

**Desarrollo embrionario y primeros estadios larvales del robalo chucumite, *Centropomus parallelus* Poey (Pisces, Centropomidae) con interés para su cultivo**  
**Embryonic and first larval developmental stages of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey (Pisces, Centropomidae), with interest for aquaculture**

Luis Alvarez-Lajonchère,  
Vinicius Ronzani Cerqueira  
y Marcos dos Reis

Laboratorio de Piscicultura Marina, Departamento de Acuicultura de la Universidad Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, Florianópolis 88040.900, Santa Catarina, Brasil.

Alvarez-Lajonchère, L., V. Ronzani Cerqueira y M. dos Reis, 2002. Desarrollo embrionario y primeros estadios larvales del robalo chucumite, *Centropomus parallelus* Poey (Pisces, Centropomidae) con interés para su cultivo. *Hidrobiológica* 12 (2): 89-100.

**RESUMEN**

Se describe el desarrollo embrionario y los primeros estadios larvales del robalo chucumite, *Centropomus parallelus* Poey, basado en muestras de huevos y larvas colectadas en el transcurso de experimentos de desove y larvicultura en 1998 en Florianópolis, Brasil. Tanto el desarrollo embrionario como el larval son muy similares a los de otros robalos, especialmente *Centropomus undecimalis*. Los huevos son pelágicos y esféricos ( $0.67 \pm 0.01$  mm de diámetro), de corion transparente, liso y sin ornamentaciones y presentan una gota de aceite de color amarillo pálido ( $0.20 \pm 0.02$  mm de diámetro). La eclosión se produjo a las 22-23 h después de la fertilización a 25°C. Las larvas recién eclosionadas son pequeñas, con una longitud total de  $1.85 \pm 0.08$  mm. A  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , el desarrollo larval estuvo más directamente relacionado con la talla que con la edad; la boca fue funcional del tercer al cuarto días de edad y el saco vitelino y la gota de aceite se consumieron a los cinco días; la flexión del notocordio se produjo entre los 3.55 y los 4.20 mm de longitud total. La boca tuvo una abertura (Bc) inicial estimada de 220  $\mu\text{m}$  y se incrementó linealmente con la edad (E) (en días) y con la longitud total (LT) (en mm) expresadas por las ecuaciones:  $Bc = 0.2104 + 0.0395 E$  ( $r = 0.9619$ ) y  $Bc = -0.1483 + 0.1566 LT$  ( $r = 0.9880$ ), respectivamente. Las transformaciones de las postlarvas al estadio juvenil se extendieron después de los 40 días de la eclosión, con tallas totales superiores a los 10 mm. El crecimiento de las larvas presentó cuatro períodos, los tres primeros lineales con tasas de 0.32, 0.06 y 0.18 mm/día y el cuarto exponencial con tasas de 0.22 mm/día después del día 15 y 0.54 mm/día a los 30 días de edad.

**Palabras clave:** Desarrollo embrionario, desarrollo larval, *Centropomus parallelus*, Brasil.

**ABSTRACT**

The embryonic and first larval developmental stages of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey are described based on samples of eggs and larvae collected during induced spawning and larval rearing experiments in 1998 at Florianópolis, Brazil. Both embryonic and larval development are very similar to those of other snooks, specially *Centropomus undecimalis*. The eggs are pelagic and spherical ( $0.67 \pm 0.01$  mm in diameter), transparent, smooth corium without sculptures, and with one oil droplet ( $0.20 \pm 0.02$  mm in diameter). Hatching occurred 22-23 hr after fertilization at 25°C. Newly hatched larvae are small,  $1.85 \pm 0.08$  mm in total

length. At  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  larval development was more closely related to size than to age. Mouth was functional from the third to the fourth days of age and the yolk sac and oil droplet were completely consumed at 5 days of age. Notochord flexion occurred between 3.55 and 4.20 mm of total length. Mouth width (Bc) was initially 220  $\mu\text{m}$  and increased linearly with age (E) (in days) and with total length (LT) (in mm) expressed by equations:  $BC = 0.2104 + 0.0395 E$  ( $r = 0.9619$ ) and  $Bc = -0.1483 + 0.1566 LT$  ( $r = 0.9880$ ) respectively. The postlarval transformations to juvenile stage was extended after the age of 40 days and a total length bigger than 10 mm. Four larval growth periods were observed, the first three were linear with 0.32, 0.06 and 0.18 mm/day and the fourth was exponential, with 0.22 mm/day between day 15 and day 30 of age.

**Key words:** Embryonic development, larvae, *Centropomus parallelus*, Brazil.

## INTRODUCCIÓN

El robalo chucumite *Centropomus parallelus* Poey, es una especie catádróma de América que habita las zonas costeras desde la Florida (EUA) hasta Florianópolis en Brasil (Rivas, 1986). Su biología ha sido estudiada en algunas regiones de América (Chávez, 1963; Carvajal-Rojas, 1972; Patrona, 1984) y su cultivo ha sido recomendado para Brasil (Patrona, 1984) y para el Golfo de México y el Caribe (Roberts, 1990); sin embargo, el conocimiento sobre su desarrollo embrionario y larval es escaso y se encuentra disperso en reportes sobre su desove y larvicultura desarrollados en Brasil (Cerqueira, 1995a, 1995b; Cerqueira *et al.*, 1995; Alvarez-Lajonchère *et al.*, 1998).

El presente trabajo se realizó para continuar los estudios que permitan obtener un registro más completo del desarrollo embrionario y primeros estadios larvales, sobre todo de aspectos con mayor interés para el desarrollo de técnicas de incubación de los huevos y la cría masiva de sus larvas. En otras especies de robalos se han estudiado con anterioridad el desarrollo embrionario y larval, como en el robalo asiático *Lates calcarifer* por Maneewongsa y Tattanon (1982 a,b), National Institute of Coastal Aquaculture (1986), Satul Brackish-water Fisheries Station (1989) y Tiensongrasmee *et al.* (1989) y en el robalo blanco, de ley o común *Centropomus undecimalis* por Lau y Shaffland (1982).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en muestras tomadas durante una experiencia de desove inducido con el robalo chucumite *Centropomus parallelus*, realizada en luna llena durante la temporada natural de desove con reproductores criados en un estanque de 8,000 l del Laboratorio de Piscicultura Marina de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil. Se inyectó una hembra de 390 mm de longitud total y 685 g de peso to-

tal y dos machos de 370 y 395 mm de longitud total y 531 y 587 g de peso total, con una sola dosis a cada reproductor de 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  del análogo sintético de la hormona liberadora de la hormona gonadotrópica (LHRHa) des Gly<sup>10</sup> [D-Ala<sup>6</sup>] LHRH-etilamida de SIGMA, los animales fueron devueltos al mismo estanque, en el cual se registró el desove natural a las 39 h después de la inyección.

A partir del desove se comenzó la toma de muestras, con observaciones en un microscopio estereoscópico y mediciones con un micrómetro ocular (10  $\mu\text{m}$  de precisión) y de forma ininterrumpida, primero, de los huevos colectados durante la primera hora del propio estanque de desove y posteriormente tomados del estanque de colecta de los huevos en el flujo de rebozo. Después de una hora de la fertilización, se estimó el porcentaje de fertilización en 200 huevos de una muestra tomada del estanque de colecta con un vaso de precipitado de 250 ml y concentrada en una cápsula Petri.

Los huevos se mantuvieron durante las siguientes 14 h con aireación continua, a temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$  y 35 ‰ de salinidad. Después del cierre del blastoporo se estimó el número total de huevos flotantes con cuatro submuestras de 10 ml tomadas con una pipeta Bogorov (Borogov y Zenkevitch, 1947) de una muestra compuesta de 1 l, conformada con cuatro submuestras de 250 ml tomadas con un vaso de precipitado de ese volumen del estanque de colecta de los huevos. Posteriormente los huevos fueron colectados con vasos de precipitado de 1 l e introducidos a una densidad de 30 huevos/l en un estanque rectangular de 1,800 l de fibra de vidrio y fondo en "U" de color azul, con aireación suave (0.1 - 0.2 l/min) con cuatro difusores, a la misma temperatura y salinidad del estanque de desove. Durante la eclosión masiva se estimó el porcentaje de eclosión con cuatro muestras de 1 l tomadas con un vaso de precipitado del estanque de cría.

En la cría de larvas se mantuvo temperaturas entre 25 y  $27^\circ\text{C}$  con un calentador de inmersión (2 kW) y control termos-

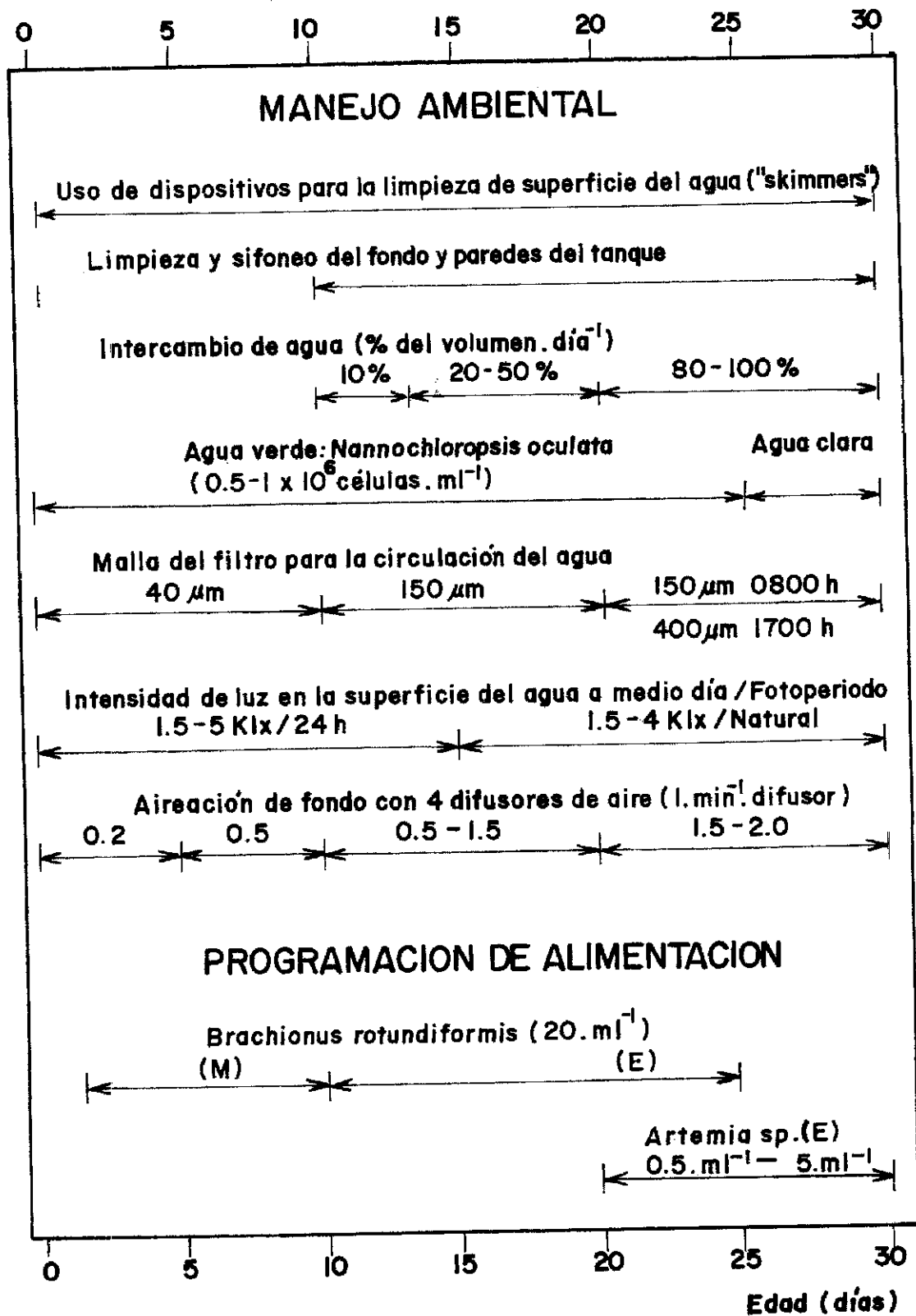


Figura 1. Manejo ambiental y programa de alimentación para la cría de larvas del robalo chucumite, *Centropomus parallelus*, modificado de Cerqueira *et al.* (1995). (M) = enriquecimiento con la microalga *Nannochloropsis oculata* (10 x 10<sup>6</sup> células/ml); (E) = enriquecimiento con una emulsión basándose en aceite de hígado de bacalao según la técnica de Watanabe *et al.* (1982).

tático y la salinidad de 34-35 ‰. En el protocolo de manejo ambiental y en la programación de la alimentación de la cría larval se siguieron las técnicas descritas por Cerqueira *et al.* (1995) con algunas modificaciones (Fig. 1).

Cada muestra de larvas constó de 15 a 20 ejemplares colectados con una red de mano diariamente a medio día, durante los primeros 15 días y cada dos ó tres días durante los siguientes 15 días; posteriormente se realizaron observaciones cada tres días para detectar el fin de la metamorfosis. Las larvas se colocaron en una cápsula Petri de vidrio de 10 cm de diámetro con unas pocas gotas de una solución alcohólica saturada de benzocaina (83 ppm). Las mediciones se realizaron con un micrómetro ocular con una precisión de 0.025 a 0.1 mm según el caso. La longitud total (LT) fue medida desde el extremo anterior del cuerpo hasta el margen posterior de la aleta caudal, la longitud estándar (LE), desde el extremo anterior de la cabeza hasta el extremo del notocordio antes de su flexión y hasta la base de las placas hipurales después de la flexión del notocordio; adicionalmente se realizó la medición de la longitud del maxilar a grupos de 15-20 larvas con edades de 3, 12, 20, 25 y 30 días de vida, de acuerdo a la metodología de Shirota (1970) para estimar la abertura de la boca. Las observaciones se extendieron hasta que se observó la culminación de las transformaciones postlarvales o período de metamorfosis. Para la terminología de los estadios de desarrollo seguimos fundamentalmente a Lau y Shafland (1982) y Blaxter (1988).

## RESULTADOS

El desove se estimó en un total de 240, 000 huevos, con un 90 % de fertilización. Los huevos del robalo chucumite son pelágicos y flotan en la superficie del agua con 35 ‰ de salinidad. El corion es transparente, liso y sin esculturas y el vitelo transparente y muy homogéneo. Son de forma esférica, de un diámetro entre 0.60 y 0.72 mm y una media de  $0.67 \pm 0.01$  mm, con una gota de aceite de color amarillo pálido de 0.17 a 0.22 mm con una media de  $0.20 \pm 0.02$  mm. Su espacio perivitelino es estrecho.

El desarrollo embrionario tuvo una duración de 22 a 23 h a 25°C. Las segmentaciones y estadios de desarrollo embrionario a 25°C y 35‰ se presentan en la Tabla 1.

Las características del desarrollo larval por estadios fue la siguiente:

### Estadio de Eclosión:

Edad: 0 día. Las larvas recién eclosionadas flotaron en la superficie del agua o en los primeros centímetros debajo de ella. Presentaron una longitud total (LT) de 1.70 a 2.00 mm

con una media de  $1.85 \pm 0.08$  mm y una longitud estándar (LE) de 1.65 a 1.90 mm (media  $1.76 \pm 0.10$  mm). Los ojos no estaban completamente formados ni pigmentados. Presentaron un saco vitelino relativamente pequeño, de 0.35 a 0.55 mm y una media de  $0.47 \pm 0.05$  mm de diámetro, con una gota de aceite de 0.15 a 0.22 mm y una media de  $0.19 \pm 0.02$  mm de diámetro, situada en la porción central del saco vitelino. La boca no estaba formada.

Las larvas presentaron cuatro áreas pigmentadas, una pequeña en el dorso de la región caudal y tres anulares, la primera en la región anterior sobre el saco vitelino, otra en el ámbito de la región anal y la tercera a mediados de la región caudal.

### Estadio de saco vitelino:

Edad: 1 día. Las larvas se distribuyeron en toda la columna de agua, con mayor abundancia cerca de la superficie. La LT fue de 2.00 a 2.75 mm (media:  $2.43 \pm 0.07$  mm) y la LE fue de 1.875 a 2.60 mm (media:  $2.29 \pm 0.05$  mm). El saco vitelino se redujo y presentó una longitud de  $0.35 \pm 0.05$  mm y una altura de  $0.32 \pm 0.02$  mm, con la gota de aceite de color amarillo pálido situada en la región centro-posterior del saco vitelino, de  $0.18 \pm 0.02$  mm. Los ojos ligeramente pigmentados y la boca en formación; el ano estaba diferenciado y situado aproximadamente entre el final del primer tercio y la mitad del cuerpo. Aparecen los primordios de las aletas pectorales.

Edad: 2 días. Las larvas se distribuyen más cerca de la aireación o en las zonas más iluminadas. La LT de 2.25 a 3.25 mm (media:  $2.73 \pm 0.15$  mm) y de 2.05 a 2.75 mm de LE (media:  $2.55 \pm 0.12$  mm). Saco vitelino más reducido, de  $0.31 \pm 0.10$  mm de longitud y  $0.18 \pm 0.02$  mm de altura. La gota de aceite de  $0.15 \pm 0.02$  mm de diámetro. Ojos pigmentados, boca completamente formada y ligeramente abierta, tracto digestivo en formación; se observa el intestino. Aletas pectorales bien desarrolladas y de forma redondeadas; aparecen los primeros radios caudales en los de mayor tamaño. Se aprecia una diferencia en la porción central del pliegue dorsal y otra en la porción caudal del pliegue que distingue la futura aleta caudal.

Edad: 3 días. Larvas con 2.25 a 3.73 mm de LT (media:  $2.80 \pm 0.08$  mm) y de 2.10 a 3.40 mm de LE (media:  $2.56 \pm 0.10$  mm). La longitud del saco vitelino  $0.17 \pm 0.03$  mm y la altura  $0.16 \pm 0.03$  mm; la gota de aceite:  $0.10 \pm 0.02$  mm. La boca abierta, con la mandíbula y maxilar desarrollado, éste último de  $0.15 \pm 0.017$  mm y la abertura de 0.19 a 0.24 mm (media: 0.22 mm). Tracto digestivo con movimientos peristálticos. Aparece el primordio de vejiga de los gases.

Edad: 4 días. Larvas con 2.23 a 3.75 mm de LT (media:  $2.73 \pm 0.05$  mm) y de 2.00 a 3.40 mm de LE (media:  $2.66 \pm 0.12$  mm). Saco vitelino considerablemente reducido,  $0.11 \pm 0.03$

Tabla 1. Desarrollo embrionario de los huevos fertilizados del robalo *Centropomus parallelus* Poey, 1860, a 25°C y 35 ‰ de salinidad.

Estadio	Tiempo después de la fertilización	Descripción
Fertilización	0000	
2 células	0035	Se formó el espacio perivitelino y el blastodisco a los 26-28'. La primera segmentación dividió en dos partes iguales al blastodisco.
4 células	0042	La segunda segmentación se produjo perpendicular al primero y los blastómeros fueron iguales.
8 células	0055	La tercera segmentación fue paralela a la primera. En algunos huevos se observó desigualdad en los blastómeros internos.
16 células	0110	La cuarta segmentación fue paralela a la segunda.
32 células	0135	Quinta segmentación.
Mórula	0210	Se aceleraron las divisiones de los blastómeros y no se distinguieron bien.
Blástula	0420	No se distinguen los blastómeros. El vitelo comienza a ser cubierto por el blastodisco.
Gástrula inicial	0555	Se observó el anillo germinal en el borde del blastodisco extendido. Aparece el primordio de la placa embrionaria.
Gástrula tardía	0810	El vitelo se encuentra cubierto en 1/2 a 3/4 de su superficie.
Cuerpo del embrión	0950 - 1040	Cabeza formada en el frente del embrión, pero la cola no se ha diferenciado. Se observa el blastoporo casi cerrado.
Vesículas oculares	1120	Cierre del blastoporo. Aparecen los primordios de las vesículas oculares.
Vesículas óticas	1200 - 1530	Se observan las vesículas óticas; las óticas mejor formadas. Aparecen los melanóforos.
Pulsaciones del corazón	1645 1740	Comienzan las pulsaciones del corazón. Se despegó la cola.
Formación del pliegue de las aletas medias	1920	La punta de la cola se encuentra cerca de la cabeza. Se observa el pliegue de las aletas medias en la cola. Se aceleran las pulsaciones cardíacas y comienzan los movimientos del embrión.
Eclósión	1940 2020	Algunas larvas comienzan a ecllosionar. Eclósión masiva.

mm, con la gota de aceite de  $0.06 \pm 0.01$  mm de diámetro. Ojos bien pigmentados y vejiga de los gases ligeramente inflada. Mandíbula y maxilar más desarrollados; aparecen los dientes en el maxilar. Se observó rotíferos en el tracto digestivo.

#### Estadio de Preflexión:

Edad: 5 días. Larvas con 2.50 a 4.00 mm de LT (media:  $2.77 \pm 0.16$  mm) y de 2.38 a 3.65 mm de LE (media:  $2.58 \pm 0.12$  mm). El saco vitelino y la gota de aceite se han consumido completamente. Vejiga de los gases más inflada y se observa encima del estómago.

Edad: 6 días. Larvas con 2.50 a 4.03 mm de LT (media:  $2.86 \pm 0.11$  mm) y de 2.33 a 3.73 mm de LE (media:  $2.63 \pm 0.14$  mm). Aparecen delineadas las aletas dorsal y anal.

Edad: 7 días. Larvas con 2.50 a 4.00 mm de LT (media:  $2.89 \pm 0.17$  mm) y de 2.30 a 3.65 mm de LE (media:  $2.65 \pm 0.15$  mm). Se observa que el número de radios caudales se incrementa y la presencia de algunos radios en la región anal.

Edad: 8 días. Larvas con 2.75 a 4.53 mm de LT (media:  $3.15 \pm 0.06$  mm) y de 2.50 a 4.05 mm de LE (media:  $2.80 \pm 0.10$  mm).

Edad: 9 días. Larvas de 2.73 a 4.73 mm de LT (media:  $3.21 \pm 0.09$  mm) y de 2.48 a 4.15 mm de LE (media:  $2.85 \pm 0.12$  mm). Aparecen los dientes en la mandíbula en los individuos mayores.

#### Estadio de Flexión:

Edad: 10 días. Larvas de 2.73 a 5.00 mm de LT (media:  $3.29 \pm 0.21$  mm) y de 2.50 a 4.35 mm de LE (media:  $2.89 \pm 0.17$  mm). En los ejemplares mayores se inicia la flexión del notocordio.

Edad: 11 días. Larvas de 2.70 a 4.73 mm de LT (media:  $3.27 \pm 0.20$  mm) y de 2.43 a 4.30 mm de LE (media:  $2.81 \pm 0.18$  mm). Se observan las aberturas nasales y dientes maxilares.

Edad: 12 días. Larvas de 2.70 a 4.50 mm de LT (media:  $3.44 \pm 0.21$  mm) y de 2.45 a 4.00 mm de LE (media:  $3.03 \pm 0.19$  mm).

mm). La vejiga de los gases bien formada. Maxilar de  $0.34 \pm 0.03$  mm, abertura de la boca de  $0.44$  a  $0.52$  mm (media:  $0.48$  mm).

Edad: 13 días. Larvas de  $3.25$  a  $4.70$  mm de LT (media:  $3.87 \pm 0.25$  mm) y  $2.95$  a  $4.10$  mm de LE (media:  $3.41 \pm 0.20$  mm). En la mayoría de las larvas con  $4.00$  mm o más de LT ya ocurrió la flexión, con los radios caudales en formación avanzada y el perfil de la aleta anal bien marcado.

Edad: 14 días. Larvas de  $3.00$  a  $5.25$  mm de LT (media:  $3.97 \pm 0.4$  mm) y  $2.85$  a  $4.50$  de LE (media:  $3.54 \pm 0.35$  mm). Flexión en todas las larvas con LT de  $4.00$  mm, con los radios caudales bien formados. Dientes maxilares y mandibulares presentes en todas las larvas de  $3.50$  mm o más de LT. Se aprecian bien delimitadas las aletas anal, dorsal y los radios anales.

Edad: 17 días. Larvas con  $3.55$  a  $6.53$  mm de LT (media:  $4.48 \pm 0.55$  mm) y  $3.25$  a  $5.50$  de LE (media:  $3.82 \pm 0.42$  mm). Todas las larvas con flexión o en proceso.

#### Estadio de Postflexión:

Edad: 20 días. Larvas de  $4.53$  a  $7.25$  mm de LT (media:  $5.28 \pm 0.34$  mm) y  $3.90$  a  $6.00$  mm de LE (media:  $4.48$  mm). Se observan los primordios de las aletas ventrales o pélvicas. Los radios dorsales y anales se encuentran en desarrollo en todos los organismos. Maxilar:  $0.38 \pm 0.03$  mm, abertura de la boca de  $0.59$  a  $0.67$  mm (media:  $0.63$  mm).

Edad: 25 días. Larvas con  $5.13$  a  $8.90$  mm de LT (media:  $6.94 \pm 0.61$  mm) y  $4.40$  a  $7.30$  mm de LE (media:  $5.76$  mm). Los radios anales y los de la segunda dorsal bien formados en todos los organismos observados. Se aprecia la primera espina anal. Primera dorsal formada. Se observan los otolitos. La base de la caudal, segunda dorsal y a lo largo de la línea media del tronco presentan xantóforos. Algunas larvas se observan agrupadas. Maxilar:  $0.70 \pm 0.02$  mm, abertura de la boca de  $0.95$  a  $1.03$  mm (media:  $0.99$  mm).

Edad: 30 días. Larvas de  $8.03$  a  $12.53$  mm de LT (media:  $9.64 \pm 1.02$  mm) y  $6.90$  a  $10.03$  mm de LE (media:  $7.858$  mm). Las aletas medias completamente formadas con espinas y radios. Primera dorsal e inicio de la aleta anal pigmentadas. Maxilar:  $0.95 \pm 0.04$  mm, abertura de la boca de  $1.13$  a  $1.39$  mm (media:  $1.34$  mm). Las larvas presentan agrupación en cardumen y las de mayor tamaño se sitúan cerca del fondo.

#### Fin de la metamorfosis:

Las transformaciones postlarvas o metamorfosis culminaron en los organismos con más de  $10$  mm de LT y  $40$  ó más días de edad, con el completamiento de las espinas y radios de las aletas y la aparición de las escamas.

#### Crecimiento:

El vitelo y la gota de aceite fueron consumidos durante los primeros cinco días después de la eclosión (Fig. 2). Las ecuaciones de regresión lineal que expresan la relación de la disminución del diámetro (en mm) del saco vitelino (DV) y de la gota de aceite (DA) con la edad (E) (en días) son:

$$DV = 0.4622 - 0.09114 E \quad (r = -0.9922)$$

$$DA = 0.2095 - 0.03814 E \quad (r = -0.9761)$$

La longitud del maxilar se incrementó linealmente durante el período estudiado. La relación de la longitud del maxilar (LM) (en mm) con la edad (E) (en días) puede ser expresada por la ecuación:

$$LM = 2.1379 + 31.485 E \quad (r = 0.9344)$$

Al abrirse la boca de las larvas, el estimado de su abertura (Bc) en mm por el método de Shirota (1970) tuvo una dimensión de aproximadamente  $220 \mu\text{m}$  y se incrementó linealmente durante el período de estudio (Fig. 3), cuyas relaciones con la edad (E) (en días) y con la longitud total (LT) (en mm) pueden ser expresadas por las siguientes ecuaciones:

$$Bc = 0.2104 + 0.0395 E \quad (r = 0.9619)$$

$$Bc = -0.1483 + 0.1566 LT \quad (r = 0.9880)$$

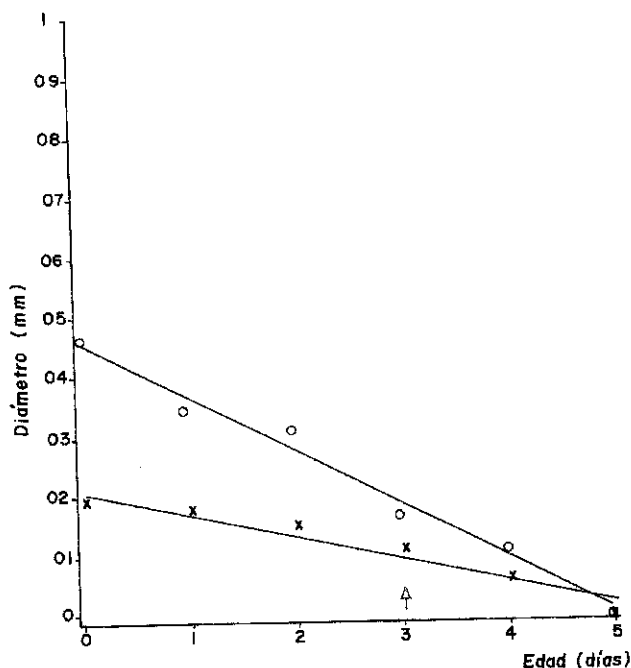


Figura 2. Relaciones lineales entre el consumo del saco vitelino (círculos) y de la gota de aceite (cruces) por disminución de sus diámetros, con la edad de las larvas del robalo chucumite, *Centropomus parallelus*, criadas a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $35\%$  de salinidad. La saeta representa el momento de la abertura de la boca.

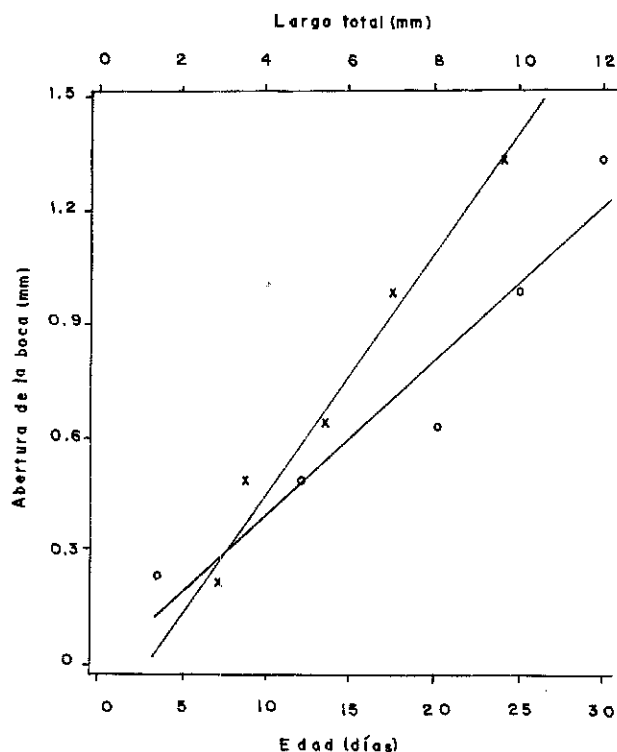


Figura 3. Relaciones lineales entre la abertura de la boca con la longitud total (círculos) y con la edad (cruces) en larvas del robalo chucumite, *Centropomus parallelus*, criadas a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  y 35‰ de salinidad. La abertura de la boca fue calculada por el método de Shirota (1970).

La longitud estándar representó aproximadamente el 92% de la longitud total antes de la flexión del notocordio, lo cual comenzó a partir 3.55 mm de LT y se extendió hasta los 4.20 mm de LT. Después de los 4.20 mm de LT, la proporción de la LE respecto a la LT se redujo a un 87% para finalmente estabilizarse aproximadamente a un 79-80%.

El crecimiento en longitud total durante el primer mes presentó cuatro períodos bien diferenciados (Fig. 4). Las re-

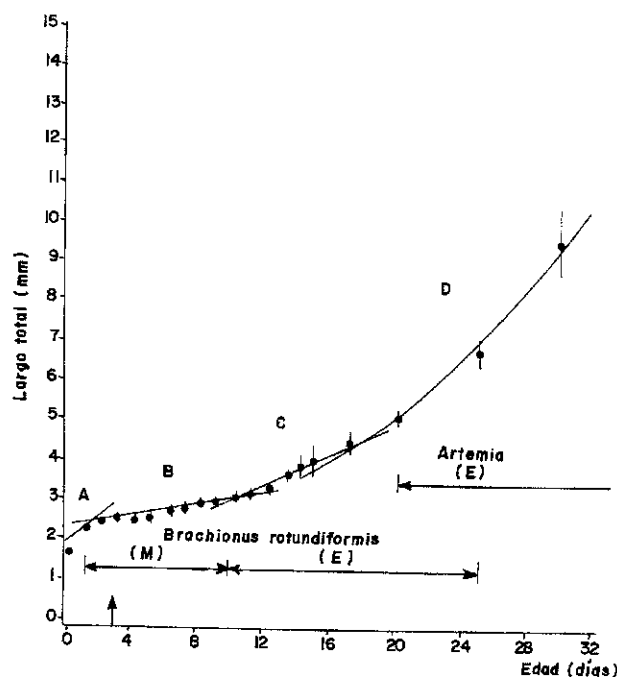


Figura 4. Períodos de crecimiento en longitud total de las larvas del robalo *Centropomus parallelus* criadas a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  y 35‰ de salinidad. A: días 0-3 después de la eclosión; B: días 4-11 después de la eclosión; C: días 12-15 después de la eclosión; D: días 16-30 después de la eclosión; los cuadrados sólidos: medias; líneas verticales: intervalos de confianza de las medias al 95% ( $N = 15-20$ ). Se muestran las rectas de regresión de cada uno de los tres períodos iniciales y la curva exponencial del cuarto período, cuyos parámetros se presentan en la Tabla 2. La saeta representa el momento de la abertura de la boca. Se representan los alimentos vivos suministrados; en el caso de los rotíferos, el enriquecimiento fue con microalgas (M) durante el primer período y con emulsión de aceites de pescado (E) en el segundo período.

gresiones de las longitudes totales (LT) en función con la edad (E) se presentan en la Tabla 2.

El período inicial (Fig. 4A) transcurrió en los primeros tres días después de la eclosión, con un crecimiento acelera-

Tabla 2. Ecuaciones de regresión del crecimiento en longitud total de las larvas del robalo chucumite *Centropomus parallelus* Poey, criadas a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  y 35‰ de salinidad. LT = Longitud total (en mm); a = intercepto; b = pendiente; E = edad (en días); r = coeficiente de correlación; N = número de especímenes medidos; A, B, C, D = períodos de crecimiento (Ver Fig. 4).

Período	Edad (días)	Rango de LT (mm)	N	Tipo de regresión	a	b	r	Punto de flexión	
								LT	E
A	0 - 3	1.70-3.75	72	lineal	1.980	0.315	0.9402	2.48	1.59
B	4 - 11	2.23-4.73	141	lineal	2.335	0.0915	0.9657	3.35	11.13
C	12 - 15	2.70-5.50	66	lineal	1.037	0.208	0.9391	4.97	18.92
D	16 - 30	3.50-12.53	69	exponencial	0.493	0.059	0.9988	—	—

do (0.32 mm/día) en larvas de hasta 2.80 mm de LT y la nutrición endógena a base del vitelo y la gota de aceite.

El segundo período (Fig. 4B), que tuvo lugar del día 4 al día 11 con larvas de hasta 5.00 mm de LT aproximadamente, se caracterizó por un crecimiento muy lento (0.06 mm/día) y correspondió al cambio de la alimentación endógena a la exógena, con la terminación del vitelo y la gota de aceite en los primeros días y el inicio del consumo de las primeras presas vivas, que en este estudio fueron rotíferos enriquecidos con *N. oculata*.

El tercer período (Fig. 4C) transcurrió del día 12 al 15 con longitudes totales medias entre 2.70 y 5.50 mm aproximadamente, en el cual se incrementó la tasa de crecimiento (0.18 mm/día), después de haberse establecido satisfactoriamente la alimentación exógena e iniciarse el suministro de rotíferos enriquecidos con la emulsión lipídica.

El cuarto período (Fig. 4D) comenzó después del día 15, cuando el crecimiento se hizo ligeramente exponencial, con 0.22 mm/día del día 15 al día 20, 0.33 mm/día del día 20 al día 25 y 0.54 mm/día del día 25 al día 30, lo cual coincide aproximadamente con el suministro de los meta-nauplios de *Artemia* enriquecidos con la emulsión lipídica.

## DISCUSIÓN

La calidad de los huevos utilizados fue buena, con un alto porcentaje de fertilización, aunque la eclosión fue más baja, ligeramente inferior a las consignadas comúnmente para *L. calcarifer* (Maneewongsa y Tattanon, 1982a; Dhert et al., 1992). En *C. undecimalis* a menudo se han señalado bajas viabilidades en los huevos (Shafland y Koehl, 1979; Roberts, 1987).

La duración del desarrollo embrionario de *C. parallelus* fue más lenta que en otros robalos, como *L. calcarifer* con unas 16 a 18 h de 26 a 28°C (Maneewongsa y Tattanon, 1982a; Kungvankij et al., 1985; Tucker, 1989; Dhert et al., 1992) y *C. undecimalis* con 15 a 16 h a una temperatura superior de 28 a 29°C (Edwards y Henderson, 1987; Roberts, 1987). La diferencia fundamental en la duración se presenta a partir del estadio de gastrulación tardía, influenciado posiblemente por la temperatura.

El diámetro de los huevos de *C. parallelus* es ligeramente inferior al de *L. calcarifer* (Maneewongsa y Tattanon, 1982b, c; Tucker, 1989; Dhert et al., 1992) y al de *C. undecimalis* (Roberts, 1987), mientras que la gota de aceite es similar (Maneewongsa y Tattanon, 1982a, b; Tucker, 1989) o ligeramente inferior (Satul Brackishwater Fisheries Station, 1989). A pesar de ello, las larvas recién eclosionadas de *C. parallelus* fueron ligeramente mayores que las de *L. calcarifer*, las

cuales presentan un consumo del vitelo y de la gota de aceite más rápido que en *C. parallelus* (Maneewongsa y Tattanon, 1982a; National Institute of Coastal Aquaculture, 1986; Tiensongrasmee et al., 1989). En los robalos estudiados, el vitelo y la gota de aceite terminaron de ser consumidos en poco tiempo y simultáneamente, mientras en otras especies tropicales el consumo es ligeramente más lento y el de la gota de aceite finaliza dos o más días después que el vitelo (Kuo et al., 1973; Alvarez-Lajonchère et al., 1991).

En el presente estudio, la formación de la boca y la pigmentación de los ojos ocurrió antes de que el vitelo y la gota de aceite se consumieran totalmente, lo cual es importante para que pueda comenzar la alimentación exógena en el momento adecuado, e indica que los parámetros ambientales en que se produjo el desarrollo son satisfactorios, según la consideración de Santerre y May (1977) y Fukuhara (1990).

En *L. calcarifer* la metamorfosis termina con 8-12 mm a una edad de 16 a 20 días (Barlow et al., 1993, 1995), en 20 a 25 días (Dhert et al., 1992) o en 25 a 30 días (Maneewongsa y Tattanon, 1982a; Tucker, 1989); en *C. undecimalis* el desarrollo también es acelerado, con reportes de fin de la metamorfosis a los 20 días (Roberts, 1987) a 29°C, a los 30 días (Edwards y Henderson, 1987) a 28°C y a los 35 días (Tucker, 1989) a 27-28°C, mientras que la metamorfosis en *C. parallelus* no terminó a los 30 días sino después de los 40 días (Alvarez-Lajonchère et al., 1998). Lo anterior reviste gran importancia pues un ciclo larval demorado conlleva costos más elevados y mayores riesgos.

El tamaño adecuado de las presas potenciales para la primera alimentación de las larvas de *C. parallelus* debe ser de 110 a 165 µm, basados en los resultados del presente estudio según el criterio de Shirota (1970) que indica presas cuya talla represente el 50 al 75% de la abertura de la boca, lo cual correspondería en el presente estudio con rotíferos tipo "S" *Brachionus rotundiformis*. Tucker (1992) consideró que la anchura de las presas para la mayoría de las larvas de peces marinos cultivadas en su primera alimentación está en un intervalo de 35 a 100 µm. Lo anterior es ligeramente inferior a las tallas de 53 a 130 µm de los rotíferos y nauplios de copépodos encontradas como primeras presas en *C. undecimalis* (Shafland y Koehl, 1979), mientras que Walford et al. (1991) consignaron que las larvas de *L. calcarifer* seleccionaron microcápsulas de 40-60 µm de un intervalo ofrecido de 15 - 150 µm en la primera alimentación.

La primera alimentación en el presente estudio fue detectada en larvas de mayor edad que en otras especies de robalos, un día más que en *L. calcarifer* (Tucker, 1989) y dos días más respecto a *C. undecimalis* (Chapman et al., 1982; Shafland y Koehl, 1979), lo cual corresponde con la menor talla de



las primeras presas en esas dos especies. En *L. calcarifer*, en correspondencia con su desarrollo acelerado, la boca se abre al final del segundo día después de la eclosión y entre el tercer y cuarto día se produce el desarrollo que posibilita el mecanismo de captura (Kohno *et al.*, 1996).

El incremento en los intervalos de tallas con el crecimiento detectado constituye uno de los factores más importantes para el canibalismo en los robalos (Edwards y Henderson, 1987; Parazo *et al.*, 1991; Dhert *et al.*, 1992) y otras especies (Dowd y Clark, 1989; Hecht y Pienaar, 1993), el cual fue confirmado en *C. parallelus* por estudios anteriores (Cerqueira y Bernardini, 1995).

La amplitud del intervalo de tallas al final de los 30 días después de la eclosión correspondió con el valor máximo de la proporción de la presa respecto al depredador en *L. calcarifer*, según Parazo *et al.* (1991) y superior en 1.5 veces mayor al consignado por Edwards y Henderson (1987) para *C. undecimalis* a los 44 días después de la eclosión. Lo anterior permite inferir una alta incidencia del canibalismo.

En *C. parallelus* el desarrollo está más directamente relacionado con la talla que con la edad, como ocurre en otras especies depredadoras como la corvina roja *Sciaenops ocellatus* (Holt, 1990). Esta característica debe incrementar el canibalismo aún más, pues no sólo se trata de individuos potencialmente depredadores mucho mayores sino además, más desarrollados que las presas potenciales como se evidenció en el presente estudio. Lau y Shafland (1982) señalaron que el desarrollo en *C. undecimalis* está directamente relacionado con la edad, pero que la edad y el estadio de desarrollo de un espécimen no están necesariamente relacionados directamente entre sí y de hecho describieron el desarrollo de acuerdo a la longitud de los individuos y ejemplo de lo cual es la flexión del notocordio, la cual ocurre en los individuos con longitudes en un intervalo estrecho y similares a lo encontrado en *C. parallelus* en el presente estudio.

Usualmente, el fin de la metamorfosis coincide con el inicio del destete en las prácticas de larvicultura. En *L. calcarifer* el destete se ha realizado entre los días 20 y 30 (Tucker *et al.*, 1988; Maneewongsa y Tattanon, 1982d, Tattanon y Maneewongsa, 1982; National Institute of Coastal Aquaculture, 1986) y entre los días 32 a 38 en *C. undecimalis* según Tucker (1989) y Edwards y Henderson (1987), aunque Serfling (1998) lo realizó con mayor anticipación. En el caso de *C. parallelus*, los reportes de destete también se corresponden con la metamorfosis tardía, ya que los mejores resultados se dan entre los días 45 y 55 (Cerqueira y Bernardini, 1995; Borba, 1997), aunque ello puede depender el tipo de alimento que se utilice.

Los cuatro períodos de crecimiento larval detectados en el primer mes después de la eclosión son muy semejantes a

los consignados por Kohno *et al.* (1996) para *L. calcarifer*. Los dos períodos intermedios de crecimiento lento pueden ser modulados debido a su larga duración, empleando diferentes grupos de organismos vivos para la alimentación, con otros métodos para el enriquecimiento de éstos y con la modificación de algunos parámetros ambientales como la disminución de la salinidad, temperaturas más altas e intensidad luminosa y fotoperíodos diferentes.

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L., O. G. HERNÁNDEZ-MOLEJÓN y L. PÉREZ-SÁNCHEZ, 1991. Producción de juveniles de la lisa *Mugil liza* Valenciennes, 1836, por reproducción controlada en Cuba. *Ciencias Marinas* 17(2): 47-56.
- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L., V. R. CERQUEIRA, I. B. SILVA, J. ARAUJO y M. DOS REIS, 1998. First basis for a sustained juveniles production technology of fat snook *Centropomus parallelus* Poey. pp. 167. In: *Resúmenes, Primer Congreso Sudamericano de Acuicultura*, 2 - 6 noviembre, 1998, Recife, Brasil.
- BARLOW, C. R., L. J. RODGERS, P. J. PALMER y C. J. LONGHURST, 1993. Feeding habits of hatchery-reared barramundi *Lates calcarifer* (Bloch) fry. *Aquaculture* 109: 131-144.
- BARLOW, C. G., M. G. PEARCE, L. J. RODGERS y P. CLAYTON, 1995. Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture* 138: 159-168.
- BLAXTER, J. H. S., 1988. Pattern and variety in development. En: W. S. HOAR y D. J. RANDALL (Editores), *Fish Physiology* vol. XI, The Physiology of developing fish, Part A Eggs and larvae. Academic Press, London, pp. 1-58.
- BORBA, M. R., 1997. Efeito da idade e da utilização de compostos sintéticos como atrativos na adaptação da larva do robalo (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) ao alimneto formulado. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil, 58 p.
- BOGOROV, V. G. y L. A. ZENKEVICH, 1947. *Instructions for carrying out hydrobiologic work in the sea (plankton and benthos)*. Glavservovpatti, Moscow, 126 p.
- CARVAJAL-ROJAS, J., 1972. Contribución al conocimiento de la biología de las lagunas y ríos de Campoma y Buena Vista (Venezuela), especialmente del robalo, *Centropomus parallelus* Poey. *Cuadernos Oceanográficos, Universidad de Oriente* (3): 3-36.
- CERQUEIRA, V. R., 1995a. Testes de indução de desova do robalo, *Centropomus parallelus*, do litoral da Ilha de Santa Catarina com gonadotrofina coriônica humana. pp. 95-102. In: *Anais Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 7, 1991, Santos, Recife. Associação dos Engenheiros de Pesca de Pernambuco - SUDENE, 1995.

- CERQUEIRA, V. R., 1995b. Marine finfish larviculture in Brazil: current status in research and perspectives. pp. 125-130. In: J. CALDERÓN y P. SORGELOOS (Editores), *Memorias del Congreso Ecuatoriano de Acuicultura*, 2, 1993, Guayaquil, Ecuador. Guayaquil: CENAIM-University of Ghent, 1995.
- CERQUEIRA, V. R. y M. E. BERNARDINI, 1995. The weaning of the fat snook *Centropomus parallelus* larvae with experimental and commercial artificial diets, pp. 272-275. In: P. LAVENS, E. JASPERS and I. ROELANTS (Editors), *Larvi'95- Fish and Shellfish Larviculture Symposium*, Ghent, Belgium, 3-7 September, 1995. European Aquaculture Society Special Publication (24): 272-275.
- CERQUEIRA, V. R., J. A. G. MACCHIAVELLO y A. M. BRÜGGER, 1995. Produção de alevinos de robalo, *Centropomus parallelus* Poey, 1860, através de larvicultura intensiva em laboratório, pp. 191-197. En: *Anais, Simpósio Brasileiro de Aquicultura*, 7, 1992, Peruíbe, ACIESP, 1995.
- CHAPMAN, P., F. CROSS, W. FISH y K. JONES, 1982. *Final report for sport-fish introductions project study. 1: artificial culture of snook 1974-1981*. State of Florida Game and Fresh Water Fish Commission, 35 p.
- CHÁVEZ, H., 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, Chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz (Pisc. Centrop.). *Ciencia, México* 22(5): 141-161.
- DHERT, P., P. LAVENS y P. SORGELOOS, 1992. State of the art of Asian seabass *Lates calcarifer* larviculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 23(4): 317-329.
- DOWD, C. E. y M. E. CLARKE, 1989. An experimental investigation of cannibalism in hatchery-reared juvenile redfish (*Sciaenops ocellatus*) and snook (*Centropomus undecimalis*), p. 486. In: J. H. S. BLAXTER, J. C. GAMBLE and H. VON WESTERNHAGEN (Editors), *The early life history of fish*. The third ICES Symposium, Bergen, 3-5 October 1988, Vol. 191.
- EDWARDS, R. E. y B. D. HENDERSON, 1987. An experimental hatchery project: studies of propagation, culture and biology of snook (*Centropomus undecimalis*). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (38): 211-221.
- FUKUHARA, O., 1990. Effects of temperature on yolk utilization, initial growth and behavior of unfed marine fish-larvae. *Marine Biology* 106:169-174.
- HECHT, T. y A. G. PIENNAAR, 1993. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 24(2): 246-261.
- HOLT, G. J., 1990. Growth and development of red drum eggs and larvae, pp. 46-50. En: G. W. CHAMBERLAIN, R. J. MIGGET y M. G. HABY (Editors), *Red drum aquaculture, Proceedings of a Symposium on the Culture of Red drum and other warm water-fishes*, Texas, Texas A&M University Sea Grant College Program, TAMU-SG-90-603.
- KUNGVANKIJ, P., L. B. TIRO, JR., B. J. PUDADERA, JR. y Y. O. POTESTA, 1985. *Biology and culture of seabass (Lates calcarifer)*, Training manual. NACA/TR/85/13, 70 p.
- KOHNO, H., R. ORDONIO-AGUILAR, A. OHNO y Y. TAKI, 1996. Osteological development of the feeding apparatus in early stage larvae of the seabass, *Lates calcarifer*. *Ichthyological Research* 43(1): 1-9.
- KUO, C. M., Z. H. SHEHADEH y K. K. MILISEN, 1973. A preliminary report on the development, growth and survival of laboratory reared larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Journal of Fish Biology* 5: 459-470.
- LAU, S. R. y P. L. SHAFLAND, 1982. Larval development of snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Copeia* 1982(3): 618-627.
- MANEEWONGSA, S. y T. TATTANON, 1982a. Nature of eggs, larvae and juveniles of seabass, pp. 22-24. En: *Report of Training Course on seabass spawning and larval rearing*, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982, SCS/GEN/82/39.
- MANEEWONGSA, S. y T. TATTANON, 1982b. Spawning of seabass by stripping of sexually matured spawners. pp. 18. In: *Report of Training Course on seabass spawning and larval rearing*, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982, SCS/GEN/82/39.
- MANEEWONGSA, S. y T. TATTANON, 1982c. Growth of seabass larvae and juveniles, p. 31-31. En: *Report of Training Course on seabass spawning and larval rearing*, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982, SCS/GEN/82/39.
- MANEEWONGSA, S. y T. TATTANON, 1982d. Food and feeding of seabass larvae and juveniles, p. 25. En: *Report of Training Course on seabass spawning and larval rearing*, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982, SCS/GEN/82/39.
- NATIONAL INSTITUTE OF COASTAL AQUACULTURE, 1986. *Technical manual for seed production of seabass*. Songkhla (Thailand), National Institute of Coastal Aquaculture, 49 p.
- TATTANON, T. y S. MANEEWONGSA, 1982. Larval rearing of seabass, pp. 29-30. en: *Report of Training Course on seabass spawning and larval rearing*, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982, SCS/GEN/82/39.
- PARAZO, M. M., E. M. AVILA y D. M. REYES, JR., 1991. Size and weight dependent cannibalisms in hatchery bred sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). *Journal of Applied Ichthyology* 7(1): 1-7.
- PATRONA, L. D., 1984. Contribution a la biologie du robalo *Centropomus parallelus* (Pisces, Centropomidae) du Sud-est de Brasil: possibilités aquacoles. Tesis de Doctorado Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 175 p.
- RIVAS, S. L. R., 1986. Systematic review of the Perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia* (3): 579-611.
- ROBERTS, D. E., JR., 1987. Induced maturation and spawning of common snook, *Centropomus undecimalis*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (38): 222-230.
- ROBERTS, D. E. JR., 1990. Snook (*Centropomidae*) and grouper (*Serranidae*) mariculture in the Gulf of Mexico and Caribbean Basin, p. 485.

- In: J. BARRET (Editor), *Advances in tropical aquaculture*, Workshop held in Tahiti, French Polynesia, February 20 - March 4, 1989.
- SANTERRE, M. T. y R. C. MAY, 1977. Some effects of temperature and salinity on laboratory reared eggs and larvae of *Polydactylus sexfilis* (Pisces: Polynemidae). *Aquaculture* 10: 341-351.
- SATUL BRACKISHWATER FISHERIES STATION, 1989. *Seabass (Lates calcarifer) culture in Thailand, prepared for the Demonstration/training course on seabass culture*, 1 - 22 August 1988. Satul, Thailand. ASEAN/UNDP/FAO Reg. Small-Scale Coastal Fisheries Development Project, RAS/86/024, 90 p.
- SERFLING, S. A., 1998. Breeding and culture of snook, *Centropomus undecimalis*, in a closed-cycle, controlled environment culture system, p. 482. In: *Aquaculture'98, Las Vegas (USA)*, World Aquaculture Society, February 15-19, 1998, Book of Abstracts.
- SHAFLAND, P. L. y D. H. KOEHL, 1979. Laboratory rearing of the common snook. Proceedings of the Annual Conference South Eastern Association, *Fish and Wildlife Agencies* 33: 425-431.
- SHIROTA, A., 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 36: 353-368.
- TIENSONGRUSMEE, B., S. BUDILEKSONO, S. CHASTARASRI, S. K. YUWONO y H. SANTOSO, 1989. *Propagation of seabass, Lates calcarifer in captivity*. Seafarming Development Project, Direktorat Jenderal Perikanan, UNDP y FAO, INS/81/008/MANUAL/15, 55 p.
- TUCKER, J. W., JR., 1989. Research on coastal finfish aquaculture in Florida and Australia. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (39): 415-419.
- TUCKER, J. W., JR., 1992. Feeding intensively-cultured marine fish larvae, pp. 129-146. In: G. L. Allan y Q. Dall (Editores), *Proceedings, Aquaculture Nutrition Workshop*, Salamander Bay, 15-17 April 1991. NSW Fisheries, Brackish Water Fish Culture Station, Salamander Bay, Australia.
- TUCKER, J. W., JR., M. R. MacKINNON, D. J. RUSSELL, J. J. O'BRIEN y E. CAZZOLA, 1988. Growth of juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) on dry feeds. *Progressive Fish Culturist* 50: 81-85.
- WALFORD, J., T. M. LIM y T. J. LAM, 1991. Replacing live foods with microencapsulated diets in the rearing of seabass (*Lates calcarifer*) larvae: do the larvae ingest and digest protein-membrane microcapsules? *Aquaculture* 92: 225-235.

*Recibido:* 17 de abril de 2002.

*Aceptado:* 28 de octubre de 2002.