

**DIMORFISMO SEXUAL, HUEVOS Y LARVAS DE "AGUJA DE MAR",
LEPTONOTUS BLAINVILLIANUS (EYDOUX Y GERVAIS, 1837)
(OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE)***

**SEXUAL DIMORPHISM, EGGS AND LARVAE OF *LEPTONOTUS
BLAINVILLIANUS* (EYDOUX Y GERVAIS, 1837) (OSTEICHTHYES,
SYNGNATHIDAE)***

*Tamara Cárdenas** y Germán Pequeño***

RESUMEN

Leptonotus blainvillianus presenta un cuidado parental a cargo de los machos. Para tal función poseen un bolsillo incubatriz abierto, localizado ventralmente anterior a la cola. Además muestra otras adaptaciones dimórficas.

El objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento científico de aspectos reproductivos, dimorfismo y características de huevos y larvas, de este pez. Se le encuentra entre el "pelillo" (*Gracilaria verrucosa*), alga distribuida entre Hornitos (Chile) y Golfo Nuevo (Argentina).

Se utilizaron 66 especímenes fijados en formalina al 10% o alcohol al 70%, capturados entre 1961 y 1985, recolectados desde Golfo Arauco hasta Isla Nalcayec, en Chile. Se estudiaron caracteres morfométricos y merísticos de adultos, juveniles y larvas y las principales características de sus huevos, incluyendo embriones.

Los adultos de *Leptonotus blainvillianus* presentan una longitud estándar (L.S.) entre 129 y 230 mm; las hembras alcanzan mayor tamaño que los machos. Tienen marcado dimorfismo sexual representado en las hembras por una mayor elevación del cuerpo a nivel del abdomen, mayor longitud predorsal y presencia de manchas circulares con un perímetro fuertemente pigmentado en la región abdominal. Los machos presentan un bolsillo incubatriz y una mayor longitud postdorsal. Los datos merísticos dieron como resultado un promedio de 19 surcos abdominales, 50 surcos a nivel de la cola y un promedio total de 68 surcos. El promedio del número de rayos de la aleta dorsal fue de 36; de 13 para la pectoral, y de 10 rayos para la caudal.

Se consideró juveniles a los individuos menores de 129 mm L.S., bajo de esta longitud no hay características externas que permitan diferenciar machos de hembras.

Las larvas fueron recolectadas a medida que eclosionaban los huevos y su longitud estándar varió entre 8,7 y 12,8 mm.

Los huevos se hallan dentro del bolsillo incubatriz en forma de racimo, unidos por una membrana. Estos racimos llevan entre 46 y 226 huevos. Generalmente, los huevos son ovoides o esféricos, aún cuando pueden presentar otras formas, según el lugar que tengan en el racimo.

Durante el período embrionario, se reconocieron 6 fases, las cuales van desde huevos que se observan como una masa compacta, sin variaciones externas de forma, en los diferentes tamaños observados, hasta un embrión bastante desarrollado y muy característico, con aletas dorsal y caudal. Este hallazgo puede considerarse de relevancia, pues los pterigoembriones son poco conocidos.

Por haberse capturado la totalidad de la muestra en praderas de *Gracilaria verrucosa*, es importante considerar el posible efecto de la extracción de estas algas sobre las poblaciones de aguja de mar.

Palabras claves: Peces, larvas, dimorfismo sexual.

ABSTRACT

An outstanding adaptation of *Leptonotus blainvillianus* is the presence of male parental care, each male bears an open ventral breeding pouch before the tail, among other dimorphic adaptations. This study contributes to the knowledge of reproductive features, as well as its dimorphism and characteristics of eggs and larvae of the Chilean pipefish belonging to Family Syngnathidae. The species is frequently caught among coastal red algal beds known as "pelillo" (*Gracilaria verrucosa*), between Hornitos (Chile) and Golfo Nuevo (Argentina).

Sixty-six, 10% formalin fixed (or 70% alcohol fixed) specimens, captured between 1961 and 1985 were studied. All were caught between Golfo de Arauco to Isla Nalcayec, in Chile. Morphometric and meristic features in adults, juveniles and larvae were reviewed, as well as the main pattern of eggs, including embryos.

Adults of *L. blainvillianus* showed a marked sexual dimorphism and a standard length from 129 to 230 mm, females being

* Proyecto DID-UACH/RS 86-25.

** Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

longer. Females also present a major body height at abdominal level, a major predorsal length and presence of circular ring-like spots with a strongly pigmented perimeter in the abdominal region. Males bear a breeding pouch and longer post-dorsal length than females. Meristics of specimens showed: average number of abdominal grooves, 19; tail grooves 50; 68 grooves total average. Dorsal fin rays average number was 36; pectoral 13 and caudal 10 rays.

Juvenile specimens were judged less than 129 mm S.L. because below that length they have no external characteristics allowing male-female differentiation. Larvae were collected according to individual hatching, showing a S.L. range between 8.7 and 12.8 mm. Eggs were found inside breeding pouch, in cluster-like form, enveloped by a fine membrane. Eggs cluters carried each from 46 to 226 eggs. Eggs present mainly an oval to spheric form.

Six phases were recognized during embryonic development, starting from a compact mass without apparent external changes, to a well developed and characteristic embryo, with dorsal and caudal fins. This finding is relevant, because pterygoembryos are little known.

The fact that samples were recollected in algae *Gracilaria verrucosa* beds provides concern of algal exploitation effects on pipefish populations.

Keywords: Fishes, larvae, sexual dimorphism.

INTRODUCCION

La "aguja de mar" *Leptonotus blainvillianus* (Ey-doux y Gervais, 1837) es un componente de la fauna íctica del litoral chileno. Se encuentra entre Hornitos, Chile y Golfo Nuevo, Argentina (Fritzsche, 1980). Pueden recolectarse cuando se extrae el alga denominada "pelillo", *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950.

Es un hecho conocido en la literatura científica, que en Syngnathidae hay una forma particular de reproducción. No sólo hay fecundación interna, sino un novedoso cuidado parental de los machos, los cuales poseen en la cola una estructura especializada derivada de la pared del cuerpo, la "bolsa incubatriz" (Dawson 1977, Fritzsche 1980, Herald 1940). Como producto de esta diferencia de funciones, se observa dimorfismo sexual entre machos y hembras.

Leptonotus blainvillianus es bastante parecido a *Syngnathus acicularis* (Jenyns, 1842), especie de la cual se diferencia por poseer una línea lateral continua (Pequeño, 1984).

Considerando los pocos antecedentes conocidos, en este trabajo se intentará mejorar el conocimiento biológico de la especie, describiendo su dimorfismo sexual, estudiando aspectos de la variabilidad intraespecífica, algunas características de los huevos, y describiendo los primeros estados de vida libre.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio morfológico y morfométrico de adultos, juveniles, larvas y huevos de *Leptonotus blainvillianus*. Se examinaron 26 machos, 25 hembras y 15 juveniles. Además, se recolectaron las larvas que liberó un macho du-

rante 4 días, las que fueron fijadas en formalina al 5% para su estudio ulterior. La totalidad de los especímenes fueron obtenidos entre restos del alga *Gracilaria verrucosa*.

Los individuos fueron recolectados entre Tomé (37° 14'S; 73° 18'W) e Isla Nalcayec (46° 06 S; 73° 45'W) entre los años 1961 y 1985. Los datos referentes al material estudiado (sexo, estado de desarrollo, fecha de captura, lugar de procedencia y número de catálogo de colecciones) se hallan en la Tabla 1.

Los ejemplares se preservaron en formalina al 10% y antes de estudiarlos se mantuvieron en alcohol al 70%, se numeraron individualmente y se guardaron enteros. En el laboratorio los especímenes se midieron en mm considerando: Longitud total (LT), longitud estándar (LE), altura del cuerpo a nivel del abdomen (AA), longitud de la cabeza (LC), longitud predorsal (LPD), longitud postdorsal (LPoD) y base de la aleta dorsal (BD). En el caso de las "agujas de mar" machos se midió además la longitud de la bolsa incubatriz (TB). Los caracteres morfométricos considerados se ilustran en la Fig. 1.

Entre los datos merísticos se consideraron: Número de placas corporales, número de rayos de las aletas (pectorales, dorsal, caudal).

En los huevos se observaron características macroscópicas: forma y tamaño individual de algunos huevos escogidos al azar del racimo, y se midió para el conjunto de huevos (racimo): largo, ancho y alto. Se observaron microscópicamente diferentes fases del desarrollo embrionario para conocer las variaciones de los embriones durante la vida intracapsular. Estas observaciones fueron hechas sobre huevos sin disectar, por visión a través del corion. Ulteriormente se retiró el corion para medir longitud de los embriones, largo y ancho del vitelo y de la cabeza.

Tabla I

Datos relativos al material estudiado de *Leptonotus blainvillianus*.

Totales	Machos	Hembras	Juveniles	Fecha de captura	Localidad	N° de colección museológica
1	1	—	—	09-01-61	Corral Amargos	IZUA-PM-10
1	—	1	—	10-02-63	Mehuín	IZUA-PM-357
23	7	7	9	63		UdeC-H.2905
1	—	1	—	14-01-66	Mehuín	IZUA-PM-103
1	1	—	—	02-05-66	Mehuín	IZUA-PM-114
1	—	1	—	22-01-69		UdeC- 16092
1	—	1	—	23-05-71	San Pedro	IZUA-PM-272
1	—	—	1	15-02-73	Is. Nalcayec	IZUA-PM-316
2	1	1	—	12-09-76	Mauillin	IZUA-PM-519
1	1	—	—	17-12-78	Niebla	IZUA-PM-690
1	—	1	—	17-12-78	Quempillén	IZUA-PM-716
1	—	1	—	20-12-78	Quempillén	IZUA-PM-720
3	2	—	1	07-02-79	Mauillin	IZUA-PM-678
1	—	1	—	10-04-79	Mauillin	IZUA-PM-681
1	1	—	—	07-09-79	Mauillin	IZUA-PM-756
2	1	1	—	15-09-79	Tomé	UdeC- 16090
1	—	1	—	04-11-79	Ramuntcho	UdeC- 16061
16	8	6	2	11-01-82	Go. Arauco	UdeC- 16101
2	1	1	—	14-02-85	Mehuín	IZUA-PM-928
1	1	—	—	18-02-85	Mehuín	IZUA-PM-929
1	1	—	—	15-10-85	Niebla	IZUA-PM-930
1	—	1	1	12-11-85	Mehuín	IZUA-PM-931
2	—	—	2		Ba. Chile	UdeC- 4481

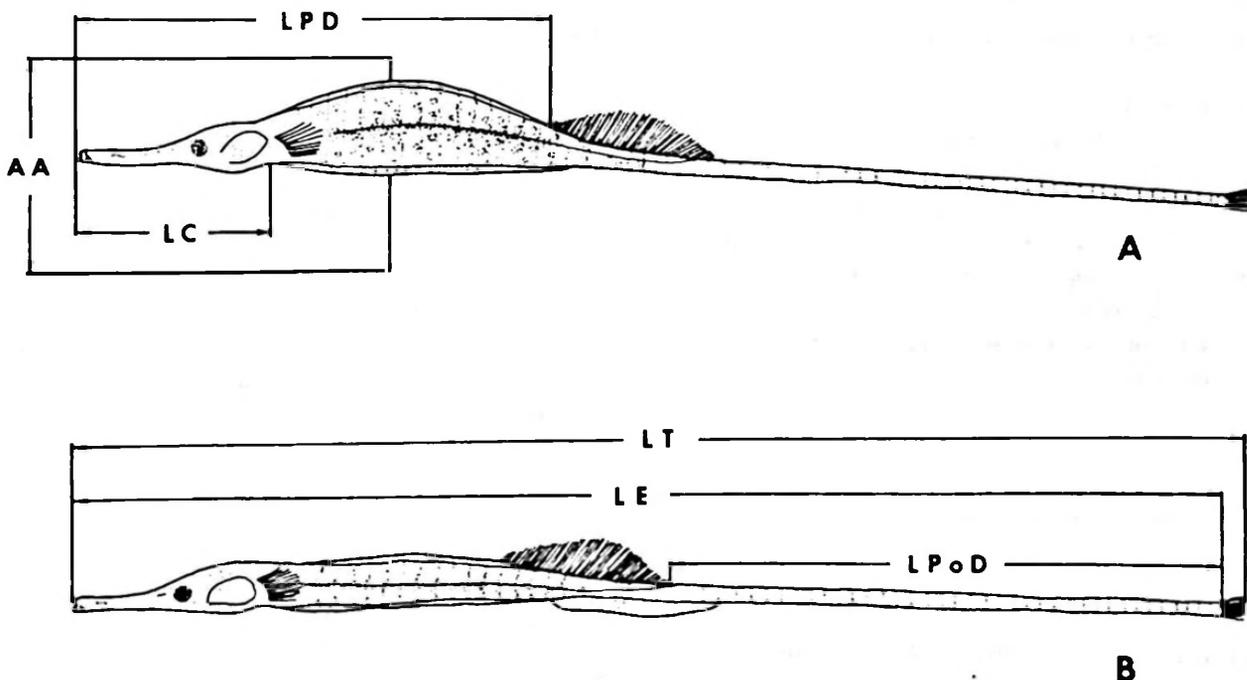


Figura 1. Caracteres morfométricos considerados en el estudio de adultos de *Leptonotus blainvillianus* (Eydoux y Gervais, 1837). A: Hembra y B: Macho, esquematizados sólo para representar ambos sexos; AA, altura abdomen; LC, longitud de la cabeza; LPD, longitud predorsal; LT, longitud total; LE, longitud estándar y LPoD, longitud postdorsal.

En el caso de la larvas, para describirlas en forma normalizada y facilitar comparaciones, se midió: Longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de la región caudal (LRC), longitud predorsal (LPD), longitud postdorsal (LPoD),

diámetro ocular (DO), longitud base de la aleta dorsal (BAD), longitud bucal (LB), longitud de la cabeza (LC) y longitud del saco vitelino (SV) (Fig. 2). Entre los datos merísticos se consideró el número de pigmentóforos.

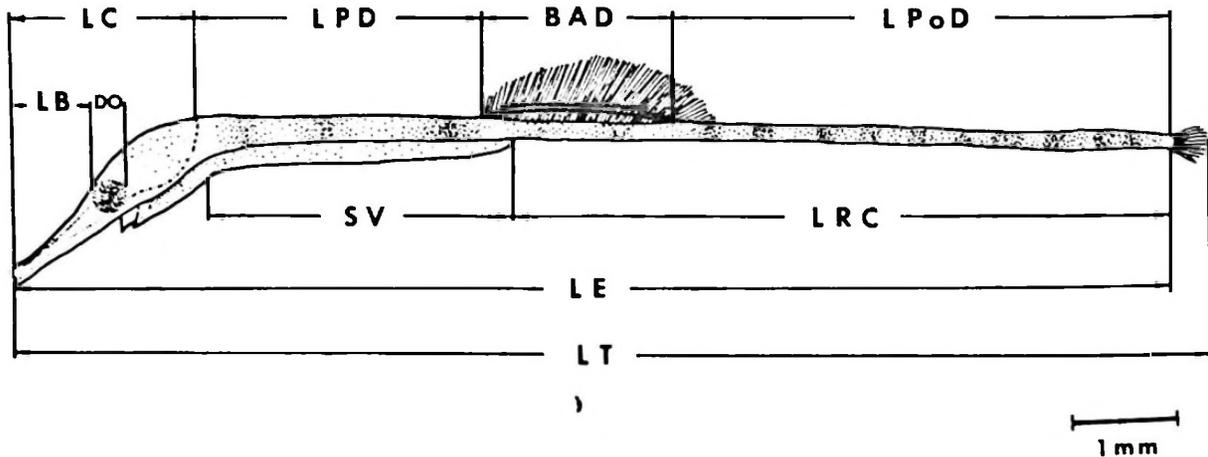


Figura 2. Caracteres morfométricos considerados en el estudio de larvas de *Leptonotus blainvillianus*. LT, longitud total; LE, longitud estándar; LRC, longitud región caudal; SV, longitud saco vitelino; DO, diámetro ocular; LB, longitud bucal; LC, longitud de la cabeza; LPD, longitud predorsal; BAD, base aleta dorsal; LPoD, longitud postdorsal.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las correlaciones y regresiones, se realizaron las siguientes pruebas estadísticas.

- 1) Prueba "t", para la significación de la regresión en el caso de rectas no paralelas, (Zar, 1974).
- 2) Prueba "t" para probar la significación de la regresión cuando las rectas son paralelas.
- 3) Test de significación para correlaciones, se utilizó la siguiente fórmula (Lamotte, 1967). El valor r_o será significativamente diferente de cero si:

$$r_o = \frac{2}{n - 1} \quad (p > 0.05)$$

Donde: r_o = valor del coeficiente de correlación calculado.
 2 = constante.
 n = número de pares de datos u observaciones.

RESULTADOS

Diagnóstico

Leptonotus blainvillianus presenta entre 18 y 20 (promedio 19) surcos a nivel del abdomen, 48 a 52 (50) a nivel de la cola. En total el cuerpo tiene entre 67 y 70 (69) surcos. Se cuentan 34 a 37 (36) rayos en la aleta dorsal, entre 12 y 14 (13) rayos en la pectoral y de 9 a 11 (10) en la caudal.

El rango de la longitud estándar en machos adultos varía entre 129 y 211 mm; su promedio es de 164 mm. El rango de la longitud estándar para hembras adultas varía entre 129 y 230 mm, siendo el promedio de 168,6 mm.

Dimorfismo sexual en los individuos adultos

Machos

Tienen una bolsa incubatriz en la superficie ventral del cuerpo, al inicio de la cola, a nivel del sector caudal de la aleta dorsal; la longitud pro-

medio es de 26 mm, correspondiendo a un 15,8% de la longitud estándar. No presenta elevación del cuerpo a nivel del abdomen, correspondiendo la altura de éste a un 3,36% de la longitud estándar promedio. La longitud predorsal es menor que en las hembras, siendo el promedio de los machos de 58,2 mm, lo cual es un 35% de la longitud estándar promedio. La longitud postdorsal es mayor en este caso, siendo el promedio de un 87,2 mm, lo cual corresponde a un 53% de la longitud estándar promedio. Sin manchas circulares pequeñas en la región abdominal.

Hembras

Sin bolsa incubatriz. Con marcada elevación del

cuerpo a nivel del abdomen, siendo el promedio de su altura de 11 mm, correspondiendo a un 6,5% de la longitud estándar promedio. La longitud predorsal es mayor que en los machos; su promedio es de 60,8 mm; corresponde a un 36,8% del promedio de la longitud estándar. La longitud postdorsal es menor que en los machos; su promedio es de 84,4 mm, lo cual equivale a un 50,3% de la longitud estándar promedio. Tienen gran cantidad de pequeñas manchas circulares con su centro claro y su perímetro fuertemente pigmentado (Fig. 3).

En otras medidas como longitud de la cabeza y base de la aleta dorsal, no se encontraron diferencias entre sexos.

También se estudió la posible diferenciación

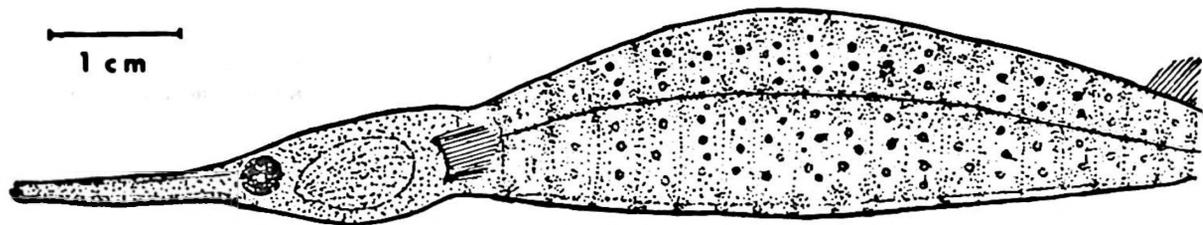


Figura 3. Manchas circulares pequeñas con un centro claro y perímetro fuertemente pigmentado, presentes en la región abdominal, sólo en hembras sexualmente maduras.

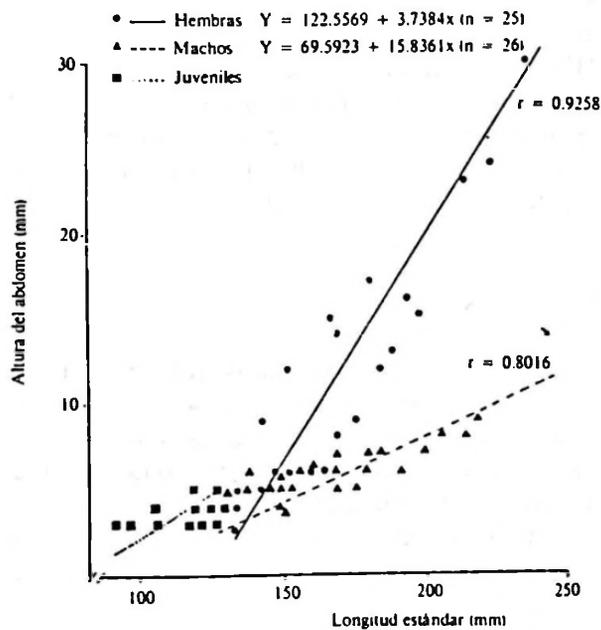


Figura 4. Relación entre altura del abdomen y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

entre sexos, mediante la relación morfométrica a través de regresiones. Entre la longitud estándar y altura del abdomen, se encontró una relación expresada por la ecuación $Y = 69,59 + 15,83x$, ($r = 0,80$) para machos e $Y = 122,55 + 3,73x$, ($r = 0,92$) para hembras, siendo $n = 26$ y $n = 25$ en cada uno de los sexos respectivamente. Las líneas de regresión en este caso aparecen cruzadas (Fig.4) y para ambos sexos se pueden diferenciar claramente. Se aplicó un test de significación para comparar regresiones cuando las líneas no son paralelas. El resultado de esta prueba fue de 3,64, que indica que la diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Las mismas pruebas se aplicaron para la relación longitud postdorsal y longitud estándar, resultando $Y = 2,47 + 1,85x$ con un coeficiente de correlación " r " de 0,98 para machos e $Y = -12,40 + 2,07x$ con un " r " de 0,96 para las hembras. Las líneas de regresión aparecen entrecruzadas (Fig. 5), pero las nubes de puntos están entremezcladas. Se aplicó la misma prueba

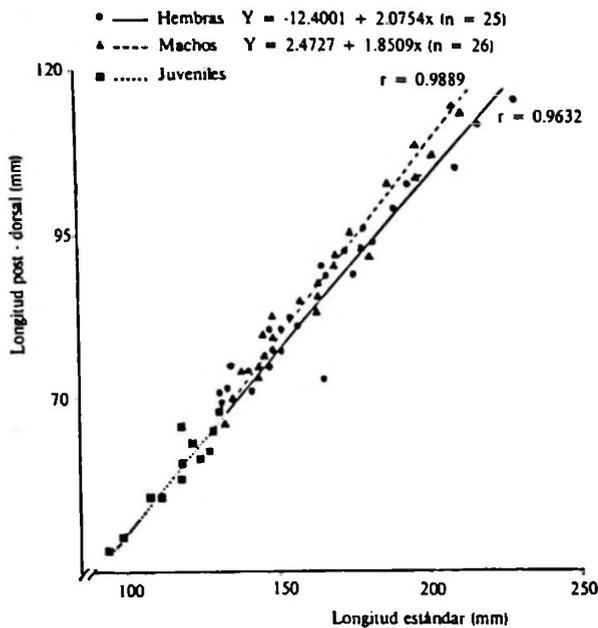


Figura 5. Relación entre longitud postdorsal y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

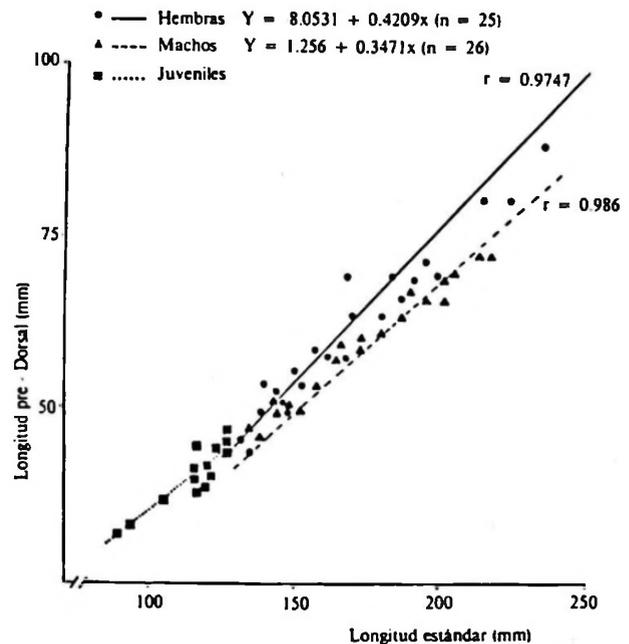


Figura 6. Relación entre longitud predorsal y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

anterior para el caso de líneas de regresión no paralelas (prueba "t"), y el resultado fue = 2,26; que indica que las pendientes entre las rectas ajustadas son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

El mismo estudio se realizó para la relación entre la longitud de la base de la aleta dorsal y longitud estándar, ya que al graficar estos datos el resultado en este caso es similar a los anteriores. La nube de puntos aparece entremezclada y las líneas de regresión entrecruzadas, pero la diferencia de las pendientes entre las rectas ajustadas no es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Entre la longitud estándar y la longitud predorsal, $Y = 1,25 + 0,34x$, con un coeficiente de correlación "r" de 0,98 para machos. Para hembras el resultado fue $Y = -8,05 + 0,42x$ con un "r" de 0,97. La nube de puntos para cada uno de los sexos se distingue claramente y las líneas de regresión no son paralelas (Fig. 6). Esto nos lleva a pensar que existe una diferencia entre machos y hembras, por ello se aplicó la misma prueba anterior para el caso de líneas de regresión que no son paralelas, siendo el resultado = 3,37, siendo la diferencia entre las pendientes estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

La última medida que se consideró, se refiere a la longitud de la cabeza con respecto a la longitud estándar. En este caso la nube de puntos se encuentra entremezclada y las líneas de regresión paralelas. Por lo tanto, se aplicó la prueba "t" para probar la significación de las regresiones cuando las líneas son paralelas. El resultado que obtuvo fue = 0,186, esto nos indica que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las pendientes de las líneas de regresión.

Los Juveniles

Se designó como individuos juveniles a los comprendidos entre la total reabsorción del saco vitelino (Russell, 1976) y los de una longitud estándar de 128 mm; bajo este tamaño no hay diferenciación entre machos y hembras.

El individuo sexuado más pequeño media 129 mm, y presentaba un esbozo de la bolsa incubatriz.

En los juveniles se consideraron las mismas medidas morfométricas que en adultos, encontrándose correlación positiva entre la longitud estándar y las medidas tomadas.

ETAPAS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

El período embrionario comienza con la fertilización y se caracteriza por una nutrición endógena desde el vitelo (Balon, 1975b). Los embriones son incubados hasta que están preparados para la vida independiente (Hoar & Randall, 1969) en forma de larva de vida libre.

En los machos se encontraron entre 46 y 226 huevos, con un promedio de 155 huevos. Se estudió la posible relación entre número de huevos y longitud estándar de los machos, obteniéndose un coeficiente de correlación "r", de 0,42.

También se estudió la posible correlación entre el tamaño promedio de los huevos y el número de huevos depositados, el resultado fue de $r = 0,25$, lo cual indica que no hay relación entre el número de huevos depositados y el promedio de su tamaño.

Características de los huevos

Los huevos se hallan aglomerados, forman una estructura densa racimosa que adquiere la forma de la bolsa incubatriz, quedando la impresión de los huevos en la pared. Estos huevos están rodeados y unidos por una membrana transparente que da origen al racimo (Fig. 7 A). El racimo es

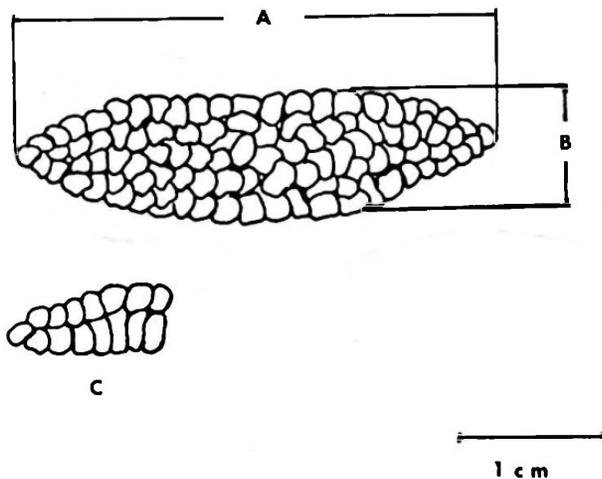


Figura 7. Esquemas basados en un racimo de huevos extraídos de un macho de *Leptonotus blainvillianus*, de 170 mm. de longitud estándar. A: Racimo completo, vista lateral (presenta alrededor de 23 huevos). B: Altura del racimo, en corte (presenta 2 huevos).

alargado y aguzado en los extremos; sus dimensiones promedio son 24 mm de largo, 7 de ancho y 3 de alto. Tiene alrededor de 23 huevos a lo largo, de 3 a 6 a lo ancho y 2 a lo alto (Fig. 7 B).

Los huevos adquieren diferentes formas según donde sea su situación en el racimo, pero las más frecuentes son las esféricas y ovoides (Fig. 8). Los huevos en sus primeras fases son densos y de color blanco. Luego, el corion se hace transparente, lo que permite distinguir claramente el vitelo y seguir el desarrollo del embrión (Figs. 8 A, B, C y D). Recordemos que se trata de material fijado.

El vitelo es amarillo en sus primeras fases. Después se torna anaranjado y como característica especial presenta gran número de gotas de aceite. Estos huevos presentan un amplio espacio perivitelino que en las últimas fases de su desarrollo es ocupado completamente por el embrión. El corion es liso y opaco en sus primeras fases. Después se hace transparente.

En este período se distinguen claramente seis fases, las que definiremos a continuación:

Fase I: El huevo se presenta como una masa densa, que no permite distinguir cambios internos (Fig. 8 A). Al partirlo se halla escasa cantidad de vitelo amarillo, con gran cantidad de gotitas de aceite. El embrión no se ve a simple vista, ni con ayuda de microscopio.

Fase II: El corion empieza a transparentarse, se hace visible el vitelo y se alcanza a distinguir un esbozo de embrión (Fig. 8 B).

Fase III: El corion es totalmente transparente, el vitelo es bien visible y el embrión ha aumentado de tamaño. Comienza a vislumbrarse un esbozo de cabeza (Fig. 8 C).

Fase IV: Se observa un notable aumento del tamaño del embrión, sobre todo de su cabeza y, debido a este crecimiento el embrión comienza a enrollarse alrededor del vitelo; éste a su vez ha cambiado de color y se torna anaranjado. Esta fase se caracteriza por el inicio de la pigmentación del embrión y por la disminución de tamaño del vitelo (Fig. 8 D).

Fase V: Aumenta la pigmentación del ojo, cabeza y cuerpo; la pigmentación se inicia en la zona interorbital, y se continúa uniformemente hacia atrás y sólo en la parte dorsal del embrión. La cola está completamente pigmentada (Fig. 9 A).

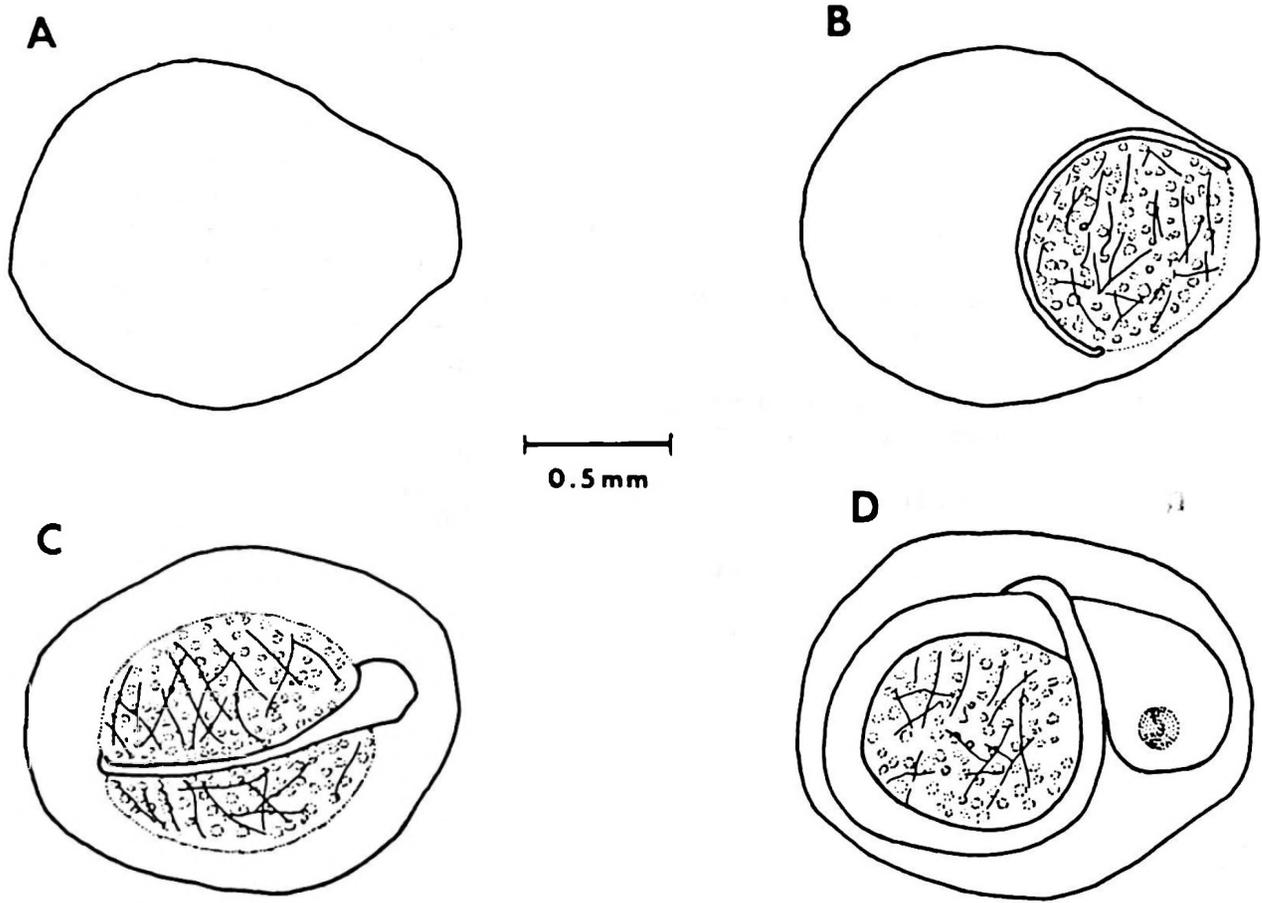


Figura 8. A. Fase I del desarrollo embrionario. El huevo se presenta como una masa densa. B. Fase II del desarrollo embrionario. Empieza a transparentarse el corion. C. Fase III del desarrollo embrionario. Se observa un esbozo de la cabeza. D. Fase IV del desarrollo embrionario. El embrión ha aumentado notablemente de tamaño y empieza a pigmentarse.

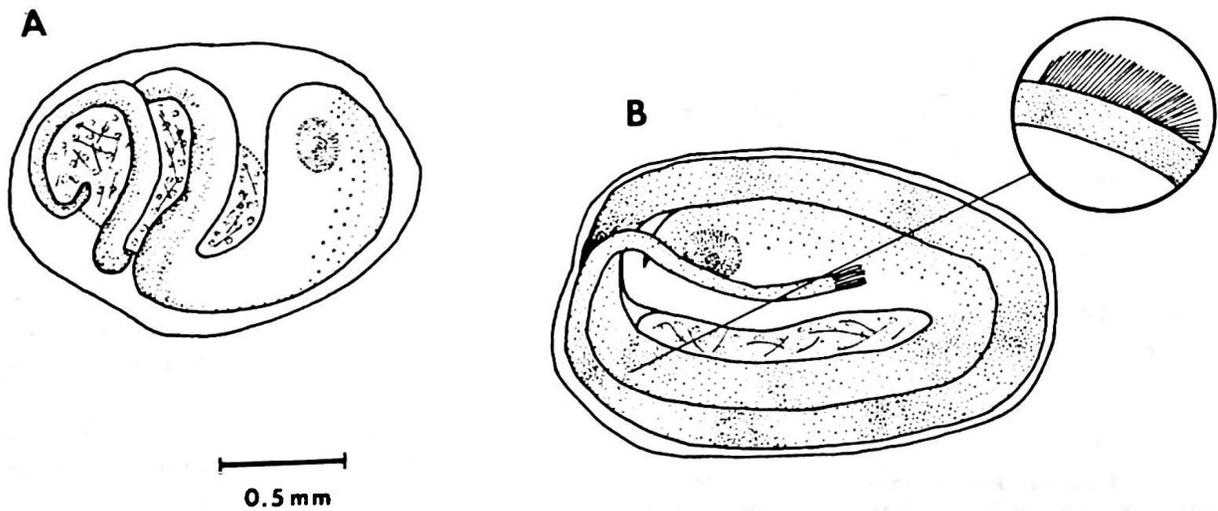


Figura 9. A. Fase V del desarrollo embrionario. Ha aumentado la pigmentación del ojo y se ha iniciado la del cuerpo. El tamaño del embrión ha aumentado. B. Fase VI del desarrollo embrionario. Se aprecian numerosos cambios, la cabeza se alarga y empieza a esbozarse la boca. Lo más característico es la presencia de una aleta dorsal y una caudal.

Fase VI: El embrión presenta una serie de modificaciones: aumenta notablemente de tamaño hasta ocupar completamente el espacio perivitelino. La cabeza se alarga y se comienza a esbozar la boca. La pigmentación aumenta a lo largo de todo el cuerpo y se distinguen zonas más pigmentadas, que forman franjas oscuras alternadas con franjas claras. Lo más característico de esta Fase es la presencia de una aleta dorsal y una caudal (Fig. 9 B).

Se registraron 14 machos con huevos, distribuidos en enero (1961, 1981 y 1982), febrero (1979 y 1985), septiembre (1979 y 1981) y octubre (1985). Ellos corresponden a un 53,8% del total de machos examinados. Ocho de los 9 machos capturados en enero tenían huevos, lo que corresponde a un 57% del total de machos ovíferos examinados. El tamaño promedio de estos huevos es de 1,28 x 1,64 mm y se encontraban entre la I a la V fase de desarrollo embrionario.

Otros tres de 4 machos capturados en febrero tenían huevos. El tamaño promedio de los huevos es 1,27 x 1,58 mm, y se hallaban entre la I y la III fase de desarrollo. El número de individuos con huevos en este mes corresponde a un 21,4% del total de machos con huevos. Dos de tres machos capturados en septiembre se hallaron con huevos, lo que corresponde a 14,2% de los machos ovíferos examinados. El tamaño promedio de sus huevos es de 1,29 x 1,79 mm, todos se hallaban en la última fase del desarrollo embrionario. El único macho capturado en octubre fue portador de huevos, siendo el tamaño promedio de ellos de 1,44 x 1,86 mm y estaban en la última fase del desarrollo embrionario. Los machos ovíferos en este mes corresponden a un 7,1% del total de machos con huevos estudiados. El tamaño promedio de los huevos, mes de captura, fase del desarrollo embrionario y porcentaje de machos con huevos se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2

Datos referentes a los huevos de *Leptonotus blainvillianus* examinados.

Mes de captura	% de machos con huevos	Tamaño promedio de los huevos (mm)	Fase del desarrollo embrionario
Enero	57.0	1.28 x 1.64	1-2-3-4-5
Febrero	21.4	1.27 x 1.58	1-2-3
Septiembre	14.3	1.29 x 1.79	6
Octubre	7.1	1.44 x 1.86	6

El porcentaje de machos con huevos decrece de enero a octubre, probablemente a causa de que en estos últimos meses muchos pueden haber liberado sus larvas.

Periodo larval: Este periodo comienza con la eclosión de los huevos, lo cual parece ser muy cercano a la salida de los individuos desde la bolsa incubatriz hacia la vida libre, observándose el cambio de la nutrición endógena a la exógena (Balon, 1975b). Dicho periodo culmina con la desaparición del saco vitelino.

Características de las larvas: El rango de la longitud estándar está entre 8,75 mm y 12,88 mm, siendo el promedio 11,86 mm.

En cuanto a los caracteres merísticos considerados, las larvas presentan entre 33 y 36 rayos en la aleta dorsal, entre 8 y 9 rayos en la aleta caudal y de 13 a 16 pigmentóforos.

Los ojos se encuentran completamente pigmentados de un color café oscuro. La cabeza suavemente pigmentada de café al igual que el saco vitelino. En el cuerpo se distinguen franjas oscuras alternadas con otras claras. A medida que las larvas son liberadas al medio externo presentan una notable disminución de tamaño; es decir, las primeras larvas liberadas son más grandes y presentan una apariencia más cercana a juvenil, en cambio, las últimas, además de ser más pequeñas, se encuentran gibadas (Fig. 10 A y B).

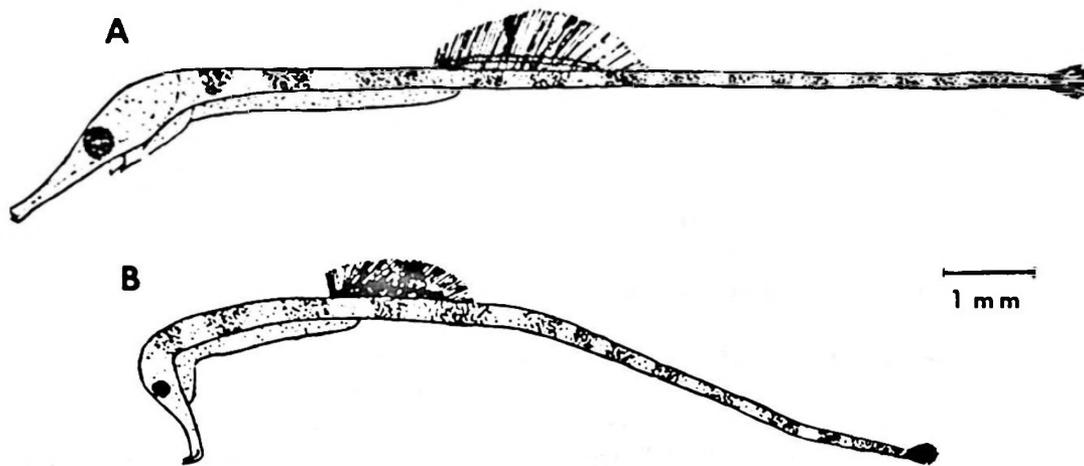


Figura 10. A: Larvas obtenidas en el primer día que eclosionaron. B: Larvas obtenidas en el cuarto día después que eclosionaron.

Tabla 3

Medidas de las larvas de *Leptonotus blainvillianus*.

Medidas consideradas	Rango	Promedio	% en la Longitud standar
Longitud estándar	8.75-12.88	11.86	100.00
Longitud de la boca	0.75-1.13	1.00	8.43
Longitud de la cabeza	1.50-2.38	2.06	17.33
Diámetro de ojo	0.38	0.38	3.16
Longitud saco vitelino	2.13-3.25	3.05	25.70
Longitud región caudal	5.00-6.88	6.49	54.74
Longitud pre-dorsal	3.88-5.63	5.08	42.83
Base de aleta dorsal	1.25-1.88	1.73	14.83
Longitud post-dorsal	3.63-5.38	5.03	42.40

DISCUSION

En general, los datos de De Buen (1963), Fritzsche (1980) y Pequeño (1984) para identificar la especie, son concordantes con los aquí establecidos.

Con respecto a los caracteres merísticos, en general, hay también una gran concordancia con los resultados de Fritzsche (1980). Hay similitud en el número de surcos abdominales, número de surcos de la cola, el número total de surcos del cuerpo, y en el número de rayos de la aleta pectoral, dorsal, y caudal. En cambio, se encuentran diferencias con respecto a la longitud estándar máxima señalada por Fritzsche (1980), quien indica 217 mm y el encontrado en este trabajo es de 230 mm. El macho de mayor longitud estándar midió 211 mm y la hembra más grande 230 mm.

Se concuerda plenamente con Dawson (1977), Fritzsche (1980) y Herald (1940, 1959) en

la existencia de dimorfismo sexual, cuyas características son la presencia de una bolsa incubatriz en el macho, la cual deriva de la pared del cuerpo (Balon, 1981) y está situada en la región ventral de la cola y abarca alrededor de 10 surcos del cuerpo. La función de esta bolsa incubatriz es llevar los huevos hasta el momento en que son liberados como larvas. Esta bolsa incubatriz es abierta, a diferencia de lo que sucede en el "caballito de mar", *Hippocampus ingens* (Girard, 1859), cuya bolsa incubatriz es cerrada y muy vascularizada (Sadleir, 1973).

En la hembra el dimorfismo sexual se expresa por una marcada elevación del cuerpo a nivel del abdomen, debido a que en esta región lleva los óvulos. Además es posible agregar como característica del dimorfismo sexual que la longitud predorsal es mayor en hembras, debido a que en esta región llevan los huevos y necesitan de un mayor espacio para cumplir tal función. La longitud postdorsal es mayor en machos y se debe al

hecho de que en esa región llevan la bolsa incubatriz y la mayor longitud de la cola le facilita los desplazamientos natatorios.

También es necesario destacar que las hembras sexualmente maduras presentan gran cantidad de pequeñas manchas circulares con un centro claro y un perímetro fuertemente pigmentado de color café, tal característica no se presenta en machos, por lo tanto, es otra característica del dimorfismo sexual.

Según Balon (1975a) las hembras del "caballito de mar", pariente de la especie aquí estudiada, depositan los huevos en la bolsa del macho durante el apareamiento, cuando ambos peces están cara a cara. Lo hacen mediante la introducción del oviducto, estructura tubular especializada, ubicada a nivel del ano, y, a medida que estos huevos son traspasados desde la hembra al macho, van siendo fecundados por el último. Una hembra puede depositar sus huevos en bolsas de diferentes machos y, a su vez, aquellos machos que no han alcanzado a llenar su bolsa pueden recibir huevos de otras hembras. El macho es capaz de acomodar los huevos a través de movimientos peristálticos y puede alojar alrededor de 150 huevos (Balon, 1975a). Tal cifra concuerda con este estudio, que encontró un promedio de 155 huevos.

La cantidad de huevos depositada por esta especie es bajísima, comparada con peces pelágicos que depositan millones de huevos, sin embargo, el cuidado parental a cargo de los machos permite una mayor sobrevivencia que en especies de ovoposiciones numerosas (Blumer, 1979).

Además, hay que aclarar que los coeficientes de correlación "r" de las medidas morfométricas que se obtuvieron para juveniles fueron positivos, pero más bajos que en los adultos. Esto puede deberse a que no es posible diferenciar mediante la morfología externa, a machos de hembras en los estados juveniles. De acuerdo con otros autores (Gross y Sargent, 1985), esta especie podría presentar una preadaptación para el cuidado parental, así como sucede con otros géneros de la misma familia, por ejemplo *Syngnathus* e *Hippocampus*. Pero tal preadaptación o especialización física no es detectable, al menos externamente, sino a partir de ciertos tamaños, como ha quedado en evidencia en este estudio, lo cual puede considerarse como un criterio objetivo para señalar el paso de la juventud a la adultez.

En general, los huevos de Syngnathidae son esféricos u ovoides (Wang, 1981). A veces pueden adquirir otras formas, dependiendo del lugar de su ubicación en el racimo. El vitelo es amarillo en sus primeras fases y en las últimas fases es anaranjado y con numerosas pequeñas gotas de aceite en la membrana externa. Las observaciones concuerdan plenamente con Fritzche (1983), quien señala que estos huevos tienen un amplio espacio perivitelino y un corion liso.

En la última fase del desarrollo embrionario los individuos presentan aleta dorsal y caudal. Según la clasificación de Balón (1975b), esto no es lo característico en los embriones de peces, ya que la presencia de aletas es un carácter larval. Sólo aquellas especies que carecen de este período como los Salmonidae (en reemplazo presentan una fase de alevín) tienen un período embrionario más largo y, al final de éste, los individuos presentan aleta caudal y dorsal. En *Leptonotus blainvillianus*, hay un período embrionario donde los individuos tienen aletas dorsal y caudal en la última fase, lo cual nos lleva a pensar que la especie posee un período de incubación largo y, por lo tanto, una mayor probabilidad de desarrollo avanzado del embrión en su vida intracapsular. La formación de aletas puede entenderse como una condición necesaria para garantizar la natación larval. Así como en otros peces las larvas poseen una protoaleta o una aleta caudal medianamente funcional, aquí se presentan relativamente más desarrolladas aquellas aletas que servirán una natación activa en larvas y adultos.

Syngnathidae es considerada filogenéticamente distante de Salmonidae y más evolucionada que ésta. Será necesario estudiar más a fondo las características reproductivas de los Syngnathidae para saber si *Leptonotus blainvillianus* constituye una excepción o es una especie más especializada que produce menor número de larvas. Esto puede incidir en aspectos de selección natural y relaciones ecológicas larvales en esta especie.

Los períodos de incubación y de apareamiento se desconocen, debido a que no se preservó material vivo. Por los meses en que se halló machos con huevos, se podría sugerir que estos individuos se reproducen preferentemente en primavera y verano, ya que en estos meses se encontró una mayor cantidad de machos con huevos. Esto podría ser refrendado si se conociera el período de incubación. La duda nace porque

durante tres meses no se capturó material y, porque en enero y febrero se encontró machos con huevos, pero sólo hasta la Fase V. En septiembre y octubre todos los huevos estaban en la Fase VI.

Con respecto a las medidas morfométricas consideradas para larvas, éstas servirán como patrón para estudios ulteriores, ya que no hay información. Cabe consignar que las larvas fueron obtenidas el primer día que eclosionaron e inmediatamente fijadas.

Las larvas obtenidas en el cuarto día, presentaron menor tamaño que las obtenidas el primer día. Esto se debe probablemente a que algunos embriones se desarrollan más lentos que otros.

Como la fecundidad individual en las especies parece ser una expresión de la estrategia de reproducción, la cual puede atribuirse a adaptaciones ecológicas (Nellen, 1986), debe llamar nuestra atención que la explotación intensiva de praderas *Gracilaria verrucosa* Hudson (Papenfuss, 1950), pudiese estar modificando severamente los sitios de liberación larval de *Leptonotus blainvillianus*, así como de otras especies (Pequeño, 1987). Por ello, como consideración final práctica sugerimos precaución en la alteración de los ambientes de *Gracilaria* en que viven estos peces.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy sinceramente la colaboración del Prof. Heriberto Figueroa S. (Instituto de Estadística, Universidad Austral de Chile), por su contribución a la aplicación de los métodos estadísticos, al Prof. Víctor H. Ruiz (Depto. de Zoología, Universidad de Concepción), por su gestión oportuna que permitió contar con especímenes de colecciones a su cargo, al Med. Vet. Sr. Guillermo Oyarzún, por su constante apoyo y opiniones y a la Sra. Corina Zuñiga (Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile), por su trabajo dactilográfico.

LITERATURA CITADA

- BALON, E. K. 1975a. Reproductive guilds of fish: A proposal and definition. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 32 (6): 821-864.
- BALON, E. K. 1975b. Terminology of intervals in fish development. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 32: 1663-1674.
- BALON, E. K. 1981. Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 6 (3-4): 377-389.
- BLUMER, L. S. 1979. Male parental care in the bony fishes. *Quarterly Review of Biology*, 54: 149-161.
- DAWSON, C. E. 1977. Synopsis of Syngnathidae pipefishes usually referred to the genus *Ichthyocampus* Kaup, with description of new genera and species. *Bulletin of Marine Science*, 27 (4): 595-650.
- DE BUEN, F. 1963. Peces chilenos. Beloniformes, Syngnathiformes y Gobiidae. *Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Años 1960-1961*, 35-36: 81-101.
- EYDOUX, F & P. GERVAIS. 1837. Voyage de la "Favorite". Poissons. *Echeneis sexdecim-lamellata* et *Syngnatus blainvillianus*. *Magazine Zoologique*, 7: 1-4.
- FRITZSCHE, R. A. 1980. Revision of the Eastern Pacific Syngnathidae (Pisces: Syngnathiformes), including both recent and fossil forms. *Proceedings California Academy of Sciences*, 42 (6): 181-227.
- FRITZSCHE, R. A. 1983. Gasterosteiformes: Development and Relationships. En: *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Special Publication Number 1 American Society of Ichthyologists and Herpetologists. pp. 398-405. La Jolla, California.
- GIRARD, C. F. 1859. Fishes. *In: General Report upon the Zoology of the several Pacific railroad routes*. U. S. Senate Miscellaneous Documents, 78: 400 pp.
- GROSS, M. R. & R. C. SARGENT. 1985. The evolution of male and female parental care in fishes. *American Zoologist*, 25: 807-822.
- HERALD, E. S. 1940. A key to the pipefishes of the Pacific American coasts with descriptions of new genera and species. *Proceedings California Academy of Sciences*, 9 (3): 51-64.
- HERALD, E.S. 1959. From pipefishes to sea horse. Study of phylogenetic relationships. *Proceedings California Academy of Sciences*, 29 (13): 465-473.
- HOAR, W. S. & D. J. RANDALL. 1969. *Fish physiology*. Academic Press, New York, 3: 483 pp.
- JENYNS, L. 1842. Fish. *In: H.M.S. "Beagle" during the years 1832-1836* Ch. Darwin, Ed., Part 4: I-XV + 1 - 172 pp., 29 pl., London.
- LAMOTTE, M. 1967. *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. Masson et Cie, Paris. 2: 144 pp.
- NELLEN, W. 1986. A hypothesis on the fecundity of fony fish. *Meeresforschung*, 31 (1): 75-89.
- PEQUEÑO, G. 1984. Peces marinos comunes de Valdivia. Dirección de Extensión. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 62 pp.
- PEQUEÑO, G. 1987. Observations sur l'ichthyofaune des champs d'algues a *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950, de l'embouchure des rivières Quempillen et Pudeto (Chili). *Cahiers de Biologie Marine, Roscoff* 28: 361-365.
- RUSSELL, F. S. 1976. *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Academic Press. London. 524 pp.
- SADLEIR, R. M. 1973. *The reproduction of vertebrates*. Academic Press. New York. 227 pp.
- WANG, J. C. 1981. *Taxonomy of the early life stages of fishes*. Ecological Analysis, Inc. California. 168 pp.
- ZAR, J. H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey. 620 pp.