

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

1  
Lej

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
I Z T A C A L A

"ESTUDIO MORFOLOGICO, MACRO Y  
MICROSCOPICO, DE LAS GONADAS DE  
Gobionellus hastatus GIRARD, EN DIFERENTES  
ETAPAS DE DESARROLLO".

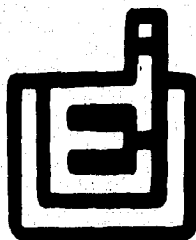
T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ARACELI ABAD SANCHEZ



1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**TESIS**

**COMPLETA**

**Dedicado a:**

**A mi madre, por todo su amor y confianza.**

**A mi abuelito, por el apoyo que me ha brindado siempre.**

**A mis hermanos, por todo el amor que nos une.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Expreso mi más sincero agradecimiento al Biol. José Antonio Martínez Pérez, por su apoyo en la dirección del presente trabajo, además por su paciencia y comprensión .**

**Agradezco de corazón las observaciones y sugerencias aportadas por: Biol. Héctor Barrera Escorcía, Biol. Leticia Verdín Terán, Ma. de los Angeles Sanabria, y Biol. Martha Urzua.**

**Gracias a todos y a cada una de las personas que me apoyaron incondicionalmente: Biol. Roberto Rico, Biol. Rodolfo García Collazo, C. D. Francisco Clavel G.**

**Un agradecimiento muy especial a mis amigos: Victor Martínez Valverde, Roxana Malpica Calderón y Elizabeth Hernández Pérez.**

## INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>SISTEMATICA.....</b>	<b>7</b>
<b>DESCRIPCION DE LA ESPECIE.....</b>	<b>8</b>
<b>AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>9</b>
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>RESULTADOS Y ANALISIS.....</b>	<b>16</b>
<b>DISCUSION.....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>60</b>

## INTRODUCCION

La riqueza del medio acuático no solo está dada en el mar, sino también en los pequeños cuerpos de aguas continentales, como es el caso de los sistemas estuarinos, los que se caracterizan por tener comunicación con ríos, tierra circundante y con el mar de un modo permanente o efímero, lo que les confiere propiedades físico-químicas y biológicas típicas (Contreras, 1985). Dando (1984) define estuario como "un cuerpo de agua semiaislada que tiene comunicación con el mar abierto, dentro del cual el agua de mar es diluida con el agua dulce derivada del drenaje del continente".

La gran importancia que tienen los sistemas estuarinos, es ampliamente reconocida desde los puntos de vista económico y biológico, sin embargo, poco se ha hecho en México para conocer su estructura, su funcionamiento y su dinámica, implicando con ello el conocimiento de sus comunidades ictiológicas considerando aspectos taxonómicos, ecológicos y biológicos (Yañez, 1985; Bedia, 1990).

Yañez y Nugent (1977), aseguran que la dinámica ecológica de dicho ambiente se refleja en la composición cuali y cuantitativa de las comunidades ictiofaunísticas, formadas por todos o algunos de los siguientes grupos: 1) peces dulceacuicolas, que ocasionalmente penetran en las aguas salobres; 2) peces anádramos y catádramos, en tránsito; 3) peces verdaderamente estuarinos, los cuales permanecen toda su vida en el estuario, pudiendo penetrar ocasionalmente al mar o al agua dulce; 4) peces marinos que utilizan el estuario como área de crianza o para desovar, pasando la mayor parte de su vida en el mar, regresando al estuario estacionalmente; 5) peces marinos que efectúan visitas al estuario generalmente como adultos y para alimentarse, y 6) visitantes marinos ocasionales que irregularmente se encuentran en el estuario por diferentes razones, por lo que su frecuencia es deficiente.

**Wootton (1992)** determina la existencia de familias de peces típicas de los estuarios, las que se caracterizan por soportar condiciones ambientales muy cambiantes, siendo éstas: Gobiidae, Atherinidae, Mugilidae, Cipronocionidae y **Hirundinidae** principalmente. **Yañez y Nugent (Op. cit.)** señalan la importancia del papel ecológico de los peces en estos ambientes, así como la necesidad de incrementar las investigaciones en cuanto a su biología, por lo que es indispensable conocer el comportamiento de dichos organismos: crecimiento, madurez gonádica, migraciones, mortalidad, reclutamiento, etc.

El ciclo de vida de cada especie, y en especial la etapa reproductiva, está íntimamente relacionado con factores como : temperatura, fotoperiodo, disponibilidad del alimento y por la situación geográfica. Establecer la etapa reproductiva no resulta sencillo, sin embargo, empleando una serie de métodos y técnicas es posible y es a través de la evaluación de la madurez gonádica como se logra alcanzar dicho fin, por lo que se requiere de ciertos parámetros: proporción hembras-machos, la primera edad en que se alcanza la madurez sexual, el establecimiento de la época reproductiva. Estos parámetros se consideran en base al conocimiento empírico previo a la evaluación (**Rodríguez, 1992**).

Existen un gran número de métodos para evaluar la madurez gonádica, los cuales van desde los empíricos hasta los histológicos. Los métodos empíricos están respaldados por escalas empíricas, las que se han establecido en base a la maduración de los productos sexuales y al crecimiento de las gónadas en la cavidad celómica. Se han establecido varias escalas debido a la variación del ciclo reproductivo de las diferentes especies de peces, siendo las más usuales: Escala Empírica de Maduración de **Nikolsky (1963)** y la Escala Internacional de Maduración Gonádica de los Peces de **Rosas (1981)** (Apéndice I).



Las escalas empíricas son poco precisas, ya que sólo aportan información para establecer el periodo de reproducción, permitiendo estimar la proporción hembras-machos. Por lo anteriormente expuesto se ha requerido establecer una serie de índices que son empleados como indicadores del estado fisiológico de las características fenotípicas y/o caracterizar la fase reproductiva, influenciados por el ambiente, la calidad y disponibilidad del alimento. Estos índices se recomiendan emplear en investigaciones de especies en donde este aspecto es desconocido totalmente. Los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) son buenos indicadores de la madurez gonádica (Rodríguez, op. cit.).

El método histológico es uno de los más utilizados para valorar la condición reproductiva de los peces, ya que a este nivel se evalúa la información empírica obtenida. La importancia de conocer la estructura microscópica, radica en apreciar los elementos celulares. En la gónada no todos los elementos son germinales y los germinales, en ciertas condiciones, no representan un gameto potencial, lo cual es provocado por aspectos fisiológicos y ambientales, trayendo consigo alteración, deformación o producción escasa, de dichos elementos. Este método es mucho más preciso, revela el tipo de desarrollo ovárico o el tipo testicular, y/o la inversión sexual (Bentivegna y Benedetto, 1993). Por lo que también se han establecido escalas histológicas de maduración gonádica (Forberg, 1982; Wallace y Selman, 1981; Overstret, 1983; Rodríguez, 1992) (Apendice II).

Anteriormente se mencionó que una de las familias típicas de los estuarios es la Gobiidae. Esta se caracteriza por presentar aletas pélvicas bien desarrolladas a manera de disco adherente, lo que les permite poder fijarse a las rocas, a las raíces de las plantas acuáticas o a cualquier otro sustrato, resistiendo así las corrientes, son esencialmente bentónicos, se les considera malos nadadores (Lagler, 1984). Dentro de los estuarios no sólo representan el mayor número de individuos, sino también

representan la mayor cantidad de especies: *Dormitator maculatus*, *Gobiosoma bosci*, *Microgobios golosus*, *Gobioides broussoneti*, *Gobionellus hastatus*. Dichas especies se han encontrado en sus diferentes estadios de desarrollo (Flores-Coto y Zavala, 1982; Zavala, Flores, et al, 1988; Pacheco, 1988; Bedía, 1990 y Torres, 1992).

*Gobionellus hastatus* es una especie característica del Golfo de México, se le ha encontrado en el estuario de Tuxpan, Laguna de Tanihua, Laguna de Alvarado, Veracruz y en la Laguna de Términos, Campeche. Por las características físico-químicas de los diferentes sistemas, se le determina como una especie completamente eurihalina, encontrándose en salinidades que van desde los menos 5‰ hasta los 26.0‰ (Castro, 1978).

## ANTECEDENTES

*Gobionellus hastatus* es una especie que aún no ha sido estudiada, solo se reporta como especie acompañante, por lo que se pretendió, en el presente trabajo, aportar información sobre su aparato reproductor. El estudio del aspecto reproductivo, dirigido básicamente a la estructura microscópica de las gónadas, ha resultado ser de suma importancia: **Hyder, M. 1969**, realiza un estudio histológico sobre el testículo de *Tilapia leucosticta* y otras especies del mismo género; **Colombo y Burighel, 1974**, describen la estructura del testículo del góbido negro *Gobius jazo*; **Laird, Ellis y cols., 1980**, trabajan con el desarrollo de la gónada y el sistema inmune de *Salmo solar L.* considerando la inducción autoinmune para la destrucción del testículo; **Grier, Linton y cols. 1980**, describen la estructura de dos tipos de testículos en peces Teleósteos; **Takashima, Patiño y Nomura, 1980**, realizan un estudio histológico sobre la diferenciación sexual en trucha arcoiris; **Grier, 1981**, describe la organización celular del testículo y la espermatogénesis en pez; **Treasurer y Holliday, 1981**, revisan algunos aspectos de la biología reproductiva de *Perca fluviatilis L.* realizando una descripción histológica del ciclo reproductivo; **Van den Hurk y Siof, 1981**, realizaron un estudio morfológico experimental en la diferenciación gonadal de la trucha arcoiris *Salmo gairdneri*; **Wallace y Selman, 1981**, trabajan con aspectos celulares y dinámica del crecimiento de ovocitos en Teleósteos; **Cárdenas, 1982**, realiza la descripción histológica del testículo de *Chirostoma jordani*; **Forberg, 1982**, lleva a cabo un estudio histológico del desarrollo de ovocitos en *Mallotus villosus villosus*; **Robb, 1982**, se avoca a la observación histológica sobre la biología reproductiva de *Melanogrammus aeglefinus*; **Asahina, Uematsu y cols., 1982**, describen la estructura del testículo del góbido *Glossogobius olivaceus*; **Burke y Leatherland, 1984**, estudian los cambios estacionales que sufre el testículo de *Ictalurus nebulosus*, a

través de la histología; **Asahina, Suzuki y cols. 1985**, trabajan con la relación entre la estructura y función esteroidogénica de *Glossogobius olivaceus*; **Grier, 1987**, trabaja con las gónadas de *Centropistes straitus*; **Begovac y Wallace, 1987**, trabajan con el ovario del pez pipa *Syngnathus scovelli*; **Wallace, 1987**, describe la condición general del crecimiento del ovocito; **Cole, 1988**, predice la potencialidad para los cambios sexuales, basado en la estructura del ovario en góbidos; **Down y Leatherland, 1989**, se avocan a la histología de la gónada neoplasmática en ciprínido; **Nakamura, Hourigan, y cols. 1989**, trabajan con la histología y evidencia estructural de la gónada, considerando el cambio sexual con la intervención de hormona esteroidea en *Thalassoma duperrey*; **Cole y Shapiro, 1990**, describen la estructura de la gónada y el hermafroditismo en el góbido del género *Caryphopterus*; **Cole, 1990**, describe la estructura de la gónada de góbidos hermafroditas; **Rasotto y Macanoto, 1992**, trabajan con el aparato reproductor de dos especies de Opisthegnathidae; **Soto y Leatherland, 1992**, se avocan a la histología de la gónada en el proceso de autofecundación de *Rivulus marmoratus*, y **Bentinvenegna y Benedetto, 1993**, realizan un estudio histológico sobre el aspecto gonádico de *Simphodus cinereus*. La morfología macroscópica de las gónadas de pez ha sido descrita por **Nikolsky, 1963**, estableciendo una escala de maduración; **Rosas, 1981**, establece la escala internacional de maduración gonádica de los peces. Por lo anteriormente expuesto se pretendieron los siguientes:

## OBJETIVOS

Describir, a través de la observación macroscópica, las diferencias morfológicas entre la gónada masculina y femenina de *Gobionellus hastatus*, organismo perteneciente al sistema estuarino de Tecolutla, Ver.

Describir la histología de las gónadas femenina y masculina, mediante el uso de la técnica histológica de rutina.

Indicar las diferentes etapas de madurez en las que se encuentren las gónadas femenina y masculina.

## SISTEMATICA

**REINO:** ANIMALIA

**FILO:** CHORDATA

**SUBFILO:** VERTEBRATA

**CLASE:** OSTEICHTHYS

**ORDEN:** PERCIFORME

**FAMILIA:** GOBIIDAE

**GENERO:** *Gobionellus*

**ESPECIE:** *Gobionellus hastatus* Girard

## DESCRIPCION DE LA ESPECIE

### *Gobionellus hastatus*

Esta especie es la representativa de la familia Gobiidae en el sistema. Se localiza predominantemente en las zonas fangosas y su talla máxima capturada es de 233 mm.

El cuerpo se caracteriza por ser sumamente elongado y muy bajo, la altura máxima comprende de 5.5 a 6 veces la longitud total, ésta tiene casi la misma longitud cefálica; la boca es pequeña y terminal, ligeramente oblicua; ambas mandíbulas presentan varias hileras de pequeños dientes cónicos; el hueso maxilar llega casi a la mitad del ojo; los ojos son ligeramente ovales, de posición superior, su tamaño es moderado, caben 5 veces en la longitud cefálica.

El cuerpo está cubierto por pequeñas escamas ctenoideas, cuyo número fluctúa entre 80 y 90, en una línea longitudinal.

Las aletas dorsales se encuentran ligeramente separadas y nunca se fusionan con la caudal; las pélvicas forman un disco perfectamente definido que está separado del vientre, finalizan exactamente donde terminan las pectorales.

Las espinas de la aleta dorsal se proyectan a manera de finos filamentos (se encuentran más desarrollados los de la tercera y cuarta espina); su fórmula radial es: D. VI + 14; A. 15; P. 19.

Presentan coloración verde olivo muy tenue sobre el dorso, el vientre es blanco; los ojos son azules iridiscentes. Se distinguen por presentar una mancha grande de pigmento negro por encima de la parte terminal de la aleta pectoral y otra pequeña sobre la placa hipúrica (se observan más detalladamente en organismos pequeños); las aletas dorsales presentan puntos de pigmento negro (Martínez y cols. en prensa).

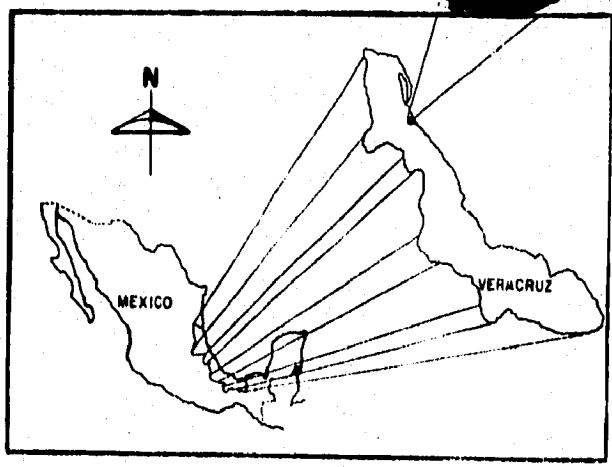
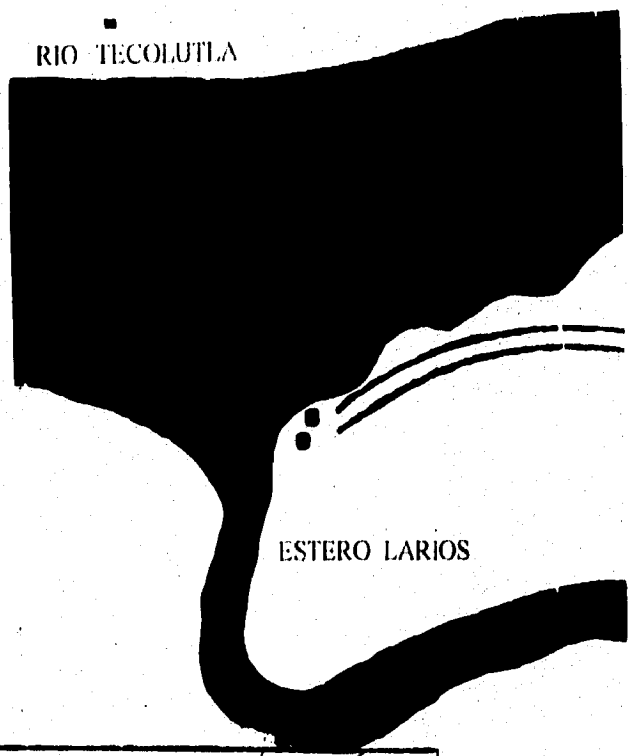
Se distribuyen desde Carolina del Norte hasta Campeche, México (Castro, 1978).

## AREA DE ESTUDIO

El estuario de Tecolutla (Fig. 1), se encuentra localizado en las costas del Golfo de México, entre los paralelos 20° 26' y 20° 29' latitud Norte y los meridianos 96° 59' y 97° 05' longitud Oeste.

Dicho sistema presenta una dirección Suroeste-Noreste. 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, conocido como estero "El Negro" y el estero "Larios". El primero de ellos presenta una ramificación denominada estero "Silveña". Es navegable a lo largo de 25 kilómetros, 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 sistema presenta una temperatura promedio anual de 23.8° C. Enero es el mes más frío, la temperatura promedio es de 19° C, mientras que Agosto, el mes más caluroso, presenta una temperatura promedio de 27° C. El régimen de lluvias es de tipo "m", lluvias de Verano, Septiembre es el mes de máxima precipitación pluvial, siendo la media anual de 1500 a 2000 mm. El clima es de tipo Am (e), según la clasificación de **Koppen**, modificado por **García (1970)**, el cual corresponde a un clima cálido húmedo con régimen de lluvias en Verano y una oscilación de temperatura anual mayor a 7° C.



**Figura 1** Mapa. Ubicación del área de estudio.



## METODOLOGIA

Se realizaron un total de siete muestreos, considerando las estaciones anuales: Primavera, Verano, Otoño e Invierno, comprendidas de 1993 a 1995, dentro del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, específicamente en el estuario Larios, considerando seis zonas de muestreo. El material biológico fue colectado con la ayuda de un chinchorro playero de 50 metros de largo, con una abertura de malla de 0.5 pulgadas. Dicho material se colocó en cubetas de 20 litros de capacidad, se transportó a instalaciones previamente establecidas, en donde se determinó hasta especie, empleando las claves de Castro (1978), Fritzsche (1978) y Hoese (1945); se obtuvo material fotográfico de los organismos. Determinada la especie de interés, *Gobionellus hastatus*, de cada organismo se obtuvo peso, con el auxilio de una balanza granataria, y algunos de sus datos morfométricos: longitud total (LT), longitud patrón (LP), empleando un ictiómetro convencional. Posteriormente los organismos fueron fijados, inyectándoles formol al 10% en distintas regiones de su cuerpo (Levasteau, 1971), fueron colocados en bolsas de plástico rotuladas con todos los datos de colecta pertinentes. Todo el material colectado fue transportado al Laboratorio de Zoología, E.N.E.P. Iztacala. Una vez en el Laboratorio, los peces fueron lavados con agua corriente, eliminando el formol, envasándolos en frascos de vidrio de tamaño adecuado con alcohol al 70%. Después se realizó una redescipción de la especie. Posteriormente se procedió a la disección, con la finalidad de extraer las gónadas e hígados. Dichos órganos se midieron con un Vernier y se pesaron empleando una balanza semianalítica marca Sartorius, para después ser post-fijados en formol al 10%, se etiquetaron adecuadamente.

En base a la información obtenida en relación a los pesos se obtuvieron los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS), según Rosenblum (1987), siendo las fórmulas:

$$\text{IGS} = \text{Wg} / \text{Wt} (100)$$

$$\text{IHS} = \text{Wh} / \text{Wt} (100)$$

en donde:

Wg= peso de la gónada

Wt= peso total del organismo

Wh= peso del hígado

Los cuales indican la época reproductiva y los posibles desoves en un ciclo anual.

Después, considerando cierta secuencia en cuanto a talla y peso de las gónadas, se describieron macroscópicamente, el material se fotografió, empleando una cámara marca Canon. Se tomaron 18 testículos, 18 ovarios y 4 gónadas indiferenciadas, los cuales fueron sometidos a la técnica histológica de rutina, consistiendo en la fijación, inclusión, corte al microtomo y tinción (Luna, 1968). Las muestras fueron deshidratadas en alcoholes graduales desde 70 hasta 100% y aceite de cedro, cada uno con duración de una hora (Com. per. Verdín, 1994). Para el aclaramiento se utilizó cloroformo I y II, cada uno por quince minutos. La infiltración requirió de parafina I y II a 60°C, una hora en cada una (Apéndice III). Posteriormente se incluyeron en Paraplast y fueron cortados a 5 micras utilizando un microtomo de rotación American Optical M-820, y como medio de montaje Ruyter. Se tñeron con la técnica de Hematoxilina-Eosina (Apéndice IV). Las laminillas fueron observadas en un fotomicroscopio Labophot-2 Nikon PFX, para la descripción histológica y la toma de microfotografías (Diagrama de flujo).

## METODOLOGIA

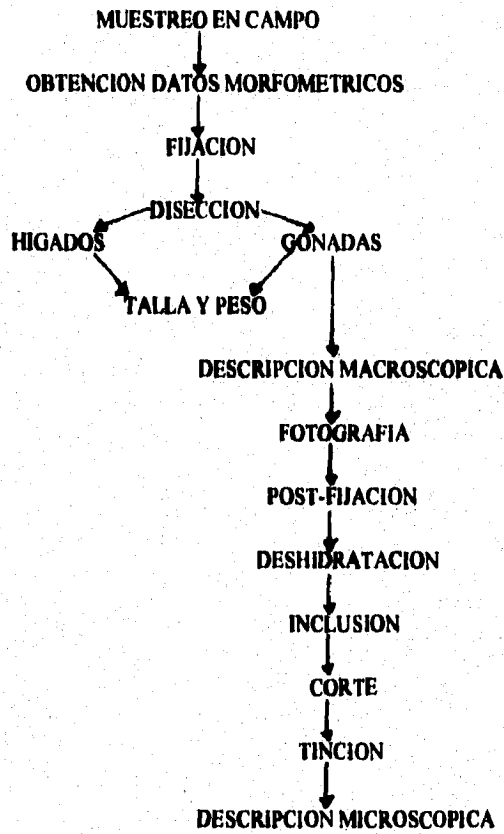
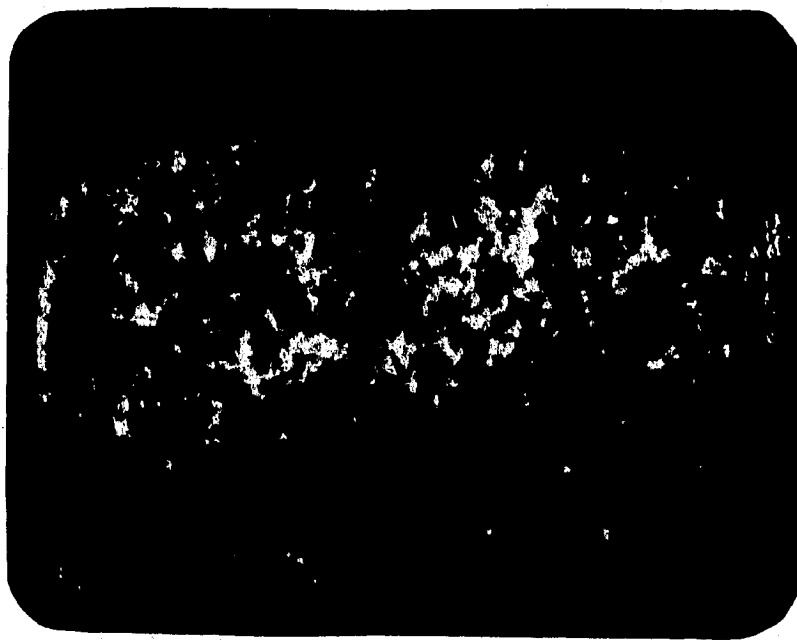
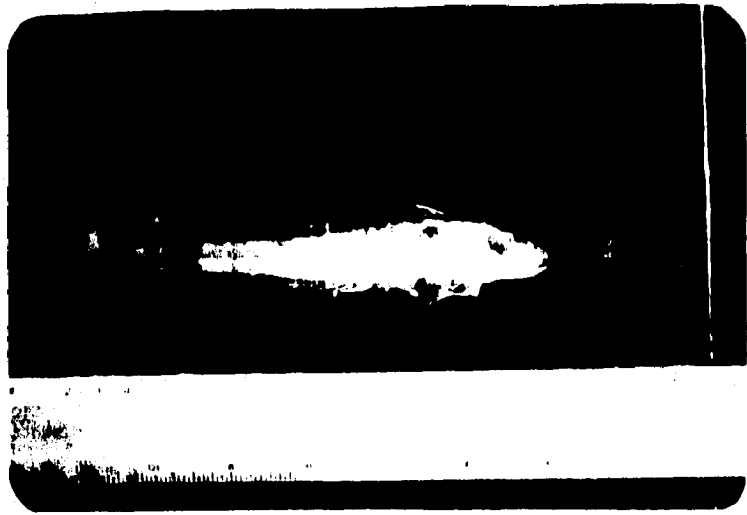


Diagrama de flujo que muestra las actividades realizadas.



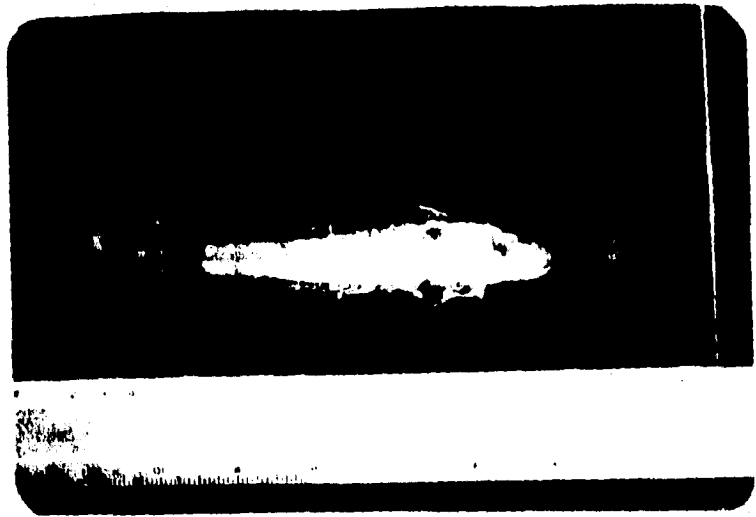
**Foto A** Trabajo de campo, se muestra el chinchorreo.



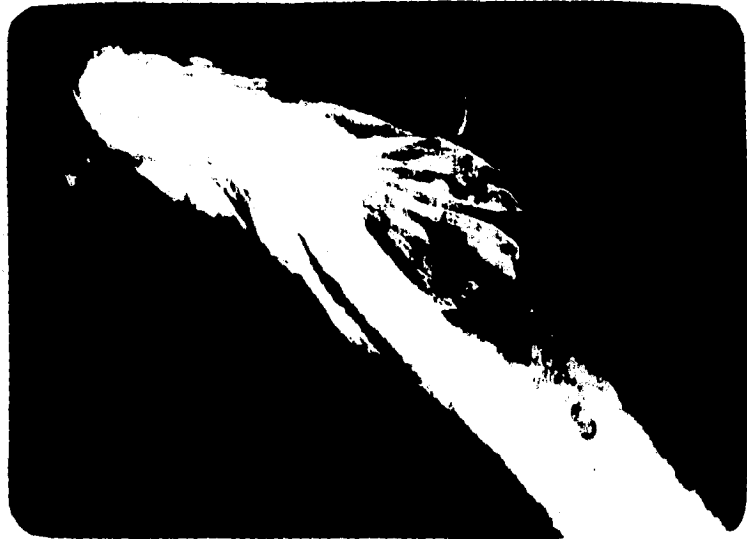
**Foto B** Ejemplar de *Gobionellus hastatus* colectado en el sistema estuarino de Tecolutla, Ver.



**Foto C** Apreciación de las aletas pélvicas, las cuales están fusionadas a manera de disco adherente.



**Foto B** Ejemplar de *Gobionellus hastatus* colectado en el sistema estuarino de Tecolutla, Ver.



**Foto C** Apreciación de las aletas pélvicas, las cuales están fusionadas a manera de disco adherente.

## RESULTADOS Y ANALISIS

### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Durante el período de muestreo, que comprendió de Noviembre de 1993 a Junio de 1995, se capturaron un total de 96 organismos, presentando tallas que van de los 49 a los 233 milímetros de longitud total, cuyos pesos oscilan entre los 0.0076 y los 44.4 gramos (Tabla 1).

Esta especie no presenta dimorfismo sexual, sin embargo **Castro (1978)** plantea que los machos presentan la aleta caudal muy larga, en este trabajo no se logró observar esta característica, tal vez los organismos capturados aún no alcanzaban la talla máxima real de la especie. La madurez gonádica no se observó a simple vista, reflejada en el abultamiento y en la coloración del vientre (**Castro, op. cit.**), debido al grosor y pigmentación de la piel, características propias de la especie, por lo que para conocer el sexo se requirió llevar a cabo la disección de cada uno de los organismos (Fotos D y E). El sexo de los peces pequeños, con tallas menores a los 120 milímetros, macroscópicamente, no se pudo determinar. La gónada empieza a diferenciarse en organismos con tallas de 125 milímetros. Se apreciaron un total de 48 hembras y 41 machos (Tabla 2), siendo la proporción sexual de 1.1:1, en favor de las hembras, en todo el ciclo anual. En las poblaciones de peces nunca se encontrará una proporción sexual equilibrada (**Krebs, 1985**), ya que por su propia naturaleza, en épocas determinadas hay mayor abundancia o de hembras o de machos. En el período de fecundación las hembras abundan, mientras que los machos se encuentran en menor número, debido a su gran potencial espermático (Tablas 2 y 3; gráficas I y II), por lo que en Primavera-Verano la proporción fue de 2.5: 1 y en Otoño-Invierno de 0.5: 2 (Tabla 2).

<i>G. hastatus</i>	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
TALLA mm	112-190	76-233	60-169	49-176
PESO g	6.1-25.4	1.6-44.4	1.2-10.8	0.0076-28.8
TOTAL	10	44	27	15

**Tabla 1** Tallas y pesos, mínimos y máximos, alcanzados por *G. hastatus* en un ciclo anual.

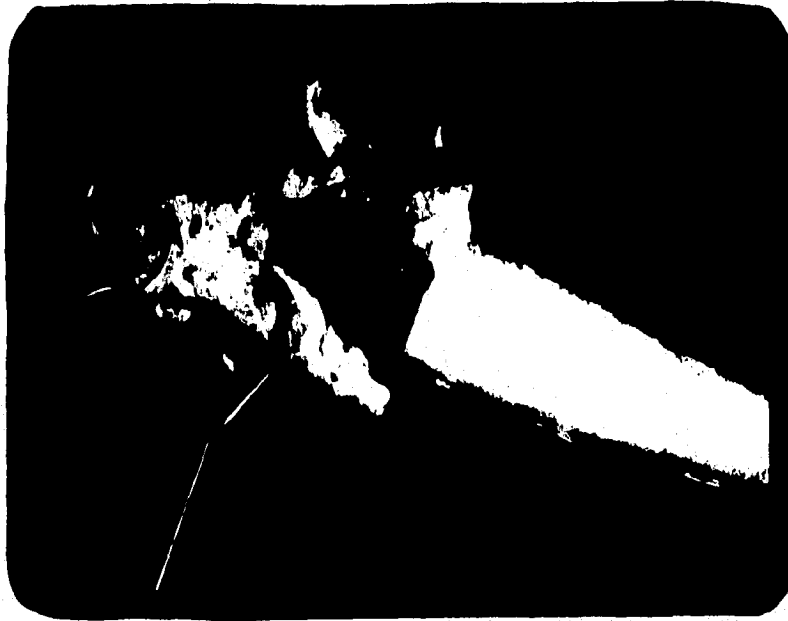
GONADAS	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
FEMENINAS	7	27	9	5
MASCULINAS	3	10	18	10
INDETERMINADAS	0	7	0	0
TOTAL	10	44	27	15

**Tabla 2** Proporción sexual. Durante un ciclo anual la proporción sexual es de 1 : 1.1 en favor a las hembras. Para Primavera-Verano es de 2.5 : 1 y para Otoño-Invierno de 0.5 : 2.





**Foto D** Disección de una hembra. Nótese el tamaño de la gónada, ovario (o), con respecto al organismo; la coloración es amarillo pálido.



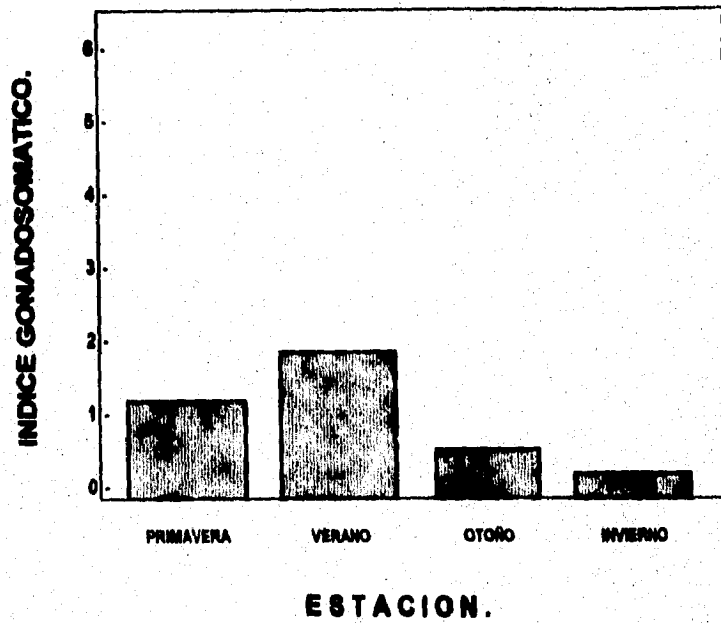
**Foto E** Disección de un macho, testículo (t). Los órganos sexuales, tanto de hembras como de machos, son pareados, ubicados longitudinalmente en la cavidad del cuerpo, por debajo de la columna vertebral.

<b>INDICE GONADOSOMATICO</b>	<b>PRIMAVERA</b>	<b>VERANO</b>	<b>OTOÑO</b>	<b>INVIERNO</b>
<b>HEMBRAS</b>	<b>1.0340</b>	<b>1.5966</b>	<b>0.4710</b>	<b>0.2776</b>
<b>MACHOS</b>	<b>0.1637</b>	<b>1.1783</b>	<b>2.0876</b>	<b>0.1247</b>

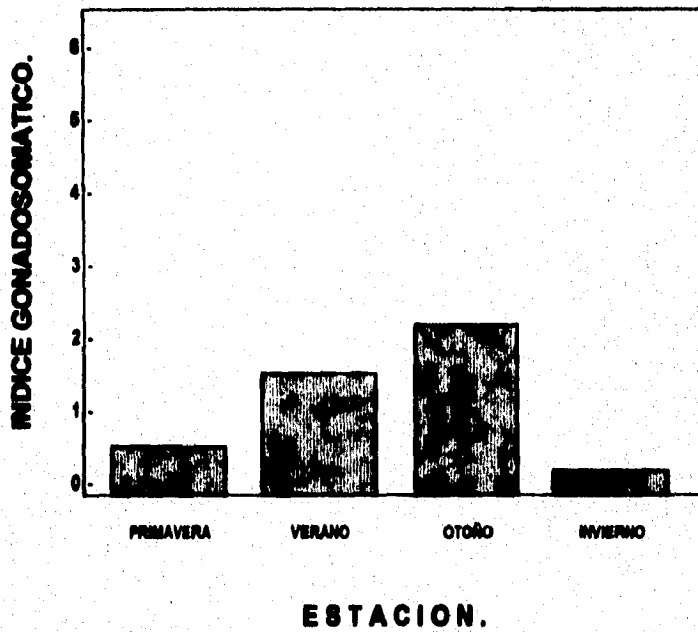
**Tabla 3** Índice Gonadosomático (IGS), alcanzado por *G. hastatus* en las diferentes estaciones del año. Las hembras presentan mayor grado de madurez gonádica en el Verano, mientras que los machos en el Otoño.

<b>INDICE HEPATOSOMATICO</b>	<b>PRIMAVERA</b>	<b>VERANO</b>	<b>OTOÑO</b>	<b>INVIERNO</b>
<b>HEMBRAS</b>	<b>3.6743</b>	<b>5.6939</b>	<b>0.2796</b>	<b>2.004</b>
<b>MACHOS</b>	<b>2.7487</b>	<b>4.7961</b>	<b>0.5292</b>	<b>1.3767</b>

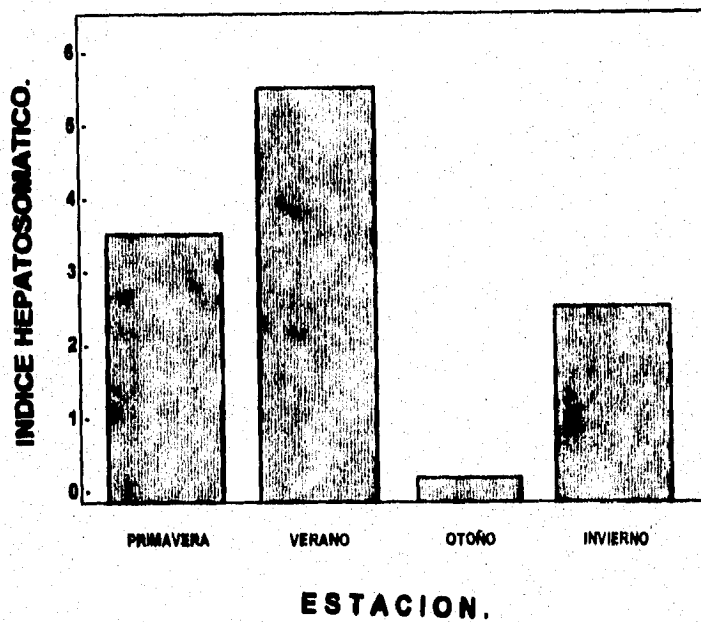
**Tabla 4** Índice hepatosomático (IHS), alcanzado por *G. hastatus* en las diferentes estaciones del año. Hembras y machos alcanzan el mayor valor en Verano.



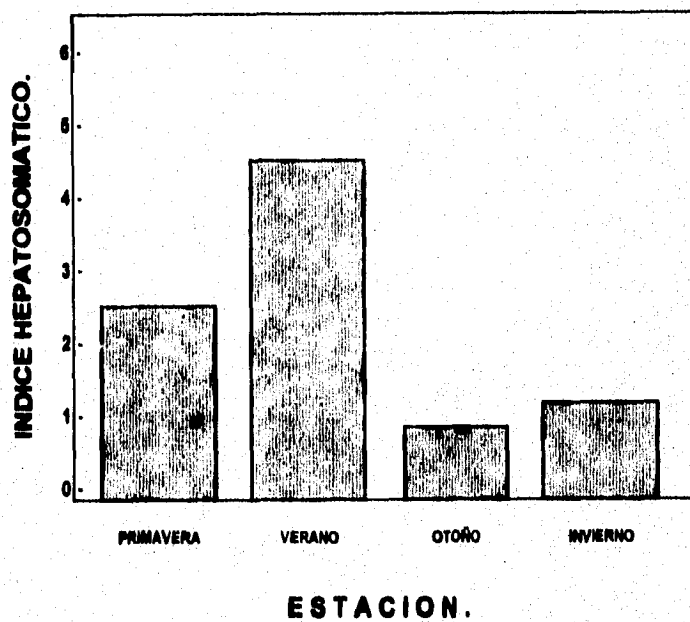
**Gráfica 1** Índice gonadosomático alcanzado por las hembras de *G. hastatus*. Esta especie al tener desarrollo ovárico asincrónico puede desovar varias veces al año, Verano es la estación con mayor grado de madurez gonádica.



**Gráfica II** Índice gonadosomático alcanzado por los machos de *G. hastatus*. Estos organismos alcanzan el mayor grado de madurez gonádica en el Otoño. El valor alcanzado en Verano es parecido al alcanzado por las hembras.



**Gráfica III** Índice hepatosomático alcanzado por las hembras de *G. hastatus*. El hígado incrementa su peso en la época reproductiva. *G. hastatus* al ser una especie con desarrollo ovárico asincrónico el incremento del peso de su hígado varía de una estación a otra, ya que desova varias veces al año.



**Gráfica IV** Índice hepato somático alcanzado por los machos de *G. hastatus*. Los machos también incrementan el peso de su hígado en la época de mayor actividad reproductiva.



**Foto F** Apreciación macroscópica de:

A) testículo, su longitud es de 25-27 milímetros, su peso de 0.700 gramos.

B) ovario, con longitud de 23 milímetros y peso de 0.8094 gramos.





**Foto G** Comparación de tres ovarios en diferentes estadios de maduración. Nótese la diferencia entre cada una de las gónadas, varían en consistencia, morfología y coloración.

a) gónada madura, talla de 23 milímetros y peso de 0.8094 gramos.

b) longitud de 19 milímetros y peso de 0.700 gramos.

c) longitud de 14 milímetros y peso de 0.3632 gramos.

GONADAS	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
LONGITUD DERECHA mm	9-24	18-27	6-19	6-22
LONGITUD IZQUIERDA mm	5-17	20-28	6-20	5-26
PESO g	0.0247-0.2463	0.0112-0.900	0.0003-0.3632	0.0005-0.1248

**Tabla 5** Longitud y peso de las gónadas de *G. hastatus*, alcanzados en un ciclo anual. La longitud está dada para gónada derecha y gónada izquierda.

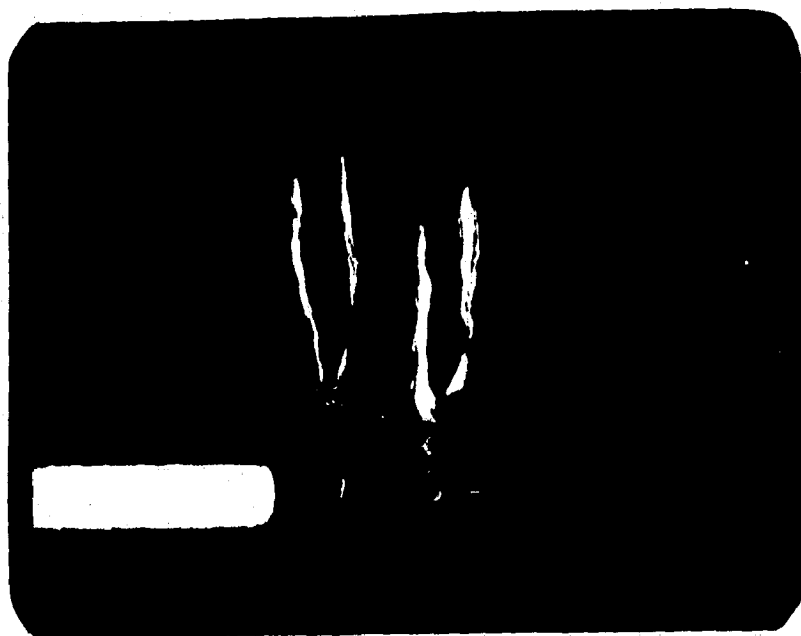
OVARIOS	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
LONGITUD DERECHA mm	10-24	7-27	11-19	10-22
LONGITUD IZQUIERDA mm	7-17	5-28	12-20	9-26
PESO g	0.0293-0.5342	0.0112-0.7023	0.0123-0.3632	0.0022-0.1248

**Tabla 6** Longitud y peso, mínimos y máximos, de los ovarios de *G. hastatus*, observados en un ciclo anual.

TESTICULOS	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
LONGITUD DERECHA mm	9-13	9-27	7-18	14-22
LONGITUD IZQUIERDA mm	7-12	5-27	7-19	12-20
PESO g	0.0122-0.0197	0.0768-0.900	0.0003-0.0896	0.0123-0.3632

**Tabla 7** Longitud y peso, mínimos y máximos, de los testículos de *G. hastatus*, observados en un ciclo anual.

Las gónadas masculinas se apreciaron como estructuras homogéneas en cuanto a forma y tamaño (Foto F), son estructuras delgadas; dependiendo de su madurez se aprecian semiplanas o abultadas (Foto H), sin embargo, el testículo derecho suele ser 1 ó 2 milímetros más largo que el izquierdo. Estas gónadas presentaron tallas que oscilaron entre los 5 y hasta los 28 milímetros y pesos de 0.0003 hasta los 0.900 gramos (Tabla 7). La coloración varió según la talla de estas gónadas, de los 5 a los 9 milímetros presentaron coloración blanco transparente y con tallas de los 12 a los 27 milímetros, tuvieron color blanco lechoso (Foto H).



**Foto H** Comparación de tres testículos en diferentes estadios de maduración. Se aprecia diferencia en coloración, tamaño y consistencia.

a) talla de 25-27 milímetros y peso de 0.700 gramos.

b) talla de 20-22 milímetros y peso de 0.900 gramos.

c) talla de 7-9 milímetros y peso de 0.0213 gramos.

## DESCRIPCION MICROSCOPICA

Las gónadas sometidas a la técnica histológica revelaron:

Los ovarios de *G. hastatus*, llevan a cabo el desarrollo asincrónico, el cual se caracteriza por alojar ovocitos en diferentes estadios de maduración (Foto I), lo que le permite a la especie tener varios desoves a lo largo de un año (Gráfica I y II). La mayor parte de los peces presentan este tipo de desarrollo (Rodríguez, 1992). Los estadios de maduración encontrados; fueron:

A) Estadio de cromatina nucleolar. Los ovocitos se caracterizan por ser pequeños, su núcleo es esférico, muy grande tiene dispersos varios nucleolos redondos; ambas estructuras son fuertemente basófilas, comparadas con el citoplasma (Foto J). Este estadio ha sido descrito en varios Teleósteos, la diferencia radica en la forma de los nucleolos, la cual depende de la fase meiótica en que se encuentren los ovocitos (Forverg, 1982; Overstreet, 1983).

B) Estadio perinucleolar temprano. En este estadio el citoplasma se torna fuertemente basófilo; el núcleo sigue siendo grande, empieza a perder afinidad por la hematoxilina, en la periferia de éste se encuentran los nucleolos esféricos con tamaños diferentes, son muy basófilos (Foto K y M).

**C) Estadio perinucleolar tardío. Los nucleolos siguen en la periferia del núcleo, con la morfología antes mencionada. El núcleo y el citoplasma se tornan débilmente basófilos (Foto I-M).**

**D) Estadio vesículas de vitelo. En el citoplasma se empiezan a observar pequeñas vesículas de vitelo. El citoplasma empieza a tener un contacto más íntimo con el núcleo y los nucleolos. El núcleo se aprecia más pequeño. Se observa la zona radiata del ovocito (Foto L y M).**

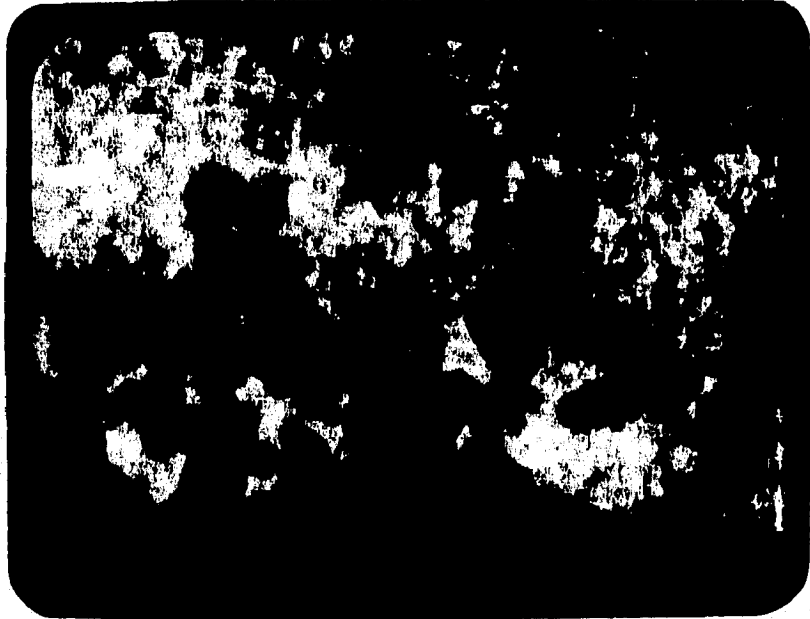
## **NOMENCLATURA DEL OVARIO**

- V = Ovocitos vitelogénicos**
- Mb = Membrana basal**
- N = Núcleo**
- nu = nucleolos**
- Pe = Estadio perinucleolar temprano**
- Pt = Estadio perinucleolar tardío**
- Vv = Estadio vesículas de vitelo**
- cr = cromatina**
- vv = vesículas de vitelo**
- cp = citoplasma**
- Zr = Zona radiata**
- e = eritrocitos**



**Foto I** Apreciación del desarrollo asincrónico. Se observan ovocitos en estadios perinuclear temprano, tardío (Pt), y vesículas de vitelo (Vv). De igual modo se observan: Núcleos (N), cromatina (cr) y vesículas vitelinas (vv). 400 aumentos.





**Foto J** Microfotografía de ovario que muestra ovocitos en estadio de cromatina nucleolar. Se observan núcleos (N) muy basófilos, el citoplasma (cp) es menos basófilo.



**Foto K** Microfotografía de un ovario inmaduro. Se aprecian ovocitos en estadio perinuclear temprano. Se caracterizan por tener citoplasma (cp) muy basófilo, Núcleo (N) grande, esférico; en la periferia de éste se observan numerosos nucleolos (nu) y en el centro cromatina (cr). Se aprecia la Membrana basal (Mb). 1600 aumentos.

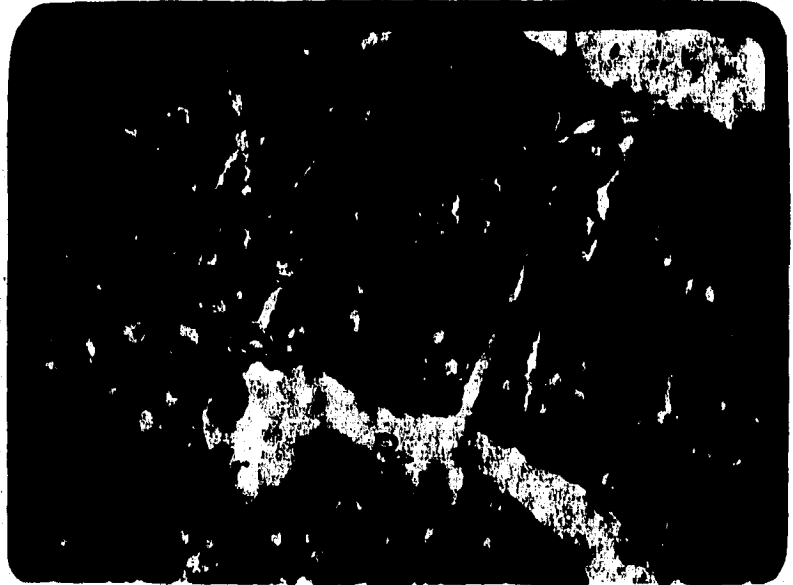


**Foto L** Demostración de dos ovocitos en diferentes estadios de desarrollo. Los estadios son:

A) vesículas vitelinas

B) perinucleolar tardío

Se aprecian núcleos (N), nucleolos (nu), vesículas vitelinas (vv), citoplasma (cp) y la zona radiata (Zr). 1600 aumentos.



**Foto M** Apreciación del desarrollo asincrónico de un ovario medianamente maduro. Se observan ovocitos en estadios: perinucleolar temprano (Pe), perinucleolar tardío (Pt) y vesículas de vitelo (Vv). De igual modo se distinguen: núcleos (N), nucleolos (nu), cromatina (cr) y vesículas de vitelo (vv). 400 aumentos.

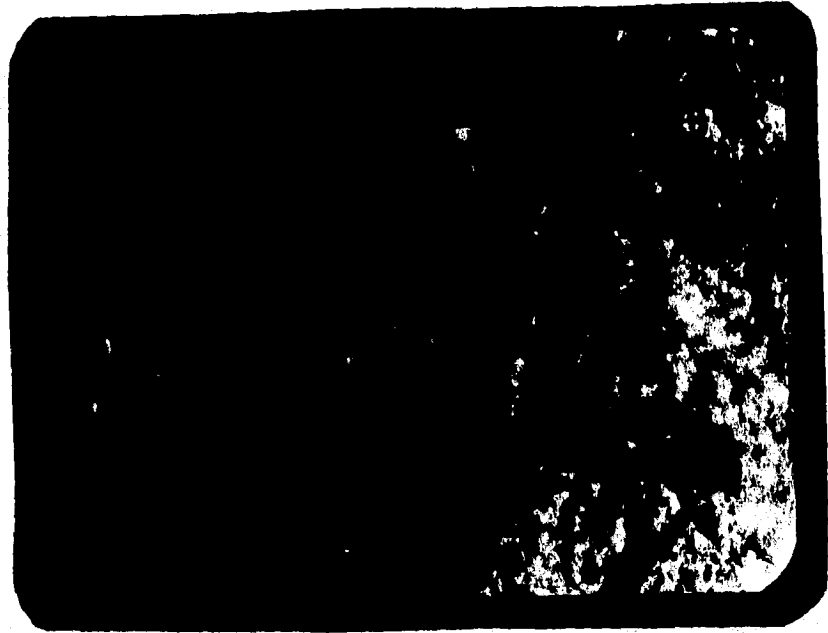
Los cortes histológicos del testículo de *G.hastatus* revelaron que es de tipo lobular (Foto N). Este testículo se encuentra presente en la mayor parte de peces Teleósteos (Grier, 1981; Grier, 1993). Se caracteriza por la formación de lóbulos, conformando cistos, los cuales están rodeados por tejido intersticial, conteniendo células intersticiales o de Leydig (Foto O), las principales productoras de esteroides (Lolr, 1990), conformando una barrera selectiva, creando, en el interior del cisto, un microambiente que favorece la maduración de células germinales (Grier, 1981 y 1983; Laird, op. cit.).

La inmadurez de las gónadas masculinas se caracterizó por la dominancia de paquetes de espermatogonias (Foto P), encontradas a todo lo ancho y largo del testículo. Dichos paquetes están rodeados por tejido intersticial; se llegan apreciar uno que otro cisto con espermatozoides, lo que es debido a la naturaleza del proceso de espermatogénesis (Foto Q). Este proceso se puede detener en la época de recrudescencia gonádica, en donde abundan los estadios de espermatogonias y espermatoцитos primarios, los cuales pueden durar relativamente mucho tiempo. Cuando existen espermatoцитos secundarios, es imposible que el proceso se detenga, ya que al realizarse en éstos la meiosis II sólo se dividen para formar espermátides, y éstos enseguida forman a los espermatozoides (Leeson, 1989).

Conforme el testículo va adquiriendo madurez se van apreciando los diferentes tipos celulares, dominando unos sobre otros (Fotos P-R). La madurez testicular se caracterizó por la excesiva abundancia de espermatozoides, éstos son basófilos (Foto R). Los cistos se rompen, lo que permite la liberación de los espermatozoides hacia el lumen lobular, el cual se continúa con el conducto espermático (Foto S).

## **NOMENCLATURA DEL TESTICULO**

- Ti = Tejido intersticial**
- Mb = Membrana basal**
- C = Cisto**
- S = Células de Sertoli**
- L = Células de Leydig**
- E 1 = Espermatocitos primarios**
- E 2 = Espermatocitos secundarios**
- Et = Espermátides**
- E = Espermatozoides**
- Eg = Espermatogonias**
- Tc = Tejido conectivo**
- Lu = Lumen**
- e = Eritrocitos**

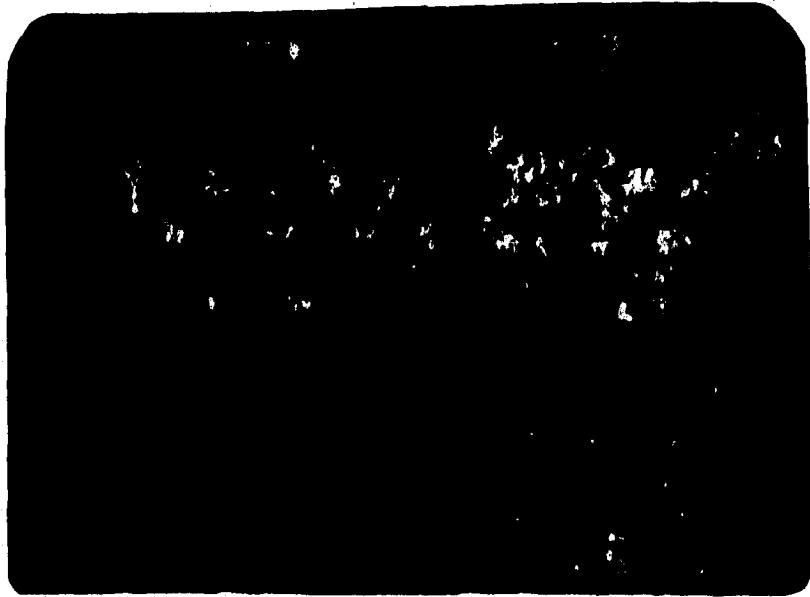


**Foto N** Apreciación del testículo de tipo lobular. Los lóbulos están separados por tejido intersticial (Ti). También se observan cistos (C), conteniendo: espermatogonias (Eg), espermátides (Et) y espermatozoides (E). 800 aumentos.



**Foto O** Cisto (C) delimitado por tejido intersticial (Ti) y por algunas células de Leydig (L), en su interior contiene células germinales que a través de las divisiones meióticas llevan a cabo el proceso de espermatogénesis, en este caso se observan: espermátides (Et) y espermatozoides (E). 1600 aumentos.





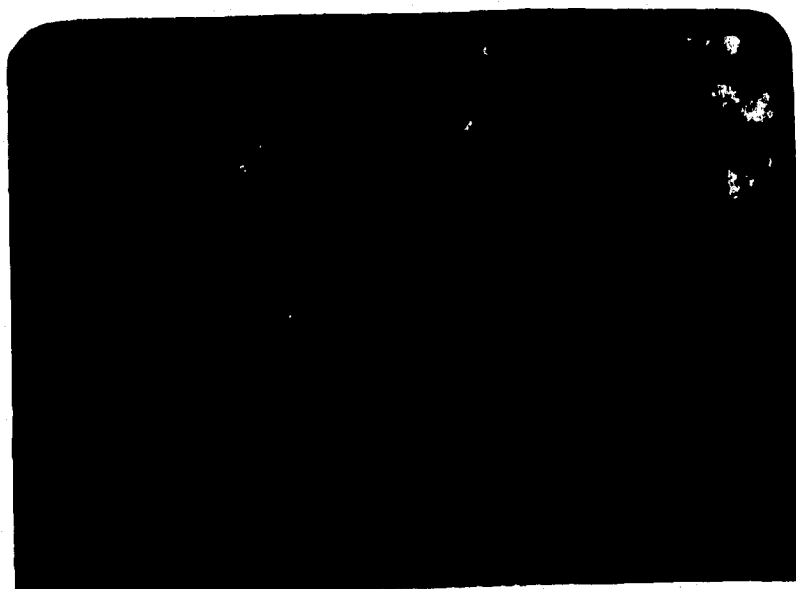
**Foto P** Microfotografía de un testículo inmaduro. Se observan empaquetamientos de espermatogonias (Eg), delimitados por tejido intersticial (Ti), éstas son las células que dominan en la inmadurez. Se aprecia también la presencia de espermátides (Et) y espermatozoides (E), a comparación de las espermatogónias, no son abundantes. 800 aumentos.



**Foto Q** Proceso de espermatogénesis. Revelación de los diferentes tipos celulares: espermatogonias (Eg), Espermatoцитos I (E 1) y II (E 2), espermátides (Et) y espermatozoides (E). El testículo se encuentra revestido por una membrana basal (Mb). 1600 aumentos.



**Foto R** Apreciación de un testículo maduro. Los cistos están repletos de espermatozoides (E), no se aprecia ningún otro tipo celular a lo largo del testículo. 1600 aumentos.



**Foto S** Cuando el testículo lobular está maduro los cistos (C) se rompen y los espermatozoides (E) son liberados al lumen (Lu). 1600 aumentos.

## DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que *Gobionellus hastatus* es una especie permanente del sistema ya que se le encontró durante todo el ciclo anual; sin embargo se observó que la abundancia y la proporción sexual, no fueron constantes a lo largo de dicho ciclo, debido a características biológicas de la misma especie y a las condiciones ambientales del sistema.

La proporción sexual varió de una estación a otra, las hembras abundan en el periodo de fecundación, época reproductiva. Lagler (1984), supone que la viabilidad de los espermatozoides es afectado por la temperatura, cuando éstas son bajas los espermatozoides viven más tiempo que cuando son altas; en otros casos suele ocurrir que los machos maduran espermatozoides un año antes del desove o antes de que las hembras maduren sus ovocitos, tal vez esto ocurra con *G. hastatus*, ya que Otoño-Invierno presentó mayor número de machos, los cuales presentaron gónadas maduras, mientras que en Primavera-Verano dominaron las hembras. Sin embargo el IGS revela que Verano, es la época en donde los organismos presentan madurez gonádica en diferentes grados, por lo que consideramos que en esta estación hay mayor actividad reproductiva, ya que dicho índice tanto de machos como de hembras alcanzaron valores semejantes, sin importar la abundancia de uno u otro sexo; además, en esta misma estación se capturaron el mayor número de organismos con diferentes tallas y pesos.

Las gónadas femeninas se observaron maduras a simple vista, sin embargo, al someterlas a la técnica histológica revelaron ovocitos medianamente maduros, considerándose así en base a las escalas establecidas para determinar la madurez a través de la técnica histológica. Se advirtió de que los ovocitos no presentaron las características propias de la madurez, por lo que se cree que *G. hastatus* es una especie que desova fuera del sistema, y que mientras los organismos migran hacia la zona de desove, sus gónadas siguen madurando hasta alcanzar la madurez requerida para poder ser fecundados.

Los machos no presentaron ningún problema, ya que los pocos capturados se encontraron en diferentes estadios de maduración, se apreciaron los diferentes tipos celulares, tales como: espermatogonias, E 1, E 2, espermátides y espermatozoides, es evidente que conforme los organismos van adquiriendo madurez, la presencia de los diferentes tipos celulares, más avanzados, son los más frecuentes.

Al confrontar estos resultados con los obtenidos en los IGS y HS, nos revelaron que Verano es la época de mayor actividad reproductiva de la especie, sin embargo, éstos se consideran bajos, ya que en otros Teleósteos se han reportado índices gonadosomáticos que oscilan entre un 10 a un 29 % (Rodríguez, 1992). *G. hastatus* sólo presentó un 1.5966 % en hembras y en machos 1.1783 %, creemos que es debido a que como las gónadas aún no han alcanzado su madurez este índice es bajo, a los ovocitos aún les falta incrementar su tamaño y aumentar la cantidad de vitelo. El IHS, también es bajo, probablemente es afectado por el tremátodo que lo parasita.

**Es importante considerar que las estructuras testiculares y ováricas varían según las especies, y tal vez al conocer la morfología de éstas se pueda establecer a que especie a que pertenece dicho órgano. Sin embargo, aún existen contrariedades y desacuerdos en la clasificación de dichos órganos, principalmente de los testículos.**

## CONCLUSIONES

*Gobionellus hastatus* es una especie permanente del sistema.

En tallas menores a los 233 mm no se aprecia el dimorfismo sexual externo.

La proporción sexual es de 1.1:1, en favor a las hembras.

Las gónadas femeninas son típicas de la especie, el ovario derecho tiene forma de bota, el izquierdo tiende a ser lanceolado.

Llevan a cabo el desarrollo de tipo asincrónico, por lo que desovan varias veces al año, siendo el Verano la época de mayor actividad reproductiva.

Los machos presentan testículos del tipo lobular.



## **APENDICE I**

### **ESCALA EMPIRICA DE MADURACION DE NIKOLSKY, 1963**

#### **ESTADIO I**

**Individuos vírgenes**

#### **ESTADIO II**

Los gametos aún no han empezado su desarrollo, las gónadas están a lo largo de la cavidad celómica pero tienen tamaño pequeño. Los óvulos no se distinguen a simple vista.

#### **ESTADIO III**

Madurando. Los óvulos son visibles a simple vista. Los testículos cambian de transparente a color palo de rosa. Las gónadas incrementan su peso rápidamente.

#### **ESTADIO IV**

Maduro. Los gametos están maduros. Las gónadas han alcanzado su peso máximo, pero los gametos no son expulsados aún a suave presión del abdomen.

#### **ESTADIO V**

Reproducción. Los gametos salen a ligera presión, el peso de la gónada decrece rápidamente por el inicio del proceso de desove.

#### **ESTADIO VI**

Gastado. Los gametos ya fueron expulsados. La gónada parece un saco vacío; generalmente permanecen pocos óvulos en las hembras (de acuerdo al tipo de desarrollo del ovario) o espermias en los machos.

## **ESCALA INTERNACIONAL DE MADURACION GONADICA DE LOS PECES, DE ACUERDO CON ROSAS (1981)**

Describe los siete estadios por los que pasan las gónadas de los peces; toma como ejemplo *Cyprinus carpio specularis*, en clima templado a 20°C.

### **ESTADIO I**

Gónadas delgadas, color pálido, no se diferencia el testículo del ovario. Peces jóvenes. Edad aproximada de 3 a 4 meses.

### **ESTADIO II**

Ovarios y testículos delgados, se alcanza a ver el contorno de los óvulos a través de la membrana ovárica. Edad aproximada de 4 a 5 meses.

### **ESTADIO III**

Ovarios más gruesos, óvulos de color amarillo, de diferentes tamaños; los ovarios ocupan más o menos la mitad de la cavidad visceral. Testículos también más grandes y de color blanco. Edad aproximada de 5 a 6 meses.

### **ESTADIO IV**

Los ovarios ocupan más de la mitad de la cavidad visceral, los testículos son de color lechoso y los ovarios de color amarillento más acentuado, hay un aumento marcado en el volumen de las gónadas. Edad aproximada de 6 a 8 meses.

### **ESTADIO V**

Los ovarios y testículos ocupan casi toda la cavidad visceral, los óvulos están próximos al desove. Edad aproximada de 8 a 10 meses.

#### **ESTADIO VI**

**Estadio en que los ovarios y los testículos expulsan con facilidad productos sexuales. Los óvulos salen sin sangre, e independientes uno de otro, la madurez del óvulo y espermatozoide es óptima para realizar la fecundación. Edad aproximada de 10 a 12 meses.**

#### **ESTADIO VII**

**Estadio en que las gónadas se encuentran ya vacías y flácidas. La talla aproximada es variable dependiendo de las especies.**

## **APENDICE II**

### **ESCALA HISTOLOGICA**

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

Son oocitos de pequeño tamaño embebidos en las laminillas ovigeras. Tienen una delgada capa de citoplasma y un núcleo comparativamente grande. Este estadio puede ser subdividido en tres de acuerdo a la etapa de la profase: núcleo presináptico, sináptico o postsináptico.

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

El citoplasma tiene gran afinidad por la hematoxilina, que lo tiñe de morado, ya que es basófilo y carece de vitelo. El núcleo es realmente grande, y dentro de él se observan varios hilos de cromatina, los nucléolos se distribuyen en su periferia, de ahí su nombre. Los gránulos de vitelo pueden ser aparentes, pero no tan claros como en el siguiente estadio.

En la primera fase, los gránulos de vitelo están cerca de la membrana nuclear de donde se mueven a la periferia del citoplasma durante el crecimiento del oocito, que está rodeado de una delgada capa folicular.

#### **ESTADIO II. PERINUCLEOLAR TARDIO**

El citoplasma pierde su afinidad por la hematoxilina y se tiñe débilmente, los gránulos de vitelo tienen forma de punto y miden entre 10 y 15 micras de diámetro. Algunos oocitos presentan el fenómeno de zonación del citoplasma, que consiste en una débil tinción en la parte periférica de consistencia suave y una mayor en la capa más interna con estructura granular. La capa folicular alrededor del oocito empieza a ser conspicua. En la periferia del núcleo se localizan nucléolos de forma esférica, semiesférica o elíptica.

El nucleoplasma contiene cromosomas y gránulos pequeños distribuidos indistintamente.

#### **ESTADIO IV. VESICULAS DE VITelo**

Se caracteriza por la formación de gran cantidad de vesículas de vitelo en el ooplasma, que contienen glicoproteínas o mucopolisacáridos, lo que da una respuesta positiva a la reacción de PAS, tñiendo débilmente de rojo con la eosina. Posteriormente, las vesículas se acumulan centripetamente y crecen. La corona radiada puede ser reconocida entre el citoplasma y la capa folicular, que al principio es muy delgada, compacta y homogénea, pero con el crecimiento de los oocitos se engrosa.

Al inicio de este estadio el núcleo es esférico y contiene muchos nucléolos situados en su periferia.

En la etapa tardía, el núcleo toma forma oval y su contorno empieza a ser indefinido. Los nucléolos pueden tener forma elíptica, de barra o ameboidea.

#### **ESTADIO V. VITELINO PRIMARIO**

Cuando las vesículas de vitelo han ocupado la otra mitad del citoplasma, los glóbulos de vitelo empiezan a aparecer entre ellas; éstos están formados de lipoproteínas y algunos carbohidratos, por lo tanto son eosinófilos, presentando una reacción H-E positiva y una PAS positiva pero débil. La formación de los glóbulos de vitelo proviene de la parte interior del citoplasma, son pequeños y esféricos. Las vesículas de vitelo incrementan su tamaño y número durante esta fase, ocupan las dos terceras partes del citoplasma y tienen afinidad por la hematoxilina.

#### **ESTADIO VI. VITELINO SECUNDARIO**

En el ooplasma se acumulan rápidamente glóbulos de vitelo junto con el crecimiento acelerado de los oocitos. Simultáneamente, las vesículas de vitelo se disponen sin arreglo en la periferia. El núcleo recupera algo de su forma redonda. Los nucléolos conservan la forma, tamaño y distribución del estadio anterior. Algunas veces el micrópilo puede ser observado como una gran célula micropilar.

#### **ESTADIO VII. VITELINO TERCARIO**

Los oocitos aumentan de diámetro junto con los glóbulos de vitelo que también incrementan su número. Las vesículas de vitelo distribuidas en la región periférica hacen uno o dos arreglos y permanecen como en el estadio anterior. El núcleo con forma esférica y contorno bastante débil, tiene unos pocos nucléolos de forma esférica y sin membrana.

Con la desaparición de algunas vesículas vitelinas, fusión de glóbulos de vitelo y agrupamiento de las gotas de aceite da fin la vitelogénesis y se inicia en el polo animal una gran actividad dada por la formación del micrópilo y los siguientes eventos en relación al núcleo.

#### **ESTADIO VIII. NUCLEO MIGRATORIO**

Los oocitos de este estadio son de igual tamaño que el anterior. El núcleo empieza su migración hacia el polo animal, tiene forma circular con contorno débil. Los nucléolos son escasos con forma redonda, están situados en la parte interna del núcleo o cerca de la membrana nuclear. Los glóbulos de vitelo aumentan su tamaño, la zona radiada incrementa su grosor, presenta una estriación definida.

#### **ESTADIO IX. PREMADURACION**

En cuanto el núcleo llega al polo animal, la membrana nuclear desaparece y deja de haber barrera entre el nucleoplasma y el citoplasma. Los nucléolos adoptan forma complicada, pierden su afinidad a la tinción y finalmente desaparecen. La cromatina se torna densa y redonda, se distribuye en el polo animal como citonucleoplasma. En esta misma región se localiza el micrópilo casi completo, con la célula micropilar de gran tamaño formando aún el canal.

#### **ESTADIO X. MADURO**

Los glóbulos de vitelo son grandes en tamaño y están rodeados por el citoplasma cortical, éste es más denso en el polo animal que en el vegetativo. Los alveolos y glóbulos corticales se localizan embebidos en el citoplasma cortical. La zona radiada es densa y el micrópilo está totalmente formado en el polo animal.

Al llegar la vesícula germinal al polo animal, se da la primera división meiótica y el primer cuerpo polar es liberado y el ovocito en metafase II es ovulado.

### APENDICE III

#### INCLUSION EN PARAFINA

FORMOL	10 %	
AGUA CORRIENTE	6 HRS.	
ALCOHOL	70 %	1 HR
ALCOHOL	80 %	"
ALCOHOL	90 %	"
ALCOHOL	96 %	"
ALCOHOL	100 %	"
ACEITE DE CEDRO		"
CLOROFORMO	I	15'
CLOROFORMO	II	"
PARAFINA	I	1 HR
PARAFINA	II	"
INCLUSION		



## APENDICE IV

### HEMATOXILINA-EOSINA

XILOL I	5'
XILOL II	5'
ALCOHOL 96 %	3'
ALCOHOL 90 %	3'
ALCOHOL 80 %	3'
ALCOHOL 70 %	3'
AGUA C.	10'
HEMATOXILINA	7'
AGUA C.	SEGS
ALCOHOL ACIDO	"
AGUA C.	"
AGUA AMONICAL	"
AGUA C.	"
EOSINA	3'
ALCOHOL 70%	3'
ALCOHOL 96%	3'
ALCOHOL ABS.	3'
ALCOHOL ABS.	3'
XILOL I	5'
XILOL II	5'
MONTAR	

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## BIBLIOGRAFIA

Amezcuca, L.F. y A. Yañez. 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la laguna de Términos. El habitat y estructura de las comunidades de peces. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. México. 7 (1): 69-118

Asahina, K., K. Uematsu y K. Aida. 1983. Structure of the testis of the goby *Glossogobius olivaceus*. Bull. Jap. Scient. Fish. 49: 1493-1498

Asahina, K., K. Suzuki, T. Hibiya y B. Tamaoki. 1985. Relationship between the structures and steroidogenic functions of the testes of the urohaze-goby (*Glossogobius olivaceus*). Gen. Comp. Endocr. 57: 281-292

Bedia, S. C.M. 1990. Aspectos ecológicos del ictioplancton del sistema estuarino de Tuxpan, Veracruz, México. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM

Begovac, P.C. y R.A. Wallace. 1987. Ovary of the pipefish, *Syngnathus scovelli*. J. Morphol. 193: 117-133

Bentivegna, F., F. Benedetto. 1993. Histological study on the Gonochorism of *Simphodus cinereus* (Labridae). Cybium, 17 (1): 17-22

Burke, M. A. y J. Leatherland. 1984. Seasonal changes testicular histology of brown bullheads, *Ictalurus nebulosus* LeSuer. Can. J. Zool. 62: 1185-1194

Cárdenas, R.R. 1982. Descripción histológica del testículo de *Chirostoma jordani*. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM

Castro, Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Serie Científica No. 19. México.

Cole, K. 1990. Patterns of gonad structure in hermaphroditic gobies (teleostei: Gobiidae). *Enu. Biol. Fishes* 28: 125-142

Cole, K. y D.Y. Shapiro. 1990. Gonad structure and hermaphroditism in the gobiid genus *Coryphopterus* (Teleostei: Gobiidae). *Copeia* 996-1003

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

Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de pesca. México. pp 253

Dando, P.R. 1984. Reproduction in estuarine fish. Potts, G.W. y R.J. Wootton. 1984. Fish reproduction. academic Press. Great Britain. pp 410

Day, Jr., J.W. y A. Yañez. 1982. Coastal Lagoons and estuaries: Ecosystem approach. *Ciencia Interamericana (Mar. Sci.) OEA* Washington, D.C. 22(1-2): 11-26

Down, N.E. y J.F. Leatherland. 1989. Histopatology of gonadal neoplasia in ciprinid fish from the lower Great Lakes of North America. *J. Fish Dis.* 12: 415-438

Flores-Coto, C. y F.G. Zavala. 1982. Descripción de huevos y larvas de *Dormitator maculatus*, de la laguna de Alvarado, Veracruz. (Pisces: Gobiidae). *An. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México*, 7 (2): 67-78

Flores-Coto y F.G. Zavala. 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México, 9 (1): 141-160

Flores-Coto, C. y M. L. Méndez V. 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México, 9 (1): 141-160

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

Fritzche, A.R. (1978). Development of fishes of the mind-Atlantic Bight. An Atlas of egg, larval and juveniles stages. Chaetodontidae Thugh Ophididae. Fish and wildlife service. U.S. Vol. V

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

Grier, H.J., Linton J.R., J.F. Leatherland y V.L. De Vlaming. 1980. Structural evidence for two different testicular types in teleost fishes. An. J. Anat. 159: 331-345

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

Grier, H.J. 1987. Brown bodies in the gonads of the black sea bass. *Centropistes striatus*. In Proceedings of the Third International Symposium on Reproductive physiology of Fish, St. John's, Nfld. pp 199

Grier, H.J. 1993. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell Barrier. Cache River Press. pp 700-739

Hoese, D. y H. Moore. 1945. Fishes of the Gulf of Mexico: Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A & M. University Press. pp 327

Hyder, M. 1969. Histological studies on the testis of *Tilapia leuosticta* and other species of the genus *Tilapia* (Pisces: Teleostei). Trans. Am. Microsc. Soc. 88: 211-231

Krebs, Ch. J. 1985. Ecología. 2a ed. Harla. México. pp 753

Lagler, F. 1984. Ictiología. AGT Editor. México. pp 489

Lara, D.A. y L.A. Aguirre. 1984. Ecología trofodinámica de los peces estuarinos tropicales. Metodología y análisis de los niveles tróficos. Problema de investigación perteneciente al programa de especialización, maestría y doctorado en Ciencias del Mar. (Oceanografía biológica y pesquera)

Laird, L., M. A.E. Ellis, A.R. Wilson y F.G.T. Holliday. 1978. The development of the gonadal and immune systems in the atlantic salmon (*Salmo solar* L.) and consideration of the possibility of induced autoimmune destruction of the testis. Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique 18, 1101-1106

Leeson, T.S.; C.R. Leeson y A.A. Paporo. 1989. Texto/Atlas de histología. Interamericana. McGraw-Hill. México.

Levasteau, T. 1971. Manual de métodos de biología pesquera. Ed. Acriba. España. FAO. pp 175-228

Loir, M. 1990. Interstitial cells from the testis of the trout (*Oncorhynchus mykiss*) in vivo and in primary culture. Cell Tissue Res 261: 133-144

Luna, L.G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd Ed. McGraw-Hill, New York. pp 258

Nakamura, M., T.F. Hourigan; K. Yamauchi y E.G. Grau. 1989. Histological and structural evidence for the role of gonadal steroid hormones in sex change in the protogynous wrasse *Thalassoma duperrey*. Environ. Biol. Fishes, 24: 117-136

Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London. pp 352

Overstreet, M.R. 1983. Aspects the biology of the spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in Mississippi. Gulf Research Reports, Supplement 1, 1-43

Pacheco, E.S. 1988. Distribución y abundancia del ictioplancton en Tecolutla, Veracruz, durante un ciclo anual. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM

Rasotto, B.N., A. Macanoto y D.Y. Shapiro. 1992. Reproductive apparatus of two jawfish species (Opisthegnatidae) with description of a juxtatesticular body. Copeia, (4) 1046-1053

Robb, A.P. 1982. Histological observations on the reproductive biology of the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.). J. Fish Biol. 20: 397-408

Rodríguez, G.M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces: AGT Editor. México. pp 80

Rosas, M. 1981. Biología acuática y piscicultura en México. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP

Rosenblum, M.; J. Pudney; I. Callard. 1987. Gonadal morphology enzyme histochemistry and plasma steroid levels during the annual reproductive cycle of male and female brown bullhead catfish *Ictalurus nebulosus*. Lesueur. J. Fish Biol. 31: 325-341

Saldaña, F. P. 1987. Algunas consideraciones sobre la ictiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis Profesional. ENEP, Iztacala, UNAM

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

Takashima, F., R. Patiño y M. Nomura. 1980. Histological studies on the sex differentiation in rainbow trout. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 46, 1317-1322

Treasurer, J.w. y F.G.T. Holliday. 1981. Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of reproductive cycle. J. Fish Biol. 18: 359-376

Torres, R. M.A. 1992. Estudio bioecológico del ictioplancton perteneciente a las familias Gobiidae y Eleotridae, en los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM

Van den Hurk, R. y G.A. 1981. A morphological and experimental study of gonadal sex differentiation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Cell and Tissue Research* 218, 487-497

Van, Tienhoven, A. 1983. Reproductive physiology of vertebrates. 2a ed. Ithaca N.Y. pp 491

Verdín, T.L. 1994. Comunicación personal. ENEP Iztacala, UNAM

Wallace, R. A. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am. Zool.* 21: 325-343

Wallace, R., K. Selman; M.S. Greeley; P.C. Begovac; Y. Lin; R. McPherson y T.R. Petrino. 1987. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth. In proceedings of the third International Symposium on Reproductive Physiology of Fish. St. John's Nfld., August 2-7, 1987. Edited by D.R. Idler, L. W. Crim. and J.M. Walsh. Marine Sciences Research Laboratory, St. John's, Nfld. pp 167-177

Wootton, R.J. 1992. Fish ecology. Thomson Litho. Scotland. pp 404

Yañez, A.A. y S.R. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM, México, 4 (1): 107-114



Yañez, A.A. y S.R. Nugent. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras en bocas efímeras del Pacífico de México. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Publ. Especial 2: 1-30

Yañez, A.A. 1985. Inventario evolutivo de los recursos de peces marinos del sur del Golfo de México: los recursos actuales, los potenciales reales y perspectivas. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Cap. 6: 255-274

Zavala, G., C. Flores y M. I. Méndez V. 1988. Desarrollo y distribución larvaria de *Gobiosoma robustum* (Ginsburg) (Pisces:Gobiidae) laguna de Términos, Campeche. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México.