF: AGT; 1984.
15. Lima FCT. Subfamily Briconinae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ Jr., editors. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. 1st ed. Porto Alegre: Editora da Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – EDIPUCRS, 2003. p. 174-81.
16. Olaya-Nieto CW, Solano JM, Quirós H. Evaluación de la conducta migratoria de los peces trasladados aguas arriba de la represa Urrá. Trabajo de investigación. CINPIC, Universidad de Córdoba. Informe presentado a Urrá S.A. E.S.P. Montería, 1998; 19 p.
17. Olaya-Nieto CW, Cardona CM, Arroyo A. Estimación del ictioplancton del Río Sinú: entre aguas abajo del río Verde y Loricá. Trabajo de investigación. CINPIC, Departamento de Acuicultura, Universidad de Córdoba. Informe final del Contrato Interadministrativo Urrá S.A. E.S.P-Universidad de Córdoba 009/1999. Montería, 1999. 77 p.
18. Olaya-Nieto CW, Mercado T, Atencio-García VJ. Estimación del ictioplancton en el Río Sinú, aguas arriba y aguas abajo de la presa. Trabajo de investigación. CINPIC, Departamento de Acuicultura, Universidad de Córdoba. Informe final del Contrato Interadministrativo Urrá S.A. E.S.P-Universidad de Córdoba. 011/2000. Montería, 2000. 91 p.
19. Olaya-Nieto CW, Atencio-García VJ. Manual de biología pesquera para piscicultura. Documento de trabajo. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Córdoba. Montería, 2005. 100 p.
20. Pauly D. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. 1st ed. International Center for Living Aquatic Resources Management, ICLARM, Studies and Reviews 8. Manila, 1984; 325.
21. Payne AI. Physiological and ecological in the development of fish culture. Symp Zool Soc Lon 1979; 44: 383-415.
22. Ricker WE. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. J Fish Res Board Can 1975; 191: 1-382.
23. Ricker WE. Growth rates and models. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR, editors. Fish physiology. Volume VIII. Bioenergetics and growth. 1st ed. London: Academic Press; 1979. p. 677-743.
24. Rowland SJ. Site selection, design and operation of aquaculture farms. In: Owen P, Bowden J, editors. Freshwater Aquaculture in Australia. 1st ed. Brisbane: Rural Press Queensland; 1986. p. 11-22.
25. Sá MFP. Efeito da abundância orgânica sobre o crescimento de *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* e *Colossoma macropomum* em experimento de policultivo. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas, UFScar, São Carlos, 1989. 62 p.
26. Sá MFP, Barbieri G, Verani JR. Análise do comportamento de *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* e *Colossoma macropomum* em experimento de policultivo, embasado nos factores de condição. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo 2000; 26 (2): 181-187.

27. Santos EP Dos. Dinámica de populações aplicada à pesca e piscicultura. Primeira edição. São Paulo: HUCITEC/EDUSP; 1978.
28. Solano JM, Giraldo M, Negret E, Quirós H, González A. Investigación bio-ecológica de la Dorada (*Brycon moorei sinuensis* Dahl, 1955) su comportamiento y desarrollo en confinamiento. Trabajo de investigación. CINPIC, Universidad de Córdoba. Montería, 1978; 44 p.
29. Solano JM. Informe de trabajos realizados con Dorada (*Brycon moorei sinuensis* Dahl, 1955). En: Memorias del Simposio Sistemas de Acuicultura para Colombia. Universidad de Caldas. Manizales; 1983. p. 45-5.
30. Swingle HS. Relationships of pH of pond waters to their suitability for fish culture. Proc Pacific Sci Congress 9 (1957). 1961; 10 (Fisheries):72-5.
31. Tresierra AE, Culquichicón ZG. Biología pesquera. 1ra edi. Trujillo: Concytec; 1993.
32. Von Bertalanffy L. A quantitative theory of organic growth. Human Biol 1938; 10 (2): 181-13.
33. Weatherley A. Growth and ecology of fish populations. 1st ed. London: Academic Press; 1972.
34. Wedler E. Introducción a la acuicultura, con énfasis en los neotrópicos. 1ra edi. Santa Marta: Editorial Litoflash; 1998.