

Effect of three diets in the experimental culture of the common snook (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792)

Efecto de tres dietas en el cultivo experimental del róbalo (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792)

Carmen Polonía R¹ Ing Pesq, Saeko Gaitán I¹ M.Sc,
Nicolás Chaparro M¹ M.Sc, Natalia Villamizar V, ^{1*} Ph.D.

¹Universidad del Magdalena, Instituto de Investigaciones Tropicales, Laboratorio 8, Grupo de Investigación de Biodiversidad y Ecología Aplicada (GIBEA), Carrera 32 No 22-08, C.P. 470004, Santa Marta, Colombia. *Correspondencia: natvillamizar@gmail.com

Received: April 2016; Accepted: January 2017.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar el efecto de tres dietas sobre el desempeño de juveniles de róbalo (*Centropomus undecimalis*) mantenidos en estanques de agua dulce. **Materiales y métodos.** 108 juveniles de róbalo fueron distribuidos homogénea y aleatoriamente en un estanque dividido en 9 corrales de 50 m². Se suministraron tres dietas (D1: alimento comercial para truchas, 45% de proteína; D2: alimento comercial para cobia, 50% de proteína y D3: pescado fresco, 17.52% de proteína). Los tratamientos experimentales fueron asignados por triplicado y se les suministró cada dieta en dos dosis diarias. Se realizaron biometrías cada 20 días evaluando: peso, talla, relación Longitud-Peso, Factor de Conversión Alimenticia (FCA), Factor de Condición (K), Tasa Específica de Crecimiento (SGR) y supervivencia final; durante 120 días. Los resultados fueron evaluados con un ANOVA a una vía, cuando no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) las medias fueron comparadas mediante la prueba de la Mediana de Mood. En caso de significación estadística del ANOVA, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD. **Resultados.** Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, mostrando los mayores crecimientos y rendimientos con D2, con valores de $SGR = 0.65 \pm 0.09$ g/día; $FCA = 3.76$ y $K = 0.81 \pm 0.06$. La supervivencia fue $D1 = 51.4\%$, $D2 = 50\%$ y $D3 = 77.8\%$ sin diferir estadísticamente entre las diferentes dietas. **Conclusiones.** El cultivo de esta especie en estanques de agua dulce con suministro de alimento comercial para cobia es viable en términos de crecimiento y ganancia en peso.

Palabras claves: acuicultura, alimentación, bioensayos, índice de crecimiento (Fuente: *Tesaurus ambiental para Colombia*)

ABSTRACT

Objective. To evaluate the effect of three diets on the growth of juvenile common snook (*Centropomus undecimalis*) maintained in freshwater ponds. **Materials and methods.** 108 juvenile of common snook were homogenous and randomly distributed in a pond, divided into 9 corrals of 50 m². Three diets were applied (D1: commercial food for trout, 45% protein; D2: commercial food for cobia, 50% protein and D3: fresh fish, 17.52% protein). The experimental treatments were assigned in triplicate and diets were supplied in two daily doses. Biometrics were performed every 20 days to assess: weight, size, Length-Weight correlation, Feed Conversion Factor (FCA), Condition Factor (K), Specific Growth Rate (SGR) and survival; during 120 days. The results were evaluated with a one-way ANOVA, when differences ($p < 0.05$) were found the means were compared by test Median Mood, otherwise

a pos-hoc test was performed (Tukey HSD). **Results.** Applying the test of Mood Median significant differences were found, showing the highest growth with D2, where values of $SGR=0.65\pm 0.09$ g/day; $FCA=3.76$ and $K=0.81\pm 0.06$. Survival was $D1=51.4\%$, $D2=50\%$ and $D3=77.8\%$ without inferring statistically among the different diets. **Conclusions.** The culture of this species in freshwater ponds with commercial food for cobia, is viable in terms of growth and weight gain.

Keywords: aquaculture, feeding, bioassays, growth rate (Source: *Environmental Thesaurus for Colombia*).

INTRODUCTION

The genus *Centropomus* has a wide distribution throughout the American continent: from the west coast of the Atlantic Ocean, starting from North America (Florida) to South America (Rio de Janeiro, Brasil); including the Gulf of Mexico in the Caribbean Sea (1). The common snook *Centropomus undecimalis* is a migratory, euryhaline and hermaphrodite fish (2).

This species is considered a promising candidate for aquaculture due to its adaptation to abrupt environmental changes such as salinity, oxygen, adaptation to captivity and commercial diets; moreover, it has a good quality flesh which is widely marketed (3). The fisheries of common snook represent one of the main economical and subsistence activities performed by coastal communities, which in turn has caused the overexploitation of the common snook natural stocks (2).

The aquaculture field represents an interesting solution to the decrease in the availability of the resource. However, there are several factors that must be investigated in order to establish the viability of the common snook culture; among those factors is feeding, which represents a crucial aspect due to the nutrition specificity, its acceptance, availability and economical costs (4).

Therefore, the present study evaluated the performance of common snook juveniles when fed with three experimental diets which are commercially available in the country: trout (45% protein) and cobia (50% protein) feed and raw fish (17.5% protein). The aim of the study is to contribute baseline knowledge for the construction of a technological protocol of the culture of common snook, which in turn could increase the socioeconomical alternatives for local communities and the restocking programs.

MATERIALS AND METHODS

Location and study area description. This study was performed at the Experimental Aquaculture Station located at University del Magdalena (Santa Marta, Colombia), with

INTRODUCCIÓN

El género *Centropomus* tiene una amplia distribución a lo largo del continente americano, desde la costa oeste del océano Atlántico, inicialmente en Norteamérica (Florida USA) hasta Suramérica (Rio de Janeiro, Brasil), incluido el golfo de México en el mar Caribe (1). El róbalo *Centropomus undecimalis* es un pez migratorio, eurihalino y hermafrodita protándrico (2).

Esta especie es considerada como un importante recurso hidrobiológico con potencial para la acuicultura por su tolerancia a cambios bruscos de salinidad, bajos niveles de oxígeno, fácil adaptación al cautiverio y a dietas comerciales; además de tener una carne de buena calidad, muy comercializada en el mercado (3). La pesca del róbalo constituye una de las principales actividades económicas y de subsistencia de las comunidades costeras por lo que ha sido una especie sobreexplotada en su medio (2).

Por lo anterior, la acuicultura se presenta como una respuesta interesante al descenso en la disponibilidad del recurso. Sin embargo, se deben investigar varios frentes que permitan establecer la viabilidad del cultivo, entre ellos está la alimentación, la cual representa un aspecto crucial debido a factores como la especificidad del valor nutricional, su aceptación, su disponibilidad y su valor económico (4).

Por lo tanto, el presente estudio evaluó el desempeño de juveniles de róbalo alimentados con tres dietas disponibles en el mercado (alimentos comerciales para trucha "Truchina" 45% proteína, para cobia, 50% proteína y pescado fresco, 17.52% proteína), y de esta manera contribuir a una línea base para la creación de un paquete tecnológico de cultivo de la especie a nivel regional, impulsando así alternativas socioeconómicas para las comunidades locales y programas de repoblamiento responsable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción del área de estudio. El estudio se realizó en la Estación Acuícola Experimental de la Universidad del Magdalena

geographical coordinates 11°13'24.82" of Northern latitude and 74°11'07.14" of West Longitude. The water used for the study was taken from a water bore and no further treatment was applied.

Biological Material and experimental units.

108 common snook *Centropomus undecimalis* juveniles were used (282.8±11.5 g weight and 34.2±5.5 cm length). Fish were captured with an 8 mm net at the Ciénaga Grande de Santa Marta, and were acclimated in a 1 m³ tank for 48 h during which salinity was decreased from 33.9±3.3 UPS to 0-0.5 UPS. Once acclimation ended, fish were treated with a prophylactic protocol involving formalin baths (150 ppm) for 15 min, and then fish were transferred to a 620 m³ water pond divided in nine corrals.

Experimental diet. Three treatments of commercial feeds were applied: D1 (trout fed – 45% protein, 12% humidity, 14% fat, 12% ash and 6% fiber), D2 (cobia fed – 50% protein, 12% humidity, 15% ash, 2.5% fiber and 8% fat) and D3 (raw fish – 17.5% raw protein, 1.75% ethereal extract, 2.89% ash and 2.22% carbohydrates). Each treatment had 36 fish and three replicates randomly distributed. Feed was provided to the fish twice a day (11:30 y 17:00 h) at 3% of biomass for 120 days.

Every 20 days biometric data was recorded (total length and wet weight) in 24 fish per treatment, which were randomly collected. Weight gain (g) was recorded with a digital scale (LEXUS MIX-SL, precision=0.01 g) and length increase in cm. In order to avoid stress during the sampling fish were sedated with clove oil (20-40 ppm) and wet clothes were used for manipulation to prevent scales and mucus loss.

Evaluated parameters. As indicators of performance the following variables were evaluated: length-weight relationship, feed conversion factor (FCF), condition factor (CF), specific growth rate (SGR) and final survival.

Length-weight relationship: evaluated through lineal regression (least squares), calculating the values for a and b from the equation:

$$W=aL^b \quad [1]$$

W being the total weight in g and L the total length in cm; a and b are constants obtained from the potential regression analysis (5).

Feed conversion factor (FCF). This indicates the amount of feed that is needed in order to increase a weight unit (2).

(Santa Marta D.T.C.H., Colombia), ubicada en las coordenadas geográficas 11°13'24.82" de Latitud Norte y 74°11'07.14" de Longitud Oeste. El agua de cultivo provenía de pozos profundos, de la Universidad, pertenecientes al Distrito. No se le aplicó ningún tratamiento al agua.

Material biológico y unidades experimentales.

Se utilizaron 108 individuos juveniles de róbalo *Centropomus undecimalis* (282.8±11.5 g de peso y 34.2±5.5 cm de longitud), capturados con atarraya de 8 mm de tamaño de malla en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Fueron aclimatados en un tanque de 1 m³; durante 48 horas, haciendo un descenso de la salinidad inicial de 33.9±3.3 UPS agregando agua dulce hasta alcanzar una salinidad de 5 UPS cada tres horas, logrando valores de salinidad finales de 0-0.5 UPS. Finalizada la aclimatación, los peces fueron sometidos a una terapia profiláctica constituida por un baño de formalina (150 ppm) por 15 minutos, luego fueron trasladados a un estanque de 620 m³ con recambio de agua y mallas de división que constituyeron nueve corrales en total.

Diseño experimental. Se aplicaron tres tratamientos constituidos por tres dietas comerciales: D1) alimento comercial para truchas – "Truchina" con 45% de proteína, 12% de humedad, 14% de grasa, 12% de ceniza y 6% de fibra; D2) alimento comercial para cobia, con 50% de proteína, 12% de humedad, 15% de ceniza, 2.5% de fibra y 8% de grasa y D3) pescado fresco (*Opisthonema oglinum*) con 17.52% de proteína cruda, 1.75% de extracto etéreo, 2.89% de cenizas y 2.22% de carbohidratos. Cada tratamiento contó con n=36 róbalos y tres réplicas ubicadas aleatoriamente en el estanque. Cada dieta fue suministrada en dos dosis diarias (11:30 y 17:00 h) con base en el 3% de la biomasa, durante 120 días. Se realizaron biometrías cada 20 días, capturando al azar 24 individuos por tratamiento a los que se les registró la ganancia en peso (g), con una balanza digital LEXUS MIX-SL (precisión=0.01 g) y el incremento de talla. Para evitar el estrés durante los muestreos, los peces fueron sedados con eugenol al 85%, en una dosis de 20 - 40 ppm y se utilizaron paños húmedos durante la manipulación, para evitar la pérdida de mucus y/o escamas.

Variables observadas. Como variables de desempeño se evaluaron: relación Longitud-Peso, Factor de Conversión Alimenticia (FCA), Factor de Condición (K), Tasa Específica de Crecimiento (SGR) y supervivencia final.

FCA= food ingested/ (final weight – initial weight) [2]

Condition Factor (K). Is the final condition state of an organism, calculated with Fulton's index:

$$K=100 (W/L^3) [3]$$

W being the wet weight in g and L the length in cm (2).

Specific growth rate (SGR). SGR estimates the growth daily rate:

$$SGR=100*[LnPf - LnPi]/t [4]$$

LnPf= natural logarithm of the final weight, LnPi= natural logarithm of the initial weight y t being the time in days (2).

Survival was registered at the end of the experimental period.

Every day, physical and chemical parameters were recorded: temperature ($^{\circ}\text{C}\pm 0.2$), salinity ($\text{UPS}\pm 1$), dissolved oxygen ($\text{mg/L}\pm 0.5$) and pH (± 0.02) by means of a multiparameter (WTW Multi 350i); a final nutrients follow up was also performed: alkalinity (mg/L), nitrates (mg/L), nitrites (mg/L), hardness (mg/L), phosphates (mg/L) y chlorine (mg/L) by means of colorimetric kits (Merck KGaA).

Statistical Analysis. The obtained data was analyzed for normality and variance homogeneity by means of Kolmogorov-Smirnov and Bartlett tests respectively. After normality and homogeneity were fulfilled, a one-way variance analysis (ANOVA) was performed in order to establish if significantly differences among the groups existed ($p=0.05$). When this was the case, a Tukey HSD post-hoc test was applied in order to examine the diet effect among the treatments. Otherwise, the test Mood median test was performed to evaluate the hypothesis of similarity among medians through Chi-squared (X^2) so the best diet for common snook *C. undecimalis* could be identified. Statistical Analysis were applied using the Statgraphic Centurion XVI.I software (6).

RESULTS

Monthly mean values of physical and chemical parameters did not differ among treatments or experimental units (Table 1). Water quality indexes showed that nitrites, nitrates and chlorine values were among the recommended range for fish culture, while alkalinity (>150

Relación Longitud-Peso. Se analizó la relación de Longitud-Peso del róbalo mediante regresión lineal (método de los Mínimos Cuadrados), calculando los valores de a y b de la ecuación:

$$W=aL^b [1]$$

donde, W es el peso total en gramos y L la longitud en cm. a y b son constantes obtenidas a partir de un análisis de regresión potencial (5).

Factor de conversión alimenticia. El FCA indica cuánto alimento se ha suministrado para cada unidad de peso ganado (2).

FCA=Alimento total ingerido/ (Biomasa final - Biomasa inicial) [2]

Factor de condición. Es el estado de condición final por individuo se estimó mediante el índice de Fulton:

$$K=100 (W/L^3) [3]$$

donde, W es el peso corporal húmedo en gramos y L la longitud en cm (2).

Tasa específica de Crecimiento. El SGR estima la tasa de crecimiento diario o ganancia media de peso, por día:

$$SGR=100*[LnPf - LnPi]/t [4]$$

donde, LnPf=logaritmo natural del Peso final, LnPi=logaritmo natural del Peso inicial y t es el tiempo en días (2).

La supervivencia se registró al final del experimento.

Se registraron diariamente los parámetros físico-químicos: temperatura ($^{\circ}\text{C}\pm 0.2$), salinidad ($\text{UPS}\pm 1$) oxígeno disuelto ($\text{mg/L}\pm 0.5$) y pH (± 0.02) con el multiparámetro WTW Multi 350i; y un seguimiento final de los nutrientes: alcalinidad (mg/L), nitratos (mg/L), nitritos (mg/L), dureza (mg/L), fosfatos (mg/L) y cloruros (mg/L) con el método de titulación cuantagotas (Merck KGaA).

Análisis estadístico. De los valores obtenidos se evaluaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas utilizando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente. Por cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) a una vía con el fin de establecer si existían diferencias estadísticamente significativas entre los

Table 1. Physico-chemical parameters during the bioassay juvenile *C. undecimalis* grown in a freshwater pond.

Parameter	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4
Temperature (°C)	30.5±0.63	30.9±0.42	29.8±0.33	29.7±0.24
O ₂ (mg/L)	4.75±1.05	4.66±0.21	4.53±0.23	4.62±0.35
pH	6.94±0.60	7.64±0.11	7.55±0.12	7.68±0.20
Salinity (UPS)	0.28±0.04	0.13±0.02	0.16±0.02	0.23±0.02

mg/L CaCO₃), hardness (>300 mg/L CaCO₃) and phosphates (minor eutrophication >0.2 mg/L PO₄-P), were high (Table 2).

Table 2. Water nutrients end of the experimental cultivation of juvenile sea bass in fresh water pond.

Nutrients	Value
Alkalinity (mg/L CaCO ₃)	283±5.2
Nitrites (mg/L)	600±13.0
Nitrates (mg/L)	2.34±1.31
Dourness (mg/L CaCO ₃)	0.32±0.3
Phosphates (mg/L PO ₄ -P)	0.47±0.1
Chlorides (mg/L)	155±4.0

In Table 3 the growth indexes K and SGR are shown to be higher under D2, whose values significantly differed to the rest of the diets. The FCA of D2 did not differ with D3 data but both values differed with D1 FCA. Furthermore, the Mood Median test indicated statistical differences in weight gain between D2 when compared to D1

Table 3. Factors related to the growth of juvenile common snook kept in ponds and fed fresh water with three commercial diets (D1-truchina, D2-cobia, D3-fresh fish) for 120 days.

Tratamiento.	D1	D2	D3
Pi (g)	286.8±10.5	286.7±3.80	276.0±11.7
Pf (g)	436.1±82.9 ^a	630.2±29.6 ^b	472.0±21.7 ^a
Li (cm)	34.3±0.31	34.2±0.52	34.1±0.47
Lf (cm)	38.8±2.50	42.1±0.53	39.0±0.81
S%	51.4	50	77.8
FCA	12.0 ^a	3.76 ^b	3.05 ^b
K	0.73±0.04 ^a	0.81±0.06 ^b	0.76±0.05 ^a
SGR (g/día)	0.31±0.33 ^a	0.65±0.09 ^b	0.44±0.13 ^a

Equal exponents do not differ statistically ($p > 0.05$).
 Trat.= Tratamiento, Pi=Peso inicial, Pf=Peso final, Li=Longitud inicial
 Lf=Longitud final, S=supervivencia, FCA=Factor de conversión alimenticia, K=Factor de condición, SGR=Tasa específica de crecimiento.

diferentes tratamientos ($p=0.05$). En caso de significación estadística del ANOVA, para los tres tratamientos de dietas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD (prueba post-hoc), con el fin de determinar si el efecto de los tratamientos diferían significativamente entre sí o sino la aplicación de la prueba de la Mediana de Mood, la cual evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las muestras son iguales por Chi Cuadrado (X^2) y así determinar la dieta que resultó en el mejor desempeño del róbalo *C. undecimalis*. Para ello se utilizó el programa Statgraphic Centurion XVI.I (6).

RESULTADOS

Los valores promedio mensuales de los parámetros físico-químicos: temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) y estuvieron estables durante el bioensayo (Tabla 1). Los índices de calidad de agua del estanque observados durante el experimento mostraron que los niveles de nitritos, nitratos y cloruro estuvieron dentro del rango adecuado, mientras que la alcalinidad (>150 mg/L CaCO₃), dureza (>300 mg/L CaCO₃) y fosfatos (eutrofización incipiente >0.2 mg/L PO₄-P), registraron valores altos (Tabla 2).

En la Tabla 3 se destacan los mayores índices de crecimiento (K y SGR) de los juveniles de róbalo, obtenidos con D2, los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas, mientras el FCA de D2 y D3 no difirió entre sí, pero hubo diferencia con respecto a D1 aplicando un ANOVA a una vía ($p < 0.05$). Así mismo, con la Mediana de Mood ($p < 0.0428$) se encontraron diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso para D2 con respecto a los tratamientos D1 y D3. Los individuos alimentados con D2, presentaron el mayor peso final promedio (630.2±29.6 g), la tasa específica de crecimiento más alta SGR, (0.65±0.09 g/día), y el mayor factor de condición (K) (0.81±0.06).

La relación Longitud-Peso, demostró un crecimiento isométrico, la relación estimada ($W=0.003L^{3.253}$) fue de $b=3.2$, con un 97% de la variabilidad del peso explicada por el modelo.

A los 100 y 120 días el tratamiento D2 reflejó los valores más altos y en ambos casos mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Figura 1).

No fueron detectadas diferencias estadísticas entre las supervivencias de los tratamientos ($p > 0.05$). Las supervivencias para D1=51.4%,

and D3 ($p < 0.0428$). Fish fed with D2 recorded the highest final weight (630.2 ± 29.6 g), SGR, (0.65 ± 0.09 g/day), and K (0.81 ± 0.06).

The length-weight relationship showed isometric growth, with an estimated relationship ($W = 0.003L^{3.253}$) being $b = 3.2$, with 97% of weight variability explained by the model.

Overall, from the 100 and 120 days of the experimental period, D2 registered the highest values, which are supported by the statistical analysis ($p < 0.05$) (Figure 1).

No statistical differences were detected between the survivals of the treatments ($p > 0.05$). The survivals for D1=51.4%, D2=50% and D3=77.8% are considered acceptable for the three treatments (Figure 2).

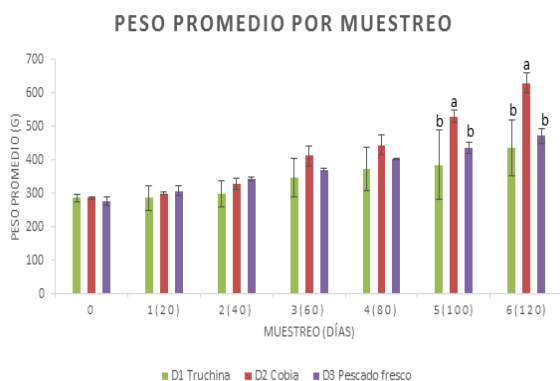


Figure 1. Evaluation of the average weight gain in juvenile snook, fed three diets for 120 days of experimentation.

DISCUSSION

During the study period, the physical and chemical parameters registered acceptable values for aquaculture purposes. Regarding the hardness and alkalinity data, which were above the suggested range, common snook seemed to have acclimated accordingly. Although the high levels of phosphates produced a general eutrophication in the culture system, this condition did not affect any treatment or experimental unit in particular.

It is not common for snook to be cultured under fresh water conditions, however the results obtained in the present study are similar to the highest data previously reported in a similar study of juvenile's nutrition under sea water conditions (7), suggesting that water salinity does not affect this species' growth - at least at this developmental stage. In an earlier study of

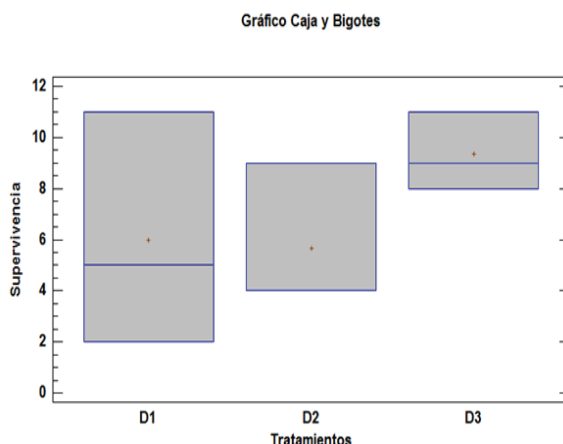


Figure 2. No significant difference were found in the survival of the three experimental diets.

D2=50% y D3=77.8% se consideran aceptables para los tres tratamientos (Figura 2).

DISCUSIÓN

Durante el bioensayo los parámetros físico-químicos estuvieron dentro del rango aceptable para el cultivo de róbalo. En cuanto a los valores de dureza y alcalinidad encontrados en el estanque, los róbalo se adaptaron adecuadamente y permanecieron estables bajo estas condiciones. No obstante, los niveles de fosfatos estuvieron por encima produciendo una eutrofización general en el sistema sin que afectara a ningún tratamiento en particular.

A pesar de que no es habitual el cultivo de róbalo en estanques de agua dulce, los resultados obtenidos por el presente estudio son similares a los mayores registros reportados para un estudio similar en cuanto a tamaños y dietas, pero bajo condiciones de agua de mar, lo cual sugiere que la salinidad no afecta al crecimiento del róbalo al menos durante su fase de juvenil (7). En un estudio previo de cultivo de róbalo en agua dulce cuya alimentación se basó en tilapia viva (*Oreochromis niloticus*), se obtuvieron resultados aceptables de crecimiento, concluyendo que ésta especie tiene potencial para ser incorporada a la acuicultura, con ganancias diarias de 0.50 g/día (3). En esta investigación se determinaron ganancias diarias en peso que fueron de 0.65 g/día, lo que demuestra que el róbalo puede tener un mejor rendimiento en cultivo siempre y cuando se suministre un alimento de alta calidad, específico para sus necesidades.

En el presente estudio, los mayores crecimientos finales se registraron con el suministro de alimento para cobia (D2), el cual presentaba el mayor contenido de proteína (50%) y en

common snook aquaculture, an experimental feeding based on live tilapia (*Oreochromis niloticus*) obtained acceptable growth results (0.50 g/day), which imply that this species has an interesting potential to be cultured (3). In the present study, the daily weight gain was of 0.65 g/day, which shows that growth can be improved by means of high quality feeding.

In this study, the highest data for final growth were obtained with the cobia feed (D2), which not only had the highest protein content (50%) but also all the necessary requirements for optimal performance of *Rachycentron canadum*, a marine fish. In a similar study (8), fed semi-humid diets with a variable percentage of protein to common snook, obtained as a result that diets with a $\geq 40\%$ protein brought out the highest growth performances in terms of final weight and food conversion factor. This last result is similar to the one obtained in the present study (8).

Treatment D1 (trout feed) brought out the lowest FCF and SGR values which contrast with the results found by Gracia-López et al (8), who registered the second highest records of these two variables, plus final growth under the trout diet. Due to the lack of information regarding the specific formulation of commercial diets, it is difficult to explain the results obtained in the present study and why they differed from previous studies. However, regarding the results reported by Gracia-López et al (8), their study was performed with smaller fish. Moreover, we experienced a delay in the acceptance of the trout diet, which might have been due to the size of the pellets.

Treatment D3 (raw fish) did not show significant differences with D2 regarding FCF, although differences were found in K and final weight data between these two treatments. Interestingly, the results obtained in the present study contrast sharply with those registered in Reyes et al. (2004) research, as they reported a lower performance in terms of FCF and growth of similar size juveniles of common snook that were fed with a diet composed of fish meal and raw fish (*O. oglinum* y *Gerres sp*) (9).

The above mentioned results show that diet formulation for fish is a complex process that it has not been well established for many species and even in those cases where a commercial specific diet is commercially available, it still might bring about metabolic problems that negatively affect its growth and survival (10). Moreover, artificial feeds designed for fresh water species should not be used in estuarine

general, es un alimento artificial formulado para la obtención de un óptimo crecimiento en *Rachycentron canadum*, la cual es una especie marina. Un experimento similar (8), en el róbalo se realizó con alimentos semihúmedos de diverso porcentaje proteico, y se registraron como resultados en dietas compuestas a partir de un 40% de proteína y hasta un 65.8%, los mayores desempeños en cuanto a pesos finales y factor de conversión alimenticia, éste último comparable con los obtenidos por el presente estudio (8).

En cuanto a la dieta 1 (alimento comercial para trucha), éste arrojó más bajos registros en cuanto a FCA y SGR, lo cual contrasta con los resultados encontrados por Gracia-López et al (8), en donde el alimento para truchas obtuvo el segundo mayor registro en cuanto a FCA, SGR y peso final (8). Debido a que los alimentos comerciales no especifican su formulación, es complejo el determinar el porqué de nuestros resultados y la diferencia encontrada frente a un estudio similar. Sin embargo, nuestro estudio se realizó con peces de mayor tamaño que los utilizados en el experimento de Gracia-López et al (8), además de haber experimentado dificultad en la aceptación inicial del mismo por parte de los róbalo y que quizás tuvo que ver con el tamaño del pellet.

La dieta 3 (pescado fresco), no arrojó diferencias significativas con la dieta 2 en cuanto a FCA, aunque sí se presentaron diferencias al comparar sus K y pesos finales. De manera interesante, los resultados del presente estudio contrastan con el estudio realizado por Reyes et al. (2004), en donde se obtuvieron menores rendimientos en términos de crecimiento y FCA cuando juveniles de róbalo de tamaño similar fueron alimentados con una dieta compuesta por harina de pescado y pescado fresco (*O. oglinum* y *Gerres sp*) (9).

La formulación de dietas para peces es un proceso complejo que en algunos casos, no se encuentra del todo establecido e incluso en aquellas especies cuyo alimento artificial específico está disponible comercialmente, aún puede ocasionar problemas metabólicos que afectan al crecimiento y supervivencia (10). Además, dietas formuladas para especies dulceacuícolas no deberían utilizarse para peces marinos o estuarinos debido a las diferencias fisiológicas que existen entre ellos que hacen que, entre otros, los requerimientos de ácidos grasos sean distintos (9). Los resultados obtenidos por otros investigadores (11, 12) para la relación Longitud-Peso registraron un crecimiento isométrico, lo cual coincide con el presente estudio, al considerarse que las especies con crecimiento isométrico fluctúan entre los valores de $b=2.5$

and marine fish due to the wide physiological differences existing among them (i.e. fat acid requirements) (9).

The results obtained in other studies (11,12) regarding length-weight relationship also suggest an isometric growth as values for this parameter were between $b= 2.5 - 3.5$, indicating that the common snook increases proportionally in length and weight.

In general, the survival data recorded by the present study are acceptable for fish that have to undergo captivity acclimation. However, previous studies have reported 90% survivals (3, 4, 13). For this particular issue, no causes could be singled out as mortalities were present evenly in all treatments.

As conclusions, the culture of common snook under fresh water conditions fed with cobia commercial feed is a viable alternative. However, more studies are needed in order to design a specific feed for the specie. Research that studies the performance on common snook under low-cost and high-availability feeds are needed with the purpose of developing an aquaculture technical protocol that could be transferred to artisanal farmers.

Acknowledgments

The present study was part of the research project titled "Contributions to the reinforcement of mariculture of the county by developing a production protocol of sea cucumber, strengthening the technology of pectinids and studying the physiological and morphological aspects related with common snook (*Centropomus undecimalis*) reproduction and its experimental culture in fresh water ponds". Cooperative special agreement No 090 of November the 5th, 2013; between the Universidad del Magdalena and the Magdalena County.

y $b=3.5$, lo que indica que el róbalo incrementa proporcionalmente de peso como de longitud.

En general, los resultados obtenidos de supervivencia durante el período de investigación se consideran aceptables para la adaptación de una especie silvestre al cautiverio. Sin embargo, en otros estudios se reportaron supervivencias del 90% (3, 4, 13). Para este particular, no fue posible establecer las causas de las mortalidades de los peces en los diferentes tratamientos, pero dichas mortalidades ocurrieron independientemente del tipo de dieta suministrada.

En conclusión, el cultivo en agua dulce del róbalo *Centropomus undecimalis* alimentado con dieta comercial para cobia es una buena alternativa, sin embargo, a partir de estos resultados se debería profundizar más en el diseño de una dieta específica para la especie. Se deben continuar haciendo estudios para lograr un buen desempeño con dietas de bajo costo y amplia disponibilidad en el mercado para así lograr desarrollar un paquete tecnológico aplicable a acuicultores artesanales.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto titulado: "Contribuir al fortalecimiento de la maricultura del Departamento mediante la implementación de un protocolo de producción de semilla de pepino de mar y fortalecer el paquete tecnológico de pectinidos y los aspectos fisiológicos preliminares y morfológicos relacionados con la reproducción del róbalo (*Centropomus undecimalis*) y su cultivo experimental en estanques de agua dulce", Convenio Especial de Cooperación No. 090 del 05 de noviembre de 2013, suscrito entre la Universidad del Magdalena y la Gobernación del Departamento del Magdalena.

REFERENCES

1. Blewett D, Stevens P, Champeau T, Taylor R. Use of rivers by common snook *Centropomus undecimalis* in southwest Florida: a first step in addressing the overwintering paradigm. Biol Scien 2009; 72: 310-324.
2. Perera-García MA, Mendoza-Carranza M, Contreras-Sánchez WM, Huerta-Ortiz M, Pérez-Sánchez E. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. Rev Biol Trop 2011; 59(2):669-681.

3. Zarza-Meza EA, Berruecos-Villalobos JM, Vásquez-Peláez C, Álvarez-Torres P. Cultivo experimental de Robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) y Chucumite *Centropomus parallelus* (Poey 1860) (Perciformes: Centropomidae) en agua dulce en un estanque de concreto en Alvarado, Veracruz. México. Vet Méx 2006; 37(3):327-333.
4. Alvarez-Lajonchère L, Tsuzuki MY. A review of methods for *Centropomus spp.* (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. Aqua Res 2009; 39(7):684-700.
5. Contreras-Sánchez WM, Contreras-García MJ, Mcdonal-Vera A, Hernández-Vidal U, Cruz-Rosado L, Martínez-García R. Manual para la producción de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en cautiverio. 2ª Ed. Villahermosa, Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 2015.
6. Statgraphics Centurion, X.V.I. Statpoint technologies. INC. Version 16, 17. 2009;
7. Reyes R, Ramos D, Fraga I, Galindo J, Ortega N. Creación de un banco de progenitores de róbalo *Centropomus undecimalis*, Boch. Evaluación de alimentos artificiales. CIVA 2004; 814-820.
8. Gracia-López V, García-galano T, Gaxiola-Cortés G, Pachecho-Campos J. Efecto del nivel de proteína en la dieta y alimentos comerciales sobre el crecimiento y la alimentación en juveniles del róbalo blanco, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). Cienc Mar 2014; 29(4B):585-594.
9. Tocher DR. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. Aquac Res 2010; 41:717-732.
10. Shimada MT, Claudiano GS, Filho JR, Yunis J, Moraes FR. Hepatic steatosis in cage-reared young cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). Brazil. J Vet Sci Med Diagn 2014; 3:2.
11. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol. 2006; 22:241-253.
12. Hernández-Vidal U, Chiappa-Carrara X, Contreras-Sánchez W. Reproductive variability of the common snook, *Centropomus undecimalis*, in environments of contrasting salinities interconnected by the Grijalva-Usumacinta fluvial system. Inv Mar Cent Interdis Cien Mar 2014; 40(3):173-185.
13. Soligo TA, Garcia AS, Cerqueira VR. Weaning of the common snook (*Centropomus undecimalis*) early juveniles reared in laboratory using commercial and experimental diets. Bol. Inst. Pesca, Sao Paulo 2011; 37(4):367-374.