

8  
241



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS IZTACALA

**“ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE  
*Gobionellus hastatus* (Familia: Gobiidae) EN EL  
SISTEMA ESTUARINO DE TECOLUTLA, VERACRUZ.”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**MARIBEL BADILLO ALEMAN**

MEXICO, 1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

260547



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

---

A mis padres:

Alfonso Badillo Pineda y Amalia Alemán Castañeda,  
por su estímulo y comprensión, por todos los sacrificios  
que realizaron por mí; espero nunca defraudarlos.  
Que Dios los bendiga

A mis hermanos:

Leticia, Araceli, Olivia, Alfonso, Miguel,  
Julio y Diana, gracias por todo su apoyo.

A Leonardo por su cariño, paciencia y comprensión.

A mis mejores amigos:

Pedro, Emma, Alfredo y Nicolás  
gracias por su amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

**Al Biol. José Antonio Martínez Pérez por la dirección y comentarios hechos para la realización de la presente tesis.**

**A la M. en C. Leticia Verdin Terán por toda la ayuda brindada a lo largo de este trabajo, así como por todos sus valiosos comentarios, críticas y sugerencias que sirvieron para enriquecer este estudio; sin su amistad y colaboración este trabajo no hubiera sido posible.**

**A la Biol. Araceli Abad Sánchez, por su compañerismo y apoyo incondicional que siempre me brindo, así como por sus comentarios y sugerencias en la elaboración de mi tesis.**

**A los revisores de tesis: Biol. Héctor Barrera Escorcía, Biol. Alba Marquez Espinoza y Biol. Rafael Chávez López, por las críticas y sugerencias hechas al presente trabajo.**

**A mi hermano Alfonso Badillo por toda su ayuda.**

**A mi amigo Pedro Gabriel, por los magníficos dibujos.**

**A mi amigo Alfredo Gallardo, por todo lo que pasamos juntos.**

# ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES .....	3
OBJETIVOS.....	4
ÁREA DE ESTUDIO.....	5
METODOLOGÍA.....	7
TRABAJO DE CAMPO.....	7
TRABAJO DE LABORATORIO.....	7
CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE.....	9
RESULTADOS.....	10
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	10
VEJIGA GASEOSA.....	13
OTOLITOS.....	15
CONTENIDO ESTOMACAL.....	16
ASPECTOS REPRODUCTIVOS.....	18
1) Aparato reproductor femenino.....	19
a) Ovarios.....	19
-Ovogonias.....	19
-Primera fase de crecimiento.....	21
-Segunda fase de crecimiento.....	23
-Ovocitos atrésicos.....	30
b) Papila urogenital.....	32
2) Aparato reproductor masculino.....	35
a) Testículos.....	35
-Espermatogonias.....	35
-Espermatides.....	37
-Espermatozoides.....	37
-Células de Sertoli.....	37
-Células de Leydig.....	37
b) Conductos espermáticos.....	41
c) Vesícula seminal.....	43
d) Papila urogenital.....	45
VEJIGA URINARIA.....	47
DISCUSIONES.....	49
CONTENIDO ESTOMACAL.....	49
ASPECTOS REPRODUCTIVOS.....	49
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
APENDICE I.....	60
APENDICE II.....	61

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

---

ESQUEMA 1.- Localización del área de estudio	6
ESQUEMA 2.- <i>Gobionellus hastatus</i> .	11
ESQUEMA 3.- (A) Localización de la papila urogenital en <i>Gobionellus hastatus</i> , esta se ubica en el vientre del pez, detrás del ano (a) y libre de la aleta anal (l) B) Vista ventral de la papila urogenital, de una hembra madura, y de un macho maduro (C).	12
ESQUEMA 4.- Otolitos de <i>Gobionellus hastatus</i> .	15
ESQUEMA 5.- Vista lateral de un macho maduro de <i>Gobionellus hastatus</i> donde se observa la posición del aparato reproductor. La pared abdominal y otras vísceras fueron removidas. Papila urogenital (P), Riñón (Ri), Testículos (Tes), Vesícula seminal (Vs), Recto (R).	18
ESQUEMA 6.- Aparato reproductor femenino.	20
ESQUEMA 7.- Aparato reproductor masculino.	36
ESQUEMA 8.- Ubicación de la vejiga urinaria en <i>Gobionellus hastatus</i> , esta se localiza en medio de los ovarios (Ov) y testículos (Tes).	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

- Fig. 1.** - Vejiga gaseosa de *Gobionellus hastatus* (Vg) donde se observa las gónadas (Go) recostadas sobre la vejiga. El conducto neumático se conecta en la parte anterior de la vejiga (Cn) .....14
- Fig. 2.** - Vista dorsal de la vejiga gaseosa (Vg). Se observa el riñón unido a la vejiga (Ri) y parte de las gónadas las cuales se doblan hacia atrás debido a su longitud (Go). .....14
- Fig. 3.** - Corte longitudinal de ovario de *G. hastatus*, en el cual se aprecia un desarrollo asincrónico caracterizado por alojar ovocitos en diferentes estadios de desarrollo. H-E 4X .....22
- Fig. 4.** - Apariencia histológica de los ovocitos previtelógenicos de *Gobionellus hastatus*. Cromatina nucleolar (C). Perinucleolar temprano (Pte) . y Perinucleolar tardío (Pta) . Note la presencia de células foliculares (fo) rodeando los ovocitos para nutrirlos. H-E 20 X .....22
- Fig. 5.** - Ovocitos en estadio de vesículas de vitelo. (O) . Las vesículas de vitelo (v.v) aparecen como pequeñas gotas distribuidas en el citoplasma, y el corion (Ch) se observa como un delgado cordón que rodea al ovocito. Núcleo (N), Nucleolos (nc). H-E 20X .....24
- Fig. 6.** - Ovocitos iniciando el estadio de vitelino primario. Los glóbulos de vitelo (gl) empiezan a invadir el citoplasma así como las gotas de grasa (gr). El corion (Ch) se hace más notorio. H-E 20X. ....24
- Fig. 7.** - Ovocitos en estadio de Vitelino primario. Note que los ovocitos han incrementado considerablemente su tamaño debido a la acumulación de glóbulos de vitelo (gl). Las gotas de grasa (gr) se concentran alrededor del núcleo (N). H-E 10X. ....26

<b>Fig. 8. - Ovocitos en estadio de Vitelino secundario. En éste ovocito se aprecia que aproximadamente <math>\frac{3}{4}</math> partes del citoplasma cortical teñido de morado se encuentra libre de glóbulos de vitelo (cb). A la izquierda se encuentran ovocitos en un estado avanzado de atrésia. (Fa). H-E. 10X.</b>	.....26
<b>Fig. 9. - Ovocito en estadio de Vitelino terciario. La presencia de alveolos corticales (Ac). Dentro del citoplasma libre de vitelo es evidente. H-E. 10X.</b>	.....28
<b>Fig. 10. - Ovocitos en estadio de Vitelino terciario avanzado, en el cual se puede observar que el núcleo ha iniciado su migración al polo animal. Núcleo (N), nucleolos (nc). Citoplasma con alveolos corticales. (Cb). H-E. 10X.</b>	.....28.
<b>Fig. 11. - Ovocito en estadio de Núcleo migrado. Note que la vesícula germinal (núcleo)(N), se encuentra en el polo animal. La capa de células foliculares se hace muy gruesa (fo) y los alveolos corticales se observan más grandes. H-E. 20X.</b>	.....29
<b>Fig. 12.- Apariencia histológica de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos, donde se aprecia una membrana acelular roja llamada corion (Ch), y la capa folicular formada por 2 monocapas, una interna llamada granulosa (ga) y una externa llamada teca (te). H-E. 40X.</b>	.....29
<b>Fig. 13. - Ovocito atrésico. Note que la células de la granulosa toman una función fagocitaria para degradar los ovocitos que no han completado su desarrollo. Células de la granulosa (ga). H-E. 40X.</b>	.....31
<b>Fig. 14. -Apariencia histológica de un ovocito que no completó su madurez y esta siendo reabsorbido por medio del fenómeno de atresia. H-E. 10X.</b>	.....31

<b>Fig. 15. - Corte transversal de la papila urogenital femenina donde se aprecian los conductos genital (G) y urinario (U). Piel (P), Red de capilares (Rcp), Fibras musculares circulares (Me). Aldehído Fúcsina . 4X.</b>	.....33
<b>Fig. 16. - Acercamiento de los conductos genital (G) y urinario (U). Se aprecia los pliegues epiteliales del conducto genital. Músculo (Me), Red de capilares (Rcp). Aldehído Fúcsina . H-E. 10X.</b>	.....33
<b>Fig. 17. - Apariencia histológica del epitelio de los conductos genital y urinario. El conducto genital (G) muestra un epitelio cúbico con pliegues y el urinario (U) muestra un epitelio cúbico con proyecciones citoplásmicas (U). Masson. 10X.</b>	.....34
<b>Fig. 18. - Corte longitudinal de testículo. H- Férrica. 4X.</b>	.....39
<b>Fig. 19. - Corte longitudinal de testículo, apreciandose cistos con espermatogonias (Eg), Espermatídes (Ea), Espermatozoides (E), Células de Sertoli (S) y tejido intersticial (Ti). H-E. 10X.</b>	.....39
<b>Fig. 20. - Apariencia histológica de un testículo maduro. Note que los cistos comienzan a romperse debido a la gran cantidad de espermatozoides.</b>	.....40
<b>Fig. 21. - Corte transversal de testículo. Se observan agrupaciones de espermatogonias en mitosis activa (Eg) delimitadas por tejido intersticial testicular (T). Espermatozoides (E). H - Férrica. 40X.</b>	.....40
<b>Fig. 22. - Apariencia histológica del conducto espermático, su luz muestra un epitelio de cilindrico a cúbico con vellosidades y una capa de tejido conectivo que lo rodea. (T.C). H-Férrica.20X.</b>	.....42
<b>Fig. 23. - Conducto espermático cargado con espermatozoides. (C.E). Tejido conectivo (T.C). Cistos con espermatozoides. (L.E). H-Férrica. 20X.</b>	.....42

<b>Fig. 24.</b> - Corte longitudinal de la vesícula seminal (V.Se) de <i>Gobionellus hastatus</i> . Se aprecian las paredes que dividen internamente la vesícula (Pr), la secreción (Scr) producida por la misma y los espermatozoides (E) que son almacenados. H.E. 20X.	.....44
<b>Fig. 25.</b> - Detalle de las paredes de la vesícula seminal. Epitelio secretor (Eps); Fibras musculares (Mu) y tejido conectivo (T.C). H.E. 40X.	.....44
<b>Fig. 26.</b> - Corte transversal de la papila urogenital de macho de <i>Gobionellus hastatus</i> . Piel (P); Red de capilares (Rcp); Red de pequeños vasos sanguíneos (Rvs); Conducto genital (G); Conducto urinario (U). Masson. 4X.	.....46
<b>Fig. 27.</b> - Detalle de la papila urogenital de macho. Piel (P); lamina basal (Lb); Red de capilares (Rcp); Vasos sanguíneos (vs); Conducto genital (G) con epitelio cilíndrico pseudoestratificado; Conducto urinario (U) con epitelio cúbico. Masson . 10X.	.....46
<b>Fig. 28.</b> - Detalle de la vejiga urinaria. Capa interna formada por un epitelio con proyecciones (L.I); Túnica propia (L.M); Capa externa tejido conectivo (L.O). H.E. 20X.	.....48

## INTRODUCCIÓN

---

Pritchard define un estuario como un cuerpo de agua costero semicerrado con una conexión libre con el mar y dentro del cual el agua de mar se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre (Yañez-Arancibia, 1986).

Estos sistemas se caracterizan por estar en grandes procesos de interacción con las áreas adyacentes, de tal manera que el clima, la geomorfología, hidrología y vegetación circundante, originan una gran diversidad de ambientes y una enorme riqueza en recursos, con elevados niveles de productividad sustentados por la dinámica en la transferencia de materia y energía hacia el medio acuático. Así mismo, representan un sistema biológico potencial, fundamental para el desarrollo de pesquerías de moluscos, crustáceos y peces; que utilizan estos lugares para completar alguna fase ó todo su ciclo biológico (Nakamura y cols., 1980).

Los estuarios poseen una biota variada y diversa en flora y fauna. (Yañez-Arancibia, op cit.). Toda esta biota, ya sean animales o vegetales, tienen una función ecológica determinada dentro de su ecosistema, la cual aumenta en complejidad en relación con la diversidad del mismo (Colinvaux, 1980).

Entre los principales componentes bióticos, se encuentran los peces que es el grupo faunístico con mayor éxito biológico en la zona costera. El medio ambiente lagunar-estuarino representa un ecosistema tipo para el análisis de comunidades ictiofaunísticas costeras tropicales, El papel ecológico de los peces en la zona costera, es muy significativo, ya que su capacidad de desplazamiento intra e interecosistemas les permite actuar como reguladores energéticos. Por otra parte, su importancia como recursos alimenticios para el hombre es de lo más relevante (Caso-Chávez, y Cols. 1986).

La ictiofauna de éstos sistemas se ha venido estudiando en forma más sistemática y continua durante las tres últimas décadas, de manera que se tienen inventarios taxonómicos representativos para los principales sistemas costeros. (Fuentes, 1989). Sin embargo poco se ha hecho para conocer la biología y ecología de diversas especies que aún no teniendo importancia directa, son sin duda alguna elementos característicos de las cadenas tróficas de las comunidades estuarinas (Castro, 1978).

México tiene como parte de su litoral del 30 al 35% de estuarios y lagunas costeras en el Pacífico, el Golfo de México y el Caribe, ocupando su riqueza ictiofaunística uno de los primeros lugares entre las zonas tropicales del mundo. Se estima que más de 400 especies habitan estos ambientes siendo las familias de especies con mayor riqueza específica: Gobiidae, Carangidae, Sciaenidae, Gerreidae, Engraulidae, Bothidae, Centropomidae, Lutjanidae, Clupeidae y Ariidae (Fuentes, op cit.).

Los góbidos constituyen uno de los grupos más grandes de peces, con aproximadamente 800 especies distribuidas en todo el mundo. Ellos son marinos y dulceacuicolas. Su característica más relevante, radica en la disposición de las aletas pélvicas, que están interconectadas para formar una especie de ventosa o disco adhesivo, además de carecer de línea lateral. La aleta dorsal tiene su origen justo detrás de la cabeza y puede ser simple o doble (Torres-Orozco 1991)

La gran diversidad sistemática y la radiación ecotípica de los peces góbidos, hace de interés, conocer su tokología. Miller (1984), emplea el término tokología para el estudio de la biología reproductiva de estos organismos. El término tokología engloba 4 grandes aspectos de la biología reproductiva, siendo éstos: 1) Modo, 2) Maquinaria, 3) Dinámica y 4) Aptitud.

El modo concierne sexualidad, proporción sexual y la ocurrencia del hermafroditismo.

La maquinaria abarca estructura gonádica, incluyendo glándulas especiales endocrinas y exocrinas de los testículos y espermiductos, dimorfismo sexual secundario, organización conductual, control neuroendocrino de la reproducción, la etología y endocrinología.

En la dinámica se considera el patrón temporal de energía y material desplegado para la reproducción, el cual es examinado bajo los tópicos de esfuerzo reproductivo, fases de desarrollo, frecuencia, concesión, tiempo y consecuencias para el reproductor.

La aptitud se maneja como la adaptabilidad de las estrategias reproductivas y se discuten con referencia especial a la predictibilidad ecotópica y también, en relación a los factores de recursos y su influencia intrínseca en el tamaño corporal.

## ANTECEDENTES

---

En las últimas décadas se han generado numerosos elencos sistemáticos que nos permiten visualizar la ictiofauna de los principales sistemas lagunares estuarinos del Golfo de México; de tal manera, se tienen inventarios taxonómicos a nivel regional; asimismo, se tienen estudios sobre biología y ecología de las familias de importancia pesquera como Mugilidae, Cichlidae y Gerreidae (De la Rosa, 1986).

La familia Gobiidae por carecer de importancia comercial ha sido objeto de pocos estudios biológicos tan profundos como aquellos realizados para especies con potencial pesquero. Sin embargo se han realizado investigaciones acerca de aspectos alimenticios y reproductivos de varias especies extranjeras y unas pocas mexicanas.

Con respecto a la alimentación, Grossman y Cols (1980) examinaron la ecología alimenticia de *Lepidogobios lepidus*, y encontraron similitud en la dieta de adultos y juveniles, pero en proporciones diferentes; Toepfer y Fleeger (1955) contribuyeron al conocimiento de los tipos alimenticios de *Gobionellus boleosoma* en un estuario de Louisiana.

Munroe T. y Cols (1979) analizaron el contenido estomacal de *Gobiosoma ginsburgi*, determinando que éste consume una gran variedad de invertebrados bénticos.

Por otro lado, los trabajos referentes a la reproducción han estado a cargo de George F. Weisel JR, (1947), y Tavalga, (1954), quienes estudiaron el comportamiento reproductivo, época de desove, desarrollo embriológico y larval de dos especies de góbidos, tanto en condiciones de acuario como en su medio natural.

Por su parte Munroe T. (1979) determinó la temporada de desove y la fecundidad del góbido *Gobiosoma ginsburgi*.

En los últimos años se han realizado estudios más finos y detallados que abarcan principalmente la histología del desarrollo gonádico así como la morfología, histología e histoquímica de glándulas accesorias a las gónadas de machos, conocidas como vesículas seminales, o glándulas del espermiducto; entre estos trabajos se encuentran los de Colombo y Burighel, (1974)., y Asahina, Uematsu y cols., (1982).

La primera descripción detallada de la vesícula seminal fue realizada por Eggert (1931) para algunos blénidos y góbidos, seguida por Vivien (1938), Weisel (1949), Egami (1960), Miller (1984, 1986) y Seiwald (1989). Estos autores tratan la histología de las vesículas seminales sugiriendo algunas funciones para éstas masas glandulares.

Fishelson (1991) Realizó una clasificación de las vesículas seminales para las diferentes especies de góbidos, basándose en la estructura general y la complejidad interna de éstas, para ubicarlas en 4 tipos (A, B, C y D), cada uno de estos cuatro tipos a su vez las divide en 3 subtipos (1, 2, 3), de acuerdo a su forma y relación con los ductos espermáticos.

Entre los trabajos realizados para la especie *Gobionellus hastatus* se encuentran el de Reséndez (1981), Fernández y cols (1985), Fuentes (1989) y Kobelkowsky (1989), quienes reportan a *Gobionellus hastatus* como especie característica de las lagunas costeras del Golfo de México; Reséndez dentro de su estudio, "Los peces de la laguna de Términos en Campeche", incluye parámetros ambientales en los cuales se distribuye dicha especie.

Pezold y Grady (1989), hacen un análisis morfológico y alozimico para determinar que esta especie es un sinónimo de *Gobionellus oceanicus*.

Entre las investigaciones más recientes se encuentran la de Solano (1991) y González (1995), los cuales reportan a *G. hastatus* como parte de las comunidades de peces asociadas al manglar, tanto en Alvarado, Ver. como en Yucatán; el último estudio para ésta especie fue realizado por Abad (1996) quien trabajó con la descripción macro y microscópica de las gónadas a diferentes estadios de maduración.

De acuerdo a lo citado anteriormente, se aprecia que son pocos los trabajos que se han realizado sobre *Gobionellus hastatus*, por lo que en este trabajo se pretendió contribuir al conocimiento de su biología, con base en los siguientes objetivos:

## OBJETIVOS

---

- Realizar una descripción externa de *Gobionellus hastatus*.
- Determinar los tipos alimenticios de *G. hastatus* dentro del sistema
- Describir morfológica e histológicamente el aparato reproductor, femenino y masculino de *G. hastatus*.
- Establecer el ciclo testicular y ovarico de *G. hastatus* a nivel histológico mediante la determinación de los distintos estadios de desarrollo de las células germinales.

## ÁREA DE ESTUDIO

---

El área de estudio del presente trabajo corresponde al sistema estuarino de Tecolutla, el cual forma parte de la llanura costera del Golfo de México; se localiza a los 20° 30' de latitud Norte y a los 97° 01' de longitud oeste, pertenece al municipio de Gutiérrez Zamora, del Estado de Veracruz.

El sistema estuarino de Tecolutla presenta una dirección Suroeste - Noreste (SW - NE); el principal afluente de agua dulce es el Río Tecolutla, el cual se divide en dos ramales principales antes de desembocar al Golfo de México, conocidos como estero " El Negro " y estero " Larios "; el segundo de ellos presenta una segunda ramificación denominada estero " Silveña ".

El río Tecolutla es navegable a lo largo de 25 Km. cuando su profundidad promedio es de 1.8 a 2.0 metros , a él afluyen, en territorio veracruzano los ríos de San Pedro, Apulco y Chumatlán.

El estuario de Tecolutla presenta una temperatura promedio anual de 23.8 °C, siendo Enero el mes más frío (con una temperatura promedio de 19.0 °C, la temperatura más baja registrada es de 7.0 °C) y Agosto el mes más caluroso (con una temperatura promedio de 27.5 °C y la temperatura más alta registrada es de 39.0 °C), con una oscilación promedio de 8.5 °C anualmente. El régimen de lluvias es de tipo "m" (lluvias de verano) y un porcentaje de lluvias invernales de 7.9% , siendo Septiembre el mes de máxima precipitación pluvial; la precipitación media anual es de 1500 a 2000 mm., por consecuencia el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, presenta un clima tipo Am, según la clasificación de Koppen, modificada por García y que corresponde a un clima cálido húmedo con régimen de lluvias en verano (Esq. 1).



# METODOLOGÍA

---

## TRABAJO DE CAMPO.

Se realizaron 8 salidas a Tecolutla, Veracruz, comprendidas entre Marzo de 1996 y Abril de 1997. El material íctico se colectó con un chinchorro playero de 50 m. de largo, con una caída de 1.5 m. y una abertura de malla de 0.5 pulgadas. El material colectado se preservó con formol al 10%, colocandose en bolsas de plástico con los datos pertinentes de colecta. Los muestreos se complementaron con la captura de larvas empleando una red, a manera de chinchorro, de 2 m. de largo con un metro de caída y una abertura de malla de 500 micras; las larvas se fijaron con formol al 10% y se colocaron en frascos de vidrio. Todo el material se trasladó al laboratorio de Zoología de la ENEPI.

## TRABAJO DE LABORATORIO.

Una vez en el laboratorio, a cada uno de los peces se les tomaron los siguientes datos morfométricos: longitud patrón, longitud total y altura máxima del cuerpo, con la ayuda de un ictiómetro graduado en milímetros; el peso se registró usando una balanza granataria escala 0.1 - 2610 gramos. Se realizó la descripción externa de la especie, tomando en cuenta, forma del cuerpo, número y disposición de las aletas, fórmula radial, tipos de escamas, coloración del pez y dimorfismo sexual. Posteriormente se disectaron los organismos para extraer: vejiga natatoria, otolitos, gónadas con sus estructuras anexas y tracto digestivo. Para los otolitos y vejiga natatoria sólo se describieron características macroscópicas.

Los estómagos fueron colocados en cajas petri y desgarrados longitudinalmente para observar el tipo de alimento que consumen. El análisis efectuado para determinar los tipos alimenticios fue de tipo cualitativo.

Las diatomeas encontradas en el estómago fueron determinadas hasta género, con la ayuda de las claves de Lawson, L. (1975); los demás ítems se determinaron hasta el nivel permisible

Se extrajeron los aparatos reproductores observando su ubicación, así como las partes que los constituyen, realizandose su descripción macroscópica; una vez descritos los aparatos se sometieron a la técnica histológica de rutina (Estrada, 1982), modificada con alcohol amílico como liquido intermedio. (Verdín, T. y cols. 1995).

La técnica de tinción fue diferente para cada órgano. Para los ovario se utilizó H-E y Masson modificada; para los testículos se usó H-E y hematoxilina férrica; las papilas urogenitales se tiñeron con aldehído fucsina, Masson modificada y la reacción de PAS. Las vesículas seminales y vejiga urinaria fueron teñidas con H-E, Aldehído fucsina y aplicándoles también la reacción de PAS (Kiernan, J. 1992 y Luna, L. 1968)

Las laminillas fueron observadas al microscopio óptico marca Nikon para la descripción histológica. Las microfotografías fueron tomadas con un fotomicroscopio Labophot - 2 Nikon PFK.

# CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE

(Según Nelson 1976)

---

Filo	Chordata
Superclase	Gnathostomata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Infraclasse	Teleostei
División	Euteleostei
Superorden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Subdorden	Gobioidei
Familia	Gobiidae
Género	<i>Gobionellus</i> Girard, 1884.
Especie	<i>Gobionellus hastatus</i> Girard, 1885.

## RESULTADOS

---

Se capturaron un total de 379 organismos en un rango de tallas de 12 mm a 167 mm de longitud patrón y pesos comprendidos entre 1.02 gr a 43 gr., de los cuales 323 fueron adultos y 32 larvas.

### DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

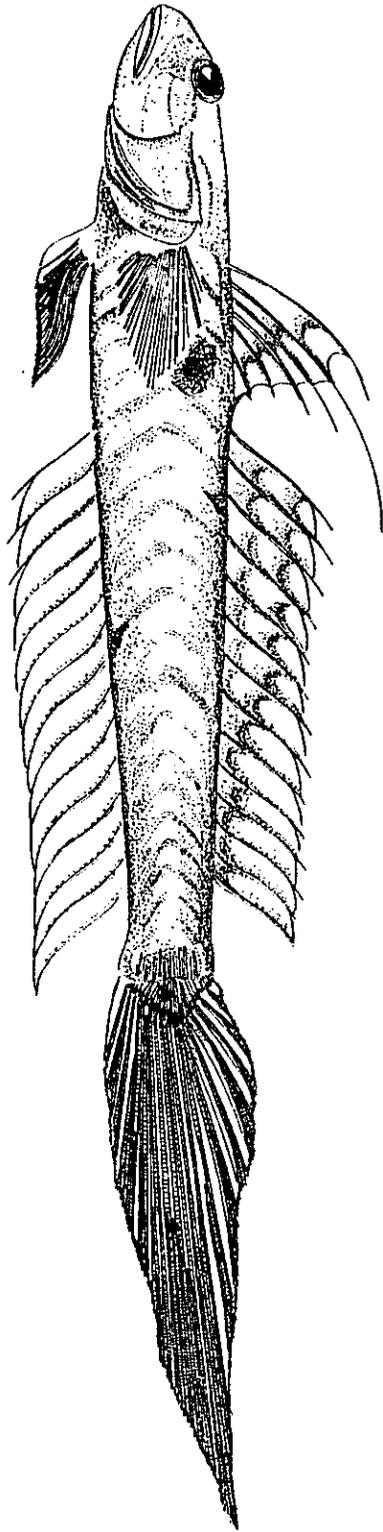
*Gobionellus hastatus* es un pez bentónico, eurihalino, se localiza en zonas poco profundas y muy fangosas, cerca de la zona de tulares dentro del estuario Larios de Tecolutla. Se distribuye desde Carolina del Norte hasta Campeche, México. Este pez se caracteriza por poseer un cuerpo sumamente elongado y muy bajo, su longitud patrón comprende 5.5 a 6 veces la altura máxima; la altura del cuerpo tiene casi la misma longitud cefálica; la boca es grande y terminal, ligeramente oblicua; tanto la mandíbula como la maxila presentan 4 hileras de dientes cónicos; el hueso maxilar llega casi a la mitad del ojo; los ojos son ligeramente ovales, de color azul iridiscente, de posición superior, su tamaño es moderado, caben 3.5 veces en la longitud cefálica; presentan 2 papilas, una abajo de cada narina.

El cuerpo está cubierto por pequeñas escamas cuyo número fluctúa entre 80 y 90 en una línea longitudinal, a partir de la escama 15-19 cambian de cicloideas a ctenoideas. Las aletas dorsales se encuentran ligeramente separadas y nunca se fusionan con la caudal; las espinas de la primera dorsal se proyectan a manera de finos filamentos (se encuentran más desarrollados los de la segunda y tercera espina siendo éste último el más largo) Las aletas pélvicas forman un disco perfectamente definido que está separado del vientre. finalizan exactamente donde terminan las pectorales; la aleta caudal es muy larga y tiene forma lanceolada; su fórmula radial es: D VI + 14; A. 15; P. 19.

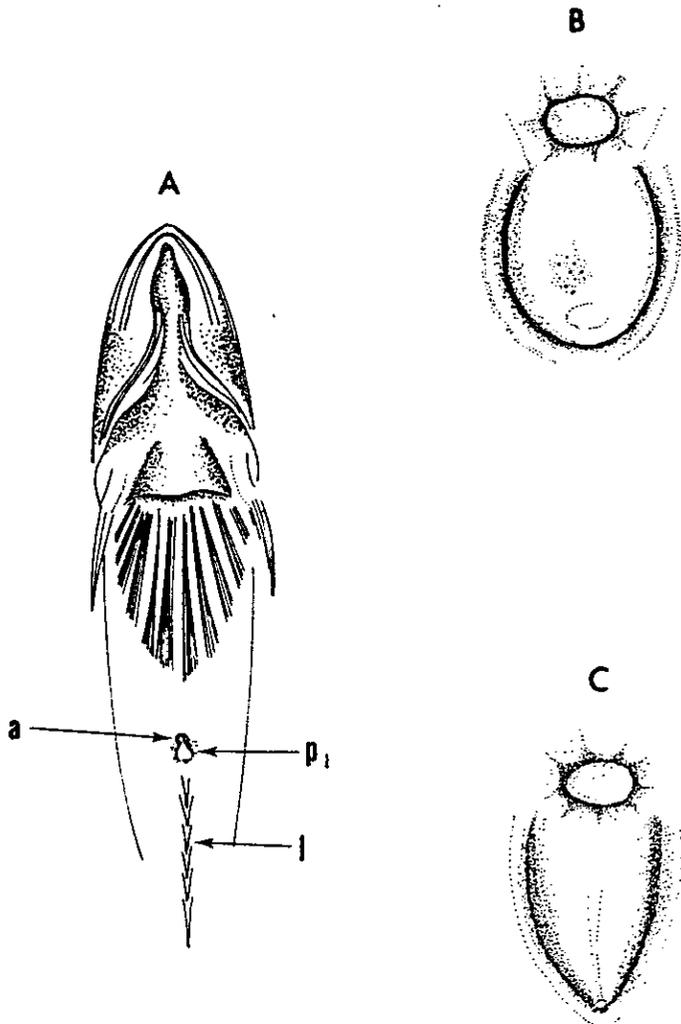
Presentan una coloración pardo claro en el dorso y verde olivo a los lados. Se distinguen por tener una gran mancha elíptica de color negro, bordeada de verde azulado por encima de la parte terminal de la aleta pectoral y otra pequeña sobre la placa hipúrica; la base de las pectorales y el vientre es de color blanco. (Esq. 2).

La primera espina de la aleta dorsal anterior con 3 ó 4 manchas negras, la superior algo alargada. Las aletas dorsales y caudal variadamente oscurcidas; anal, pectoral y pélvicas con orillas blanco lechosas.

Esta es una especie que presenta dimorfismo sexual; la diferencia se encuentra en una pequeña pero bien diferenciada papila urogenital externa, localizada en el vientre, justo detrás del ano y libre de la aleta anal; en las hembras es de consistencia dura a manera de pezón y en los machos es muy delgada, en forma de triángulo y de color blanco con puntos negros. La papila urogenital bajo el microscopio estereoscópico ya se puede diferenciar en individuos de 30 mm de longitud patrón. (Esq. 3).



Esq. 2.- *Gobionellus hastatus*.



Esq. 3.- (A) Localización de la papila urogenital en *Gobionellus hastatus*, esta se ubica en el vientre del pez, detrás del ano (a) y libre de la aleta anal (I)  
 Vista ventral de la papila urogenital, de una hembra madura (B), y de un macho maduro (C).

## VEJIGA GASEOSA

La vejiga gaseosa de *Gobionellus hastatus* es un órgano hidrostático que se sitúa sobre la línea media en la parte posterior de la cavidad celómica, justo debajo del riñón (Fig. 2) Es un órgano muy sencillo, de forma oval, transparente y sumamente pequeño ya que abarca solamente una 15ª parte de la longitud patrón de un pez; no posee musculatura sonora ni paredes ó septos que la dividan internamente en cámaras. Se comunica con el tracto digestivo a nivel del esófago a través del conducto neumático por lo que se da a esta especie la condición de fisóstoma. Este órgano sostiene a las gónadas y parte del tracto digestivo (Fig. 1).

La vejiga gaseosa en los teleósteos desempeña diversas funciones, tales como: órgano accesorio para la respiración, balance hidrostático, recepción y producción de sonido. (Lagler, 1984), sin embargo, en *G. hastatus* su única función es la regulación de la flotación.

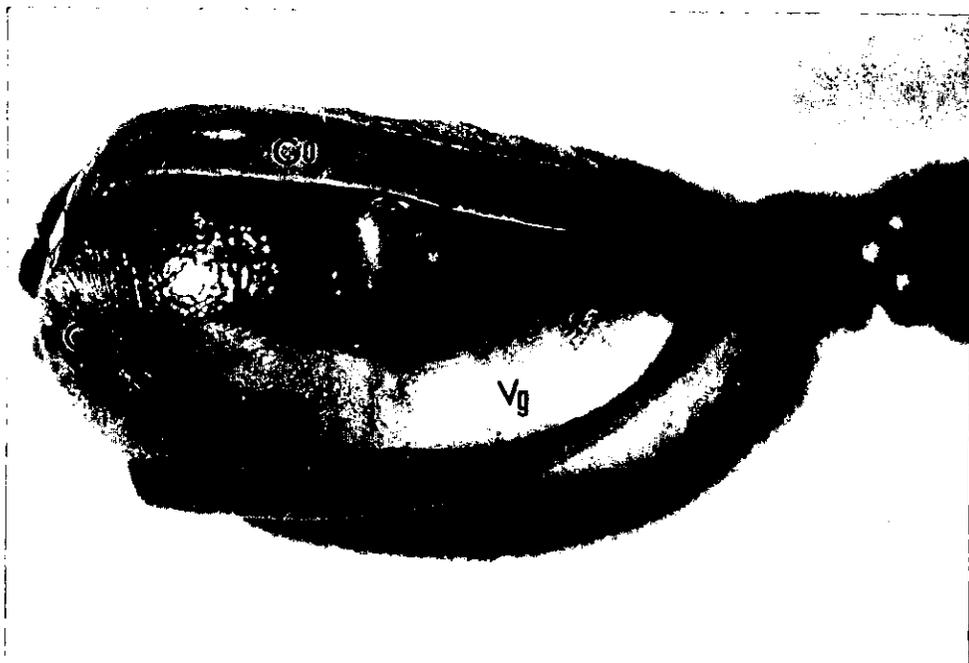


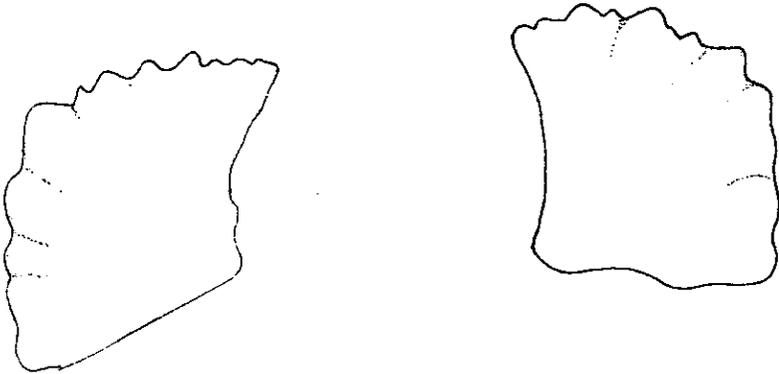
Fig. 1. - Vejiga gaseosa de *Gobionellus hastatus* (Vg) donde se observa las gónadas (Go) recostadas sobre la vejiga. El conducto neumático se conecta en la parte anterior de la vejiga (Cn).



Fig. 2. - Vista dorsal de la vejiga gaseosa (Vg). Se observa el riñón unido a la vejiga (Ri) y parte de las gónadas las cuales se doblan hacia atrás debido a su longitud (Go).

## OTOLITOS.

Los otolitos de *Gobionellus hastatus* son diminutos por lo que unicamente se obtuvieron las sagitas; éstas tienen una forma muy peculiar, tienden a ser algo cuadrados, dos de sus lados son lisos y los otros dos presentan proyecciones a manera de crestas (Esq. 4).



Esq. 4.- Otolitos de *Gobionellus hastatus*

## CONTENIDO ESTOMACAL

Para el análisis de contenido estomacal se trabajaron con 116 individuos de *G. hastatus* en un intervalo de tallas de 39 mm a 167 mm de longitud patrón, encontrándose 34 sin alimento.

El tracto digestivo de este pez es típicamente de un organismo herbívoro ya que su tubo digestivo es muy largo.

Los grupos más representativos en los estómagos de este góbido fueron las diatomeas y las algas filamentosas; en las primeras predominaron los géneros *Pleurosigma*, *Gyrosigma* y *Opephora*; en las segundas predominaron *Rhizoclonium* y *Chaetomorpha*. Estos alimentos siempre iban acompañados por arena y detritus.

Se observó que en las diferentes tallas de estos organismos no existe una diferencia sustancial en los tipos alimenticios consumidos.

ITEM'S
BACILARIOPHYTAS
<i>Pleurosigma</i>
<i>Gyrosigma</i>
<i>Opephora</i>
<i>Campiludiscus</i>
<i>Navicula</i>
<i>Surirella</i>
<i>Cocconeis</i>
<i>Ceratoneis</i>
<i>Diatomella</i>
<i>Cymbella</i>
<i>Amphipleura</i>
<i>Actinocyclus</i>
CHLOROPHYTA
<i>Rhizoclonium sp</i>
<i>Chaetomorpha sp</i>
<i>Derbesia sp</i>
<i>Spirogyra sp.</i>
CYANOPHYTA
<i>Microcystis</i>
<i>Merismopedia</i>
<i>Nostoc</i>
OTROS
Nemátodos
Foraminíferos
Ostrácodos
Pelecípodos
Huevos de crustáceos
Cópepodos
Detritus
Arena

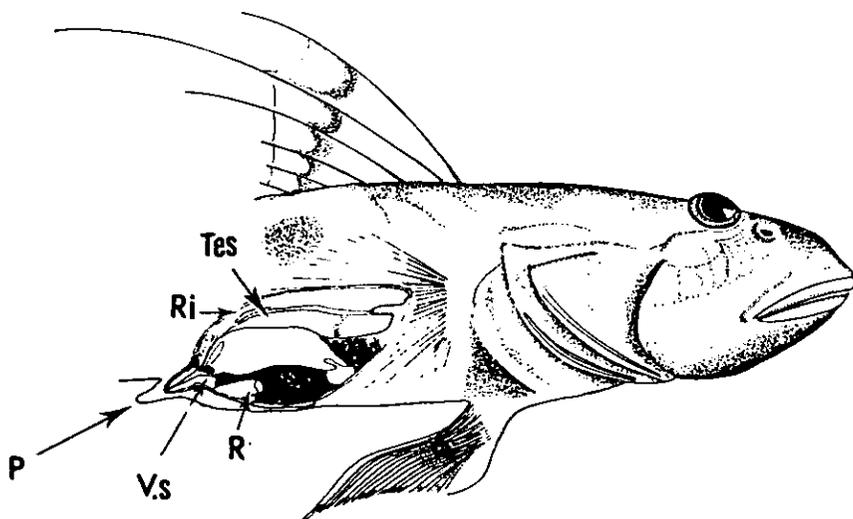
TABLA 1.-Ítems presentes en los estómagos de *Gobionellus hastatus*.

## ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Se capturaron un total de 167 machos y 156 hembras, estableciéndose una proporción sexual de 1.07 : 1. Para la descripción histológica se utilizaron 45 hembras comprendidas en un intervalo de tallas de 27 mm a 116 mm de longitud patrón y peso en un rango de 0.3 gr. a 29.5 gr. y 40 machos en tallas desde los 30 mm. hasta los 167 mm. de longitud patrón y peso en un intervalo de 0.4 gr. a 43 gr. Se observó que los machos siempre registraron las tallas y pesos mayores.

Se pudo determinar que las hembras de *G. hastatus* de tallas comprendidas entre los 27 a 85mm de longitud patrón son inmaduras ya que sólo mostraron ovocitos hasta el estadio de perinucleolar tardío. En hembras más grandes, comprendidas en un rango de tallas de 89 a 116 mm de longitud patrón son sexualmente maduras ya que sus ovocitos habían iniciada la vitelogénesis. Hembras con ovocitos característicos de la vitelogénesis (Vesículas de vitelo, vitelino primario, vitelino secundario y vitelino terciario) fueron capturadas desde Marzo hasta Noviembre. En los machos se observó que la madurez sexual la alcanzan a una talla de 76mm de longitud patrón. Se encontraron machos con espermatozoides dentro de sus cistos desde Marzo hasta Noviembre.

El aparato reproductor en ambos sexos, se encuentra ubicado en la parte anterior del cuerpo (Esq. 5).



Esq. 5.- Vista lateral de un macho maduro de *Gobionellus hastatus* donde se observa la posición del aparato reproductor. La pared abdominal y otras vísceras fueron removidas. Papila urogenital (P), Riñón (Ri), Testículos (Tes), Vesícula seminal (V.s), Recto (R).

# APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

El aparato reproductor femenino esta comprendido por un par de ovarios, un oviducto y una papila urogenital. (Esq. 6).

## OVARIOS

Los ovarios están recostados sobre la vejiga natatoria y se caracterizan por presentar una morfología típica. El ovario derecho tiene forma de "bota", suele ser ancho y abultado, mientras que el ovario izquierdo tiende a ser lanceolado y un poco más delgado que el derecho (Abad, 1996). Ambos ovarios presentan una serie de pliegues ó lobulos a todo lo largo. Los ovarios se unen posteriormente en un corto oviducto que se abre dentro de la papila urogenital para desembocar en un gonoporo. La comunicación directa del poro genital al ovario se conoce como condición cistoaria (Lagler y cols, 1984).

Conforme va madurando la hembra, la coloración de los ovarios cambia de un blanco transparente a un amarillo pálido y finalmente a un amarillo rojizo.

Histológicamente cada ovario esta cubierto por una capa de peritoneo, junto al cual esta la túnica ovárica o albuginea. De la pared interna de la túnica albuginea se proyectan muchos pliegues hacia el ovocele, en una serie de lamelas, las cuales son perpendiculares al eje longitudinal del ovario. Cada lamela ovigera esta cubierta por ovocitos en diferentes estadios de maduración. Al encontrar ovocitos en grados diferentes de desarrollo, se considera que los ovarios llevan a cabo un desarrollo de tipo asincrónico (Fig. 3).

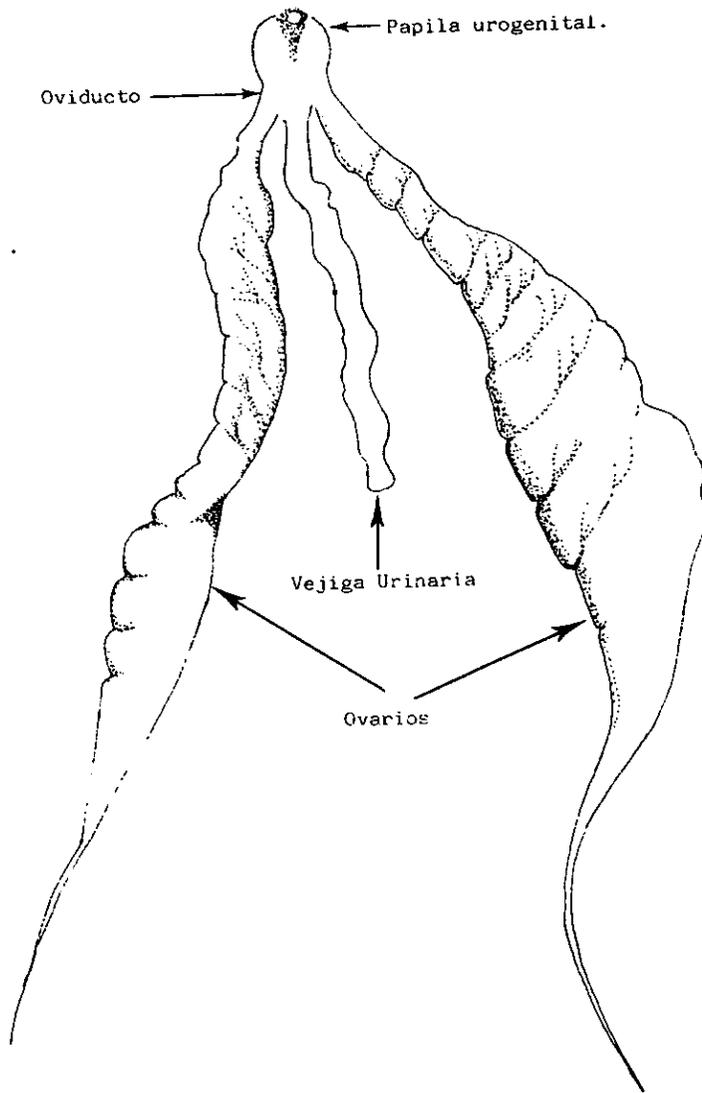
## OVOGONIAS.

Son células muy pequeñas, eosinofílicas debido a que se tiñen de rosa pálido, su núcleo es muy grande y ligeramente basófilo.

En ovarios maduros la proliferación de ovogonias es muy activa, éstas se observan saliendo de la capa albuginea y dirigiéndose hacia las lamelas ovigeras; frecuentemente fueron observadas formando paquetes o nidos.

La ovogonia origina los ovocitos primarios, los cuales se encuentran rodeados de células foliculares, que constituyen la unidad estructural que se conoce como folículo y a partir del cual, son descritos los diferentes estadios de desarrollo (Rodríguez, 1992).

A continuación se describen los diferentes estadios de maduración de los ovocitos de *Gobionellus hastatus*, modificando la terminología empleada por Forberg (1982).



Esq. 6.- Aparato reproductor femenino.

## **PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO**

Los ovocitos en la primera fase de crecimiento son también conocidos como previtelogénicos; se caracterizan por ser de pequeño tamaño y no acumular vitelo en su interior. Se reconocen 3 estadios en esta primera fase: Cromatina nucleolar, Perinucleolar temprano y Perinucleolar tardío.

### **ESTADIO I.- CROMATINA NUCLEOLAR**

Son ovocitos de pequeño tamaño. El citoplasma se ve como una zona delgada y poco basófila mientras que el núcleo es fuertemente basófilo.

En el núcleo se encuentran muchos nucleolos redondos y basófilos, destacándose por su tamaño y posición uno de ellos, el cual migra hacia la periferia, mientras que los demás mantienen su posición central (Fig. 4).

### **ESTADIO II.- PERINUCLEOLAR TEMPRANO.**

Aumenta de tamaño el ovocito. El núcleo pierde afinidad por la hematoxilina, mientras que el citoplasma se vuelve fuertemente basófilo, tiñéndose de morado intenso.

El nucleolo grande se pierde o desaparece y los nucleolos pequeños migran a la periferia del núcleo. Algunas células foliculares empiezan a aparecer alrededor del ovocito (Fig. 4).

### **ESTADIO III.- PERINUCLEOLAR TARDÍO.**

El citoplasma empieza a perder sus propiedades basófilas, por lo que se tiñe de morado pálido. La membrana nuclear se aprecia bien diferenciada, mientras que el nucleoplasma es difuso. Numerosos nucléolos pequeños y redondeados se encuentran en la periferia del núcleo, aunque algunos también fueron observados en el centro.

Al final del estadio se pueden apreciar vesículas de vitelo a manera de puntos lilas, distribuidos en el citoplasma. La capa folicular formada por una monocapa interna, llamada granulosa y otra capa externa, llamada teca, empiezan a ser aparentes (Fig. 12). Los ovocitos, en este estadio, son considerados en reposo (Fig.4).

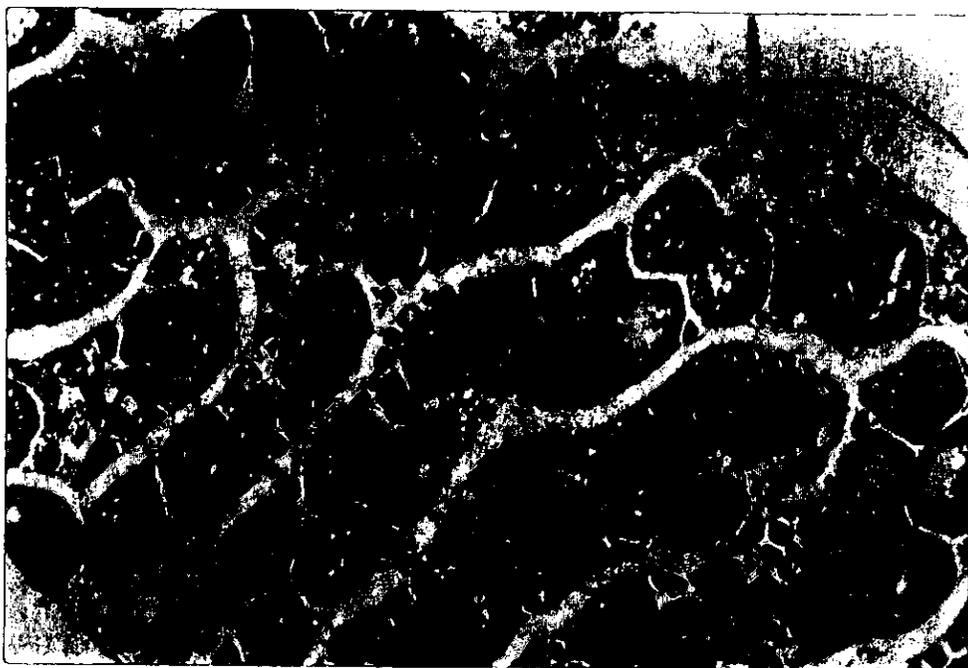


Fig. 3. - Corte longitudinal de ovario de *G. hastatus*, en el cual se aprecia un desarrollo asincrónico caracterizado por alojar ovocitos en diferentes estadios de desarrollo. H-E 4X

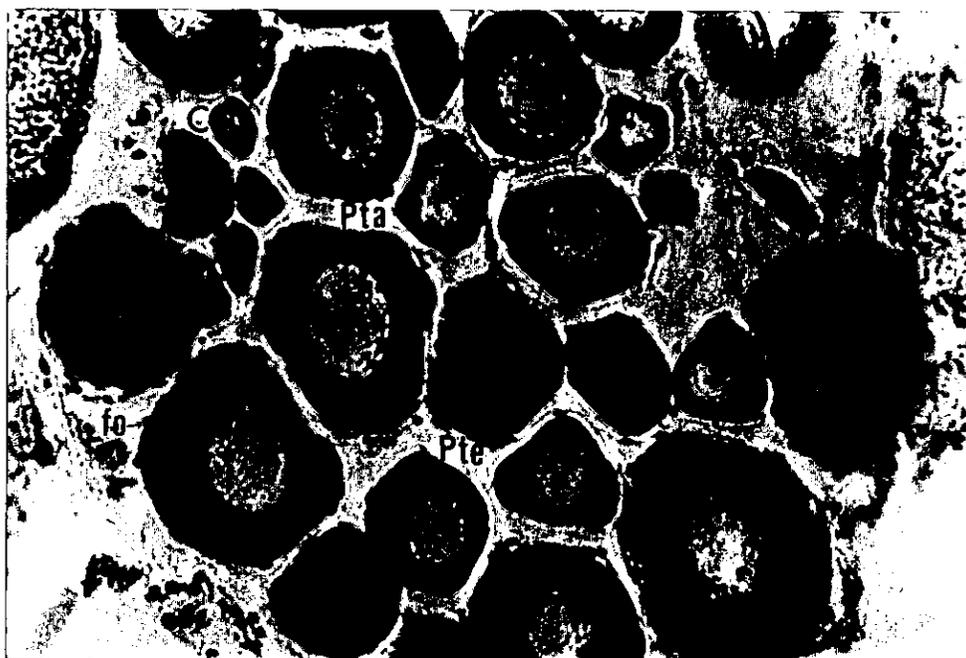


Fig. 4. - Apariencia histológica de los ovocitos previtelogénicos de *Gobionellus hastatus*. Cromatina nucleolar (C). Perinucleolar temprano (Pte) . y Perinucleolar tardío (Pta) . Note la presencia de células foliculares (fo) rodeando los ovocitos para nutrirlos. H-E 20 X

## **SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO.**

Dependiendo del estímulo ambiental la segunda fase de crecimiento se inicia en aproximadamente el 30 % de los ovocitos, los cuales, empiezan a acumular vitelo dentro de su citoplasma mientras que los restantes ovocitos no se desarrollan más allá del estadio de perinucleolar tardío. Cuando esta etapa inicia los oocitos crecen sincrónicamente, hasta que son ovulados. Los ovocitos que se encuentran en esta fase, también son conocidos como ovocitos vitelogenicos.

En *Gobionellus hastatus* se observó que la segunda fase de crecimiento inicia en el estadio de vesículas de vitelo ya que una vez que los oocitos entran en este estadio la maduración se continua hasta la ovulación.

## **ESTADIO IV.- VESÍCULAS DE VITelo.**

Son ovocitos ligeramente basófilos y un poco más grandes que en el estadio precedente. Una serie de vesículas de color lila aparecen dispersas en el citoplasma dejando libre un espacio alrededor del núcleo. Estas vesículas son de tamaños variados, pero en general son pequeñas. Las vesículas vitelinas son la primera evidencia obvia de que la vitelogénesis ha iniciado.

El núcleo es difuso, acidófilo y contiene aproximadamente 20 nucleolos esféricos de diferentes tamaños ubicados en la periferia.

Una membrana acelular y fuertemente eosinofílica llamada corion, hace su aparición en el presente estadio. El corion se aprecia como un cordón delgado de color rojo alrededor del ovocito, y la capa de las células foliculares se vuelve más gruesa.

En *Gobionellus hastatus*, a diferencia de otros teleósteos, el estadio de vesículas de vitelo no es muy notorio ya que una gran parte del citoplasma queda libre de vesículas y las que se presentan son muy pequeñas (Fig. 5).



Fig. 5. - Ovocitos en estadio de vesículas de vitelo. (O) . Las vesículas de vitelo (v.v) aparecen como pequeñas gotas distribuidas en el citoplasma, y el corión (Ch) se observa como un delgado cordón que rodea al ovocito. Núcleo (N), Nucleolos (nc). H-E 20X



Fig. 6. - Ovocitos iniciando el estadio de vitelino primario. Los glóbulos de vitelo (gl) empiezan a invadir el citoplasma así como las gotas de grasa (gr). El corión (Ch) se hace más notorio. H-E 20X.

## ESTADIO V.- VITELINO PRIMARIO

Los ovocitos en este estadio son más o menos redondos, con un núcleo eosinofílico central y de 10 a 12 nucleolos periféricos.

Un nuevo tipo de depositación de nutrientes es reconocida en este estadio, como glóbulos de vitelo. Los glóbulos de vitelo inicialmente se presentan en la corteza del citoplasma, como pequeñas esferas altamente eosinofílicas, por lo que se tiñen de rosa fuerte (Fig.6). Conforme los glóbulos de vitelo van invadiendo el ooplasma, éstos se hacen más grandes y numerosos, provocando que el ovocito aumente considerablemente su tamaño. Sólo pequeñas fragmentos de citoplasma morado son observados cerca del núcleo. Simultáneo a los glóbulos de vitelo, las gotas de grasa hacen su aparición en partes diversas del ovocito (Fig.7).

El corion se hace más grueso con pliegues a todo lo largo.

El micrópilo no fue observado.

## ESTADIO VI.- VITELINO SECUNDARIO

El rango de crecimiento de los ovocitos se incrementa debido a la acumulación de glóbulos de vitelo y gotas de grasa. Muchos de los glóbulos empiezan a fusionarse para formar zonas compactas de vitelo. El ovocito cambia de una forma redonda a una más o menos oval. En *G. hastatus*, este estadio se caracteriza porque aproximadamente 3/4 partes del citoplasma cortical, homogéneamente teñido de morado, queda libre de vitelo (Fig. 8).

El contorno del núcleo no es muy claro y varios de sus nucleolos han desaparecido y algunas gotas de grasa se concentran a su alrededor.

La capa folicular, así como el corion, no mostraron cambios significativos.

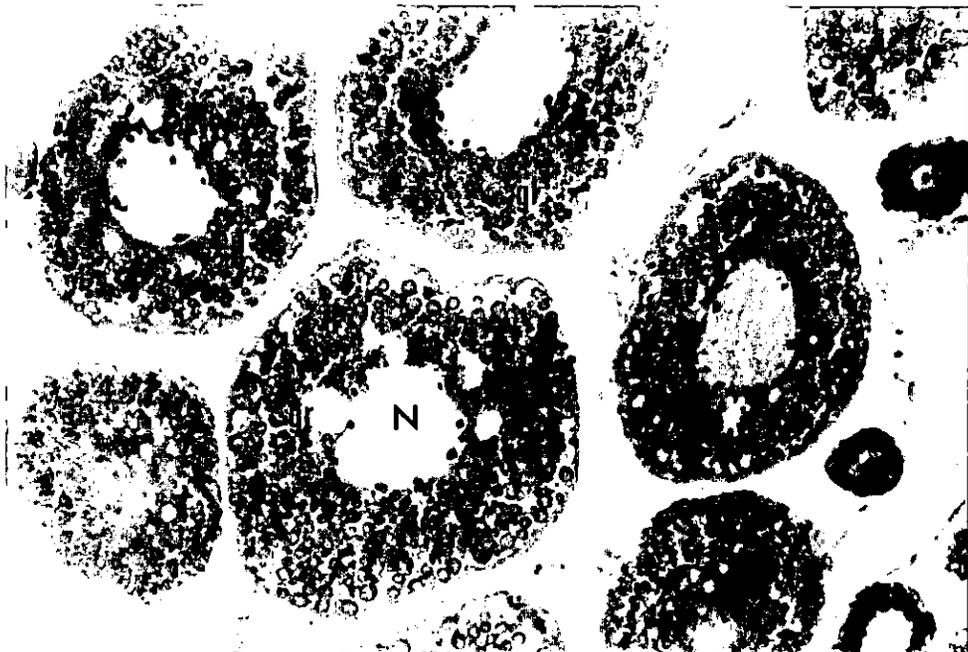


Fig. 7. - Ovocitos en estadio de Vitelino primario. Note que los ovocitos han incrementado considerablemente su tamaño debido a la acumulación de glóbulos de vitelo (gl). Las gotas de grasa (gr) se concentran alrededor del núcleo (N). H-E 10X.

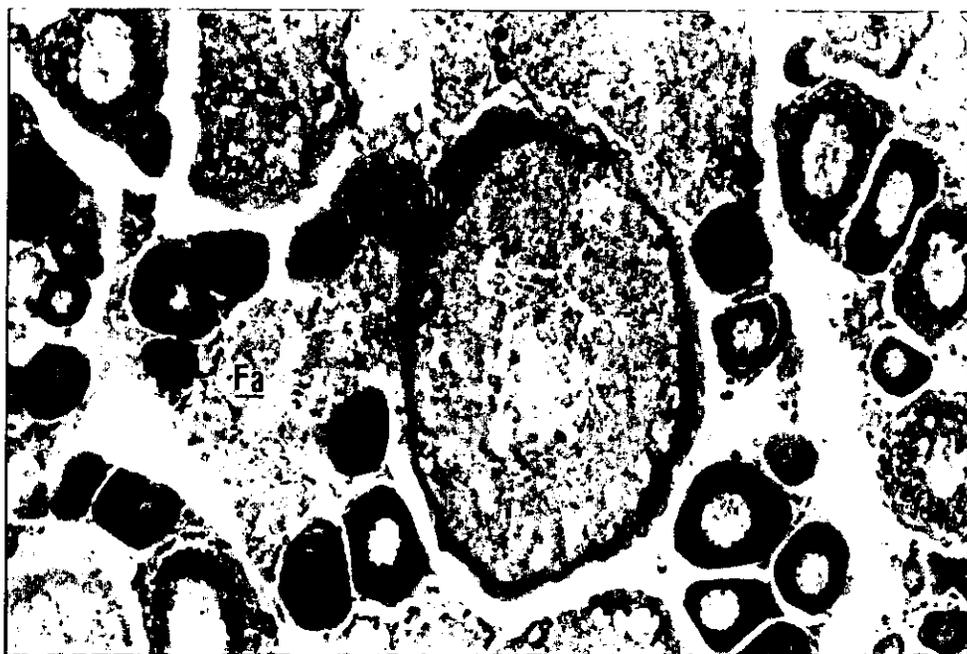


Fig. 8. - Ovocitos en estadio de Vitelino secundario. En éste ovocito se aprecia que aproximadamente  $\frac{1}{4}$  partes del citoplasma cortical teñido de morado se encuentra libre de glóbulos de vitelo (cb). A la izquierda se encuentran ovocitos en un estado avanzado de atrésia. (Fa). H-E. 10X.

## **ESTADIO VII- VITELINO TERCIARIO**

El citoplasma cortical sigue siendo basófilo, pero sólo se observan fragmentos de tamaños diversos. Dentro de este citoplasma la presencia de alvéolos corticales amorfos se hacen evidentes (Fig. 9).

El núcleo o vesícula germinal, aún ácido-filo, de contorno difuso y con pocos nucleolos, empieza su migración hacia el polo animal. (Fig. 10). Los glóbulos de vitelo continúan fusionándose.

Al final de este estadio el ovocito ha crecido a su tamaño máximo, pero permanece fisiológicamente inmaduro y no puede ser fertilizado (Forberg, 1988). De acuerdo a este mismo autor, el estadio vitelino terciario se divide en 3 subestadios: I) Subestadio Nucleolar migratorio. II) Subestadio Premaduración y III) Subestadio Huevo maduro.

### **SUBESTADIO I.- NUCLEOLAR MIGRATORIO.**

La vesícula germinal migra del centro del ovocito hasta el polo animal por medio de movimientos ameboides y contiene unos cuantos nucleolos poco basófilos (Fig. 11).

Los alvéolos corticales embebidos en el citoplasma cortical aumentan su tamaño. Los glóbulos de vitelo se observan muy fusionados y las gotas de grasa más grandes y dispersas.

El subestadio II, premaduración y III, huevo maduro no fueron observados, sin embargo lo único que ocurre en estos subestadios, según Forberg, es la disolución del núcleo en el polo animal y la ovulación de los huevos; esto puede ocurrir en tan sólo unos momentos en cuanto la hembra reciba el estímulo para el desove.



Fig. 9. - Ovocito en estadio de Vitelino terciario. La presencia de alvéolos corticales (Ac). Dentro del citoplasma libre de vitelo es evidente. H-E. 10X.

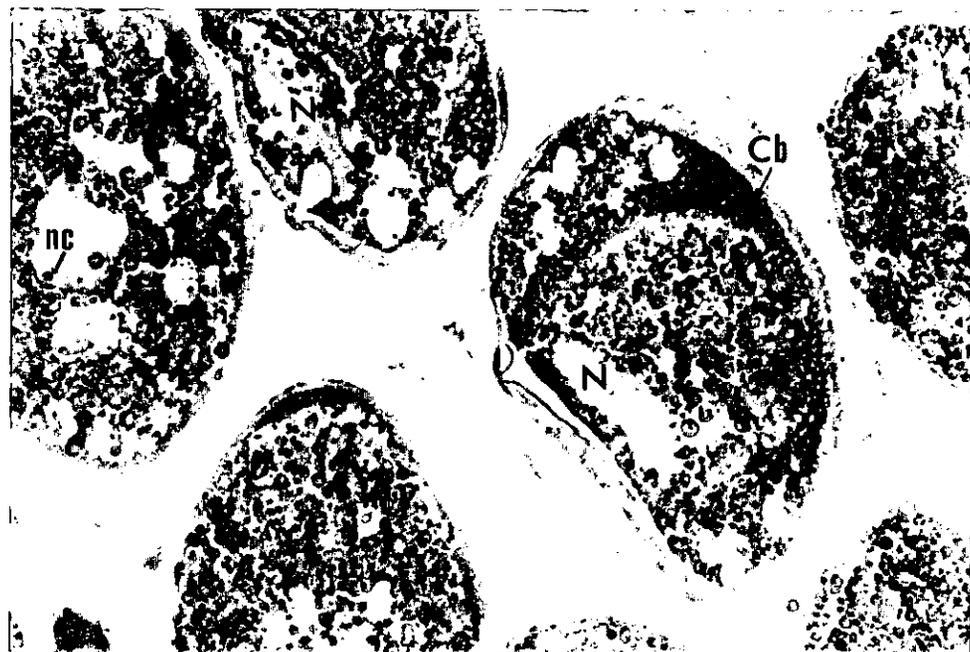


Fig. 10. - Ovocitos en estadio de Vitelino terciario avanzado, en el cual se puede observar que el núcleo ha iniciado su migración al polo animal. Núcleo (N), nucléolos (nc). Citoplasma con alvéolos corticales. (Cb). H-E. 10X.



Fig. 11. - Ovocito en estadio de Núcleo migrado. Note que la vesícula germinal (núcleo)(N), se encuentra en el polo animal. La capa de células foliculares se hace muy gruesa (fo) y los alvéolos corticales se observan más grandes. H-E. 20X.



Fig. 12.- Apariencia histológica de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos, donde se aprecia una membrana acelular roja llamada corión (Ch), y la capa folicular formada por 2 monocapas, una interna llamada granulosa (ga) y una externa llamada teca (te). H-E. 40X.

## OVOCITOS ATRÉSICOS

Los ovocitos atrésicos son aquellos que no han completado su maduración y que son reabsorbidos ó degradados.

La atresia puede ocurrir en cualquier estadio de maduración. En ovocitos que no completaron la vitelogénesis, las células foliculares adquieren la propiedad fagocitaria e invaden al ovocito licuificando y reabsorbiendo el citoplasma así como los gránulos de vitelo hasta desaparecerlos (Fig. 13).

En el caso de los ovocitos que ya han concluido la vitelogénesis, el fenómeno de atresia ocurre como un proceso continuo, el cual se inicia con la desaparición del núcleo y se prosigue en la periferia del citoplasma que se torna difuso tiñéndose de rosa pálido. Posteriormente, los glóbulos de vitelo son reabsorbidos hasta dejar una zona compacta teñida homogéneamente de rosa y unos cuantos glóbulos de vitelo concentrados en el centro. Una vez que todos los glóbulos son degradados, el corion empieza a fragmentarse, entonces ya sólo se observa una porción del ovocito, la cual continua reabsorbiéndose hasta que desaparece totalmente (Fig. 14).

Los ovocitos que más frecuentemente sufrieron atresia fueron aquellos que se encontraban en estadios avanzados de maduración, como vitelino terciario y núcleo migrado.

La maduración de los ovocitos de los teleósteos puede verse como una serie de cambios morfológicos (nucleares y citoplásmicos) que ocurren durante el proceso de maduración (Barr, 1968). Principalmente, la maduración comienza con un incremento lento (PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO), que cesa cuando los ovocitos alcanzan cierto tamaño y entran en reposo. Los ovocitos en reposo están en el estado de dictioteno de la profase meiótica y permanecen en ese estado justo antes del desove (Wasserman, 1978). La entrada a la SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO o vitelogénesis involucra la acumulación de vitelo y grasa y es caracterizado por un rápido incremento en tamaño. Después de que la acumulación de vitelo esta completa, el ovocito entra en un periodo de preparación para la ovulación, fertilización y división.



Fig. 13. - Ovocito atrésico. Note que la células de la granulosa toman una función fagocitaria para degradar los ovocitos que no han completado su desarrollo. Células de la granulosa (ga). H-E. 40X.

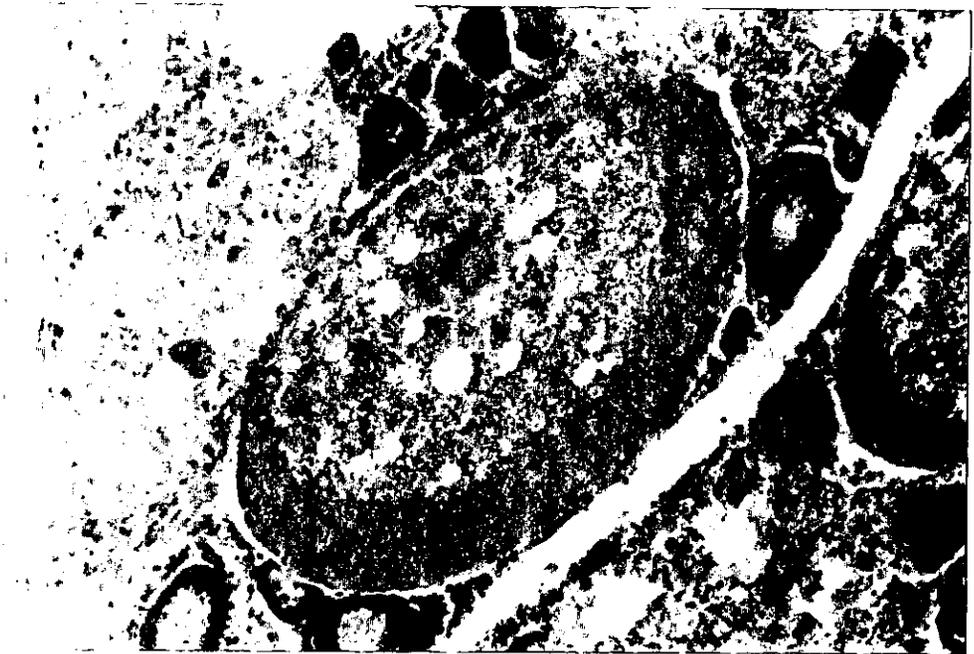


Fig. 14. -Apariencia histológica de un ovocito que no completó su madurez y esta siendo reabsorbido por medio del fenómeno de atresia. H-E. 10X.

## PAPILA UROGENITAL FEMENINA

La papila urogenital de la hembra es ancha, achatada a manera de pezón, con una abertura más o menos fimbriada en la parte terminal, su coloración es amarilla y algunas veces presenta puntos de pigmento negro alrededor de la abertura (Esq. 3).

La papila femenina, en un corte histológico transversal, se observa como una estructura en forma de corazón o esférica, dependiendo del nivel al que se realice el corte (Fig. 15)

Este órgano está limitado por un epitelio plano estratificado, seguido de una lamina basal que le da soporte a una amplia red de capilares de diferentes calibres, con endotelio unicelular; entre los capilares existe tejido conectivo laxo. Por arriba de la red de capilares se encuentra una zona bastante gruesa de fibras musculares circulares de tipo estriado que rodean una submucosa de tejido conjuntivo. Dentro de la submucosa se encuentran inmersos los conductos genital y urinario (Fig. 16). El conducto genital presenta un epitelio de cilíndrico a cúbico con vellosidades y glándulas unicelulares PAS positivo; el lumen del conducto tiene pliegues epiteliales posiblemente muy útiles a la hora de la ovoposición, ya que éstos pueden empujar a los huevos hacia el exterior

El conducto urinario presenta un epitelio cúbico con proyecciones citoplásmicas que dan forma de flor al lumen del conducto (Fig. 17).

Cabe mencionar que el conducto genital es mucho más grande que el urinario y justo antes de su desembocadura, ambos conductos se unen para confluir en una misma salida.

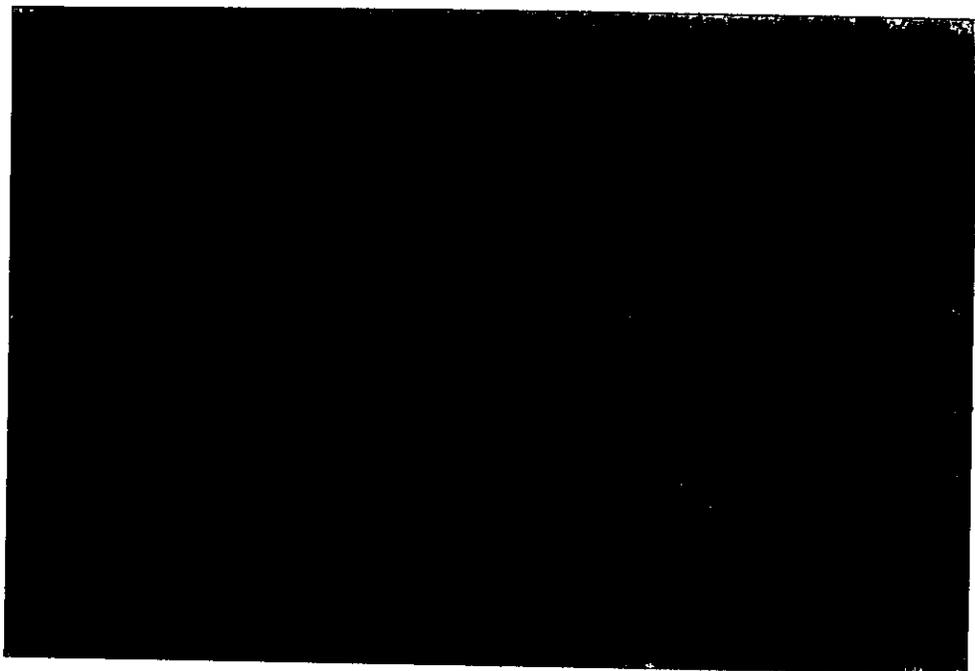


Fig. 15. - Corte transversal de la papila urogenital femenina donde se aprecian los conductos genital (G) y urinario (U). Piel (P), Red de capilares (Rcp), Fibras musculares circulares (Me). Aldehído Fúcsina . 4X.

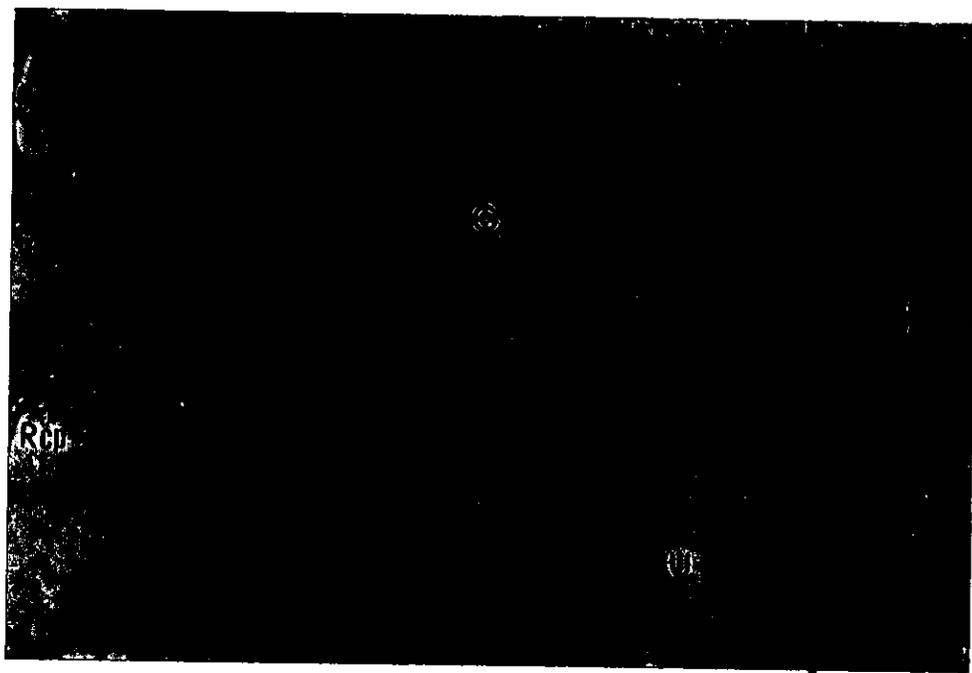


Fig. 16. - Acercamiento de los conductos genital (G) y urinario (U). Se aprecia los pliegues epiteliales del conducto genital. Músculo (Me), Red de capilares (Rcp). Aldehído Fúcsina . H-E. 10X.

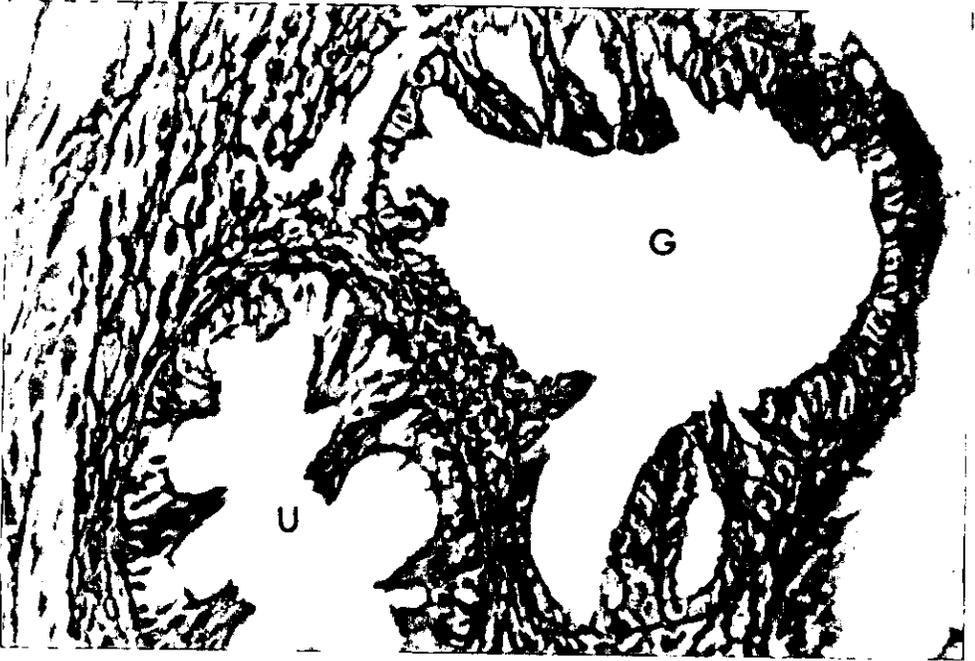


Fig. 17. - Apariencia histológica del epitelio de los conductos genital y urinario. El conducto genital (G) muestra un epitelio cúbico con pliegues y el urinario (U) muestra un epitelio cúbico con proyecciones citoplásmicas (U). Masson. 10X.

## APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

Los órganos sexuales de los machos de *G. hastatus*, consisten de un par de testículos, un par de conductos espermáticos, la vesícula seminal y una papila urogenital (Esq. 7).

### TESTÍCULOS

Los testículos de *G. hastatus* son órganos pareados, a manera de sacos aplanados, de color blanco transparente, que se ubican posterolateralmente dentro de la cavidad celómica y ventral a la columna vertebral. Ambos testículos están cubiertos por un peritoneo que los sujeta a la vejiga gaseosa (Fig. 1).

El testículo izquierdo es ligeramente más grande que el derecho y suele doblarse sobre la vejiga gaseosa. (Fig. 2).

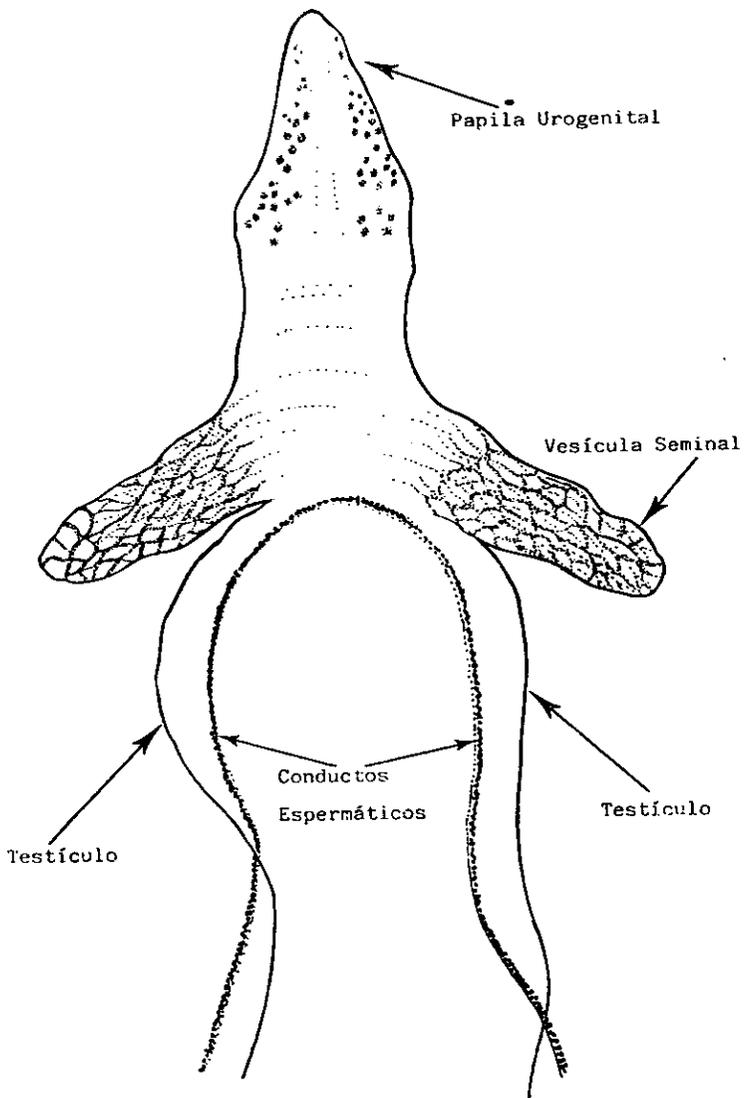
A lo largo de los testículos y por su cara interna, corren lateralmente los conductos espermáticos que después de tener contacto con la vesícula seminal desembocan dentro de la papila urogenital.

De acuerdo a Grier (1993), los testículos de *G. hastatus* presentan un arreglo de tipo lobular. Cada testículo tienen una túnica albugínea formada por tejido conectivo denso, que penetra en el cuerpo testicular, formando lóbulos testiculares (Fig. 18). Dentro de estos lóbulos se encuentran los cistos que están formados por las diferentes células de la línea germinal, por lo que es posible observar cistos con: espermatogonias, espermatocitos, espermatídes y espermatozoides. Cerca de las espermatídes se pueden apreciar células de Sertoli. Entre los cistos hay tejido conectivo en el cual se ubican, además de los vasos sanguíneos, las células de Leydig (Fig. 19).

A continuación se describen brevemente los diferentes tipos celulares que se alcanzaron a reconocer en el testículo de *G. hastatus*.

### ESPERMATOGONIAS

Son células redondeadas, ubicadas en la periferia de los cistos. Con tinción H-E se observan basófilas y con H-Férrica muy oscuras. Algunas espermatogonias se observaron mitóticamente activas (Fig. 19 y 21).



Esq. 7.- Aparato reproductor masculino.

## **ESPERMÁTIDES**

Son células muy pequeñas y basófilas debido a que su cromatina se encuentra muy condensada; se ubican cerca de la luz del cisto (Fig. 19).

## **ESPERMATOZOIDES**

La cromatina alcanza un máximo de condensación y adopta una forma redonda. Con H-E y H- Férrica se aprecian como pequeñas esferas de color negro. Son las células más pequeñas y se ubican en la luz de los cistos. Únicamente fueron observadas las cabezas de los espermatozoides (Fig. 19).

## **CÉLULAS DE SERTOLI**

Son células altas y triangulares que se extienden desde la base del cisto hasta el lumen. Su núcleo es oval y se localiza en la base. Las células de Sertoli, además de su función de sostén y nutrición de las espermátides y espermatozoides, también fagocitan los gametos lesionados (Fig. 19).

## **CÉLULAS DE LEYDIG**

Son células muy grandes con núcleo esférico y basófilo; el citoplasma es amplio y acidófilo. Están ubicadas en el tejido conectivo que existe entre los cistos. Estas células son responsables de la producción de testosterona.

Durante la espermatogénesis, las espermatogonias primarias sufren una serie de divisiones mitóticas, transformándose en espermatogonias secundarias. Estas últimas espermatogonias están condenadas irreversiblemente a entrar al proceso meiótico, para dar origen a los espermatoцитos primarios. Los espermatoцитos primarios sufren una división reductiva y se vuelven espermatoцитos secundarios. Los espermatoцитos secundarios se dividen de nuevo para formar espermátides. A diferencia de la meiosis femenina, la meiosis masculina es un proceso continuo e ininterrumpido.

Inmediatamente después de completar la segunda división meiótica, las espermatidas son células redondeadas. Esas simples células durante la espermiogénesis, sufren diferenciación celular para dar lugar a los espermatozoides.

Una vez que se da el fenómeno de espermiogénesis, los cistos se expanden y se rompen, liberando el esperma dentro del lumen lobular (Fig. 20), el cual se continúa con el conducto espermático.



Fig. 18. - Corte longitudinal de testículo. H- Férrica. 4X.

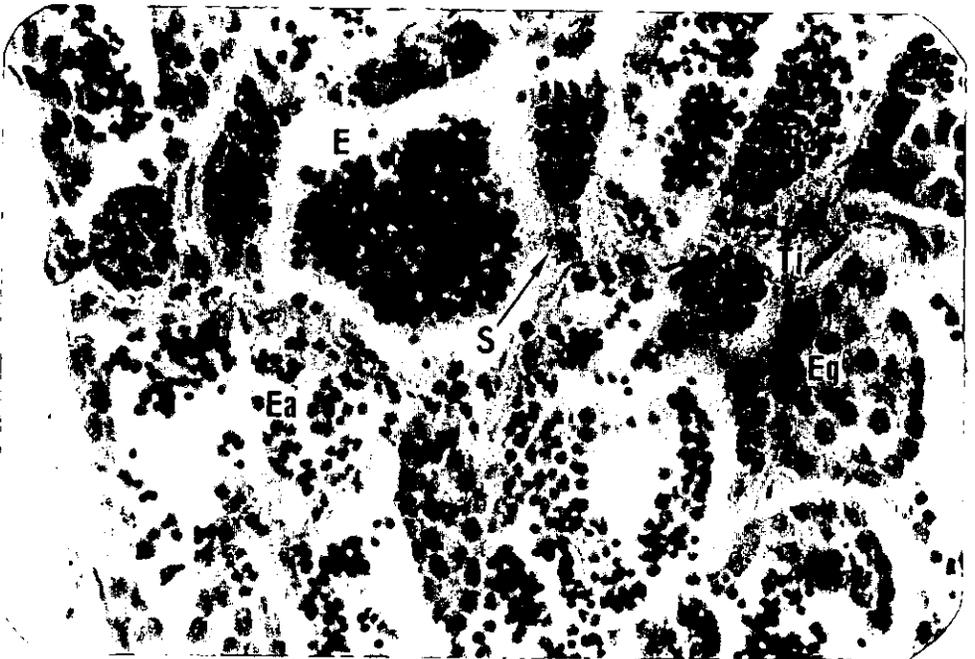


Fig. 19. - Corte longitudinal de testículo, apreciándose cistos con espermatogonias (Eg), Espermátides (Ea), Espermatozoides (E), Células de Sertoli (S) y tejido intersticial (Ti). H-E. 10X.



Fig. 20. - Apariencia histológica de un testículo maduro. Note que los cistos comienzan a romperse debido a la gran cantidad de espermatozoides.



Fig. 21. - Corte transversal de testículo. Se observan agrupaciones de espermatogonias en mitosis activa (Eg) delimitadas por tejido intersticial testicular (T). Espermatozoides (E).  
H - Férrica. 40X.

## CONDUCTOS ESPERMÁTICOS

Macroscópicamente, los conductos espermáticos se observan como líneas pigmentadas de negro, ubicadas en la cara interna de cada testículo, los conductos corren lateralmente a todo lo largo del testículo y se unen posteriormente en un sólo conducto, para desembocar dentro de la papila urogenital, después de haber atravesado por la vesícula seminal (Esq. 7).

Histológicamente el conducto espermático es un área epitelial, que no tiene células germinales y está delimitando un espacio en donde se acumulan los espermatozoides.

El epitelio que delimita el lumen del conducto es cúbico con microvellosidades (Fig. 22); por fuera de esta capa epitelial hay una pared de tejido conectivo y fibras musculares. También se observó un vaso sanguíneo que corre a lo largo del conducto y que al parecer es el vaso principal de irrigación del testículo (Fig. 23).

Al aplicar la reacción de PAS, el epitelio del conducto se mostró positivo, sugiriendo cierta producción mucoide.

Los conductos espermáticos funcionan como un sistema de transporte para los espermatozoides.



Fig. 22. - Apariencia histológica del conducto espermático, su luz muestra un epitelio de cilíndrico a cúbico con vellosidades y una capa de tejido conectivo que lo rodea. (T.C). H-Férrica.20X.

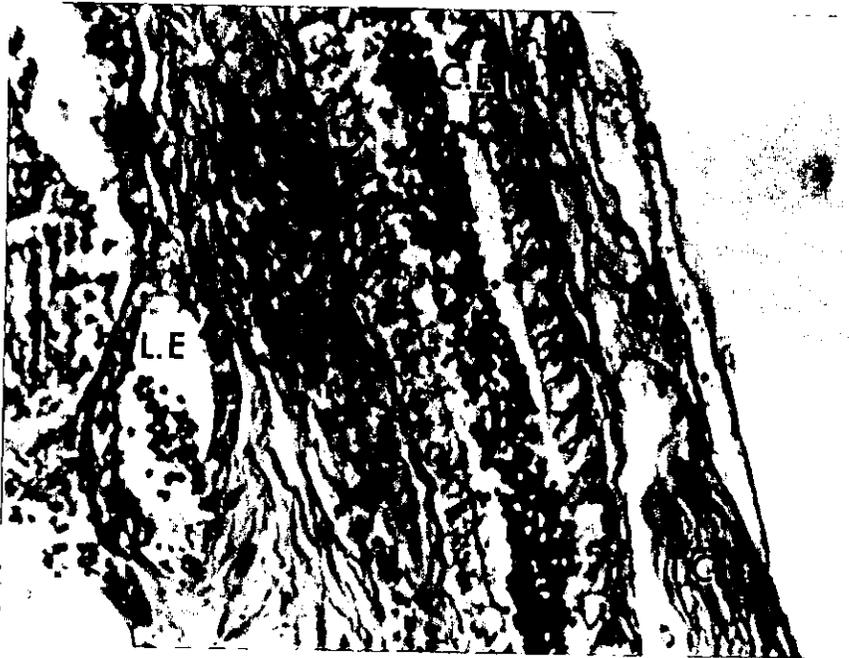


Fig. 23. - Conducto espermático cargado con espermatozoides. (C.E). Tejido conectivo (T.C). Cistos con espermatozoides. (L.E). H-Férrica. 20X.

## VESÍCULA SEMINAL

La vesícula seminal de *G. hastatus* es un órgano bilobulado, pequeño y transparente, que se ubica en la parte posterior de los testículos. Internamente se encuentra dividido en cámaras o septos (Esq. 7).

En un corte histológico longitudinal se aprecia una zona transitoria entre el testículo y vesícula seminal, debido a que se observó que esta zona está delimitada por un epitelio parcialmente germinal y parcialmente secretor.

Por arriba de la zona de transición se encuentran las paredes de los septos. Estas paredes están formadas por una túnica de tejido conectivo, penetrada por fibras de músculo liso y capilares sanguíneos. Esta túnica está cubierta por un epitelio continuo de tipo secretor. (Fig. 25). El epitelio es cúbico o plano simple, dependiendo de la cantidad de espermatozoides o secreción contenida en cada septo (Fig. 24). Los núcleos de las células epiteliales son más o menos ovales y generalmente centrales.

La secreción producida por la vesícula seminal de *G. hastatus* se mostró positiva ante la reacción de PAS, indicándonos la presencia de mucopolisacáridos.

Fishelson observó células intersticiales tipo Leydig embebidas entre el tejido conectivo de la vesícula seminal de algunos góbidos; estas células son productoras de andrógenos conjugados, que actúan como feromonas durante la reproducción. En *G. hastatus* no fueron observadas estas células.



Fig. 24. - Corte longitudinal de la vesícula seminal (V.Se) de *Gobionellus hastatus*. Se aprecian las paredes que dividen internamente la vesícula (Pr), la secreción (Scr) producida por la misma y los espermatozoides (E) que son almacenados. H.E. 20X.

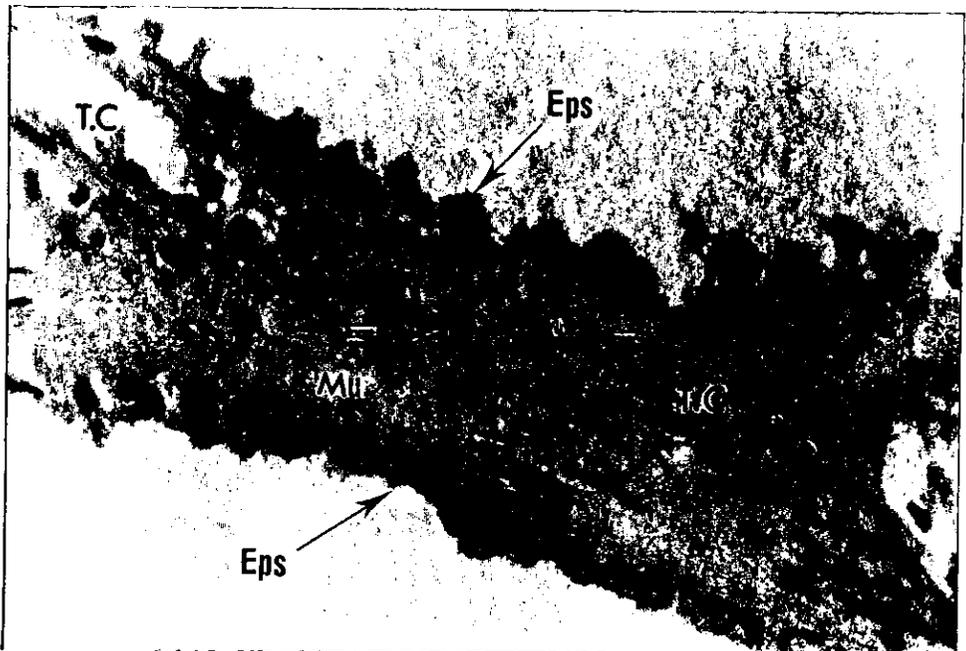


Fig. 25. - Detalle de las paredes de la vesícula seminal. Epitelio secretor (Eps); Fibras musculares (Mu) y tejido conectivo (T.C). H.E. 40X.

## PAPILA UROGENITAL MASCULINA

La papila urogenital de los machos es larga, aplanada y fusiforme; con 2 aberturas en la parte terminal; su coloración es blanca como el vientre y ocasionalmente pigmentada con melanóforos; (Esq. 3). Cuando el pez se siente amenazado o estresado, la papila se enrojece y se erecta.

El corte histológico transversal de la papila masculina representa un órgano de contorno fusiforme aplanado, constituido por una capa externa de epitelio plano estratificado; por debajo de esta zona epitelial se encuentra una lamina basal de tejido conectivo, la cual se hace más gruesa en la parte ventral. Enseguida se observa una red de vasos sanguíneos de diferentes calibres, rodeados de escaso tejido conjuntivo, muchos de los vasos se encuentran llenos de sangre, lo que permite establecer que se trata de un tejido eréctil (Fig. 26). En la porción media de la papila se localizan muy bien delimitados dos conductos, uno genital y otro urinario. El primero con forma de riñón y cuya luz está bordeada por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado, con pequeñas glándulas unicelulares PAS positivo; es el conducto que da paso al semen al momento de ser eyaculado para la fertilización externa de los huevos. La secreción mucoide del conducto genital tal vez sea un componente de tipo seminal que sirve para adicionar volumen al líquido eyaculado (Fig. 27).

El conducto urinario de forma más o menos redondeada, cuando esta relajado, tiene un epitelio cúbico y cuando está retraído, usualmente presenta pliegues en el epitelio que le da forma estrellada al lumen (Fig. 27). Este epitelio da la apariencia de ser secretor de moco, ya que ocasionalmente se observó material acelular eosinofílico en la luz del conducto. A través del conducto urinario son excretados desechos finales amoniacales y de urea (Takashi, 1982).

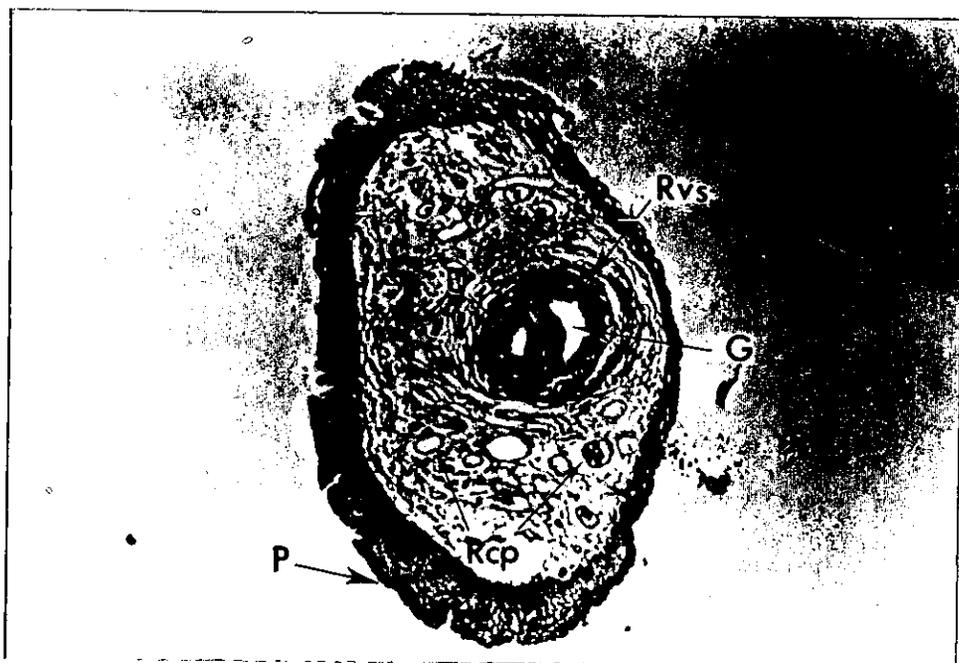


Fig. 26. - Corte transversal de la papila urogenital de macho de *Gobionellus hastatus*. Piel (P); Red de capilares (Rcp); Red de pequeños vasos sanguíneos (Rvs); Conducto genital (G); Conducto urinario (U). Masson. 4X.

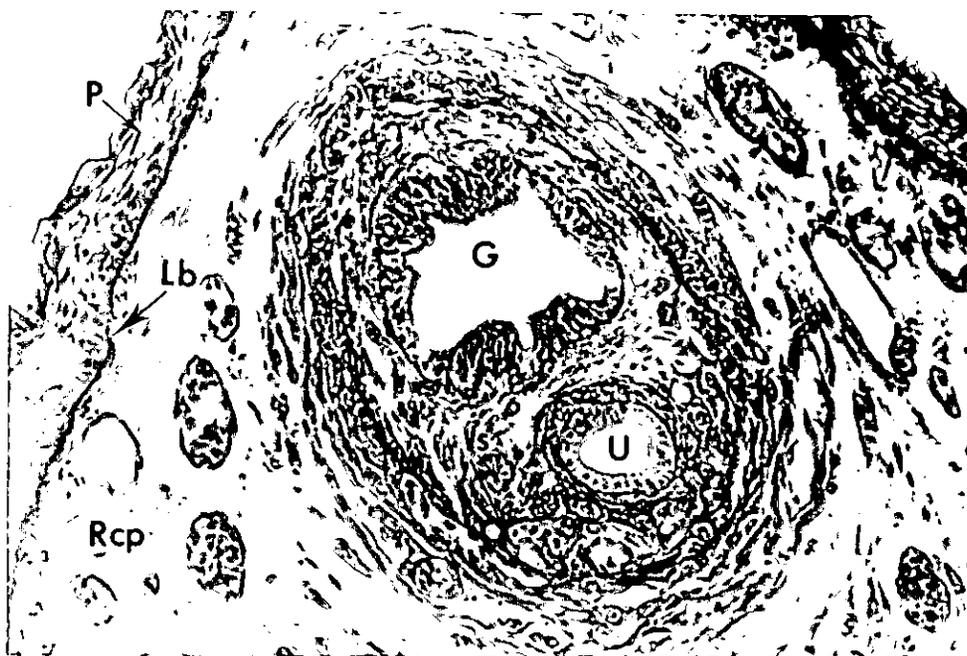


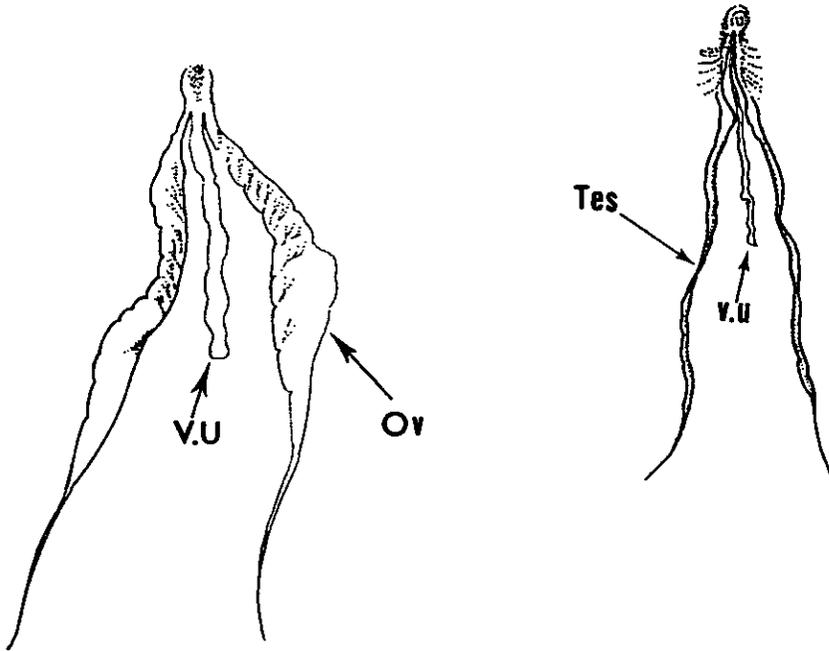
Fig. 27. - Detalle de la papila urogenital de macho. Piel (P); lamina basal (Lb); Red de capilares (Rcp); Vasos sanguíneos (vs); Conducto genital (G) con epitelio cilíndrico pseudoestratificado; Conducto urinario (U) con epitelio cúbico. Masson. 10X.

## VEJIGA URINARIA

La vejiga urinaria es un saco transparente, largo y de paredes delgadas; está en íntima relación con los ovarios y testículos, por lo que se ubica en medio de ellos. La vejiga urinaria recorre aproximadamente la mitad de las gónadas.

Histológicamente se pudieron distinguir 3 capas de tejido: 1) Capa interna o epitelial, 2) Capa media o túnica propia y 3) Capa externa.

La capa interna está formada por un epitelio muy plegado, cilíndrico y con proyecciones citoplásmicas; la capa media o túnica propia consiste principalmente de tejido conectivo y algunas fibras musculares que dan elasticidad a la vejiga; la capa más externa, también está formada por tejido conectivo (Fig. 28).



Esq. 8. - Ubicación de la vejiga urinaria (V.U) en *Gobionellus hastatus*, esta se localiza en medio de los ovarios (Ov) y testículos (Tes).



**Fig. 28.** - Detalle de la vejiga urinaria. Capa interna formada por un epitelio con proyecciones (L.I); Túnica propia (L.M); Capa externa de tejido conectivo (L.O). H.E. 20X.

## DISCUSIONES

---

### CONTENIDO ESTOMACAL

De acuerdo a los resultados obtenidos consideramos que *G. hastatus* es una especie predominantemente herbívora, debido a que se encontraron, además de las algas diatomeas y filamentosas, otro tipo de ítems como detritus, foraminíferos pelecípodos, nemátodos etc. en menor frecuencia.

Estos ítems pueden ser incidentales, ya que las diatomeas forman colonias en los fondos, donde el detritus es abundante, de tal manera, que el pez al ingerir las diatomeas, toma acúmulos de detritus, en donde van organismos que viven en él (nemátodos, pelecípodos, foraminíferos, ostrácodos), por lo que la frecuencia de éstos es muy baja.

### ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Los peces están adaptados para reproducirse bajo las condiciones más variadas. La estructura y modo de vida de los adultos, huevos, embriones y larvas, están relacionados a sus peculiaridades reproductivas (Nicol'sky, 1963).

Los estuarios son conocidos por ser ambientes altamente variables donde las condiciones, tales como: la salinidad, temperatura, turbidez y concentración de oxígeno en el agua, pueden fluctuar rápidamente, tanto temporal, como espacialmente; es por ello, que las especies de peces que habitan estos ambientes, de manera permanente, muestran algún tipo de especialización reproductiva, tal es el caso de *Gobionellus hastatus*, a quien consideramos como verdadero residente estuarino, por llevar a cabo todo su ciclo de vida dentro del estuario; esto se afirma ya que, durante este trabajo, se encontraron hembras pre-ovulatorias y machos maduros, además de estadios larvales y juveniles dentro del estuario, por lo que no estamos de acuerdo con Abad (1996), quien propone que esta especie sale a desovar a la línea de costa.

En cuanto a su época reproductiva, se determinó, que ésta comprende desde Marzo hasta Noviembre, basándose en el grado de madurez de hembras y machos (Se define a una hembra madura, como aquella que presenta ovocitos en la segunda fase de crecimiento o vitelogénesis (Forberg 1982); y macho maduro, aquel que presenta cantidades considerables de espermatozoides dentro de los cistos), capturados durante este periodo.

Entre las estrategias reproductivas adoptadas por *G. hastatus*, para poder explotar el ambiente en que vive, encontramos el desarrollo ovarico asincrónico, el cual, al presentar ovocitos en diferentes grados de maduración, le permite que sean ovulados un grupo grande

de ovocitos maduros y comience a madurar otro grupo de ellos, que serán ovulados tiempo después. Esto le da la facultad a *G. hastatus* de prolongar su época reproductiva por 9 meses (de Marzo hasta Noviembre) y la capacidad de desovar varias veces a lo largo de un periodo reproductivo.

Esta estrategia evolutiva permite la perpetuación de la especie ya que si se presenta algún cambio brusco en las condiciones ambientales (temperatura, salinidad y concentración de oxígeno) éste no resulte en la pérdida completa de una clase de edad en huevos y juveniles. Asimismo, si la disponibilidad del alimento no es tan abundante como para que la prole de un desove sobreviva, posteriores desoves permitan que las condiciones ambientales y de disponibilidad del alimento se normalicen y aseguren la sobrevivencia de larvas y juveniles en un año.

Otra estrategia reproductiva, que presentan todos los góbidos, es la depositación de huevos demersales adheridos al sustrato por medio de filamentos de fijación (Miller, 1984 y Dando 1994).

Miller asegura que los filamentos de fijación de los huevos se forman en la vitelogénesis avanzada de los ovocitos, de tal manera que se observan formando una red entre la capa de las células de la granulosa y el corion, sin embargo, en los cortes histológicos de los ovarios de *Gobionellus hastatus* no se observó la formación de filamentos de fijación en los ovocitos más maduros, tal vez porque éstos se formen momentos antes de la ovulación.

Como no se encontraron huevos o puestas de *G. hastatus*, es difícil inferir que también lleva a cabo el mismo comportamiento de desove descrito para otros góbidos.

La ventaja de depositar huevos demersales, es que evitan ser arrastrados por la corriente y son más difíciles de detectar por posibles depredadores; la desventaja a la que se enfrentan, es la depositación de sedimento y materia orgánica sobre ellos, lo cual provoca deficiencias en el intercambio gaseoso y propicia el desarrollo de hongos, bacterias y protozoarios, los cuales, descomponen y degradan a los huevos. Posiblemente, la secreción producida por la vesícula seminal del macho, contribuya a resolver este problema, debido a que Fishelson (1991), reporta que las secreciones producidas por las vesículas seminales de otros góbidos poseen sustancias repulsivas que inhiben el desarrollo de microorganismos.

Muchas otras funciones han sido sugeridas para la secreción de las vesículas seminales, como son: dar viabilidad al esperma (Eggert, 1931); como material cementante para adherir los huevos al nido; preparar el sustrato para el nido y aumentar la viscosidad del esperma (Miller 1984, 1992; Rassotto 1993).

En los cortes histológicos de la vesícula seminal de *G. hastatus*, se pudo apreciar cierta secreción mucoide con presencia de mucopolisacáridos. Lahnsteiner y cols, (1990), demostraron que estos mucopolisacáridos en *Salaria pavo* y *Lipophrys dalmatimus*, se encuentran principalmente en forma de glucógeno, el cual, es utilizado por los espermatozoides como fuente de energía para la fertilización externa de los huevos. Asimismo, al aplicar la tinción de Aldehído fucsina, se detectó la presencia de mucinas, las cuales, son mucosustancias que aumentan la viscosidad del esperma para evitar que se diluya rápidamente en el agua (Rassotto 1993).

De acuerdo a lo anterior, podemos suponer que la secreción producida por la vesícula seminal de *G. hastatus*, cumpla con más de una función; por un lado, los mucopolisacáridos

pueden actuar como capacitores del esperma, al igual que en *Salaria pavo* y *Lipophrys dalmatinus*, por otro lado, las mucinas, es probable que formen una capa viscosa en la cual sean depositados los huevos, actuando de esta forma como un material cementante para éstos y así se explicaría la ausencia de filamentos de fijación en los huevos de esta especie.

Fishelson (1991), propone una relación entre el tamaño de la vesícula y los hábitos de desove de los góbidos, estableciendo que en las especies que cavan nidos profundos en el lodo, las vesículas seminales son muy pequeñas comparadas con las gónadas; mientras que en especies que viven y se reproducen en zonas de superficie, las vesículas son grandes, e incluso, a veces mayores que los testículos. Esto nos lleva a la suposición de que *G. hastatus* cava nidos en el lodo, en donde la dispersión del esperma es mínima, y los requerimientos de fluido seminal y almacenamiento de esperma son menores debido a que este pez presenta una vesícula seminal sumamente pequeña en comparación a los testículos.

Las papilas urogenitales, constituyen también un auxiliar en la reproducción. Así, la histología de la papila urogenital de la hembra, nos reveló la presencia de gruesas fibras musculares a lo largo de toda la papila, lo cual, nos sugiere un poder contráctil; de igual manera, la red de vasos sanguíneos recuerda la estructura de un cuerpo esponjoso que da volumen a este órgano; asimismo, las proyecciones epiteliales, presentes en el conducto genital, sirven para facilitar la expulsión de los huevos, indicando que esta estructura sirve para la ovoposición. Por otra parte la papilla urogenital del macho, al ser un órgano erectil y fusiforme sirve para dirigir el flujo del esperma.

Lo anterior concuerda con lo descrito por Tavolga (1954), para *Bathygobius soporator*, en donde él observó, además de las funciones antes descritas, que la papila urogenital de la hembra de este pez cumple con otras funciones tales como: órgano táctil, que permite detectar la posición de cada huevo, y como órgano con movimientos para un mejor aprovechamiento del espacio y evitar así, el amontonamiento de los huevos.

Miller (1984, 1986), señala que las papilas urogenitales de los machos, también participan activamente en la preparación del nido y el cortejo.

Finalmente, el mismo autor, asegura que la forma de la papila urogenital, así como la vesícula seminal, para todos los peces gobioideos, deben ser considerados como un carácter taxonómico.

## CONCLUSIONES

---

- *Gobionellus hastatus* es una especie predominantemente herbívora, ya que se alimenta principalmente de algas filamentosas y diatomeas.
- *G. hastatus* es una especie permanente del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz.
- Su época reproductiva comprende desde Marzo hasta Noviembre.
- Presenta un aparato reproductor complejo, con estructuras accesorias a las gónadas.
- Presenta dimorfismo sexual externo, basándose en la papila urogenital.
- La hembra lleva a cabo un desarrollo ovarico asincrónico.
- El macho presenta un arreglo testicular de tipo lobular.

## BIBLIOGRAFÍA

---

ABAD, S.A. 1996. Estudio morfológico, macro y microscópico de las gónadas de *Gobionellus hastatus* Girard en diferentes etapas de desarrollo. Tesis Licenciatura. ENEP-IZTACALA. UNAM.

ASAHINA, K., Uematsu K., y Aida, K. 1982. Structure of the testis of the goby *Glossogobius olivaceus*. Bull. Jap. Scient. Fish. 49: 1493 - 1498.

BARR, W.A. 1968. Patterns of ovarian activity. In Perspectives in endocrinology: hormones in the lives of lower vertebrates (E. J. W. Barrington & C. B. Jorgensen, eds). New York: Academic Press. pp 164 - 238.

CASO-CHAVEZ, M. Yañez-Arancibia, A. y Lara-Dominguez, A. 1986. Biología, ecología y dinámica de poblaciones de *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther Pisces: Cichlidae) en hábitat de *Thalassia testudinum* y *Rhizophora mangle*. Laguna de Términos Sur del Golfo de México. Biótica. 11 (2): 79 - 111

CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Serie científica N° 19 Dir. Gral del Inst. Nal. de la Pesca. México. pp 298.

COLINVAUX, P. A., 1980. Introducción a la ecología, Limusa. México. pp 679.

COLOMBO, L. y P. Burighel. 1974. Fine structure of the testicular gland of the black goby, *Gobius joso*. L. Cell Tissue Res. 154: 39 - 49.

DANDO, P. R. 1984. Reproduction in estuarine fishes. In Fish reproduction: Strategies and tactics. Edit. Wootton, R. J., Potts, G. W. 1984. Academic Press. USA. pp. 410.

DE JONGE, J., De Ruiter, A., y Van Den Hurk. 1989. Testis-testicular gland complex of two Tripterygion species (Blennioidei, Teleostei). Differences between territorial and non-territorial males. J. Fish Biol. 35. 497 - 508.

DE LA ROSA, R. M. 1986. Contribución al conocimiento de la Biología de: *Anchoa mitchilli* (Familia Engraulidae). Tesis licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.

EGAMI, N. 1960. Comparative morphology of the sex characters in several species of Japanese gobies with reference to the effect of sex-steroids on the characters. J. Fac. Sci. (Zool). Univ. Tokyo. 9: 67- 100.

EGGERT, B. 1931. Die Geschlechtsorgane der Gobiiformes und Blenniiformes. Z. Wiss. Zool. 139: 249 - 517.

ESTRADA, F. E., Peralta, Z.L., Rivas, M.P. 1982. Manual de técnicas histológicas. A.G.T. Editor. México. pp 140.

FERNANDEZ, M. R., Alcázar, C.C., Mora, P.C. 1985. Hábitos alimenticios y variación estacional de *Gobionellus hastatus* (Girard) en el sistema lagunar (lag-Grande - lag-Chica) de Vega de Alatorre, Ver. México. Resúmenes Octavo congreso de Zoología. Esc. Nor. Sup del Edo.

FISHELSON, L. 1989. Bisexuality and pedogenesis in gobies (Gobiidae: Teleostei) and other fish, or, why so many little fish in tropical seas?. Senckenbergiana marit. 20 (3/4): 147 - 169.

FISHELSON, L. 1991. Comparative cytology and morphology of seminal vesicles in male Gobiid fishes. Jap. J. of Ichthyology. 38(1): 17 - 30.

FORBERG, K.G. 1982. A histological study of development of oocytes in capelin *Mallotus villosus villosus* (Müller). J. Fish Biol. 20. 143 - 154.

FRAILE, B., Sáez, F.J., Vicentini, C.A., De Miguel, M.P., Paniagua, R. 1992. The testicular cycle of *Gambusia affinis holbrooki* (Teleostei: Poeciliidae). J. Zool. Lond. 228. 115 - 126.

FUENTES, M. P. 1989. Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. Serie Grandes temas de Hidrobiología. Univ. Aut. Met. Iztapalapa. pp 66 - 70.

GARCIA, E. 1970. Los climas del estado de Veracruz según el sistema de clasificación de Koppen (modificado por la autora). An. Inst. de Biol. UNAM. (41) Serie Botánica (1): 3 - 42

GEORGE, F. y Weisel, Jr. 1954. Breeding behavior and early development of the mudsucker, a Gobiid fish of California. Copeia. 2: 78 -85.

GONZALEZ, A. A. 1995. La comunidad de peces asociada al manglar de la laguna costera de Celestun, Yucatan, México. Tesis Licenciatura, ENEP. Iztacala. UNAM.

GRIER, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Amer. Zool. 21: 345 - 357.

GROSSMAN, G., Coffin, R. y Moyle, P. 1980. Feeding ecology of the bay goby (Pisces: Gobiidae). Effects of behavioral, ontogenetic, and temporal variation on diet. J. exp. mar. Biol. Ecol. Vol. 44: 47 - 59.

HOOFFMAN, R.A. 1963. Accessory glands and their ducts in the reproductive system of the male toadfish, *Opsanus tau*. Chesapeake Sci. 4(1): 21 - 9.

HYSLOP, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411 - 429.

JOHNSON, G.D., Brothers, E.B. 1993. Schindleria: A paedomorphic goby (Teleostei: Gobioidae). Bull. Mar. Sci. 52(1): 441 - 471.

KATHLEEN, S., Cole. 1988. Predicting the potential for sex change on the basis of ovarian structure in gobiid fishes. Copeia. 4: 1082 - 1086.

KIERNAN, J. A. 1990. Histological & histochemical methods. Theory and practice. Second Edition. Pergaman Press. New York. pp 433.

KOBELKOWSKY, A. 1989. Ictiofauna de las lagunas costeras del estado de Veracruz. Serie Grandes temas de Hidrobiología. Univ. Aut. Met. Iztapalapa. pp. 74 - 93.

LAGLER, K. 1977. Ichthyology. 2ª Edition. John Wiley & Sons. USA. pp 506.

LAHNSTEINER, F., Richtarski, U., Patzner, R. 1990. Functions of the testicular gland in two blennid fishes, *Salaria* (= *Blennius*) *pavo* and *Lipophrys* (= *Blennius*) *dalmatinus* (Blennidae, Teleostei) as revealed by electron microscopy and enzyme histochemistry. J. Fish Biol. 37: 85 - 97.

LEON, O. F. y Rosas, S.R. 1988. Estudio de la biología, distribución y abundancia espacio temporal de la especie *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. México. Tesis Licenciatura. ENEP. Iztacala. UNAM.

LUNA, L.G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3ª Edition. McGraw-Hill, New York. pp 258.

MILLER, P. J. 1984. The tocology of gobiid fishes. Páginas 119 - 153 en G. M. Potts y R. J. Wootton, eds. Fish reproduction, strategies and tactics. Academic Press, London.

MILLER, P. J. 1986. Reproductive biology and systematic problems in gobioid fishes. 640 - 647 en T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura, eds. Indo-Pacific fish biology. Ichthyological Soc. of Japan.

MILLER, P. J. 1992. The sperm duct gland: A visceral synapomorphy for Gobioid fishes. Copeia. 1:253 - 256

MORENO-RUIZ, J. L., Licea, S. y Alvarez-Rubio, M. 1994. Contenido fitopláctico en el tubo digestivo de *Crassostrea virginica* Gmelin, en la laguna de Tamiahua (Diciembre 1985 - Noviembre 1986). Serie Grandes Temas de la Hidrobiología: Los sistemas Litorales. UAMI - UNAM. (2): 1 - 14.

MUNROE, T., Lotspeich, R. 1979. Some life history aspects of the seaboard goby (*Gobiosoma ginsburgi*) in Rhode Island. Estuaries. 2 (1): 22 - 27.

NAKAMURA, E. Taylosr, J. Y Workman, Y. 1980. The ocurrence of life stage of some recreational marine fishes in estuaries of the Gulf Mexico. NOAA. Technical memorandum. NMFS-SEFC-45. U.S.A. Departament of Commerce. National Marine Fisheries Service.

- NELSON, J. 1976. Fishes of the world. John Wiley & Sons. USA. pp 416.
- NIKOLSKY, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. USA. pp 352.
- PALMER, E.E., Sorensen, P.W., Adelman, I.R. 1995. A histological study of seasonal ovarian development in freshwater drum in the Red Lakes, Minnesota. J. Fish Biol. 47. 199 -210.
- PATZNER, R.A. 1991. Morphology of the male reproductive system of *Carolloizetus angelica* (Pisces, Blennioidei, Chaenopsidae). J. Fish Biol. 39: 867 - 872.
- PERALTA, C. C. 1991. Ciclo gónadico a nivel histológico de hembras de *Chirostoma estor copandaro* (pescado blanco) en el Lago de Patzcuaro Mich. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias
- PEZOLD, F. y Grady, J. 1989. A morphological and allozymic analysis of species in the *Gobionellus oceanicus* complex (Pisces: Gobiidae). Bull. Mar. Sci. 45 (3): 648 - 663.
- RASOTTO, M. B. 1993. The embryological origin of the juxtatesticular body in jawfishes (Opistognathidae). J. Fish Biol. 43: 661 - 669.
- RESENDEZ, A. 1981. Estudio de los peces de la laguna de Términos, Campeche. México. II. Biotica. 6 (4): 345 - 430.
- ROBB, A. P. 1982. Histological observations on the reproductive biology of the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L). J. Fish Biol. 20: 397 - 408.
- RODRÍGUEZ, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editor, México, D. F. pp 79.
- SEIWALD, M. y Patzner, R. 1989. Histological, fine-structural and histochemical differences in the testicular glands of gobiid and blenniid fishes. J. Fish. Biol. 35: 631 - 640.

SOLANO, V. H. 1991. Aspectos ecológicos de la comunidad íctica asociada a las riberas de manglar en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Licenciatura. ENEP. Iztacala.

SOTO, G. C., Leatherland, J. F., Noakes, L.G. 1992. Gonadal histology in the self-fertilizing hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* (Pisces: Cyprinodontidae). Can. J. Zool. 70:2338 - 2347.

St. MARY, C. 1993. Novel sexual patterns in two simultaneously hermaphroditic gobies *Lythrypnus dalli* and *Lythrypnus zebra*. Copeia. (4): 1062 - 1072.

TAVOLGA, W. 1954. Reproductive behavior in the gobiid fish *Bathygobius soporator*. Bull. of Amer. Mus. Nat. His. 104: 227 - 260.

TOEPFER, C., Fleeger, J. 1995. Diet of juvenile fishes *Citharichthys spilopterus*, *Symphurus plagiusa*, and *Gobionellus boleosoma*. Bull. Mar. Sci. 56 (1): 238 - 249.

TORRES-Orozco, B. R. 1992. Los peces de México. AGT Editor. México, D.F. pp 235.

VERDIN, T. L., Gómez, C. J., Gónzales, R-, y Aloy, M. P. 1995. Alcohol amílico como aclarante en la técnica histológica. XV Coloquio de Investigación. ENEPI. Memorias.

VIVIEN, J. H. 1938. Sur l'existence de glandes annexes du tractus genital chez le male *Gobius paganellus* L. C. R. Acad. Sci. Paris, 206: 938 - 940.

WASSERMAN, W.J. & Smith, L.D. 1978. Oocyte maturation in nonmammalian vertebrates. In The Vertebrate Ovary (R. E. Jones de.), pp 443 - 468. New York & London: Plenum Press.

WEISEL, G. F. 1949. The seminal vesicles and testes of *Gillichthys*, a marine teleost. Copeia. 2: 101 - 109.

YAÑEZ-ARANCIBIA, A., Nugent, R. 1977. El papel ecológico de los peces estuarinos y de lagunas costeras. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 4 (1): 107 -114.

YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor. México. pp. 189.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## APENDICE I

---

EXPRESIONES UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO PARA LA DESCRIPCION DE LOS ESTADIOS DE CRECIMIENTO DE LOS OVOCITOS Y EXPRESIONES EQUIVALENTES UTILIZADAS POR OTROS AUTORES.

EXPRESIÓN USADA EN ESTE TRABAJO	EXPRESIÓN EQUIVALENTE
Primera fase de crecimiento (Forberg, 1982).	Previtelogénesis (Raven, 1961). Periodo de crecimiento lento (Balinsky, 1970). Periodo Gonadotropo independiente. (De palmer y cols., 1995)
Segunda fase de crecimiento (Forberg, 1982).	Vitelogénesis (Raven, 1961). Periodo de crecimiento rápido (Balinsky, 1970). Periodo Gonadotropo dependiente (De Palmer y cols., 1995).
Estadio de vesiculas de vitelo (Rodríguez, 1992)	Estadio de alvéolos corticales (Patiño, 1995).
Corion (Balinsky, 1970)	Zona radiata Zona pé lucida (Guraya, 1978). Corté x radiata (Gotting, 1961).
Ovogonias (Forberg, 1982).	Ovocitos tempranos (Soto y cols., 1992).
Vesicula germinal (Forberg, 1982).	Núcleo.
Glóbulos de vitelo	Plaquetas de vitelo

## APENDICE II

---

### TÉCNICAS DE TINCIÓN EMPLEADAS EN ESTE TRABAJO.

#### HEMATOXILINA-EOSINA

Xilol I	5'
Xilol II	5'
OH - 96°	3'
OH - 80°	3'
OH - 70°	3'
Agua corriente	
Hematoxilina	7'
Agua corriente	
Alcohol acidulado	
Agua corriente	
Agua amoniacal	
Agua corriente	
Eosina	1'
OH - 70°	1'
OH - 80°	1'
OH - 96°	1'
OH - Abs.	1'
Xilol I	5'
Xilol II	5'

### HEMATOXILINA FERRICA

Xilol I	5'
Xilol II	5'
OH Abs	3'
OH - 90°	3'
OH - 80°	3'
OH - 70°	3'
Agua corriente	
Hematoxilina férrica	10'
Agua corriente	
OH - 70°	1'
OH - 80°	1'
OH - 90°	1'
OH Abs	1'
Xilol I	5'

### TRICRÓMICA (MASSON)

Xilol I	5'
Xilol II	5'
OH - Abs.	3'
OH - 96°	3'
OH - 80°	3'
OH - 70°	3'
Agua	5'
Bouin a 60 °C	1 hr.
Lavar hasta quitar amarillo	
Hematoxilina de Weigerth	5'
Lavar en agua	2'
Tricrómica (cason)	5'
Lavar en agua	3-5'
Deshidratar	
Xilol I	5'
Xilol II	5'

**REACCIÓN DE PAS  
(MUCOPOLISACARIDOS)**

Xilol I	5'
Xilol II	5'
OH - 96°	3'
OH - 90	3'
OH - 80°	3'
OH - 70°	3'
Agua	10'
Ácido peryodico 0.5%	5'
Agua destilada	10'
Reactivo de schiff	20'
Agua corriente	10'
(hasta obtener color rosa)	
Alcohol ácido	
Agua	
Agua amoniacal	
Agua	
OH - 96°	3'
OH Abs.	5'
Xilol I	5'
Xilol II	5'