

Cultivo experimental de robalo *Centropomus undecimalis* y chucumite *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) en estanques rústicos de tierra

Experimental culture of snook *Centropomus undecimalis* and chucumite *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) in artisanal earthen ponds

EA Zarza-Meza^{1*}, JM Berruecos-Villalobos², C Vásquez-Peláez², P Álvarez-Torres³

¹ Asociación Nacional de Profesionales del Mar A.C., Algarrobos 661, Villa de las Flores, Coacalco, Estado de México, CP 55710, México. *E-mail: anpromar@prodigy.net.mx

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Cd. Universitaria, México DF, México.

³ Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente, A.C. (CEIBA).

Resumen

El robalo *Centropomus undecimalis* y la especie localmente conocida como chucumite (*Centropomus parallelus*) se distribuyen naturalmente en el Golfo de México, tienen alto valor comercial y son explotadas en la captura de la pesca ribereña, principalmente en el estado de Veracruz, México. Con el objeto de estudiar el crecimiento de *C. undecimalis* y de *C. parallelus* en estanques rústicos de agua dulce, se capturaron crías de ambas especies con tallas de 5.5 cm de longitud estándar que fueron sembradas en tres estanques rústicos de 25.0 × 10.0 × 1.20 m, donde simultáneamente se sembraron reproductores de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) como especie forrajera para alimentar al robalo y el chucumite a diferentes densidades 4:1, 1:1 y 3:2. Durante 14 meses del experimento se determinaron las tasas absolutas de crecimiento en longitud y en peso con máximos registrados de 26.43 ± 0.135 cm y 265.3 ± 0.623 g para el robalo y de 12.0 ± 0.105 cm y 55.1 ± 0.191 g para el chucumite; la tasa diaria de crecimiento fue de 0.062 cm para el robalo y de 0.028 cm para el chucumite. La relación talla-peso estimada ($W = aL^b$) fue de 3.01 para el robalo y de 2.96 para el chucumite, presentando un crecimiento isométrico. Las condiciones de cultivo en agua dulce fueron monitoreadas durante todo el experimento: la temperatura de 26–34°C, oxígeno disuelto de 4.1–6.9 mg L⁻¹ y pH de 6.9–7.5. Estas condiciones de cultivo resultaron favorables para el crecimiento de ambas especies, ya que las tallas y pesos alcanzados se encuentran dentro de los promedios reportados para ambas especies.

Palabras clave: robalo *Centropomus undecimalis*, chucumite *Centropomus parallelus*, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento diario, estanques rústicos.

Abstract

The common snook, *Centropomus undecimalis*, and the locally called chucumite, *Centropomus parallelus*, occur naturally in the Gulf of Mexico. They are considered high value species and are regularly exploited in coastal fisheries, particularly in the state of Veracruz (Mexico). In order to study their growth in fresh-water artisanal earthen ponds, fingerlings of about 5.5 cm standard length of both species were captured in Alvarado Lagoon (Veracruz) and stocked in three 25 × 10 × 1.20 m ponds at densities of 4:1, 1:1 and 3:2 (chucumite:snook). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstocks were stocked at the same time to supply live food for the snook and chucumite. During the 14-month experimental period, the absolute growth rates in length and weight were recorded, obtaining maximum values of 26.43 ± 0.135 cm and 265.3 ± 0.623 g for *C. undecimalis* and of 12.0 ± 0.105 cm and 55.1 ± 0.191 g for *C. parallelus*; the daily growth rate was 0.062 cm for the former and 0.028 cm for the latter. The length-weight relationship estimated ($W = aL^b$) was 3.01 for *C. undecimalis* and 2.96 for *C. parallelus*, presenting isometric growth. The fresh-water culture conditions were monitored throughout the experiment, including temperature (26–34°C), dissolved oxygen (4.1–6.9 mg L⁻¹) and pH (6.9–7.5). The culture conditions used did not have any negative effect on growth, since the lengths and weights attained are within the mean values reported for both species.

Key words: *Centropomus undecimalis*, *Centropomus parallelus*, absolute growth rate, daily growth, artisanal ponds.

Introducción

México cuenta con 1.5 millones de hectáreas de aguas protegidas (Arriaga-Cabrera *et al.* 2000) con características apropiadas para llevar a cabo el cultivo de diversas especies de peces marinos entre los cuales se encuentran los de la familia Centropomidae. *Centropomus parallelus* Poey, 1860, conocido localmente como chucumite, se distribuye en la costa Atlántica

Introduction

Mexico has 1.5 million hectares of protected waters (Arriaga-Cabrera *et al.* 2000) that are suitable for the culture of diverse fish species, among them those of the family Centropomidae. *Centropomus parallelus* (Poey, 1860), known locally as chucumite, is distributed along the Atlantic coast, from southern Florida (USA) to Santos (Brazil). In Mexico it

del continente americano desde el extremo sur de la Florida, Estados Unidos, hasta Santos, Brasil. En México se distribuye en las costas de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco (Chávez 1963). El robalo *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 es una especie ampliamente distribuida en la costa Atlántica del continente americano desde Carolina del Sur en Estados Unidos hasta Río de Janeiro, Brasil. En México, esta especie se distribuye en todos los estados costeros del Golfo de México y Mar Caribe, es común en aguas mexicanas y posee gran importancia pesquera, siendo abundante en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco (Chávez 1963).

Aunque se han realizado muchos estudios sobre *C. parallelus* y sobretodo con *C. undecimalis*, la información con respecto a la biología, el ciclo de vida y la estructura poblacional de ambas especies es muy escasa. Sin embargo, diversos autores han realizado estudios sobre sistemática (Chávez 1961, 1963; Rivas 1986; Muhlia-Melo *et al.* 1994), crecimiento (Silva 1970, 1976; Greenwood 1976; Woitellier 1976; Tucker 1987; Tucker y Campbell-Silas 1988), alimentación (Silva y Vasconcelos-Filho 1972, Souza 1976, Ramos-Porto y Vasconcelos-Filho 1980, Nogueira 1991, Ramírez y Bórquex 1991), reproducción (Costa 1981; Roberts 1987, 1990), monocultivos y policultivos experimentales en agua de mar y salobre (Okada *et al.* 1978, Rocha y Okada 1980), y biología (Rojas 1972, 1975; Álvarez-Lajonchere 1975; Vasconcelos-Filho *et al.* 1980; Patrona 1984; Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón 2001).

La importancia pesquera y acuícola de ambas especies se refleja en la captura obtenida en México en 2001 que asciende a un total de 6047 ton, de las cuales 825 ton corresponden a la costa del Pacífico y 5205 ton al Golfo de México (SEMARNAP 1999, SAGARPA 2001).

Considerando el potencial para el cultivo de estas especies en el estado de Veracruz, se llevó a cabo el presente estudio, teniendo como objeto el evaluar el crecimiento de ambas especies a diferentes densidades en estanques rústicos de tierra y en un medio dulceacuícola, como un modelo de producción mixta semiintensiva.

Materiales y métodos

Durante junio y julio de 2000 se capturaron 2000 alevines de *C. undecimalis* y de *C. parallelus* con un promedio de 5.5 cm de longitud total y 1.2 g de peso, utilizando un chinchorro playero con 0.5 mm de luz de malla y 150 m de longitud frente a la comunidad conocida como El Arbolillo, en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Este complejo lagunar se sitúa en el centro sur del estado de Veracruz (México), entre 18°46'–18°42' N y 95°42'–95°57' O, su ancho máximo es de 4.5 km y se orienta paralelo a la línea de costa de noreste a suroeste.

En el Centro Acuícola Integral Continental localizado en la población de La Piedra, a 20 km de Boca del Río, Veracruz, se realizó la aclimatación de las 2000 crías durante 40 días en seis estanques de concreto de 16 m² de superficie (4.0 × 4.0 × 1.0 m) con suministro de agua dulce a temperatura de 29–30°C,

occurs on the coasts of Tabasco, Tamaulipas and Veracruz (Chávez 1963). The common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792), is widely distributed along the Atlantic coast of the American continent, from South Carolina (USA) to Rio de Janeiro (Brazil). In Mexico it is an important fishery species, commonly found in the waters off all the coastal states of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, and abundant in Tabasco, Tamaulipas and Veracruz (Chávez 1963).

Centropomus parallelus and especially *C. undecimalis* have been the subject of numerous studies, dealing with systematic aspects (Chávez 1961, 1963; Rivas 1986; Muhlia-Melo *et al.* 1994), growth (Silva 1970, 1976; Greenwood 1976; Woitellier 1976; Tucker 1987; Tucker and Campbell-Silas 1988), feeding (Silva and Vasconcelos-Filho 1972, Souza 1976, Ramos-Porto and Vasconcelos-Filho 1980, Nogueira 1991, Ramírez and Bórquex 1991), reproduction (Costa 1981; Roberts 1987, 1990), experimental mono- and polycultures in seawater and brackish water (Okada *et al.* 1978, Rocha and Okada 1980), and the biology of these species (Rojas 1972, 1975; Álvarez-Lajonchere 1975; Vasconcelos-Filho *et al.* 1980; Patrona 1984; Álvarez-Lajonchere and Hernández-Molejón 2001). Nevertheless, information on their biology, life cycle and population structure is still lacking.

The fishery and aquacultural importance of both species is reflected in their landings. In Mexico, in 2001 a total of 6047 tons were caught, 825 tons corresponding to the Pacific coast and 5205 tons to the Gulf of Mexico (SEMARNAP 1999, SAGARPA 2001).

Considering the culture potential of *C. undecimalis* and *C. parallelus* in the state of Veracruz (Mexico), this study aims to evaluate their growth at different densities in artisanal earthen ponds with fresh water, based on a mixed, semi-intensive production model.

Material and methods

In June and July 2000, a total of 2000 fingerlings of *C. undecimalis* and *C. parallelus*, with a mean length of 5.5 cm and weight of 1.2 g, were caught using a 150-m-long beach seine (0.5-mm mesh size) at the locality of El Arbolillo in Alvarado Lagoon. This lagoon complex is located in the south-central part of the state of Veracruz, Mexico (18°46'–18°42' N, 95°42'–95°57' W), and has a maximum width of 4.5 km. It is oriented parallel to the coastline from northeast to southwest.

The fingerlings were transported to the Centro Acuícola Integral Continental, located at La Piedra, some 20 km from Boca del Río, Veracruz, and acclimated during 40 days in six 16-m² concrete ponds (4.0 × 4.0 × 1.0 m) supplied fresh water at a temperature of 29–30°C, dissolved oxygen of 5.0–6.0 mg L⁻¹ and pH of 7.0. They were fed live food consisting of ornate fishes (*Poecilia* sp.) or tilapia fingerlings.

In August 2000, 1500 fingerlings of *C. undecimalis* and *C. parallelus* were transferred to three 250-m² artisanal earthen ponds (25.0 × 10.0 × 1.20 m), placing 500 individuals in each tank, i.e., at a density of 2 fish m⁻². In order to stock specimens

oxígeno disuelto 5.0–6.0 mg L⁻¹ y pH de 7.0. Se les proporcionó alimento vivo que consistió en peces de ornato *Poecilia* sp. y crías de *Tilapia* sp.

En agosto de 2000, 1500 crías de *C. undecimalis* y *C. parallelus* fueron transferidas a tres estanques rústicos de tierra de 250 m² (25.0 × 10.0 × 1.20 m) colocando 500 peces por estanque, es decir, a una densidad de 2 peces m⁻². Con el fin de sembrar ejemplares de la misma talla en cada estanque se hizo una selección de las crías por talla y especie. Los peces tenían, en promedio, 7.2 cm de longitud total y 2.0 g de peso el robalo y 5.9 cm y 2.3 g el chucumite. Las densidades del cultivo mixto experimental estudiado fueron de 4:1, 1:1 y 3:2 (chucumite:robalo).

Previamente, en los estanques se introdujeron reproductores de tilapia *O. niloticus* de 15 cm de longitud total y 130 g de peso los machos y de 12 cm y 100 g las hembras, en una proporción de dos hembras por macho, haciendo un total de 150 reproductores en cada estanque, es decir, una densidad de siembra de 1.6 tilapias m⁻².

Se determinaron las tasas absolutas de crecimiento en peso, TCPA (g), y en longitud total, TCLA (cm), así como la tasa de crecimiento diario Tc (Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón 2001) y la relación longitud-peso ($W = aL^b$) (Lagler *et al.* 1990). De agosto de 2000 a septiembre de 2001 se realizaron mediciones mensuales aleatorias de 50 peces en cada estanque, midiendo peso y longitud total, utilizando un ictiómetro (30 cm) y una balanza granataria (OHAUS, 2610 g). La última biometría que se efectuó fue durante la cosecha, obteniéndose en los tres estanques un promedio de supervivencia del 90%.

Las variables fisicoquímicas básicas, temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad, se midieron semanalmente a partir del día 0 de cultivo, utilizando un equipo YSI 550.

Análisis estadístico

Para obtener las tallas y pesos asociados a cada especie, se utilizó el modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + M_k + ET_{ij} + EM_{ik} + TM_{jk} + ETM_{ijk} + \epsilon_{(ijkl)}$$

donde Y_{ijkl} representa la l -ésima observación aleatoria de talla o peso asociada a la i -ésima especie (robalo-chucumite) sujeta al j -ésimo tratamiento (4:1, 1:1, 3:2) en el k -ésimo mes (agosto 2000–septiembre 2001), μ es la media poblacional y $\epsilon_{(ijkl)}$ es el error aleatorio NID ($\sigma, 02$).

Se estimaron las curvas de crecimiento para talla y peso, utilizando un modelo gama incompleto representado como $y = ae^{bt}$ donde a es el origen, e es el logaritmo natural 2.71828, b es la pendiente y t es el tiempo.

Resultados

En la zona de estudio el agua presentó promedios de temperatura de 29°C, 4.5 mg L⁻¹ de oxígeno disuelto, 7.0 de

de la misma talla en cada estanque, los fingerlings fueron seleccionados por talla y especie. En promedio, los especímenes de *C. undecimalis* y *C. parallelus* tenían una longitud total de 7.2 y 5.9 cm y un peso de 2.0 y 2.3 g, respectivamente. Las densidades de stock de las culturas experimentales mixtas fueron de 4:1, 1:1 y 3:2 (chucumite:snook).

Broodstocks de la tilapia *Oreochromis niloticus* (machos de 15 cm longitud total y 130 g peso, y hembras de 12 cm y 100 g) fueron previamente colocados en los estanques a una proporción macho:hembra de 1:2, para un total de 150 broodstocks en cada estanque, es decir, una densidad de stock de 1.6 tilapia m⁻².

Las tasas absolutas de crecimiento en peso (gramos) y longitud total (centímetros), y la tasa de crecimiento diario (Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón 2001) y la relación longitud-peso ($W = aL^b$) (Lagler *et al.* 1990) fueron determinadas. Desde agosto 2000 hasta septiembre 2001, el peso y longitud total de 50 especímenes aleatorios fueron medidos mensualmente, usando un ictiómetro (30 cm) y una balanza (2610 g). La biometría fue realizada durante la cosecha, y una supervivencia promedio del 90% fue obtenida para los tres estanques.

Temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad fueron medidos semanalmente desde el día 0 de cultivo, usando un YSI 550.

Statistical analysis

The following model was used to obtain the sizes and weights associated with each species:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + M_k + ET_{ij} + EM_{ik} + TM_{jk} + ETM_{ijk} + \epsilon_{(ijkl)}$$

where Y_{ijkl} is the l th random observation of size or weight associated with the i th species (snook/chucumite) subjected to the j th treatment (4:1, 1:1, 3:2) in the k th month (August 2000 to September 2001), μ is the population mean and $\epsilon_{(ijkl)}$ is the random error NID ($\sigma, 02$).

The growth curves for size and weight were estimated using an incomplete gamma model represented as $y = ae^{bt}$, where a is the origin, e is the natural logarithm 2.71828, b is the slope and t is the time.

Results

The water in the study area had a mean temperature of 29°C, dissolved oxygen of 4.5 mg L⁻¹, pH of 7.0 and salinity of 0.0. In the ponds, salinity remained constant (0.0) and the mean temperature was 29.6 ± 3.35°C, with a coefficient of variation of 11.3%; the greatest variation occurred from March to September, with a maximum in July (34.3°C). Both dissolved oxygen and pH in the ponds remained stable throughout the 14-month experimental period, with mean values of 5.85 mg L⁻¹ for the former and 7.0 for the latter.

After 14 months, the mean total length and weight values recorded for *C. undecimalis* specimens from the three ponds were 33.6 ± 0.09 cm and 267.6 ± 1.41 g, while those for *C. parallelus* were 18.0 ± 0.09 cm and 57.9 ± 1.41 g, respectively.

pH y 0.0 de salinidad. En los estanques, la salinidad siempre permaneció constante (0.0), el registro de la temperatura indicó su promedio fue de $29.6 \pm 3.35^\circ\text{C}$, con un coeficiente de variación de 11.3%. La mayor variación se presentó de marzo a septiembre alcanzando la máxima variación en julio (34.3°C). Respecto a la concentración de oxígeno disuelto y pH en los tanques, ambas variables se mantuvieron estables a lo largo del ciclo de 14 meses, con un promedio de 5.85 mg L^{-1} para el oxígeno disuelto y pH de 7.0.

A los 14 meses se observaron en los organismos de los tres estanques, en promedio, una longitud total de $33.6 \pm 0.09 \text{ cm}$ y un peso de $267.6 \pm 1.41 \text{ g}$ para *C. undecimalis*, mientras que para *C. parallelus* estos valores fueron de $18.0 \pm 0.09 \text{ cm}$ y $57.9 \pm 1.41 \text{ g}$, respectivamente.

En promedio, la TCPA para *C. undecimalis* en los tres estanques fue de $265.3 \pm 0.623 \text{ g}$ y la TCLA fue de $26.43 \pm 0.135 \text{ cm}$, con un Tc de 0.062 cm diarios, mientras que para *C. parallelus* éstos valores fueron de $55.1 \pm 0.191 \text{ g}$, $12.0 \pm 0.105 \text{ cm}$ y 0.028 cm diarios.

En cuanto a la relación longitud-peso, para *C. undecimalis* ésta fue $W = 0.00726228 \text{ L}^{2.9543}$ y para *C. parallelus* fue $W = 0.00858913 \text{ L}^{3.0144}$. Del valor de la pendiente b (en estos casos 2.9543 y 3.0144), Ricker (1968) y Lagler *et al.* (1990) refieren que un valor cercano a 3 indica que el crecimiento es isométrico, es decir, que los incrementos en peso y talla son proporcionales entre sí, por lo que en este caso se puede afirmar que el crecimiento de ambas especies fue isométrico.

En la tabla 1 se presentan las relaciones de talla y peso obtenidas para ambas especies. Para el robalo la relación de talla resultó 69% ($P < 0.01$) superior que la del chucumite, mientras que la relación de peso fue 42% ($P < 0.01$) también mayor en el robalo. Se observa también que, en cuanto a tallas, éstas fueron mayores en los estanques en que se manejó una proporción 3:2, menores cuando la proporción fue de 4:1, e intermedia con la proporción 1:1 ($P < 0.01$). En el peso se evidenció la misma tendencia.

On average, the absolute growth rates in weight and length in the three ponds were $265.3 \pm 0.623 \text{ g}$ and $26.43 \pm 0.135 \text{ cm}$ for *C. undecimalis* and $55.1 \pm 0.191 \text{ g}$ and $12.0 \pm 0.105 \text{ cm}$ for *C. parallelus*. The daily growth rates were 0.062 cm for the former and 0.028 cm for the latter.

The length-weight relationship was $W = 0.00726228 \text{ L}^{2.9543}$ for *C. undecimalis* and $W = 0.00858913 \text{ L}^{3.0144}$ for *C. parallelus*. In regard to the value of slope b (in this case 2.9543 and 3.0144), according to Ricker (1968) and Lagler *et al.* (1990) a value close to 3 indicates isometric growth, that is, that the increase in weight is proportional to that in size; hence, in this case the growth of both species was isometric.

The length-weight relationships obtained for both species are shown in table 1. The size and weight relationships for *C. undecimalis* were 69% ($P < 0.01$) and 42% ($P < 0.01$), respectively, both higher than those for *C. parallelus*. Larger sizes were found in the ponds where the organisms were stocked in a proportion of 3:2 (chucumite:snook), whereas the sizes were smaller when the proportion was 4:1 and intermediate when it was 1:1 ($P < 0.01$). The same tendency was observed for weight.

The growth curves for length and weight of *C. parallelus* at the three different densities are shown in figures 1 and 2, respectively, while those of *C. undecimalis* are shown in figures 3 and 4, respectively. In general, the snook presents a greater growth rate than the chucumite (38%, $P \leq 0.05$) (table 2).

Discussion

The results obtained in this experiment show that it is possible to culture *C. undecimalis* and *C. parallelus* together in artisanal ponds with fresh water. No previous studies were found regarding the culture and rearing of these species in fresh water, the only information available referring to their culture

Tabla 1. Relaciones de crecimiento para robalo (*Centropomus undecimalis*) y chucumite (*Centropomus parallelus*) en estanques rústicos con diferentes densidades, durante 14 meses.

Table 1. Growth relations for the common snook (*Centropomus undecimalis*) and chucumite (*Centropomus parallelus*) in artisanal ponds with different densities, during 14 months.

Proporción Chucumite:robalo	Talla	R^2	Peso	R^2
<i>Centropomus undecimalis</i>				
4:1	$5.5216e^{0.128t}$	96%	$1.2068e^{0.373t}$	96%
1:1	$5.1688e^{0.134t}$	96%	$0.9695e^{0.385t}$	96%
3:2	$5.2726e^{0.139t}$	97%	$0.9282e^{0.285t}$	96%
<i>Centropomus parallelus</i>				
4:1	$4.6293e^{0.088t}$	86%	$0.8440e^{0.276t}$	89%
1:1	$4.7041e^{0.083t}$	89%	$0.7828e^{0.276t}$	90%
3:2	$4.4014e^{0.104t}$	90%	$0.8494e^{0.285t}$	91%

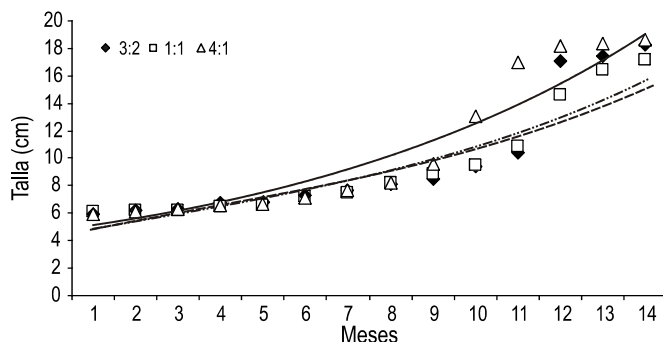


Figura 1. Curvas de crecimiento (talla en centímetros) para el chucumite *Centropomus parallelus* durante 14 meses.

Figure 1. Growth curves (size in centimeters) for *Centropomus parallelus* during 14 months.

Las curvas de crecimiento en talla y peso del chucumite con las tres diferentes densidades se presentan en las figuras 1 y 2, respectivamente, mientras las obtenidas para el robalo se presentan en las figuras 3 y 4. En general, éstas muestran una mayor velocidad de crecimiento en el robalo que en el chucumite, en un 38% ($P = 0.05$) (tabla 2).

Discusión

Los datos derivados de este experimento muestran la posibilidad de que tanto *C. undecimalis* como *C. parallelus* se desarrollen en cautiverio, juntos, en estanques artesanales de tierra y con agua dulce. Cabe mencionar que no existen referencias previas de cultivo y engorda de estas especies en agua dulce. Sólo existen registros de su cultivo en agua de mar y salobre, por lo que no ha sido posible hacer una comparación directa para estas especies. Sin embargo, estudios realizados en *Lates calcalifer* (Bloch 1790) indican que en esta especie se obtuvieron crecimientos similares en condiciones ambientales similares (Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón 2001).

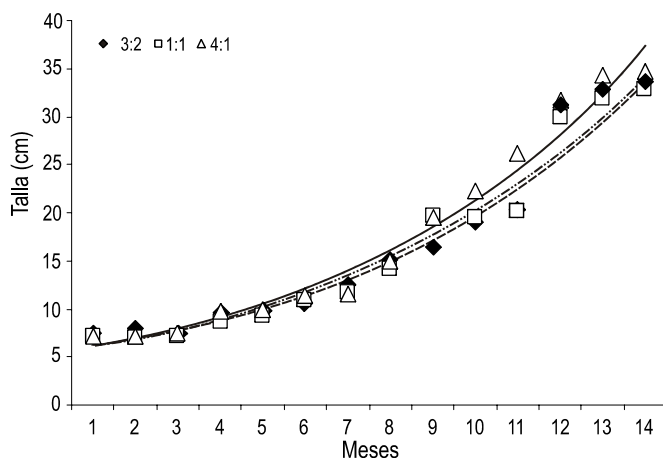


Figura 3. Curvas de crecimiento (talla en centímetros) para el robalo *Centropomus undecimalis* durante 14 meses.

Figure 3. Growth curves (size in centimeters) for *Centropomus undecimalis* during 14 months.

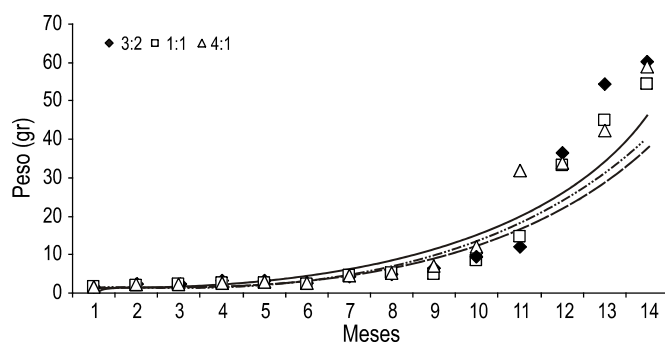


Figura 2. Curvas de crecimiento (peso en gramos) para el chucumite *Centropomus parallelus* durante 14 meses.

Figure 2. Growth curves (weight in grams) for *Centropomus parallelus* during 14 months.

in seawater and brackish water, so it was not possible to make a direct comparison of these species. Nevertheless, studies conducted on *Lates calcalifer* (Bloch 1790) indicate that the growth and environmental variables are similar (Álvarez-Lajonchere and Hernández-Molejón 2001).

The results also show that both species studied herein can withstand handling, since the survival of the organisms during the 14-month experimental period was optimum (90%). The total production obtained in the three ponds was 134.0 kg of *C. undecimalis* and 49.3 kg of *C. parallelus*.

This study reveals the feasibility of using live feed, since both species were successfully maintained in captivity and with a normal growth, according to that reported in the literature (Calvancanti *et al.* 1980, Rocha and Okada 1980, Nogueira 1991). Considering that both *C. undecimalis* and *C. parallelus* are primarily carnivorous (Chávez 1963, Rivas 1986) and easily adaptable to captivity, in the first acclimatization phase they were supplied foraging fish (pocilids and tilapia fingerlings) *ad libitum*.

The use of other feed consisting of squid, fish and shrimp has been reported in the literature (Silva 1976, Higby and Beulig 1988, Clarke *et al.* 1988); however, this alternative was not considered feasible because of the cost and preparation

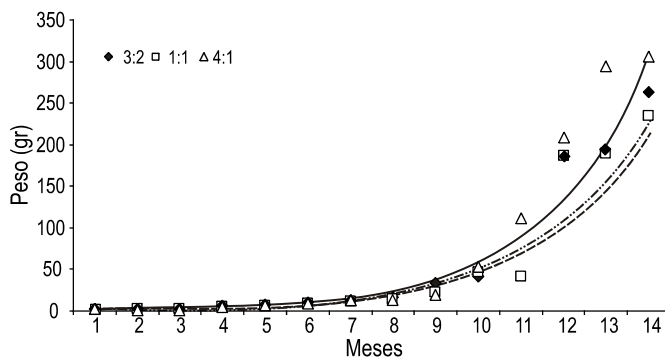


Figura 4. Curvas de crecimiento (peso en gramos) para el robalo *Centropomus undecimalis* durante 14 meses.

Figure 4. Growth curves (weight in grams) for *Centropomus undecimalis* during 14 months.

Por otro lado se confirma que las dos especies aquí estudiadas son resistentes al manejo, ya que la supervivencia de los peces durante el experimento de 14 meses fue óptima (90%), obteniéndose una producción total en los tres estanques de 134.0 kg de robalo y 49.3 kg de chucumite.

El estudio revela la posibilidad de suministrar alimento vivo, utilizando para ello especies forrajeras como la tilapia, logrando su manutención en cautiverio y con un crecimiento normal acorde con lo reportado en la literatura (Calvancanti *et al.* 1980, Rocha y Okada 1980, Nogueira 1991). Considerando que tanto *C. undecimalis* como *C. parallelus* son especies fundamentalmente carnívoras (Chávez 1963, Rivas 1986) y que son de fácil adaptación al cautiverio, en la primera fase de aclimatación se proporcionó como alimento peces forrajeros poecilidos y crías de tilapia *ad libitum*.

Existen referencias de alimento preparado a base de calamar, pescado y camarón (Silva 1976, Higby y Beulig 1988, Clarke *et al.* 1988); sin embargo, esta alternativa no se consideró factible dado el costo y el tiempo de preparación que involucra ya que el alimento tiene que ser fresco. Por esta razón mejor se sembraron reproductores de tilapia en los estanques con el objeto de que al reproducirse se tuviera una especie forrajera disponible como alimento para el robalo y el chucumite. No se registró mortalidad en la especie forrajera seleccionada y su nutrición fue a base de una ración diaria de alimento balanceado. La alimentación con crías de tilapia supone que los reproductores introducidos en cada estanque produjeron un total de 15,000 a 18,000 crías cada cuatro meses.

Se constató que el método para mantener reproductores de tilapia, y su consecuente producción de crías, no altera el crecimiento del robalo ni del chucumite, a quienes este alimento permitió un buen crecimiento. Se requiere ampliar el estudio respecto a la densidad de crías de tilapia y su efecto sobre la capacidad de carga del estanque de cultivo, al igual que para conocer el efecto de la densidad de organismos vivos, tanto en engorda como de especies forrajeras, en la calidad del agua y las variables fisicoquímicas idóneas para lograr la mayor eficiencia en la engorda de estas especies. No obstante, se observó que el crecimiento de *C. undecimalis* fue mayor en talla y peso que el de *C. parallelus*, tal y como sucede en la naturaleza de acuerdo con los reportes de Caballero y Bravo-Hollis (1956), Chávez (1963) y Muhlia-Melo *et al.* (1994), en México.

Los resultados de este estudio en condiciones de agua dulce mostraron un crecimiento isométrico en ambas especies, esto concuerda con Huerta (1998), quien estudio el crecimiento de *C. undecimalis* en diferentes concentraciones de salinidad (0, 15, 25 y 35 ppm), presentándose un crecimiento alométrico a medida que aumenta la salinidad con un crecimiento isométrico en 0 ppm.

Tomando en cuenta la información obtenida por diferentes autores en relación al proceso de engorda, solamente se encontraron trabajos realizados con *C. undecimalis* pero no se encontró ninguna referencia a *C. parallelus*, y cabe mencionar

Tabla 2. Medias mínimo cuadráticas por talla y peso en robalo (*Centropomus undecimalis*) y chucumite (*Centropomus parallelus*), en tres proporciones de siembra, durante un periodo de 14 meses.

Table 2. Minimum root mean squares per size and weight for the common snook (*Centropomus undecimalis*) and chucumite (*Centropomus parallelus*), at three stocking densities, during a 14-month period.

Especies	Talla (cm)	Peso (g)
Chucumite	9.99 ± 0.05 (a)	14.28 ± 0.73 (a)
Robalo	16.98 ± 0.04 (b)	63.19 ± 0.73 (b)
Ch:Rob 4:1	13.26 ± 0.06 (a)	36.83 ± 0.89 (a)
Ch:Rob 1:1	12.97 ± 0.06 (b)	34.24 ± 0.89 (b)
Ch:Rob 3:2	14.24 ± 0.06 (c)	45.23 ± 0.89 (c)

(a, b, c) Valores con diferente literal son estadísticamente significativos ($P \leq 0.05$).

time involved since the food has to be fresh. Consequently, tilapia broodstocks were stocked in the ponds so that when they reproduced, live food would be available for the snook and chucumite. Mortality of the foraging species selected, offered a daily ration of balanced food, was not recorded. Feeding based on tilapia fingerlings assumed that the broodstocks introduced in each pond produced from 15,000 to 18,000 fingerlings every four months.

The method used to maintain the tilapia broodstocks and their subsequent production of fingerlings did not alter the growth of either *C. undecimalis* or *C. parallelus*, both species showing good growth. Further research is necessary on the density of tilapia fingerlings and the effect on the load capacity of the culture pond, and on the effect of the density of the live organisms (those being cultured as well as the foraging species) on the water quality and appropriate physicochemical conditions to achieve the successful culture of these species. Nevertheless, *C. undecimalis* exhibited better growth in weight and length than *C. parallelus*, just as has been reported to occur in the natural environment in Mexico (Caballero and Bravo-Hollis 1956, Chávez 1963, Muhlia-Melo *et al.* 1994).

In this experiment using fresh water, both species exhibited isometric growth. This concurs with Huerta (1998), who studied the growth of *C. undecimalis* in different concentrations of salinity (0, 15, 25 and 35 ppt) and reported allometric growth as salinity increased, with isometric growth at 0 ppt.

A review of the literature regarding the culture of these species produced information only on *C. undecimalis*, and in all cases seawater or brackish water was used, not fresh water. Okada (1980) conducted a 12-month polyculture experiment using 2400 juveniles of *Mugil curema* and 120 of *C. undecimalis*, with an initial weight of 2.05 g, resulting in 70% mortality. Maia *et al.* (1980) also conducted a 12-month polyculture experiment with *C. undecimalis* (60 organisms) and *Mugil brasiliensis* (265) but did not observe mortality. In both cases the mugilids were introduced as foraging species and the surface occupied was 1200 m², with densities of 1/10 m² in

que en todos los casos se utilizó agua salobre y agua de mar pero en ninguno se utilizó agua dulce.

Okada (1980) realizó un policultivo de 2400 juveniles de *Mugil curema* y 120 de *C. undecimalis*, con tallas iniciales 2.05 g, durante 12 meses, resultando con una mortalidad de 70%. Maia *et al.* (1980) también efectuaron un policultivo con *C. undecimalis* (60 organismos) y *Mugil brasiliensis* (265 organismos), también por 12 meses, en el que no se presentó mortalidad. En ambos casos la superficie ocupada fue de 1200 m², con densidades de 1/10 m² en el primer caso y de 1/20 m² en el segundo. En ambos casos las lisas (mugilidos) fueron introducidas como especie forrajera. Rocha y Okada (1980), al igual que en los casos anteriores, utilizaron dos encierros en agua salobre con las mismas especies. En el primer encierro utilizaron *M. brasiliensis* (130) y *C. undecimalis* (60), manejaron una densidad de 1/20 m² y no tuvieron mortalidad, mientras que en el segundo encierro utilizaron *M. curema* (1746) y *C. undecimalis* (200) y tuvieron una mortalidad del 86%.

Millan (1989) sembró 310 ejemplares de *C. undecimalis* durante 180 días en un estanque de agua salobre, en el cual no se observó mortalidad. Cabrera y Amador (1997) introdujeron juveniles de robalo en jaulas de 4 m³ en agua salobre durante 105 días, los alimentaron con trozos de pescado fresco (*Cichlassoma urophthalmus*) y obtuvieron organismos que alcanzaron una talla de 21.3 cm y un peso de 58.1 g, con una mortalidad de 79% en promedio. Amador (1994) utilizaron dos estanques con agua salobre (2–10 ppm) durante 218 días, con una mortalidad del 20%, alimentando los robalos con crías de poecilidos. El mayor crecimiento se presentó durante el periodo de menor salinidad, obteniendo al final peces con una longitud total de 23.78 cm y 91.04 g de peso. Posteriormente, Amador *et al.* (1997) introdujeron 120 juveniles de robalo durante 118 días con una mortalidad de 10%, en tres estanques rústicos de manto freático a una salinidad de 0–6‰, alimentándolos con crías de mojarra (*C. urophthalmus*), obteniendo organismos de 17.3 cm de longitud y 26.5 g de peso.

En el caso de los encierros se debe hacer mención de que fueron cultivos mixtos con el objeto de tener especies forrajeras que sirvieran de alimento a los robalos (Okada 1980, Maia *et al.* 1980, Rocha y Okada 1980). En todos esos casos el periodo de engorda fue de un año, obteniéndose ejemplares de 125.3, 180, y 119 y 251.9 g en promedio, respectivamente. En el presente trabajo los robalos alcanzaron un promedio de 267.6 ± 1.41 g, muy por encima de lo obtenido en los tres encierros experimentales arriba mencionados.

La posibilidad de introducir especies forrajeras en el sistema de cultivo conlleva a facilitar la engorda del robalo y del chucumite en localidades donde no se cuenta con mayores insumos para su manutención dada la facilidad para conseguir estas especies forrajeras. Sin embargo, es necesario realizar un estudio minucioso de la capacidad de carga de un sistema de policultivo de este tipo, para evitar que la elevada densidad de peces en engorda, junto con los forrajeros, afecten los resultados de engorda y resulte desfavorable al cultivo.

the former and 1/20 m² in the latter. Likewise, Rocha and Okada (1980) conducted a two-pen culture experiment using brackish water and the same species. In one enclosure they introduced *M. brasiliensis* (130 organisms) and *C. undecimalis* (60), at a density of 1/20 m², and did not record mortality, while in another enclosure they placed *M. curema* (1746) and *C. undecimalis* (200), and recorded a mortality of 86%.

Millan (1989) cultured 310 specimens of *C. undecimalis* for 180 days in a brackish-water pond and did not observe mortality. Cabrera and Amador (1997) placed juveniles of *C. undecimalis* into 4-m³ cages with brackish water for 105 days, fed them pieces of fresh fish (*Cichlassoma urophthalmus*) and obtained organisms measuring 21.3 cm and weighing 58.1 g, with a mean mortality of 79%. Amador (1994) used two brackish-water (2–10 ppt) ponds during 218 days and fed the snook poecilid fingerlings, obtaining a mortality of 20%. Greatest growth was obtained during the period of lowest salinity and the final total length and weight of the organisms were 23.78 cm and 91.04 g, respectively. Amador *et al.* (1997) placed 120 snook juveniles for 118 days in three artisanal ponds containing phreatic water with a salinity of 0–6‰. The organisms were fed mojarra (*C. urophthalmus*) fingerlings and attained 17.3 cm in length and 26.5 g in weight, and mortality was 20%.

Note that in the mixed cultures of Okada (1980), Maia *et al.* (1980) and Rocha and Okada (1980), foraging species were used to serve as food for *Centropomus undecimalis*. In all these cases the cultures lasted one year and the mean final weight of the organisms was 125.3, 180, and 119 and 251.9 g, respectively. In the present study, a mean weight of 267.6 ± 1.41 g was obtained for *C. undecimalis*, much higher than that reported in the three previous works mentioned.

The possibility of introducing foraging species, which are easily attainable, into the culture systems should facilitate the rearing of *C. undecimalis* and *C. parallelus* at sites with limited food availability. It is necessary, however, to conduct a detailed study regarding the load capacity of polyculture systems in order to avoid detrimental effects resulting from too high a density of cultured and foraging species.

This study has raised several questions regarding the specific nutritional needs of *C. undecimalis* and *C. parallelus*. The development of an appropriate method to attain larger sizes in a shorter period of time, with the best food and energy yield, and to obtain better health conditions for these species will largely depend on greater knowledge of their specific physiological and nutritional needs. Thus we recommend developing monocultures and determining the possibility of preparing artificial feeds that can be administered directly into the culture systems, avoiding the handling of more culture species.

Acknowledgements

The authors acknowledge the facilities provided by the aquacultural center in Veracruz, and thank M Guzmán-Arroyo

Es importante destacar que del presente trabajo se derivan varias preguntas sobre las necesidades nutricionales específicas de las dos especies estudiadas. El desarrollo de una técnica apropiada para alcanzar mayores tallas en menor tiempo, con un mayor aprovechamiento del alimento y la energía, así como mejores condiciones de salud para estas especies, dependerá en gran medida del avance en el conocimiento de sus necesidades fisiológicas y nutricionales específicas. Por ello se recomienda desarrollar trabajos de monocultivo y determinar la posibilidad de preparar alimentos artificiales que de manera directa sean suministrados en los estanques de cultivo, y se evite el manejo de más especies de cultivo.

Agradecimientos

Los autores agradecen las facilidades otorgadas por la Granja Continental en Alvarado, Veracruz, en especial a M Guzmán-Arroyo y JL Peña-Manjarrez por sus valiosas observaciones en torno al presente artículo.

Referencias

Álvarez-Lajonchere L. 1975. Cultivo de peces marinos. Juv. Téc. (112): 25–29

Álvarez-Lajonchere L, Hernández-Molejón OG. 2001. Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe: Diseño, operación y tecnologías. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 424 pp.

Amador del Ángel LE. 1994. Prospección de algunos terrenos con vocación acuícola de la península de Astata, Municipio del Carmen, Campeche. Gaceta Universitaria, Órgano Informativo de la Universidad Autónoma del Carmen, 15: 23–29.

Amador del Ángel LE, Cabrera RP, Gomes-Mendoza GE. 1997. Cultivo de robalo *Centropomus undecimalis* en estanques rústicos de manto freático en la Isla del Carmen, Campeche, México. Proc. 50th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean. Mexican Fisheries Institute, 22–25 September 1997, Mérida, Yucatán.

Arriaga-Cabrera L, Aguilar-Sierra V, Alcocer-Durand J. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 124 pp.

Caballero RC, Bravo-Hollis M. 1956. Monogénea de peces marinos del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe. I. Bull. Mar. Sci. 15(3): 535–547.

Cabrera RP, Amador del Ángel LE. 1997. Abundancia y descripción del hábitat de juveniles de robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1729) en la Laguna de Sabancuy, Campeche. Resúmenes del Cuarto Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, 17–20 noviembre 1997, Mérida, Yucatán, pp. 142–145.

Calvancanti LB, Coelho PA, Leca EE, Luna JA, Macedo SJ, Paranagua M. 1980. Utilización de zonas de manglares en el estado de Pernambuco (Brazil) para fines de acuicultura. Memorias del Seminario sobre el Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Montevideo, Uruguay. ROSTLAC, pp. 317–323.

Chávez H. 1961. Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redescritión de *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). Ciencia (Méx.) 21(2): 75–83.

Chávez H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del Estado de Veracruz. Ciencia (Méx.) 22(5): 141–161.

and JL Peña-Manjarrez for their valuable comments on this paper.

English translation by Christine Harris.

Clarke ME, Sheldon W, Schmale, M, Dowd C. 1988. A diet induced disease in common snook *Centropomus undecimalis*. Contrib. Mar. Sci. 30: 165–168.

Costa HR. 1981. Experimentos de inducción en *Centropomus undecimalis*. Estudio del Ciclo de Actividad Sexual y Experimentos de Inducción. Memorias del Congreso Brasileño de Zoología 11, Brasilia, pp. 104–105.

Greenwood PH. 1976. A review of the family Centropomidae (Pisces: Perciformes). Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Zool. 29(1): 1-81.

Higby M, Beulig A. 1988. Effects of stocking density and food quantity on growth of young snook, *Centropomus undecimalis*, in aquaria. Fla. Sci. 51: 163–171.

Huerta ALA. 1998. Efectos de la salinidad y densidad poblacional en el crecimiento del robalo blanco. Tesis de licenciatura, ENEP, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 38 pp.

Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, May-Passino DR. 1990. Ictiología. AGT Editor, México, 489 pp.

Maia EP, Rocha IP, Okada Y. 1980. Cultivo arracoadado de curima (*Mugil brasiliensis* Agassiz, 1829) em associacao com tainha (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) e camorin (*Centropomus undecimalis*) Bloch, 1792) em viveiros estuarinos de Itamaraca-PE. Anais I Simposio Brasileiro de Aquicultura, Recife, Río de Janeiro. Academia Brasileira de Ciencias, pp. 1451–1490.

Muhlia-Melo A, Arvizu-Martínez J, Rodríguez-Romero J, Guerrero-Tortolero D, Gutiérrez-Almazán F. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del cultivo del robalo. Secretaría de Pesca. Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. Convenio SEPESCA-CIBNOR, 51 pp.

Millan, 1989. Resultados del crecimiento del robalo *Centropomus undecimalis* Bloch 1792 (Pisces: Centropomidae) en estanques. Rev. Lat. Acui: 41:45–56.

Nogueira da Silva. 1991. Cultivo de camorin *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 (Pisces, Centropomidae) en ambiente dulceacuícola. Tesis de maestría, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.

Okada Y. 1980. Cultivo arracoadado de Tainha (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) em associacao com robalos (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) e carapeba (*Eugerres brasiliensis* Cuvier, 1830), em viveiros estuarinos de Itamaraca-Pernambuco Brasil. I Simposio Brasileiro de Acuicultura, Recife, Río de Janeiro, 1978. Academia Brasileira de Ciencias, pp. 131–139.

Patrona LD. 1984. Contribución a la biología du robalo *Centropomus parallelus* (Pisces, Centropomidae) du Sud-Est du Brasil: Possibilites aquacoles. Tesis de doctorado, Institut National Polytechnique de Toulouse, 177 pp.

Ramírez A, Bórquex S. 1991. Comportamiento alimenticio de juveniles de robalo *Centropomus undecimalis*, Bloch 1792 (Pisces, Centropomidae), comparando atrayentes químicos y extractos acuosos de animales. Tesis de maestría, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil, 99 pp.

Ramos-Porto M, Vasconcelos-Filho AL. 1980. Estudos da disponibilidade de alimentos para os peixes Centropomídeos da Região de Itamaracá (Pernambuco-Brasil). I Simposio Brasileiro de Aquicultura, Recife, Río de Janeiro, 1978. Academia Brasileira de Ciencias, pp. 185–192

Ricker WE. 1968. Method for assessment of fish production in fresh water. IBP Handbook No. 3. Blackwell, Oxford, 313 pp.

- Rivas LR. 1986. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia* 3: 579–611
- Roberts DE Jr. 1987. Induced maturation and spawning of common snook, *Centropomus undecimalis*. Proc. 38th Annual Meeting of Gulf and Caribbean Fisheries Institute, pp. 222–230.
- Roberts DE Jr. 1990. Snook (*Centropomidae*) and grouper (*Serranidae*) mariculture in the Gulf of Mexico and Caribbean basin. Workshop on Advances in Tropical Aquaculture, Tahiti. INFREMER No. 9
- Rocha IP, Okada Y. 1980. Experimentos de policultivo entre curima (*Mugil brasiliensis*, Agassiz, 1829) e camorin (*Centropomus undecimalis*, Bloch, 1792) em viveiros estuarinos (Itamarca-Pernambuco), Brasil. I Simposio Brasileiro de Aquicultura, Recife, Río de Janeiro, 1978. Academia Brasileira de Ciencias, pp. 163–173.
- Rojas JC. 1972. Contribución al conocimiento de la biología de las lagunas y ríos de Campa Mona y Buena Vista (Venezuela), especialmente del robalo (*Centropomus parallelus* Poey). Cuadernos Oceanogr. (Cumaná) 3: 3–36.
- Rojas JC. 1975. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos *Centropomus undecimalis* y *Centropomus poeyi* en la Laguna de Términos, Campeche, México. Bol. Inst. Oceanogr. (Cumaná) 14(1): 51–70.
- SAGARPA. 2001. Anuario Estadístico de Pesca, México, pp. 130–146.
- SEMARNAP. 1999. Anuario Estadístico de Pesca, México, pp. 122–126.
- Silva JE. 1970. Nota previa sobre viveiros de peixes situados em Itamarca, Pernambuco, Brasil. Trab. Oceanogr. UFPE., Recife, 9/ 11: 317–324.
- Silva JE. 1976. Fisiocologia do camorin (*Centropomus undecimalis* Bloch 1792). Estudio experimental do crescimento em ambiente confinado. Tesis doctoral, Universidad de Sao Paulo, 102 pp.
- Silva JE, Vasconcelos-Filho AL. 1972. Aspectos gerais sobre a alimentacao de camorin (*Centropomus undecimalis* Bloch e *Centropomus parallelus* Poey). Anais Inst. Biol. UFRPE, Recife, 2: 33–41
- Souza JR. 1976. Alimentacao de peixes em cautiveiros: Necesidade de estudos adequados a diversidade regional do estado de Minas Gerais. Anais do I Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental, Belo Horizonte, Centro de Recursos Naturais, pp. 471–479.
- Tucker JW Jr. 1987. Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. Prog. Fish Cult. 49(1): 49–57.
- Tucker JR, Campbell-Silas W. 1988. Spawning season of common snook along the East Central Florida coast. Fla. Sci. 51: 1–6.
- Vasconcelos-Filho AL, Azevedo SB, Costa ML. 1980. Regime alimentar dos camorin (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 e *Centropomus parallelus* Poey, 1860) do Canal de Santa Cruz Pernambuco-Brasil. I Simposio Brasileiro de Aquicultura, Recife, Río de Janeiro, 1978. Academia Brasileira de Ciencias, pp. 175–184.
- Woitellier E. 1976. Norcoes sobre o crescimento de róbalo (*Centropomus parallelus*) no meio natural. Río de Janeiro, Inst. de Pesq. da Marinha, 14 pp. (Publ. 95).

*Recibido en agosto de 2004;
aceptado en marzo de 2006.*