

Desarrollo temprano del sábalo, *Megalops atlanticus* (Pisces: Megalopidae)

Didiher Chacón Chaverri¹ y William O. McLarney²

¹ Asociación ANAI, Apdo. 902-7300 Limón, Costa Rica.

² ANAI, Inc. 1176 Bryson City Road-Franklin, N.C. 28734 E.U.A.

(Rec. 5-II-1991. Acep. 13-II-1992)

Abstract: Leptocephalus larvae and juveniles of tarpon (*Megalops atlanticus*) were collected over a period of five months (July, August, September, October and November, 1988) from the Gandoca Lagoon and four nearby coastal creeks in Talamanca, Limón province, Costa Rica. This is the first documented collection of stages I-III leptocephali, and juveniles in Costa Rica. The presence of larvae and juveniles was associated with high turbidity, low levels of dissolved oxygen, H_2S occurrence, and variable salinities and temperatures.

Key words: ecology, development, leptocephalus, Caribbean, larvae, juvenile.

El desarrollo larvario del sábalo (*Megalops atlanticus*) Valenciennes, 1846, hasta la formación del juvenil, según Wade (1962), Mercado y Ciardelli (1972) y Jones *et al.* (1978), comprende tres estadios: Estadio I: Período de crecimiento inicial hasta la talla máxima como larva leptocéfala. Estadio II: Inicio de la alimentación de la larva leptocéfala; reducción de tamaño (LT), e inicio de la formación del juvenil. Estadio III: Formación del juvenil y su transformación total.

Rickards (1968), Tagatz (1973), Jones *et al.* (1978) y Smith (1980), establecieron que las zonas más comunes de desove de esta especie son, en general, cuerpos de agua salobre, aguas cercanas a la costa o áreas donde las corrientes pueden acarrear los huevos a aguas estuarinas de ríos y lagunas costeras. Por otro lado, Wade (1969), Wade y Robins (1973), Crabtree *et al.* (1991) y Cyr (1991) establecieron como sus áreas de desove las aguas azules oceánicas lejos de la costa, debido a la ausencia de larvas leptocéfalo I en los ecosistemas costeros. Analizando algunos trabajos previos se desprende que la temporada de desove puede estar entre los meses de julio a noviembre (Harrington 1966, Mercado y

Ciardelli 1972, Tagatz 1973, Tucker y Hodson 1976, Smith 1980), aunque algunos autores como Mansueti y Hardy (1967) y Fischer (1978) establecieron esta temporada entre los meses de mayo y julio, además Wade y Robins (1973) ubicaron esta temporada de junio a agosto. En el caso del litoral Caribe de Costa Rica, Nordlie y Kelso (1975) encontraron que en época seca (abril-mayo y setiembre-octubre), se presenta un aumento en la densidad de larvas de peces típicamente marinas. Para Costa Rica no hay ninguna investigación que verifique las observaciones sobre sábalo postuladas en otros lugares del Océano Atlántico tropical y subtropical. Nace así la necesidad de clarificar la biología y ecología de *Megalops atlanticus* en el Caribe costarricense. Para esto se escogió la laguna de Gandoca (laguna costera del litoral caribeño de Costa Rica), situada dentro de los límites del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca / Manzanillo, Limón (Fig. 1). En ella se realizó la presente investigación debido a que en la zona habían sido recolectados estadios tempranos de sábalo en 1973 y 1987. Este trabajo comprueba la presencia de larvas leptocéfalas y estadios juveniles de *M. atlanticus* en

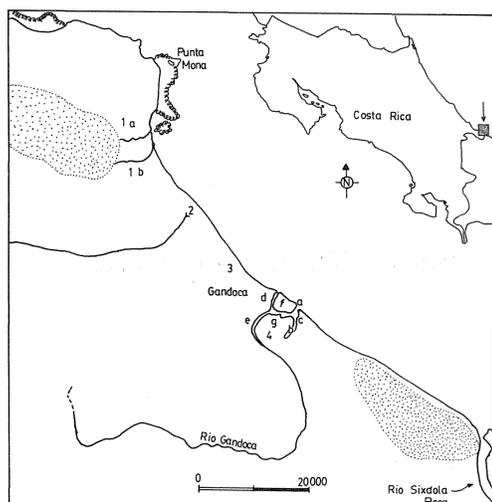


Fig. 1. Área de estudio; 1a-Black Creek I, 1b Black Creek II, 2-Middle Creek, 3-Don Nati Creek, 4-Laguna Gandoca (a-Desembocadura, b-caño sur, c- caño playa, d-caño lagarto, e-parte trasera, f-caños pequeños, g-parte central).

la laguna de Gandoca y sectores aledaños, y brinda nueva información acerca de su ecología y desarrollo larvario.

MATERIAL Y METODOS

Los muestreos de la laguna fueron llevados a cabo en la zona marina, estuarina y en la dulceacuícola. Se desarrolló un registro en cada zona de la laguna, 3 veces por semana entre la cuarta semana de julio y la primera semana de noviembre 1988. Para recolectar las larvas de *Megalops atlanticus* se utilizó una red de canal, con una luz de malla de 300 micras y un flujómetro mecánico General Oceanics 2030R (Bozeman y Dean 1980); se aplicó la metodología reseñada por Tucker y Hodson (1976). Los muestreos en los riachuelos (Middle Creek, Black Creek, Don Nati Creek) fueron llevados a cabo por medio de una red manual con luz de malla de 2.0 mm y redes estacionarias (agallera de una luz de malla elástica, trampas de doble entrada y chinchorro de 2.0 mm de luz de malla con 0.92 m de alto y 5.0 m de largo).

Los peces fueron fijados en una solución 33.3% formaldehído al 5% y 66.6% de alcohol al 80%.

El estudio del desarrollo larvario se basó en los trabajos de Mercado y Ciardelli (1972), Jones *et al.* (1978) y Smith (1979).

La identificación de cada estadio se llevó a cabo haciendo uso de caracteres biométricos como la longitud de la cabeza, longitud predorsal y preanal, además de caracteres merísticos (cuadros 2 y 3).

Se comparó el tamaño entre los leptocéfalos de *M. atlanticus*, *Elops saurus* y *Albula vulpes*, porque las larvas de la primera especie son las más pequeñas en cualquiera de sus estadios tempranos. Otro aspecto que se tomó en cuenta fue la presencia de melanóforos en la parte ventral de la larva y en cada miosepto, carácter típico para diferenciar Elopiformes de Anguilliformes y Notacanthiformes (Smith 1979).

En cada área de muestreo se determinó la salinidad en forma directa, por medio del refractómetro. Se tomaron los valores de temperatura superficial del agua al igual que la transparencia con el Disco Secchi. El valor del oxígeno disuelto en el agua fue medido según lo establecido por Sánchez *et al.* (1984), y con base en el método de Winkler. El pH fue medido con papel colorimétrico.

Para la recolección de los juveniles en la laguna y en los riachuelos se utilizó una red agallera de 1.5 cm de luz de malla en posición vertical por 1 hora, tres veces al día.

RESULTADOS Y DISCUSION

La morfometría aparece en los cuadros 2-3, y el desarrollo en la Fig. 2.

En el caso de los estuarios, como la Laguna de Gandoca, la circulación de agua obedece a la marea, el flujo del río Gandoca, la corriente marina, el viento y la topografía, además de masas de agua externos como los introducidos por el río Sixaola y su contracorriente, los cuales son responsables en gran medida de la distribución y dispersión de las larvas leptocéfalas de *Megalops atlanticus*.

La estación 3 (Don Nati Creek) no posee flujo permanente con el mar, y la llegada de las larvas se debe a las fuertes lluvias y periodos de marea alta.

En la estación 2 (Middle Creek), la influencia de la marea introduce larvas, sin necesidad de precipitaciones copiosas, dada la topografía de la desembocadura de pendiente suave. El

CUADRO 1

Condiciones físico-químicas de los lugares donde se recolectaron larvas y juveniles de M. atlanticus

Mes	Estaciones							
	Laguna Gandoca	Don Nati Creek	Caño Sur	Caño Lagarto	Caño Lagarto	Caño Lagarto	Middle Creek	Don Nati Creek
	Julio	Agosto	Setiembre	Setiembre	Octubre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Número de individuos	41	5	1	8	12	1	1	1
Temperatura (°C)	32	36	25	28	28	25	26	32
Salinidad (ppm)	34.5	0.40	0.0	29	30	28	4.0	29
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.5	0.26	2.9	0.6	0.7	4.4	4.6	0.5
Profundidad Disco Secchi (m)	2.5	-	-	0.25	-	1.0	-	-
pH	-	-	4.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.0
Volumen agua filtrada (m)	545.5	-	-	1242	1249.2	1318.6	-	-
Presencia H ₂ O	*	**	***	***	***	***	-	***
Coloración del agua	café	café	café	café	café	café	verde	café
Sustrato	arenoso	lodoso	arenolodoso	arenolodoso	lodoso	lodoso	arenoso	lodoso
*:	Débil							
**:	Moderado							
***:	Fuerte							
-:	No se tiene el dato							

hecho de haber recolectado solamente una larva pudo deberse a fallas en el sistema de recolección. Estas incluyen saturación de los poros de la malla y el efecto de la corriente del río en el vaciamiento de la red; o los procesos de dispersión de larvas discriminaron este sector; caso generalizado para Black Creek en sus dos sectores.

En la Laguna de Gandoca hay dos sectores en donde se ubicaron las larvas: la desembocadura y Caño Lagarto. En el caso del primer sector la marea y la corriente marina acarrear los organismos a este sitio de contacto Laguna-

Mar con salinidad de 34.5 ppm, lo que explica la presencia de 41 larvas leptocéfalas recolectadas en el mes de julio; a una profundidad de 3.0 m con una transparencia de Disco Secchi de 2.5 m. En Caño Lagarto existe una combinación de viento (NE-SO) perpendicular a la costa, flujo mareal y débil flujo del río; factores que acarrear masas de agua ricas en organismos planctónicos, incluyendo larvas leptocéfalas de sábalo.

Según lo establecido por Beebe (1939), Wade (1962), Rickards (1968) y Tucker y Hodson (1976), se logró comprobar que factores

CUADRO 2

Medidas corporales de larvas y juveniles de *M. atlanticus*

(LS + 0.5)mm	Número de radios		Número Miómeros			
	A.D.	A.A.	P.P.	P.D.	P.A.	T
Estadio I						
24.0	13	20	23	37	40	54
29.0	12	21	22	37	40	55
29.0	12	22	22	37	41	57
29.0	13	20	23	38	41	56
26.5	14	22	22	38	41	56
24.0	13	20	23	37	40	54
23.5	12	21	22	37	40	57
26.0	14	22	22	38	41	56
25.0	12	20	23	37	40	55
29.0	12	21	22	39	42	55
27.5	13	20	23	37	40	55
28.5	13	22	23	37	40	55
29.0	12	21	23	37	41	54
29.0	12	21	22	37	41	55
29.0	14	21	22	38	40	56
28.0	13	22	22	37	41	57
28.0	12	20	22	37	40	54
28.0	13	20	21	38	40	54
29.0	13	20	22	38	41	54
25.5	13	21	23	38	40	54
27.0	12	21	23	38	41	55
28.0	12	22	22	38	40	56
27.5	14	20	22	38	40	56
27.0	14	21	22	37	40	57
27.0	14	22	23	38	40	54
27.0	13	22	22	37	41	54
27.5	12	21	22	37	39	55
25.0	12	21	23	38	39	56
27.0	13	21	23	38	40	57
27.5	12	20	23	40	41	54
25.0	12	20	22	39	41	54
27.5	14	21	22	37	40	56
27.5	14	22	23	38	40	57
27.5	13	20	22	37	40	57
29.0	14	20	23	39	41	57
27.5	12	21	22	38	40	54
27.5	12	21	22	38	41	56
29.0	12	22	23	39	41	57
26.5	12	22	23	38	41	55
27.0	13	22	22	39	42	55
27.5	12	20	22	37	40	55
18.5	13	22	22	39	41	57
18.5	13	20	22	39	42	56
17.5	13	21	21	37	40	56
19.5	13	20	22	39	41	56
17.5	13	20	21	38	40	56
17.0	13	20	22	37	40	57
15.5	12	22	22	37	40	56
15.5	13	20	21	36	39	54
17.0	13	21	21	36	41	55
15.5	13	21	-	37	39	55
18.5	13	20	-	37	39	54
18.0	13	19	-	41	43	57
Estadio II						
17.0	13	21	21	37	40	56
16.0	14	19	21	38	40	56
18.0	13	22	22	38	40	56
18.0	14	20	22	40	43	58
17.5	13	21	22	39	41	57
16.0	13	21	22	36	38	55
16.0	12	19	22	37	39	55
15.0	13	20	21	35	38	54
16.0	13	21	22	38	40	56
Estadio III						
20.0	15	24	-	-	-	-
16.5	14	23	24	35	37	57
Juveniles						
59.0	14	23	-	-	-	-
67.5	14	24	-	-	-	-
68.0	14	23	-	-	-	-
57.5	14	24	-	-	-	-
54.0	15	25	-	-	-	-
260.0	15	20	-	-	-	-

LS.: Longitud estándar
A.D.: Aleta dorsal
A.A.: Aleta anal
P.P.: Prepélvicos
P.D.: Predorsales
P.A.: Preanales
T.: Totales
-: No se tiene el dato

abióticos como la turbidez y el H_2S influyen en la presencia y distribución de las larvas y juveniles. En todas las recolecciones, excepto en la estación 2, los organismos se distribuyeron en aguas de color café, de alta turbidez, con presencia de H_2S , salinidades y temperaturas variables, donde generalmente las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas. Esta situación facilita la sobrevivencia de larvas, además de que esta especie puede respirar aire atmosférico (Shlaifer 1941). En el caso de las larvas leptocéfalas (I,II), todas se encontraron a salinidades mayores de 29.0 ppm, hecho que concuerda con Smith (1979), que informa sobre áreas de distribución para larvas premetamorfoseadas y metamorfoseadas con salinidades altas y estables. Los juveniles se recolectaron en aguas con salinidades de 0.0 ppm, lo que demuestra la tendencia del sábalo a moverse de aguas marinas a aguas dulceacuícolas en el transcurso de su metamorfosis y desarrollo a juvenil.

En lo que se refiere a las contribuciones del presente estudio al desarrollo larval de *Megalops atlanticus*, debe anotarse que algunos de los individuos recolectados poseían medidas nunca antes reportadas. Este es el caso del estadio I, donde la longitud estándar (LS) máxima encontrada fue 29.0 mm, pero la máxima antes reportada fue de 27.9 mm (Mercado y Ciardelli 1972). La diferencia de 1.1 mm en LS puede deberse a que los dos primeros autores criaron las larvas en laboratorio. Las condiciones pudieron no ser las mismas del ambiente natural y el efecto del manejo en la colecta de la larva por abrasión y su manejo en el proceso de crianza pudo influir en la reducción de la talla (Theilacker 1980). Otro factor que pudo influir en esta diferencia es la posible carga energética dada por los adultos al huevo, hecho que puede marcar diferencias en la "calidad" de las larvas; aunque Smith (1979) y (1980) reporta un posible crecimiento máximo de 30.0 mm y 28.0 mm en larvas de este tipo respectivamente.

Este mismo estadio recibió nuevas contribuciones en el sentido de que se amplió el ámbito de variación de la proporción que cubre la longitud cefálica, la longitud predorsal y la longitud preanal con respecto a la longitud estándar; no se encontraron diferencias significativas al realizar una prueba t-student con un intervalo de confianza 95 por ciento. Estos nuevos valores hacen que los ámbitos esperados para cada medición

CUADRO 3

Comparación de los porcentajes de las longitudes corporales en la longitud estándar de las larvas colectadas, con los valores recopilados por Jones et al. (1978)

Estadio	I		II		III	
	A	B	A	B	A	B
Longitud estándar	15.5-29.0	9.4-27.9	15.0-18.5	7.3-13.0	16.5-20.0	12.6-25.0
Longitud cabeza	10.3-16.1	8.2-14.5	11.1-16.6	9.2-26.9	21.2-25.0	20.7-28.6
Longitud prepélvica	46.3-51.3	49.2-55.9	44.1-52.8	53.0-48.4	47.5-48.5	48.2-54.0
Longitud predorsal	71.9-77.4	73.0-82.1	68.2-80.5	79.3-69.2	60.0-66.6	61.8-76.0
Longitud preanal	75.8-82.0	77.6-88.0	71.8-80.6	83.7-71.5	69.7-71.5	70.2-78.6

A: Valores encontrados.

B: Valores informados.

sean mayores con respecto a los reportados por Jones *et al.* (1978).

El promedio de la longitud estándar para este estadio fue de 25.05 mm con cuerpo transparente lateralmente comprimido, con la presencia de melanóforos en la zona ventral de los miómeros, algunos en los mioseptos y en la parte superior de la cabeza, aleta caudal bifurcada, el tracto o tubo digestivo adherido a la región ventral de los miómeros; la vejiga natatoria se ubicó en promedio en el miómero 22. No se encontraron dientes, lo que induce a pensar que estas larvas leptocéfalo I están por iniciar la fase de encogimiento y metamorfosis para entrar en el estadio II; su promedio en miómeros totales fue de 55.

Para el estadio II deben destacarse dos hechos importantes. Primero, en las fases finales de este estadio el individuo posiblemente se encoge por reabsorción de tejidos (Mercado y Ciardelli 1972, Jones *et al.* 1978). Las aletas dorsal y anal inician una migración hacia adelante del cuerpo, disminuyendo su posición en dos miómeros, mientras que la cabeza crece en longitud y aumenta su porcentaje con respecto a la LS. Segundo, se inicia el proceso de transformación a alevín donde se generan algunos órganos vitales y se cubre parcialmente el cuerpo de melanóforos.

En los estadios II y III se presentaron diferencias en las proporciones de longitud prepélvica, longitud predorsal y longitud preanal con respecto a Jones *et al.* (1978), aunque aquí el reducido número de larvas no nos permite hacer un análisis más profundo.

El acarreo y presencia de las larvas en las aguas de la Laguna de Gandoca se debe al comportamiento reproductivo de los adultos, que es descrito por Dando (1984). Esta especie utiliza las corrientes marinas para que acarree sus huevos y larvas a zonas de alta productividad como los estuarios y zonas costeras.

Los organismos recolectados en el estudio comprueban que esta área (o por lo menos este sector del refugio) es utilizada como sitio de crianza para larvas y estadios juveniles. Es posible que después de pasada esta etapa de crianza los organismos encuentran la vía para llegar a aguas oceánicas y formar parte del "stock" de sábalo en la costa caribeña de Costa Rica.

Los leptocéfalos tempranos son típicos en aguas pelágicas de donde son arrastrados hacia la costa por corrientes, vientos y mareas, mientras se desarrollan; al llegar a la costa lo hacen como larvas metamorfoseadas o leptocéfalos en estadios II y III que habitan ecosistemas costeros de salinidades bajas y alta turbidez, mientras los juveniles son comunes en ambientes dulceacuícolas.

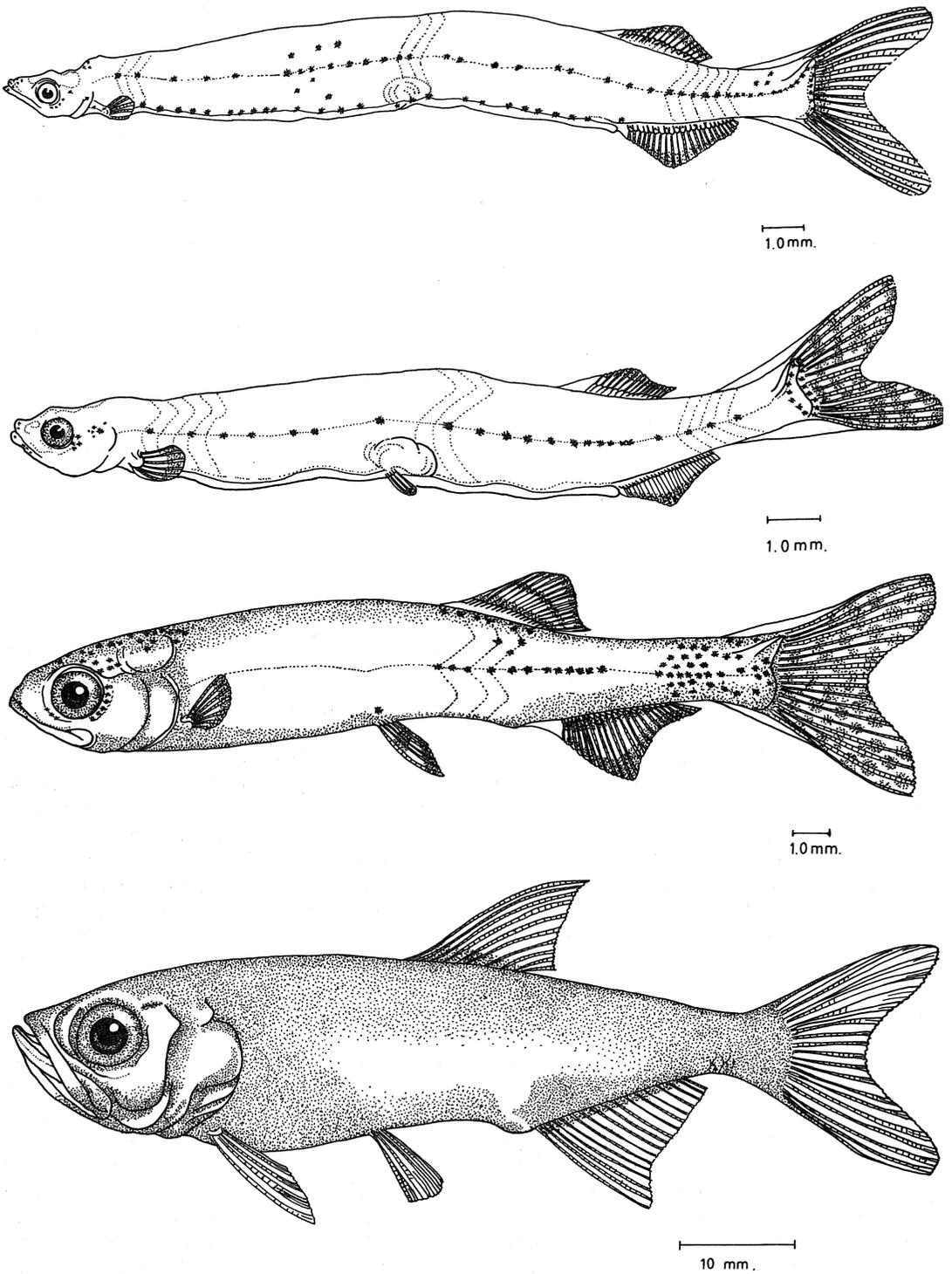


Fig. 2. Desarrollo temprano del sábalo, *Megalops atlanticus*. A. Leptocéfalo I (LP 28 mm). B: II (LP 15 mm). C: Alevin III (LS 21 mm). D: Juvenil (LS 68 mm).

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó gracias al financiamiento dado por Wildlife Conservation International; además agradecemos al Director General de Vida Silvestre, Guillermo Canessa, las facilidades brindadas, así como al personal de refugio, a las personas de la Comunidad de Mata de Limón y Gandoca, a Gerardo Matute Sandoval y al personal administrativo de la Asociación ANAI. Nuestro agradecimiento también a Myrna López (Universidad de Costa Rica), Jorge A. Rodríguez (Universidad Nacional), y Ronald Hodson (North Carolina State University) por la verificación de la identidad de las larvas. Igualmente extendemos nuestro agradecimiento a John M. Dean, Ned Cyr (University of South Carolina), Roy Crabtree (Florida Marine Research Institute), César Flores (UNAM) y a la Universidad Nacional, por su apoyo.

RESUMEN

Larvas leptocéfalas y juveniles de sábalo (*Megalops atlanticus*) fueron recolectados en un periodo de cinco meses (julio-noviembre, 1988), en la Laguna de Gandoca y cuatro riachuelos aledaños en Talamanca, provincia de Limón, Costa Rica. Esta es la primera colecta documentada de leptocéfalos en estadio I, II, III y juveniles en Costa Rica. La presencia de larvas y juveniles estuvo asociada con alta turbidez, bajos niveles de oxígeno disuelto, presencia de H_2S y temperaturas y salinidades variables. Como resultado se usó el estudio de los conteos biométricos y merísticos para identificar los estadios de desarrollo y se distinguieron las larvas de sábalo de otras especies de leptocéfalos semejantes encontradas en los mismos ambientes estudiados.

REFERENCIAS

- Beebe, W. 1939. A tarpon nursery in Haiti. *Zoo. Soc. Bull.* 30(5): 141-145.
- Bozeman, E. & J. Dean. 1980. The abundance of estuarine larval and juvenile fish in the South Carolina Intertidal Creek. *Estuaries* 3(2): 89-97.
- Crabtree, R., E. Cyr, R. Bishop, L. Falkenstein & J. Dean. 1991. Age and growth of larval tarpon, *Megalops atlanticus*, in the eastern Gulf of Mexico with notes on relative abundance and probable spawning areas. Florida Marine Research Institute. 25 p.
- Cyr, E.C. 1991. Aspects of the life history of the tarpon, *Megalops atlanticus*, from south Florida., Tesis doctoral, Univ. South Carolina. 139 p.
- Dando, P.R. 1984. Reproduction in Estuarine Fish, p.155-167. In G. Potts y R. Wootton. (eds.). *Fish Reproductions: Strategies and Tactics*. Academic, Londres.
- Fischer, W. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Central Atlantic. Vol.1-7 Megal. FAO, Roma.
- Harrington, R.W. 1966. Changes through one year in the growth rates of Tarpon, *Megalops atlanticus* Valenciennes, reared from mid-metamorphosis. *Bull. Mar. Sci.* 16 (4) :863-883.
- Jones, P, D. Martin & J. Hardy. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of eggs, larval and juvenile stages. Vol 1. US. Fish and Wild. Serv. Biol. Serv. Prog. FWS/OBS. 78/12. p. 52-62.
- Mansueti, A.J. & J.D. Hardy. 1967. Development of fishes of the Chesapeake Bay region; an atlas of egg, larval and juvenile stages. Part I. City, Baltimore.
- Mercado, J.E. & A. Ciardelli. 1972. Contribución a la morfología y Organogénesis de los leptocéfalos del Sábalo *Megalops atlanticus* (Pisces: Megalopidae). *Bull. Mar. Sci.* 22 (1): 153-184.
- Nordlie, F.G. & D. Kelso. 1975. Trophic relationships in a tropical estuary. *Rev. Biol. Trop.* 23:77-99.
- Rickards, W. L. 1968. Ecology and growth of juvenile Tarpon, *Megalops atlanticus*, in a Georgia salt marsh. *Bull. Mar. Sci.* 18 (1): 220-239.
- Sánchez, V, M. Mendelewicz, J. Coto & J. Valdéz. 1984. Química analítica experimental. UNA, Heredia, Costa Rica. 495 p.
- Shlaifer, A. 1941. Additional social and physiological aspects of respiratory behavior in small Tarpon. *Zoologica, N.Y.* 26(11):55-60.
- Smith, D.G. 1979. Guide to the leptocephali (Elopiformes, Anguilliformes and Notacanthiformes). NOAA. Techn. Rep. NMFS. Cir. 424: 1-39.
- Smith, D.G. 1980. Early larvae of Tarpon, *Megalops atlantica* Valenciennes (Pisces: Elopidae), with notes on spawning the Gulf of México and Yucatán channel. *Bull. Mar. Sci.* 30(1): 136-141
- Tagatz, M.E. 1973. A larval Tarpon, *Megalops atlanticus* from Pensacola, Florida. *Copeia* (1973): 140-141.
- Theilacker, G.H. 1980. Changes in body measurements of larval northern anchovy *Engraulis mordax* and others fishes due to handling and preservations. *Fish. Bull. U.S.* 78: 685-692.

- Tucker, J.W. & R. Hodson. 1976. Early and mid-metamorphic larvae of the Tarpon, *Megalops atlantica* from the Cape Fear river estuary, North Carolina, 1973-74. Chesapeake Sci. 17 (2): 123-125.
- Wade, R.A. 1962. The biology of Tarpon, *Megalops atlanticus*, and the ox-eye *Megalops cyprinoides*, with emphasis on larval development. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. 12 (4): 545-622.
- Wade, R.A. 1969. Ecology of juvenile tarpon and effects of dieldrin on two associated species. Tech. Papers of the Bureau of Sport, Fisheries and Wildlife. U.S. Dept. of Interior, Washington, D.C. 24 p.
- Wade, R. A. & R. Robins. 1973. The tarpon and its sport-fishery: a review of our knowledge and outline of problem. Proc. Int. Game Fish. Conf. 15: 16-27.