



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

“ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE
Opsanus beta Goode y Bean (OSTEICHTHYES:
BATRACHOIDIDAE) 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 :
ALFREDO GALLARDO TORRES

MEXICO, 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

260563



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.

DEDICATORIAS

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos, por su cariño y apoyo a lo largo de toda mi vida, por lo que estaré siempre en deuda con ellos.

De igual manera quiero dedicar este trabajo a todos mis amigos que me acompañaron a lo largo de toda la carrera, apoyandome de manera completamente incondicional, ellos saben a quien me refiero.

AGRADECIMIENTOS

Al Biol. José Antonio Martínez Pérez por la dirección y asesoría del presente trabajo.

A la M. en C. Leticia Verdín Terán por su inapreciable ayuda, sin la cuál, este trabajo no hubiera podido ser posible; así como por todos sus valiosos comentarios, críticas y sugerencias que sirvieron para enriquecer este trabajo.

A los revisores de tesis, Biol. Araceli Abad Sánchez M.en C. Jonathan Franco López, Biol.Rafael Chávez López por las correcciones y comentarios a este trabajo.

A mi gran amiga y compañera a lo largo de todo este trabajo, Maribel Badillo Alemán por todos los conocimientos y experiencias que compartió conmigo.

A mi amigo Pedro Gabriel Suárez por las magníficas ilustraciones que acompañan a este trabajo.

A mis amigos Emma Méndez Chávez, Nicolas Sánchez Cruz y Leonardo Zamora Arzate por el apoyo brindado a lo largo de todo el tiempo que duró el estudio.

Al personal y técnicos de los laboratorios de Zoología e Histología por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	3
METODOLOGÍA.....	5
ÁREA DE ESTUDIO.....	7
CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE.....	9
SINONIMIAS.....	9
NOMBRES COMUNES.....	9
DISTRIBUCIÓN.....	10
DESCRIPCIÓN EXTERNA DE LA ESPECIE.....	11
RESULTADOS.....	13
OTOLITOS.....	13
VEJIGA GASEOSA.....	15
TRACTO DIGESTIVO.....	17
TIPOS ALIMENTICIOS.....	18
APARATO UROGENITAL.....	20
VEJIGA URINARIA.....	20
GÓNADAS MASCULINAS.....	20
ESPERMATOGONIAS.....	22
ESPERMATOCITOS.....	22
ESPERMATIDES.....	22
ESPERMATOZOIDES.....	25
GLÁNDULAS ACCESORIAS.....	25
GÓNADAS FEMENINAS.....	32
ESTADIO DE CROMATINA NUCLEOLAR.....	32
ESTADIO PERINUCLEAR TEMPRANO.....	32
ESTADIO PERINUCLEAR TARDÍO.....	34
ESTADIO DE ALVEOLOS CORTICALES.....	34
ESTADIO VITELINO PRIMARIO.....	34
ESTADIO VITELINO SECUNDARIO.....	34
ESTADIO VITELINO TERCARIO.....	34
SUBESTADIO NUCLEOLAR MIGRATORIO.....	38
SUBESTADIO DE PREMADURACIÓN.....	38
SUBESTADIO DE MADURACIÓN.....	38
ETAPAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO TEMPRANO.....	40
DISCUSIONES.....	43
TIPOS ALIMENTICIOS.....	43
ASPECTOS REPRODUCTIVOS.....	43
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ÁPENDICE.....	55

INTRODUCCIÓN

La zona costera es un amplio espacio de interacciones del mar, la tierra, aguas epicontinentales y la atmósfera, en términos generales son conocidos como: bahías, pantanos, marismas, lagunas salobres y estuarios, áreas afectadas directamente por la influencia de las mareas.

En particular, los ambientes lagunar-estuarinos que forman parte de la zona costera en México, constituyen del 30% al 35% de los litorales del Pacífico, Golfo de México y Caribe abarcando 1.5 millones de hectáreas (Yañez-Arancibia, 1986).

La definición más usada de un estuario ha sido dada por Pritchard (1967) que define: "un estuario es un cuerpo de agua costero, semicerrado, que tiene conexión libre con el mar, y en el cual el agua de mar es considerablemente diluida con el agua dulce derivada de los drenajes terrestres" (McLusky, 1989). Sin embargo, esa definición excluye a las lagunas costeras, que pueden cortar temporalmente su conexión con el mar y que son inundadas por agua de mar a intervalos regulares; por lo anterior, Day (1981) modifica esa definición quedando: "un estuario es un cuerpo de agua particular, costero, cerrado, el cual está permanentemente o periódicamente abierto al mar, y por lo cual, hay una considerable variación de la salinidad, debida a la mezcla de agua de mar con agua dulce, derivada del drenaje terrestre" (Kennish, 1986).

Lo que hace a los estuarios habitats únicos, es el cambio continuo de salinidad y nivel de agua, y en menor grado, de la temperatura, entre otros factores, lo que los hace regiones típicas de refugio, por la abundancia de sedimentos fangosos y un constante suministro de detritus o nutrientes disueltos (Barnes, 1974).

Por lo anterior, los estuarios se consideran entre las zonas más productivas del mundo, que se constituyen en importantes zonas de reproducción, crianza y alimentación para innumerables especies acuáticas.

La situación de los peces, dentro de la trama trófica de los estuarios y lagunas costeras, determina que por su biología y relaciones ecológicas, ellos transformen energía desde fuentes primarias, conduzcan energía activamente a través de la trama trófica, que por migraciones intercambien energía con ecosistemas vecinos, a través de importación y exportación de ella; constituyan una forma de almacenamiento de energía dentro del ecosistema, y que por lo tanto, son agentes de regulación energética (Yañez-Arancibia, 1977).

En forma típica, las comunidades de peces de estuario están compuestas de una mezcla de especies endémicas y de las que llegan desde el mar, más unas pocas especies con capacidades osmorreguladoras, que les permiten penetrar desde el medio exterior de agua dulce. La riqueza ictiofaunística de los sistemas lagunares-estuarinos de México, ocupa uno de los primeros lugares entre las zonas tropicales del mundo; se estima que en conjunto, más de 400 especies habitan estos ambientes, siendo cerca de 350 especies de origen marino. Las familias de peces con mayor riqueza específica son: Gobiidae, Carangidae, Scianidae, Gerridae, Engraulidae, Bothidae, Centropomidae, Lutjanidae, Clupeidae y Ariidae (Fuentes, 1993).

Opsanus beta es una especie típica del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz; pertenece a la familia Batrachoididae y es considerada de escasa importancia comercial, ya que aún cuando en ciertas regiones son consumidos, son generalmente rechazados por su aspecto repulsivo, siendo quizá esta una de las razones por las cuales pocos estudios se han realizado sobre esta especie.

ANTECEDENTES

La familia Batrachoididae está considerada como una de las familias de teleósteos más altamente evolucionadas (Lagler y cols. 1962). Sin embargo, pocos son los estudios que se han realizado a nivel mundial sobre esta familia, como los de :

-Schultz y Reid (1937) describen las características del género *Opsanus* y dan una clave para las especies de este género en el Atlántico.

-Gray y Winn (1961) estudian la ecología reproductiva de *Opsanus tau* y encuentran que la emisión de sonido está en estrecha relación con la temporada de reproducción.

-Hoffman (1962 y 1963) describe las gónadas masculinas y vesícula seminal del pez sapo *Opsanus tau*, así como sus respectivos ductos y variaciones estacionales.

-Fine (1975) pesa y mide el ancho de 144 vejigas gaseosas de machos y hembras de *Opsanus tau* sin encontrar dimorfismo sexual en esta estructura.

-Collete y Russo (1981) hacen una revisión del género *Batrachoides* describiendo a dos nuevas especies de este género, e incluyendo algunas notas sobre la morfología de la vejiga natatoria, fecundidad, hábitos alimenticios y parásitos de las nueve especies reconocidas para este género.

-Wilson y cols. (1982) discuten algunos métodos para medir la edad en *Opsanus tau* y contribuyen con algunas anotaciones sobre sus hábitos alimenticios y rango de crecimiento.

-Radtke y cols. (1985) miden el crecimiento somático y de los otolitos de *Opsanus tau* encontrando que esto simplifica la determinación de la edad en esta especie.

-Walker (1988) realiza una revisión del género *Porichthys* en el Pacífico y describe tres nuevas especies pertenecientes a este género.

En particular para *Opsanus beta*, los trabajos realizados son:

-Breder (1941) aporta algunos datos relacionados con su reproducción en las costas de Florida.

-Diener y cols. (1974) examinan diez ejemplares de la especie en un rango de 65-166 mm con el fin de evaluar su contenido estomacal.

-Walsh y cols. (1987) miden la actividad de ocho enzimas en el músculo sónico y evalúan las diferencias en el metabolismo de tales enzimas relacionadas con el sexo.

-Walsh y cols. (1989) analizan algunos aspectos relacionados con la actividad enzimática del músculo sónico de la vejiga natatoria, encontrando diferencias en esta actividad entre sexos y tallas.

-Walsh y cols. (1994) estudian los efectos del confinamiento/amontonamiento sobre la ureogénesis de esta especie, encontrando que es una especie capaz de cambiar su excreción de amonotélica a urotélica.

En México, los trabajos que hacen referencia a *Opsanus beta*, se limitan a los de :

-Vargas-Maldonado y Yañez-Arancibia (1981) que consideran a esta especie un visitante cíclico y consumidor de segundo orden en la Laguna de Términos.

-Montoya y cols. (1993) que realizan un análisis anatómico del sistema digestivo de la especie y discuten algunos aspectos relacionados con su dieta en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

Como puede observarse, los trabajos sobre esta especie son escasos, y retomando lo que señala Castro-Aguirre (1978) de la falta de estudios sinópticos, se emprende el presente trabajo, cuyo objetivo general es aportar datos sobre algunos aspectos biológicos de *Opsanus beta*, por lo cual, se plantean los siguientes objetivos particulares:

-Realizar una descripción de algunas estructuras internas, como, otolitos, vejiga gaseosa, vejiga urinaria y tracto digestivo.

-Determinar los tipos alimenticios de la especie en el sistema estuarino de Tecolutla.

- Realizar una descripción macro y microscópica de las gónadas de *Opsanus beta*, así como hacer algunas observaciones sobre la reproducción de esta especie.

-Dar a conocer algunas de las etapas de desarrollo embrionario temprano de *Opsanus beta*.

METODOLOGÍA

Obtención del material biológico.-

Se realizaron cinco salidas al sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, durante los meses de marzo, septiembre y noviembre de 1996 y en marzo y abril de 1997. El material biológico se colectó realizando arrastres con un chinchorro playero de 50 metros de largo, con abertura de malla de 0.5 pulgadas. Asimismo, se realizó una revisión manual de diversos objetos sumergidos para rastrear las puestas de *Opsanus beta*.

Una vez colectado el material, se colocó en cubetas de 20 litros y palanganas (para el caso de las puestas) y se trasladó a un laboratorio provisional; una vez ahí, los organismos adultos fueron sacrificados, se les tomaron sus datos merísticos y morfométricos con un ictiómetro graduado en milímetros y una balanza granataria Ohaus 1-2610 gr.; se fijaron inmediatamente en formol al 10% y se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas para ser trasladadas al laboratorio de Zoología de la E.N.E.P.I.; la identificación de la especie se realizó con ayuda de las claves de Castro-Aguirre (1978).

Las puestas de *Opsanus beta*, colocadas en palanganas, se trasladaron al laboratorio de Zoología con bombas de aire, en donde se mantuvieron vivas durante ocho días.

Descripción interna de algunas estructuras.-

Los organismos fijados fueron disecados, haciendo un corte desde el ano y a lo largo del vientre para poder describir parte de su morfología interna, como son: forma del tracto digestivo, vejiga gaseosa, otolitos, vejiga urinaria y gónadas, lo cual se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico Nikon.

Tipos alimenticios.-

Los tractos digestivos se colocaron en cajas petri y se desgarraron con agujas de disección, el contenido se examinó con un microscopio estereoscópico Nikon, determinando el tipo alimenticio hasta donde fue posible. Debido al escaso número de organismos que presentaron algún tipo de contenido en su tracto, se decidió no aplicar ningún análisis cuantitativo para no subestimar ni sobrestimar ningún ítem alimenticio.

Descripción microscópica de las gónadas.-

Se extrajeron las gónadas, se pesaron en una balanza analítica marca Sartorius, y midieron con un vernier. Las gónadas fueron postfijadas con formol al 10% y se sometieron a la técnica histológica de rutina, la que consiste en: lavado en agua durante una hora, deshidratación en alcoholes graduales desde el 70% hasta el 100%, una hora en cada uno. Después se colocaron en alcohol amílico durante doce horas para aclararlas (Verdín y cols., 1995). Posteriormente se infiltraron en parafina I y II a 60°C, durante una hora en cada una; posteriormente se incluyeron en parafina y se cortaron con un microtomo de rotación American-Optical M-820, a 5 y 8 micras. Los cortes fueron teñidos con diversas técnicas; hematoxilina-eosina, hematoxilina férrica, aldehído-fucsina y la reacción de PAS. Las laminillas se observaron y fotografiaron en un microscopio óptico Labophot-2 Nikon PFX.

Etapas de desarrollo embrionario temprano.-

Con las puestas colectadas se realizaron observaciones sobre su desarrollo con un microscopio estereoscópico Nikon, donde también se fotografiaron los diversos estadios encontrados. Asimismo, se obtuvieron diversos datos morfométricos como: diámetro de huevos, longitud de las larvas, y longitud del saco vitelino.

ÁREA DE ESTUDIO

Tecolutla se localiza a los 20° 30' latitud norte y a los 97° 01' de longitud oeste; pertenece al municipio de Gutiérrez Zamora, del Estado de Veracruz (Figura 1).

El sistema estuarino de Tecolutla 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, conocidos como estero "El Negro" y estero "Larios"; el primero de ellos presenta una segunda ramificación denominada estero "Silveña".

Tecolutla presenta un clima tipo Am (e), según la clasificación de Koppen, modificado por García y que corresponde a un clima cálido húmedo con régimen de lluvias en verano y una oscilación de temperatura anual mayor a 7°C.

La vegetación que domina a la orilla de los brazos de los esteros es principalmente arbustiva y compuesta de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*) y pequeños manchones de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), así como por pastos del género *Ruppia* spp.

CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE

La siguiente clasificación se tomó de Nelson (1976).

Phylum:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Infraclasse:	Teleostei
División:	Euteleostei
Superorden:	Paracanthopterygii
Orden:	Batrachoidiformes
Familia:	Batrachoididae
Subfamilia:	Batrachoidinae
Género:	<i>Opsanus</i> Rafinesque, 1817.
Especie:	<i>Opsanus beta</i> Goode y Bean, 1882.

SINONIMIAS

Opsanus beta fue descrito originalmente como *Batrachus tau beta* por Goode y Bean .
Opsanus vandeuseni, Fowler, es también sinónimo de *Opsanus beta*.

NOMBRES COMUNES

La siguiente es una lista de los nombres comunes que se aplican a *Opsanus beta*:

- Pez sapo
- Pejesapo
- Gulf toadfish (Pez sapo del Golfo)
- Dogfish (Pez perro)
- Mudfish (Pez lodo)
- Oyster dog (Perro de las ostras)
- Oyster toadfish (Pez sapo de las ostras)
- Slimer (Baboso).

CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE

La siguiente clasificación se tomó de Nelson (1976).

Phylum:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Infraclasse:	Teleostei
División:	Euteleostei
Superorden:	Paracanthopterygii
Orden:	Batrachoidiformes
Familia:	Batrachoididae
Subfamilia:	Batrachoidinae
Género:	<i>Opsanus</i> Rafinesque, 1817.
Especie:	<i>Opsanus beta</i> Goode y Bean, 1882.

SINONIMIAS

Opsanus beta fue descrito originalmente como *Batrachus tau beta* por Goode y Bean .
Opsanus vandeuseni, Fowler, es también sinónimo de *Opsanus beta*.

NOMBRES COMUNES

La siguiente es una lista de los nombres comunes que se aplican a *Opsanus beta*:

- Pez sapo
- Pejesapo
- Gulf toadfish (Pez sapo del Golfo)
- Dogfish (Pez perro)
- Mudfish (Pez lodo)
- Oyster dog (Perro de las ostras)
- Oyster toadfish (Pez sapo de las ostras)
- Slimer (Baboso).

CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE

La siguiente clasificación se tomó de Nelson (1976).

Phylum:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Infraclase:	Teleostei
División:	Euteleostei
Superorden:	Paracanthopterygii
Orden:	Batrachoidiformes
Familia:	Batrachoididae
Subfamilia:	Batrachoidinae
Género:	<i>Opsanus</i> Rafinesque, 1817.
Especie:	<i>Opsanus beta</i> Goode y Bean, 1882.

SINONIMIAS

Opsanus beta fue descrito originalmente como *Batrachus tau beta* por Goode y Bean .
Opsanus vandeuseni, Fowler, es también sinónimo de *Opsanus beta*.

NOMBRES COMUNES

La siguiente es una lista de los nombres comunes que se aplican a *Opsanus beta*:

- Pez sapo
- Pejesapo
- Gulf toadfish (Pez sapo del Golfo)
- Dogfish (Pez perro)
- Mudfish (Pez lodo)
- Oyster dog (Perro de las ostras)
- Oyster toadfish (Pez sapo de las ostras)
- Slimer (Baboso).

DISTRIBUCIÓN

Los peces del orden Batrachoidiformes, conocidos como peces sapo, son pequeños peces bentónicos que habitan en las aguas cálidas de América, Europa, África, Asia y Australia. Muchos batracodidos son marinos; algunos son estuarinos o enteramente fluviales (Halstead, 1971).

La familia Batrachoididae se compone de tres subfamilias y cerca de 55 especies, y se encuentran en el Atlántico, Indico y Pacífico (Bond, 1979).

Opsanus beta es una especie primariamente bentónica, que pasa la mayor parte del tiempo cerca o recostada sobre el fondo; se puede encontrar escondida en cavidades, troncos, bajo rocas o en cualquier objeto sumergido; y se distribuye desde Key West, Florida, hasta la sonda de Campeche, en toda la periferia del Golfo de México, en ambientes eurihalinos (Castro-Aguirre, 1978).

DESCRIPCIÓN EXTERNA DE LA ESPECIE

Opsanus beta es una especie bentónica de cuerpo robusto, de forma subcilíndrica en su parte anterior y comprimida en la posterior; de color gris a negro con franjas o manchas más oscuras en el dorso y los costados, así como en las aletas; el vientre es de color blanco, pudiendo tener manchones de color; carece de escamas en todo el cuerpo.

La cabeza es grande, ancha y fuertemente deprimida, abarcando aproximadamente un tercio de la longitud patrón; los ojos son protuberantes, dirigidos ligeramente hacia arriba y con un par de papilas carnosas sobre cada ojo. La boca es amplia y semicircular, presenta labios anchos y carnosos, se encuentra en posición terminal y dirigida ligeramente hacia arriba, poseen de una a dos hileras de dientes cónicos, tanto en mandíbula como en maxila, así como en la parte interna del labio superior. Estos dientes tienden a volverse más anchos y menos afilados en los individuos de tallas mayores. Asimismo, en la cabeza, alrededor de la boca y por detrás de ésta, se encuentran una gran cantidad de proyecciones dérmicas, unas en forma de papilas y otras filamentosas.

Las membranas branquiostegas están fusionadas. Presentan tres espinas sobre el preopérculo, las cuales se encuentran cubiertas por piel.

La línea lateral se origina desde la punta del hocico y se ramifica en tres líneas por detrás de los ojos; las tres ramas se continúan hasta la aleta caudal, una de ellas se encuentra por debajo de la base de la aleta dorsal, otra por encima de la base de la aleta anal y la última se aprecia por encima de la línea media lateral del cuerpo (Martínez, comunicación personal) (Figura 2).

La fórmula radial es DIII+23-26, P119-20, P22, A19-23. La primera aleta dorsal, constituida por tres espinas, surge por detrás del origen de las aletas pectorales, y se conecta con la segunda dorsal mediante una delgada membrana. Las aletas pectorales son redondeadas, nacen justo por detrás de la abertura branquial y presentan un foramen axilar por detrás de éstas. Las aletas pélvicas se encuentran en posición yugular, en la parte ventral del cuerpo, tienen forma de hoz en los individuos de tallas pequeñas, conforme estos van creciendo, las aletas pélvicas tienden a volverse redondeadas, lo mismo sucede con la aleta caudal, que en individuos pequeños y medianos es lanceolada, mientras que en las tallas mayores se torna redondeada.

Opsanus beta es una especie agresiva que en cuanto es tocada o molestada, inmediatamente trata de morder y levanta las espinas dorsales y preoperculares.

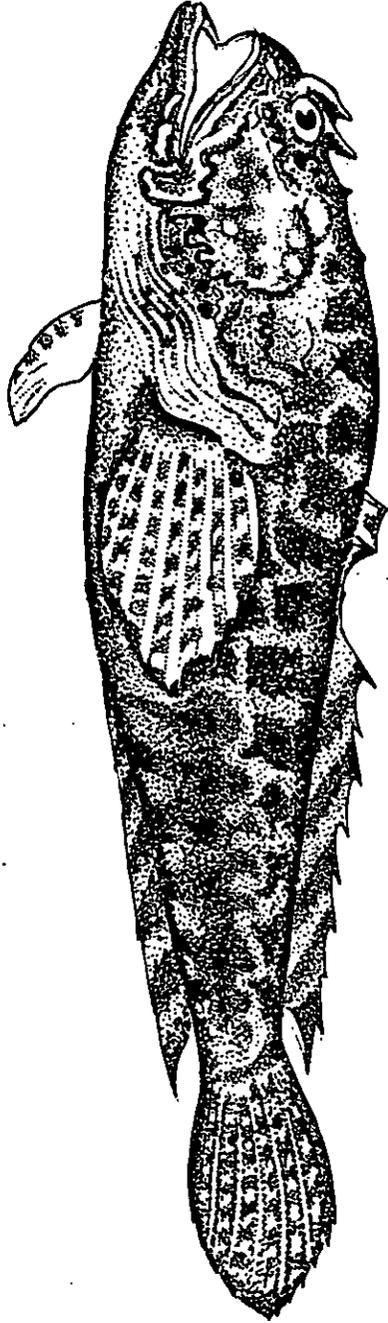


FIGURA 2. *Opsanus beta*.

RESULTADOS

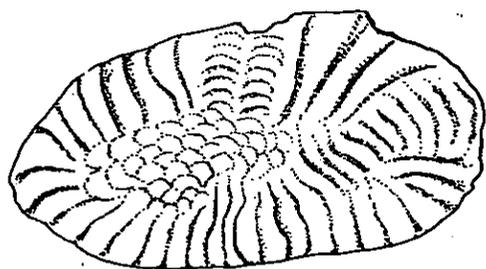
Se capturaron un total de 23 organismos, en un intervalo de tallas de los 44 mm a los 220 mm de longitud patrón, y en un rango de peso de 2.4 gr a 504.1 gr.

OTOLITOS

Los otolitos de los peces son concreciones de carbonato de calcio, el cual se deposita en el laberinto membranoso del oído interno (Lagler, 1962). El laberinto membranoso consiste típicamente de tres cámaras distintas: el utrículo, el sáculo y la lagena, a las que corresponden respectivamente sus otolitos: el lapillus, la sagitta y el asteriscus (Bond, 1979).

Las formas de los otolitos encontrados en los oídos de los teleósteos son especie-específicas. Hay una amplia variación en esas formas, aunque parece existir menos variación en el otolito utricular que en el lagenar. La variación más extensiva se encuentra en el otolito sacular (Platt, 1981).

Ya que los otolitos saculares son los que presentan una variación más extensiva, se describen a continuación los de *Opsanus beta*: morfológicamente, son sumamente parecidos a los descritos para *Opsanus tau* por Wilson y cols.(1982), y Radtke y cols.(1985). Las sagittas de *O. beta* son de forma oval elongada, convexos y delgados; con bordes irregulares; en su parte cóncava se observan zonas hialinas y opacas rodeando al foco, las cuáles corresponden a los anillos de crecimiento anuales (Figura 3).



A



B

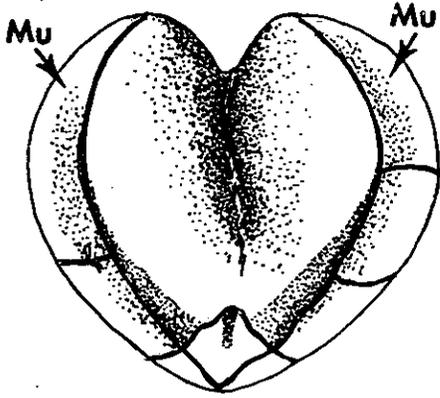
FIGURA 3. Esquema de los otolitos de *Opsanus beta*. a) Vista superior b) Vista lateral

VEJIGA GASEOSA

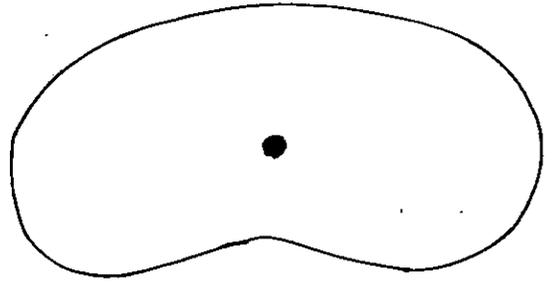
La vejiga gaseosa es un saco de paredes delgadas que se encuentra típicamente en la parte superior de la cavidad corporal, inmediatamente por debajo del riñón (Bond, 1979).

Wain, en 1989, señala que las funciones que desempeña la vejiga gaseosa en *Opsanus beta* son muy importantes, ya que además del balance hidrostático y producir "grufidos" cuando son molestados, en épocas de reproducción los machos producen una llamada de apareamiento, para atraer a las hembras.

En los organismos disectados, la vejiga gaseosa abarca aproximadamente una sexta parte de la longitud patrón, y tiene una forma típica, a manera de corazón, con una división anterior en dos lóbulos; presenta musculatura sónica intrínseca en bandas a lo largo de la superficie lateral de cada lóbulo; no presenta ducto neumático, por lo que este pez se considera fisoclisto. En su parte interna presenta un septo con una perforación, que divide a la vejiga en una parte anterior y una posterior (Figura 4).



A



B

FIGURA 4. Esquema de la vejiga gaseosa de *Opsanus beta*. a) Notese la forma típica y la musculatura (Mu). Corte transversal de la vejiga en donde se muestra el septo perforado.

TRACTO DIGESTIVO

El tracto digestivo de *Opsanus beta* tiene las características típicas del de un organismo carnívoro depredador; la boca es ancha y semicircular; con dientes cónicos en maxila, mandíbula y vómer; la faringe es corta y resistente, conduce directamente a un estómago simple, el cual no presenta ciegos pilóricos; el estómago se conecta a un intestino corto y ancho, sumamente resistente, y finalmente desemboca en el ano, el cual se ubica, ventralmente, en la parte media del cuerpo.

La porción correspondiente al estómago e intestino es corta, abarcando aproximadamente un 80% de la longitud patrón, siendo característico de especies carnívoras.

TIPOS ALIMENTICIOS

De todos los ejemplares revisados, sólo ocho presentaron algún tipo de contenido alimenticio a lo largo del tracto digestivo. Estos tipos alimenticios se presentan en la tabla 1, siendo el ítem alimenticio que se encontró más frecuentemente el de los portúnidos(jaibas), seguido de otros crustáceos y materia orgánica (Tabla 2).

Portúnidos
Peces
Otros decapodos
Moluscos
Materia orgánica

TABLA 1. Tipos alimenticios encontrados en *Opsanus beta*.

MES	PECES EXAMINADOS	PECES CON CONTENIDO	PORTUNIDOS	PECES	MATERIA ORGANICA	OTROS DECAPODOS	MOLUSCOS
MARZO '96	2	1	X			X	
SEPT. '96	12	2	X	X	X		X
NOV. '96	3	2	X			X	
MARZO '97	3	1	X				
ABRIL '97	3	2	X		X		

TABLA 2. Tipos alimenticios encontrados en *Opsanus beta*, -se revisaron 23 ejemplares, de los cuales, sólo 8 presentaron algún tipo de alimento a lo largo del tracto digestivo.

APARATO UROGENITAL

El aparato urogenital de *Opsanus beta* se conforma por la vejiga urinaria y las gónadas, además, en el caso de los machos se presentan las glándulas accesorias.

VEJIGA URINARIA

La vejiga urinaria de *Opsanus beta* es un órgano en forma de saco, que se ubica en medio de las gónadas, a las cuales se unen en su base, para formar el complejo gonoductos-vejiga urinaria-cloaca. (Figura 5).

Histológicamente, la vejiga esta conformada por tres capas de tejido (Figura 6), organizadas de la siguiente forma: la luz del órgano está revestida por una capa de epitelio cilíndrico, debajo de la cual encontramos una capa de tejido conectivo denominada túnica propia, que presenta pequeños vasos sanguíneos. Por debajo de la túnica propia, se encuentra una mucosa de tejido conectivo, en donde pueden observarse paquetes de tejido muscular estriado, junto con vasos sanguíneos distribuidos a todo a lo largo de esta capa (Figura 7).

GÓNADAS MASCULINAS

La organización de los testículos es diferente de la del ovario, lo que refleja los diferentes requerimientos anatómicos y funcionales para el desarrollo de los gametos masculinos.

Macroscópicamente, los testículos de *Opsanus beta* son dos cuerpos elongados, en forma de saco, de color blanco-amarillento, que se ubican a ambos lados de la columna vertebral y fijos a la vejiga natatoria por un delicado mesorquio. Sus ductos espermáticos son delgados y se unen al complejo ducto espermático-glándulas accesorias-vejiga urinaria-cloaca, en la región pélvica (Figura 5).

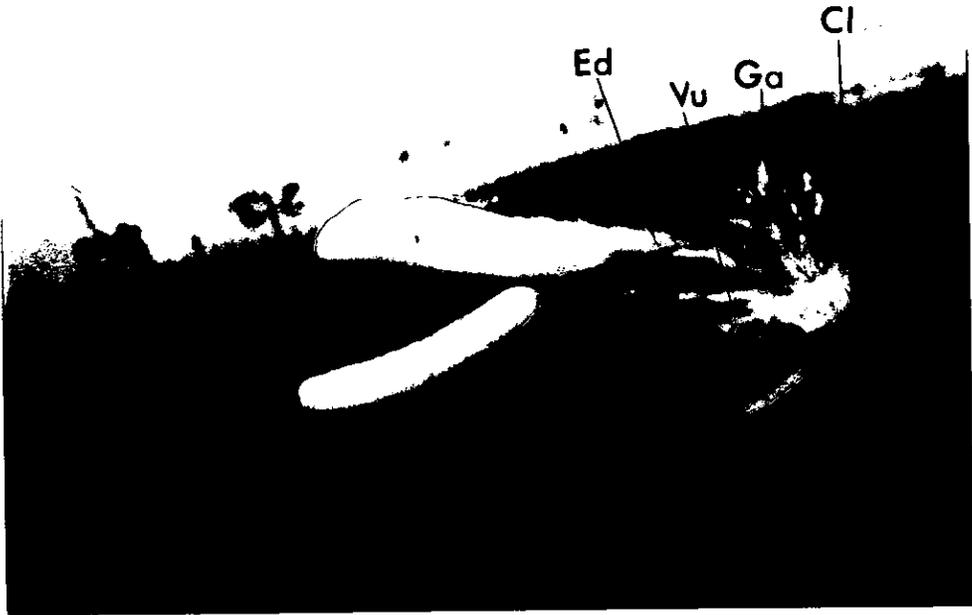


FIGURA 5. Gónada masculina de *Opsanus beta*. Se señala el complejo vejiga urinaria (Vu) - espermiductos (Ed) - glándulas accesorias (Ga) - cloaca (Cl).

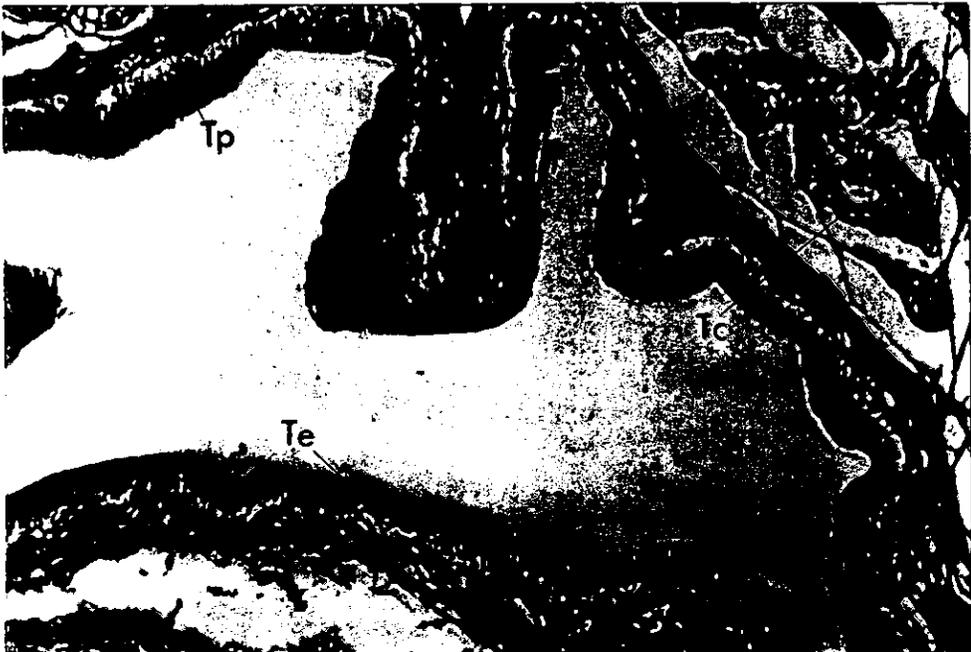


FIGURA 6. Panorámica de vejiga urinaria de *Opsanus beta*. Tejido epitelial (Te), túnica propia (Tp), Tejido conectivo (Tc). 20X. H-E.

Antes, los testículos de los peces se clasificaban, histológicamente, como de tipo lobular o tubular, basados en la ausencia o presencia de un lumen (Billard, 1986) o como de tipo espermatogonial irrestricto o restricto, basados en la localización de las espermatogonias (Grier, 1981). Sin embargo, recientemente, Callard (1991), utilizando un acercamiento filogenético, clasificó todos los testículos de vertebrados como tubulares (para mamíferos, aves y reptiles) y lobulares (para anfibios y teleósteos). Grier (1993) concuerda con la clasificación de Callard (1991), pero también describe un nuevo tipo de testículo tubular que se encuentra en los teleósteos primitivos, el testículo tubular anastomosado (Patiño, 1995). De tal manera, la organización de los testículos de *Opsanus beta*, utilizando la clasificación de Callard (1991), modificada por Grier (1993), corresponde al tipo lobular.

Histológicamente, los testículos se componen de lóbulos cortos y contorneados, que se arreglan perpendicularmente al eje más largo de la gónada, conformando cistos. En el interior de los cistos encontramos los diferentes tipos celulares de la espermatogénesis. El testículo está cubierto con una delgada y pobremente vascularizada túnica albugínea (Figura 8).

Entre cisto y cisto se puede observar tejido conectivo, vasos sanguíneos, y en algunas ocasiones, células de Leydig de forma aplanada, con núcleo grande de cara abierta; se considera que estas células son productoras de esteroides sexuales. La espermatogénesis de esta especie es similar a la de otros muchos teleósteos, encontrándose los estadios típicos de este fenómeno (Figura 9), los cuales se describen brevemente a continuación:

ESPERMATOGONIAS

Son células relativamente grandes, de forma casi circular, que usualmente se localizan en la base de los cistos. Algunas, teñidas con hematoxilina férrica, pueden observarse mitóticamente activas (Figura 10).

ESPERMATOCITOS

Son células redondas, que se tiñen intensamente con hematoxilina férrica; de un tamaño menor que las espermatogonias (aproximadamente, la mitad de tamaño) y se encuentran, formando agregados.

ESPERMÁTIDES

Presentan un tamaño ligeramente menor al de los espermatoцитos, aunque conservan la forma redonda. En esta especie, morfológicamente, son muy similares a los espermatozoides, excepto porque carecen de flagelos.



FIGURA 7. Acercamiento de la vejiga urinaria de *Opsanus beta*, en donde se observan las tres capas que la componen.: Tejido epitelial (Te), Túnica propia (Tp), Tejido conectivo(Tc). 20X. H-E.



FIGURA 8. Panorámica del testículo de *Opsanus beta*, Se observan los cistos (Ci) llenos con masas de espermatozoides (Spz) almacenados y el espermiducto (Ed). 10X. Hematoxilina férrica.

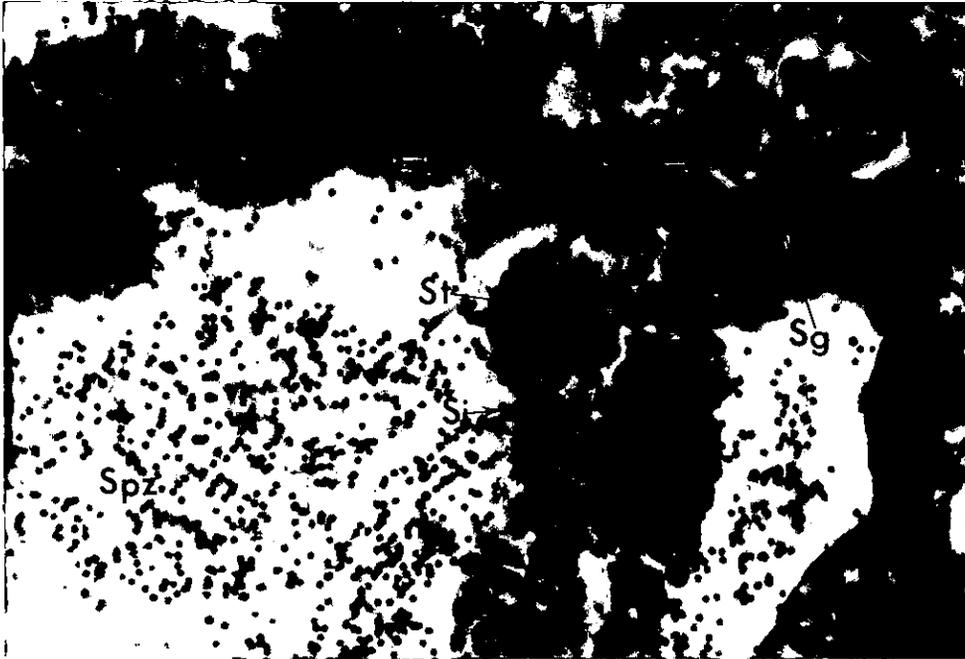


FIGURA 9. Acercamiento de un cisto de *Opsanus beta*. Se señalan los tipos celulares. Espermatogonias (Sg), espermatocitos (St), Espermatides (Si). 40X, con contraste de fase. Hematoxilina férrica.

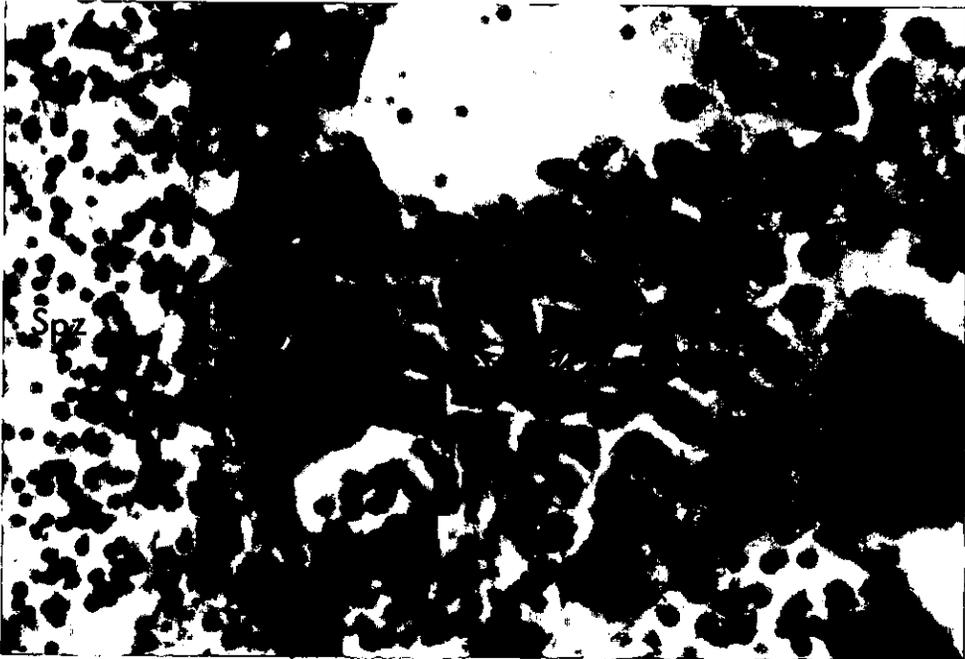


FIGURA 10. Espermatogonias activas (Sg) y espermatozoides (Spz). 40X, con contraste de fase. Hematoxilina férrica.

ESPERMATOZOIDES

Se encuentran concentrados en la parte central de los cistos, su tamaño es similar al de las espermátides; la cabeza es redonda, no se observa parte media, y típicamente presentan dos flagelos, aunque no es muy fácil observarlos (Figura 11).

GLÁNDULAS ACCESORIAS

Las glándulas accesorias de *Opsanus beta* son órganos grandes, pareados, en forma de abanico, de apariencia esponjosa, usualmente hialinas y de coloración anaranjada, pudiéndose distinguir septos al ponerlas a contraluz (Figura 12).

Se ubican en la parte posterior de la cavidad abdominal, junto a los ductos espermáticos, a los cuales se unen.

Basándose en la descripción de Hoffman (1963), para *O. tau*, las glándulas accesorias de *O. beta* son similares presentando para esta especie tres secciones en cada una de las glándulas, las cuales varían en su estructura microscópica.

La parte más cercana al espermiducto está formada por septos, de proporciones similares y delgados (Figura 13), están conformados por una capa de células epiteliales, que van de cúbico a plano, con una lámina basal de tejido conectivo muy delgado, pero compacto, con fibras de músculo liso inmersas en ésta; la región no se encuentra muy vascularizada, pero los vasos que se llegan a presentar son muy grandes. En el interior de los septos se encuentra una abundante secreción PAS y aldehído-fucsina positiva, lo que nos indica la presencia de mucopolisacáridos y mucinas (Figura 14), y en los más próximos a los ductos espermáticos pueden encontrarse espermatozoides en su interior (Figura 15), pero en general, no se encuentran en el resto de las glándulas, por lo que se considera que no sirven para almacenar el esperma maduro.

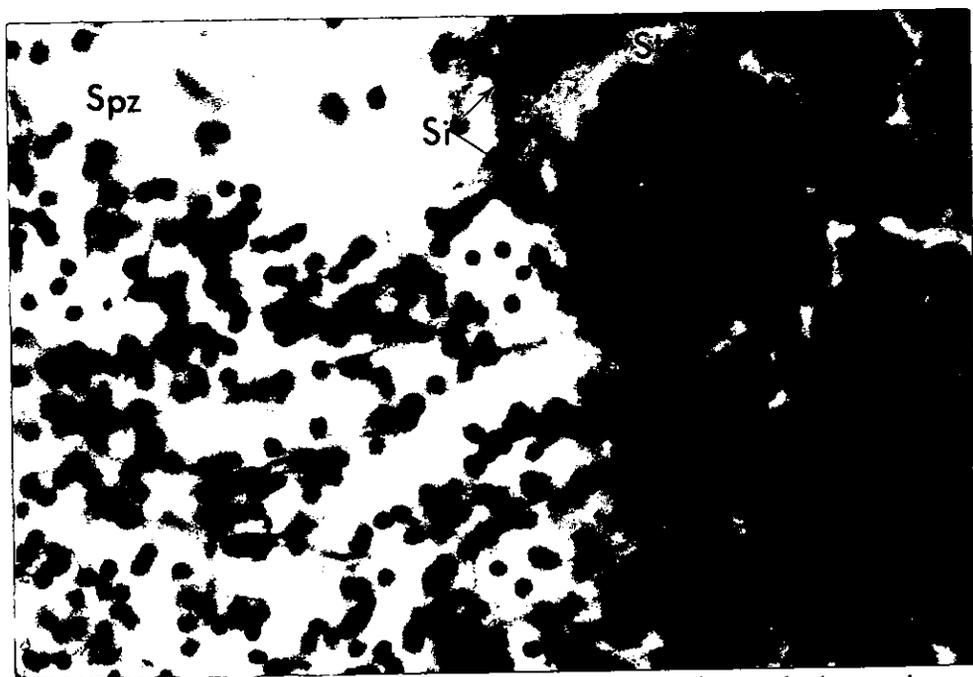


FIGURA 11. Espermatozoides (Spz) de *Opsanus beta*. Notese su forma redonda y par de flagelos. Espermatogonias (Sg), Espermatocitos (St), Espermatides (Si). 40X con contraste de fase. Hematoxilina férrica.

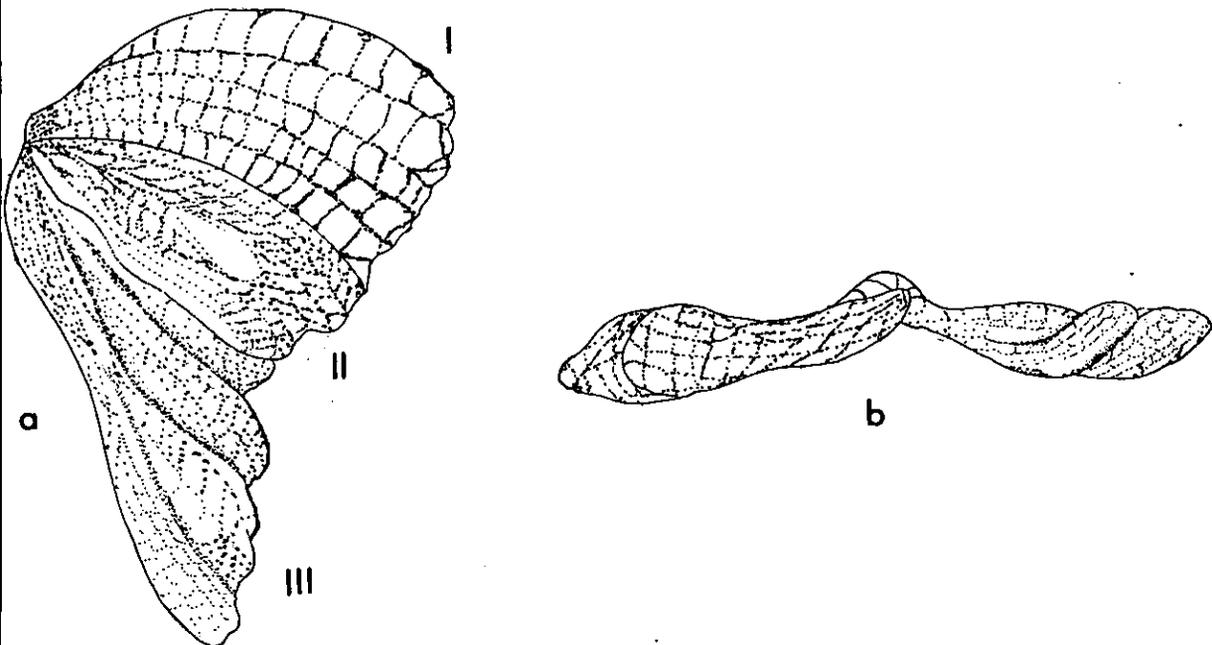


FIGURA 12. Esquema de las glándulas accesorias de *Opsanus beta* señalando sus partes. a) Vista superior, b) Vista frontal.

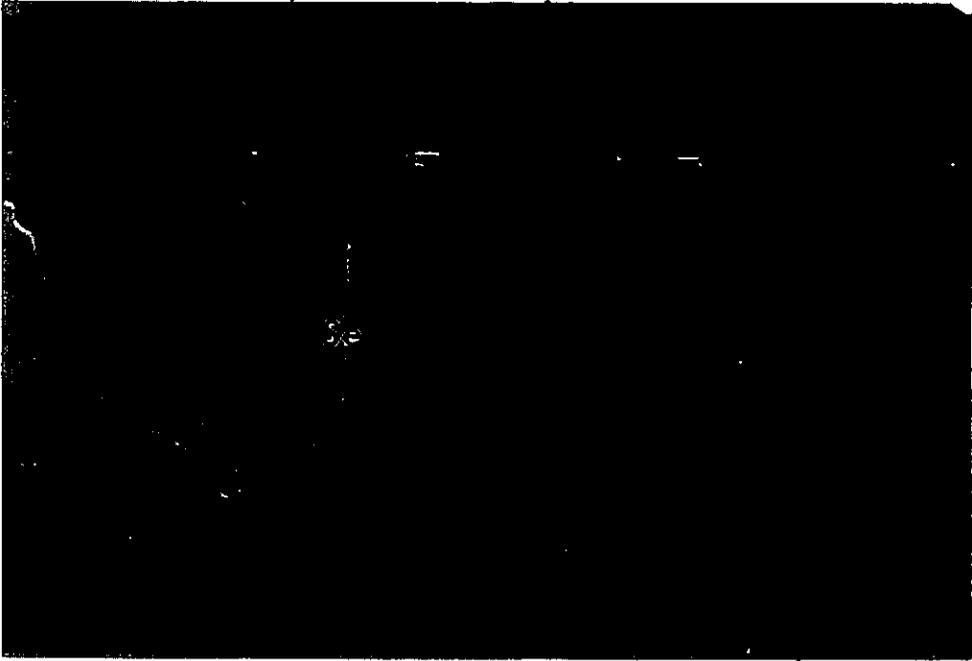


FIGURA 13. Septos (Se) de la parte I de las glándulas accesorias.

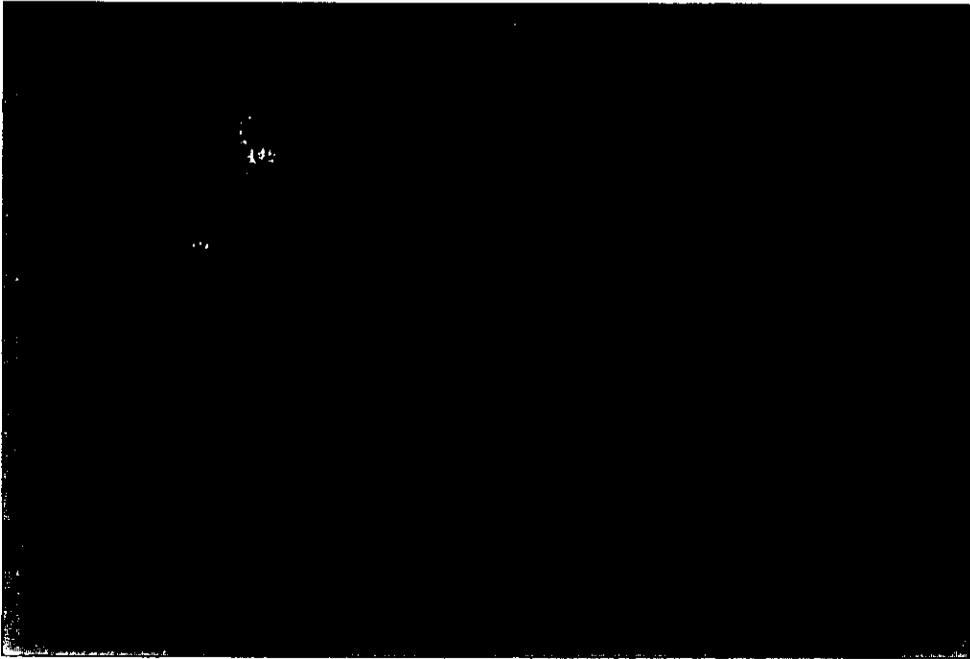


FIGURA 14. Septos de la parte I constituidos de epitelio cúbico(Cu). Se observa la secreción (S). Tejido conectivo (Tc) , fibras musculares (Mu). 20X. H-E.

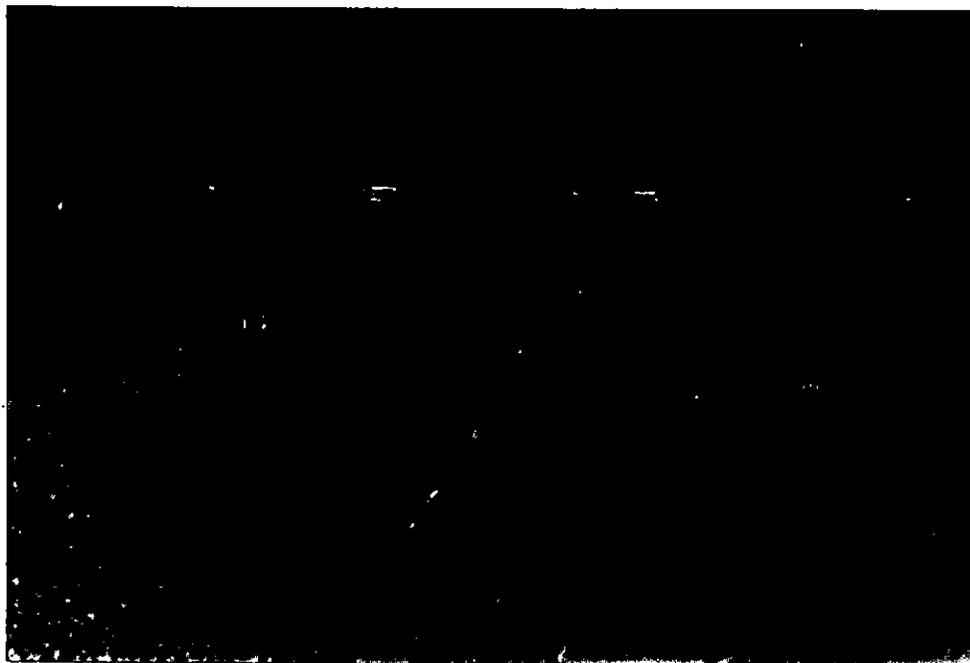


FIGURA 15. Parte I de las glándulas accesorias en donde pueden observarse espermatozoides (Spz). Epitelio plano (Ep), Tejido conectivo (Tc) y fibras musculares (Mu). 20X. H-E.

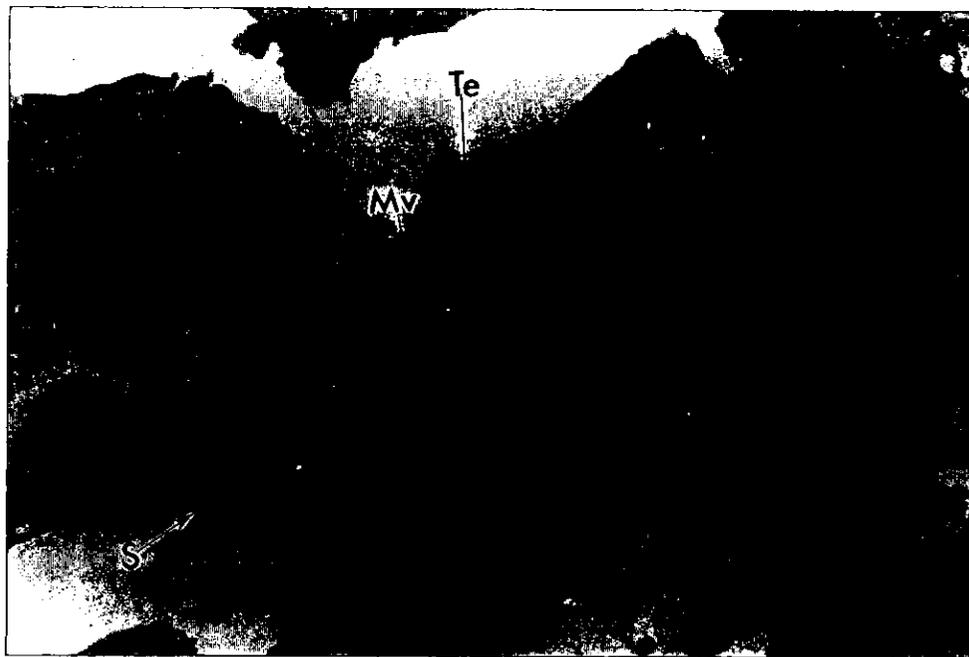


FIGURA 16. Parte II de las glándulas accesorias de *Opsanus beta*. Notese la abundante microvascularización y las gotas de secreción. Tejido epitelial (Te), Microvascularización (Mv), Secreción (S).

El segundo tercio de la glándula está formada por septos más grandes, revestidos con una gruesa capa de epitelio glandular de hasta 6 ó 7 estratos. Dentro de este tejido glandular se encuentra una abundante microvascularización (Figura 16). Asimismo, en algunas células del epitelio pueden observarse gotas de secreción citoplásmica. La secreción no se observa tan abundante como en la parte I, aún cuando se alcanzan a ver lagunas de secreción entre el tejido glandular (Figura 17). La lámina basal es de tejido conectivo con fibras de músculo liso, que rodea a cada uno de los septos, entre más grande sea el septo, mayor es la lámina basal que la rodea.

La parte más distal de las glándulas, se conforma por septos más pequeños, y paquetes de epitelio glandular, los cuales están considerablemente plegados y constituidos de una a dos capas de células epiteliales, que van de cuboidales a columnares, dependiendo de su actividad secretora (Figura 18); estas células presentan núcleos de cara abierta (Figura 19), lo que indica síntesis activa de proteínas. En esta parte de las glándulas, la vascularización no es mucha, pero los vasos sanguíneos que se presentan, son de mayor calibre que en las otras secciones. Todos los septos tienen una cubierta basal de tejido conectivo con músculo liso, la cual es más delgada que en la parte II. Un detalle importante de la parte III es que se observan nódulos, que, al parecer son de tejido linfoide y en donde se aprecian células cebadas y mastocitos, cercanos a las fibras musculares. Es difícil proponer su posible función.

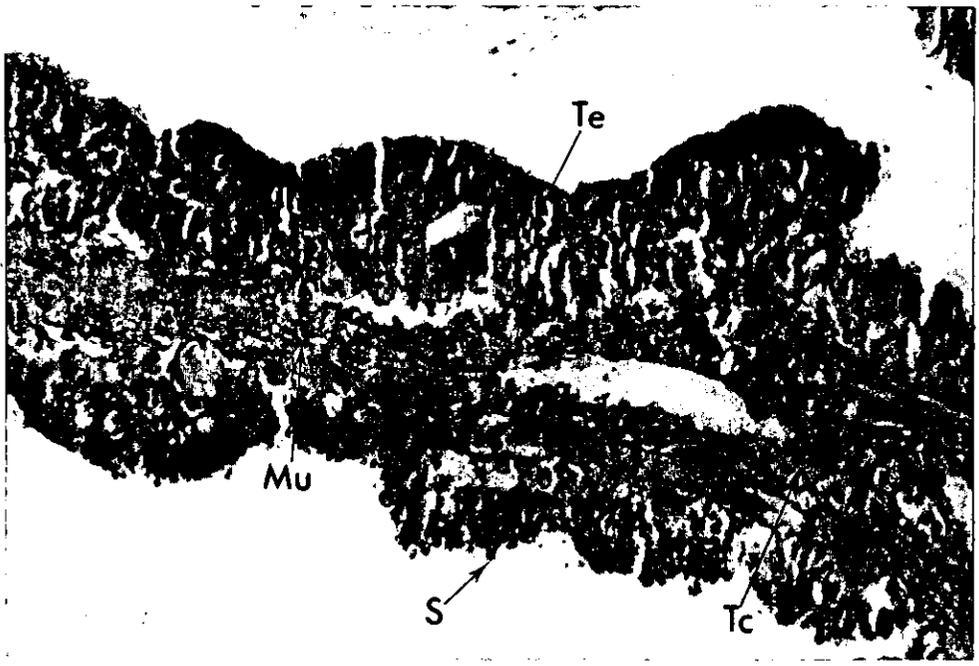


FIGURA 17. Parte II de las glándulas accesorias. Se señalan las capas de epitelio (Te) y la secreción (S). Tejido conectivo (Tc) Fibras musculares (Mu). 20X. Aldehído-fucsina.

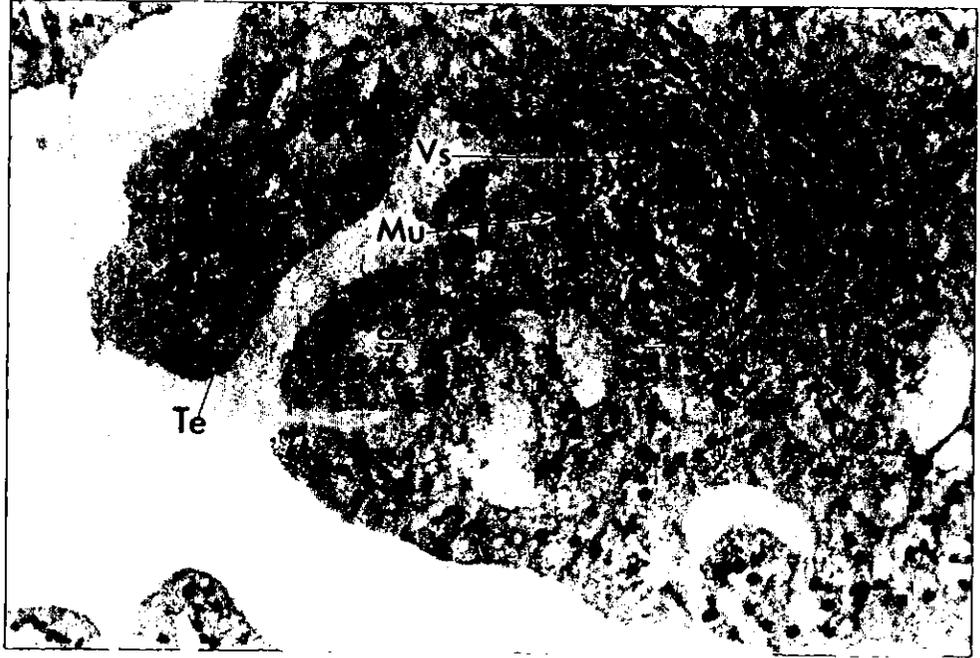


FIGURA 18. Parte III de las glándulas accesorias. Se observa un vaso sanguíneo de gran calibre, característico de esta región. Tejido epitelial (Te), Vaso sanguíneo (Vs), Fibras musculares (Mu), Secreción (S). 20X. H-E.

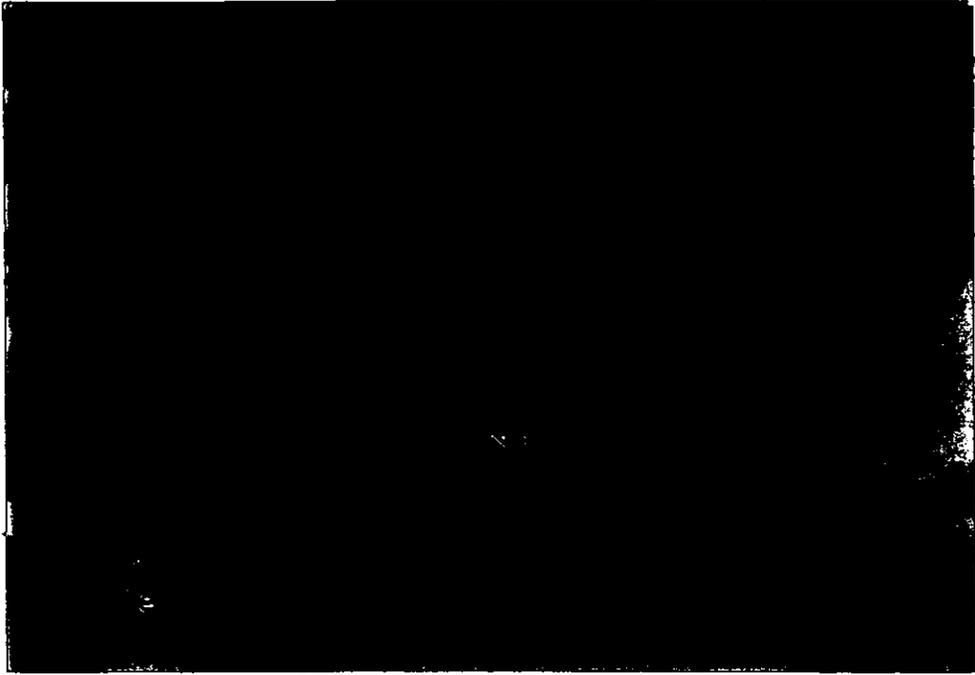


FIGURA 19. Parte III de las glándulas accesorias. Se señalan los núcleos de cara abierta (Na). Tejido epitelial (Te). 40X. H - E.

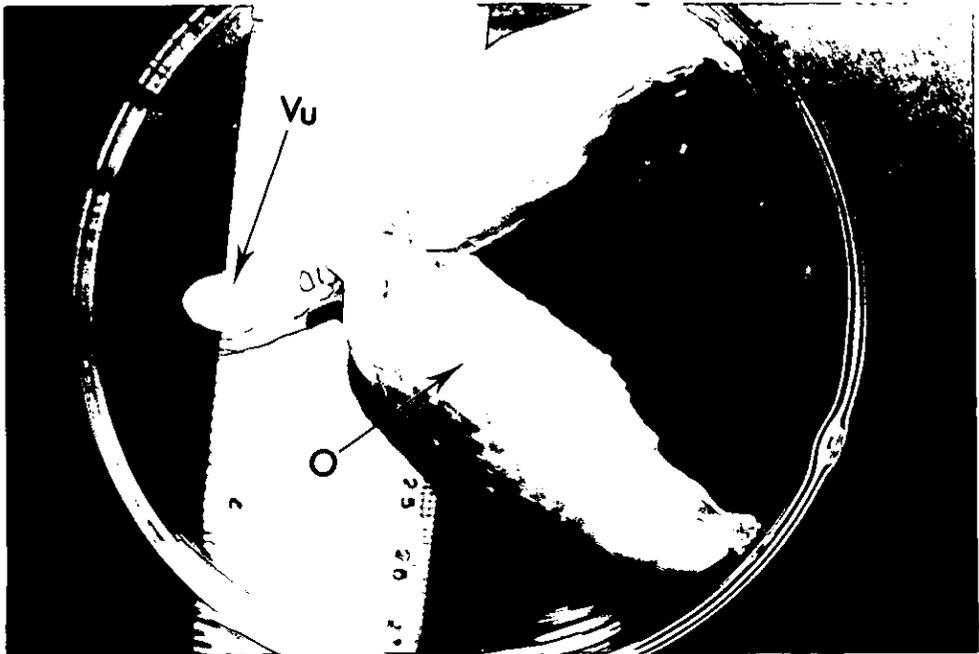


FIGURA 20. Ovario de *Opsanus beta*. Vejiga urinaria (Vu), Ovocitos (O).

GÓNADAS FEMENINAS

Las gónadas femeninas de *Opsanus beta*, inmaduras, se observan como un par de sacos delgados y pequeños, de color blanco; conforme transcurre la maduración de la gónada, va incrementando su volumen y los ovocitos empiezan a observarse como pequeños "gránulos" dentro de ella, hasta que en hembras muy maduras, el par de sacos adquiere coloración anaranjado-amarillenta, debido al vitelo de los grandes ovocitos, los cuales, incluso pueden ser contados a simple vista (Figura 20).

Microscópicamente, el ovario de *Opsanus beta* mostró un desarrollo de tipo asincrónico, por lo que se encontraron diferentes estadios de desarrollo de los ovocitos dentro del ovario (Figura 21). Esos diferentes estadios de desarrollo se deben a que los ovocitos sufren cambios notables, tanto en citoplasma y núcleo así como en propiedades de tinción durante su desarrollo. Existe una considerable inconsistencia en la literatura, concerniente a la nomenclatura para las diferentes fases de desarrollo de los ovocitos de peces; sin embargo, una terminología común puede adjudicarse a los ovocitos de la mayoría de las especies (Patiño, 1995).

El patrón de desarrollo de los ovocitos es similar para la mayoría de las especies; inicialmente el crecimiento es lento, y en la mayoría de las ocasiones cesa cuando los ovocitos alcanzan cierta talla. Se dice entonces que entran en el "estadio de reposo". La siguiente fase de crecimiento o "vitelogénesis" se da cuando existen los estímulos ambientales adecuados, e involucra la acumulación de vitelo y grasa, y se caracteriza por un rápido crecimiento. Cuando se ha completado la acumulación de vitelo, el ovocito entra en un periodo de maduración, donde se prepara para la división de maduración, y en donde, la ovulación y fertilización tienen lugar (Forberg, 1982).

La terminología para describir histológicamente los estadios de los ovocitos de *Opsanus beta* fue adaptada de Forberg (op. cit.) y Patiño (op. Cit.) y es la que a continuación se presenta:

Estadio de cromatina nucleolar.-

Los ovocitos en este estadio son pequeños y se caracterizan por presentar un núcleo esférico, central, fuertemente basófilo; dentro de este núcleo es notoria la presencia de un gran nucléolo redondo. La franja de citoplasma, que es fuertemente basófilo, ocupa aproximadamente el 50% del espacio del ovocito (Figura 22).

Estadio perinuclear temprano.-

El ovocito es de un mayor tamaño que en el estadio precedente. El núcleo permanece en posición central y es menos basófilo; por lo regular, en su interior se encuentra un gran

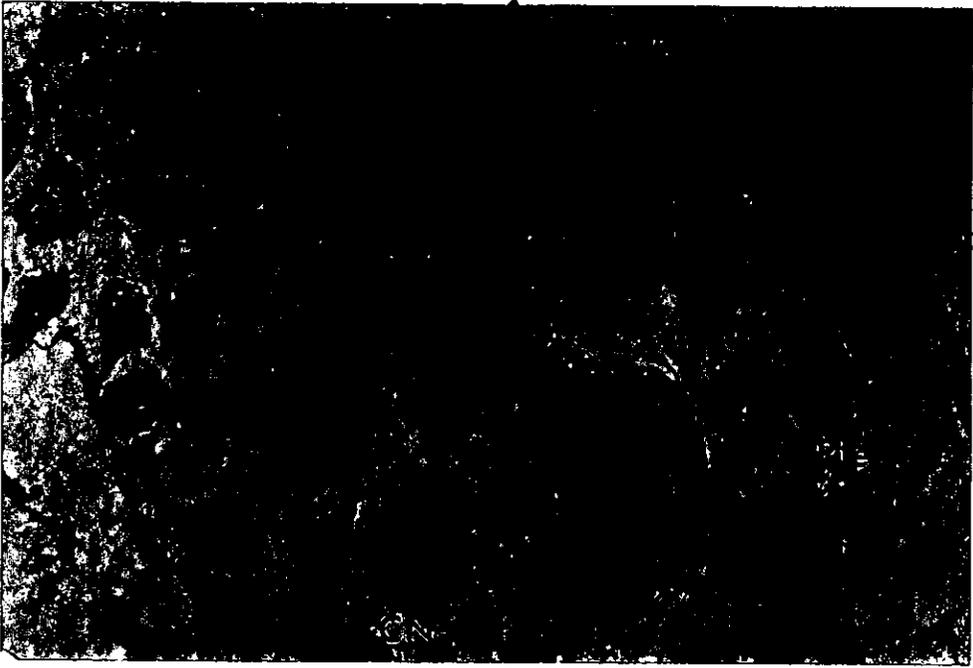


FIGURA 21. Corte transversal de ovario de *Opsanus beta* en donde se aprecia el desarrollo asincrónico. Ovogonias (Og), Cromatina nucleolar (CN), Perinuclear temprano (Pte), Alveólos corticales (Ac).

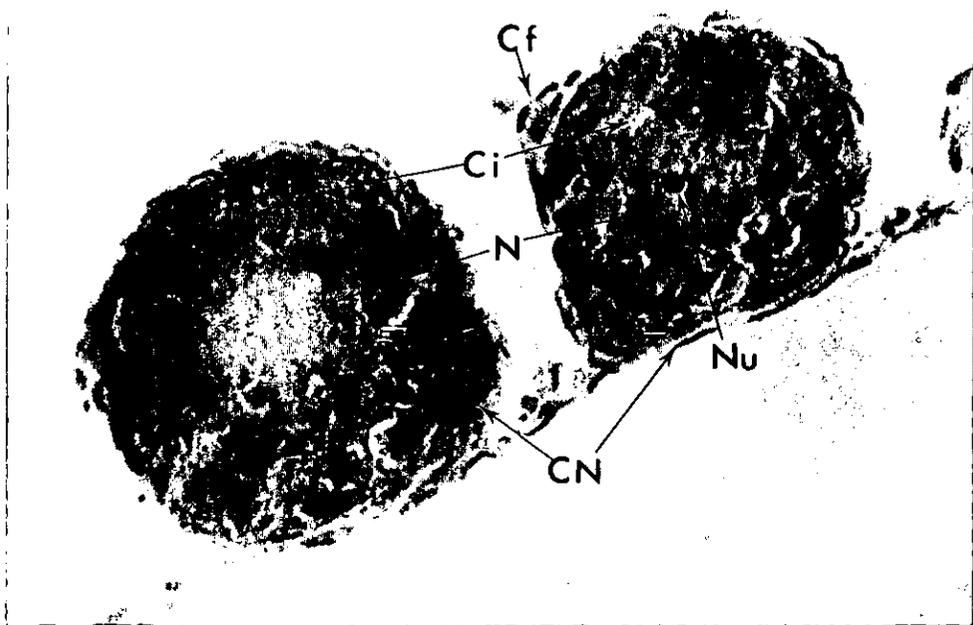


FIGURA 22. Ovocitos en estadio de cromatina nucleolar (CN). Notese el gran nucleolo eosinofílico (Nu) y el citoplasma irregular (Ci). Células foliculares (Cf), Núcleo (N). 20X. H-E.

nucleolo redondo, el cual puede estar en la periferia del núcleo, acompañado por otros nucleolos más pequeños, distribuidos en el núcleo. Hay que resaltar el hecho de que los nucleolos, a diferencia de los de otros muchos peces, son eosinofílicos. El citoplasma, basófilo, no presenta una apariencia uniforme (Figura 23).

Estadio perinuclear tardío.-

Los ovocitos en este estadio son similares a los que se encuentran en el estadio anterior, excepto que en éste, son un poco más grandes, y el número de nucleolos dentro del núcleo se incrementa, pudiendo éstos, situarse o no, en su periferia (Figura 24).

Estadio de alveolos corticales.

El núcleo de los ovocitos empieza a perder su forma redonda y su afinidad por la hematoxilina; en algunos ovocitos, el núcleo se observa desplazado hacia uno de los polos; un número variable de nucleolos se aprecia aún en el núcleo. Lo que caracteriza a este estadio es la aparición de los alveolos corticales. [El término vesículas de vitelo se usa comúnmente para describir este estadio; sin embargo, Patiño (1995), lo considera inapropiado, ya que el contenido de los alveolos no contribuye al crecimiento embrionario], que al inicio de este estadio se ubican en la periferia del citoplasma, y conforme va transcurriendo este estadio, lo van invadiendo hacia el centro. Otro evento que lo caracteriza, es que el corión o zona radiata, se hace evidente por debajo de las capas de células foliculares (Figura 25).

Estadio vitelino primario.-

El ovocito incrementa más su tamaño. El núcleo (vesícula germinal) ha perdido su forma redonda y afinidad por la hematoxilina, y es ahora claramente acidófilo; en su interior, aún se aprecian varios nucleolos redondos. Pequeños glóbulos de vitelo acidófilo empiezan a depositarse dentro y entre los alveolos corticales. Estos pequeños glóbulos están primariamente en la parte externa del citoplasma, pero posteriormente empiezan a dispersarse hacia el interior (Figura 26).

Estadio vitelino secundario.-

Los ovocitos continúan creciendo; el núcleo se ha perdido, los glóbulos de vitelo aumentan de tamaño y algunos empiezan a coalescer; los alveolos corticales se colocan en toda la periferia del ovocito; la zona radiata se hace más grande y evidente (Figura 27).

Estadio vitelino terciario.-

Son ovocitos extremadamente grandes, por lo que su procesamiento histológico es difícil (en promedio de 3.28mm de diámetro), los gránulos de vitelo se han fusionado dándole una apariencia uniforme al ovocito y una coloración rosada; las estriaciones en la zona radiata son muy evidentes, así como algunas vesículas grasas que se ubican en la periferia, justo

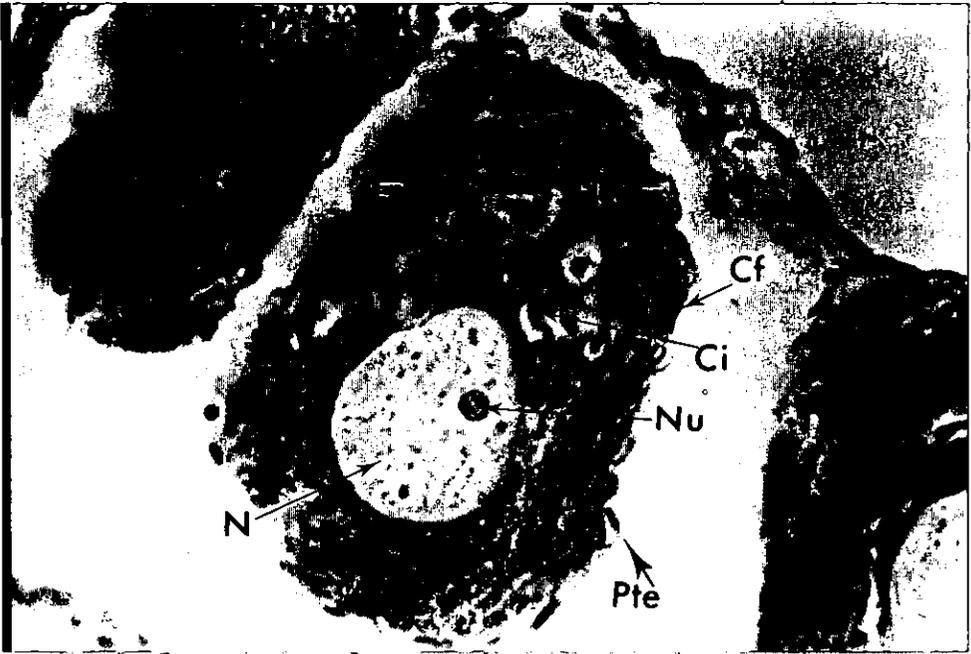


FIGURA 23. Ovocito en estadio perinuclear temprano (Pte). Núcleo (N), Nucleolos (Nu), Citoplasma irregular (Ci), Células foliculares (Cf). 20X. H-E.

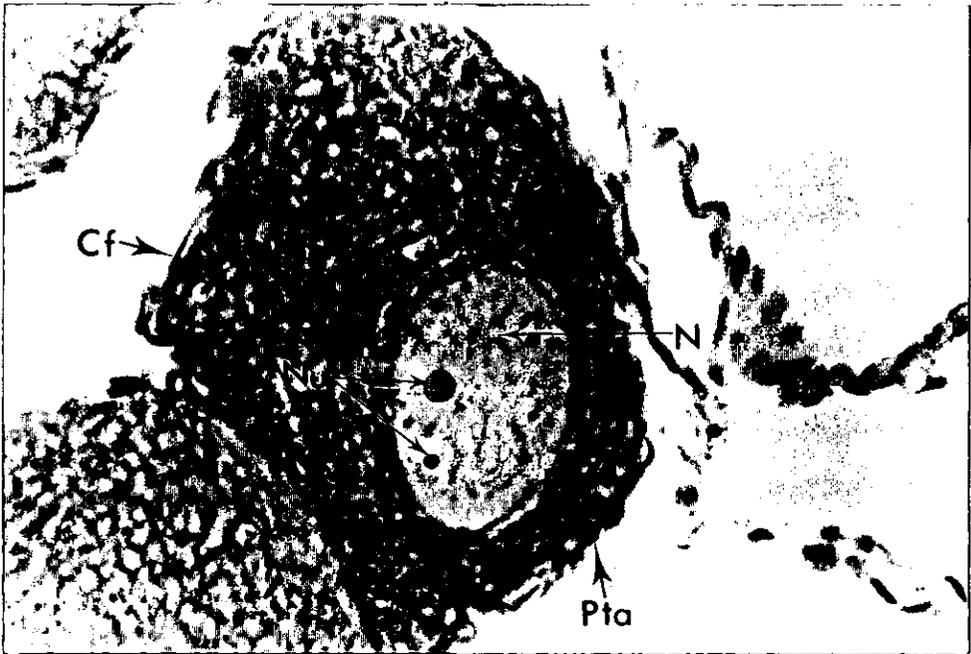


FIGURA 24. Ovocito en estadio perinuclear tardío (Pta). Se señalan los nucleolos (Nu) en la periferia. Núcleo (N), Células foliculares (Cf). 20X. H-E.

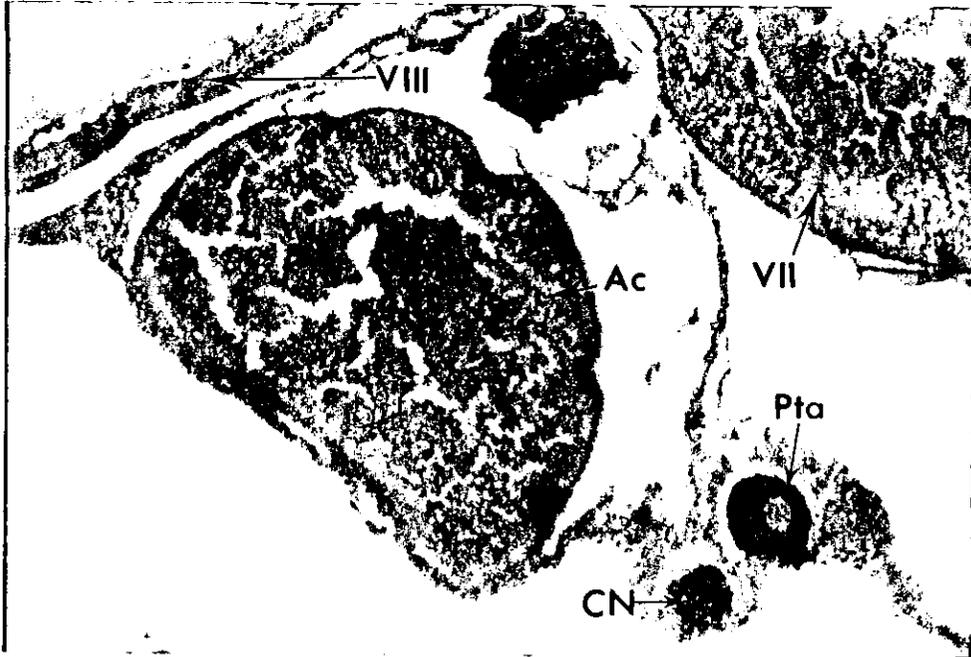


FIGURA 25. Ovocito en estadio de alveolos corticales (Ac). Cromatina nucleolar (CN), Perinuclear tardío (Pta), Vitelino secundario (VII), Vitelino terciario (VIII). 10X. H-E.

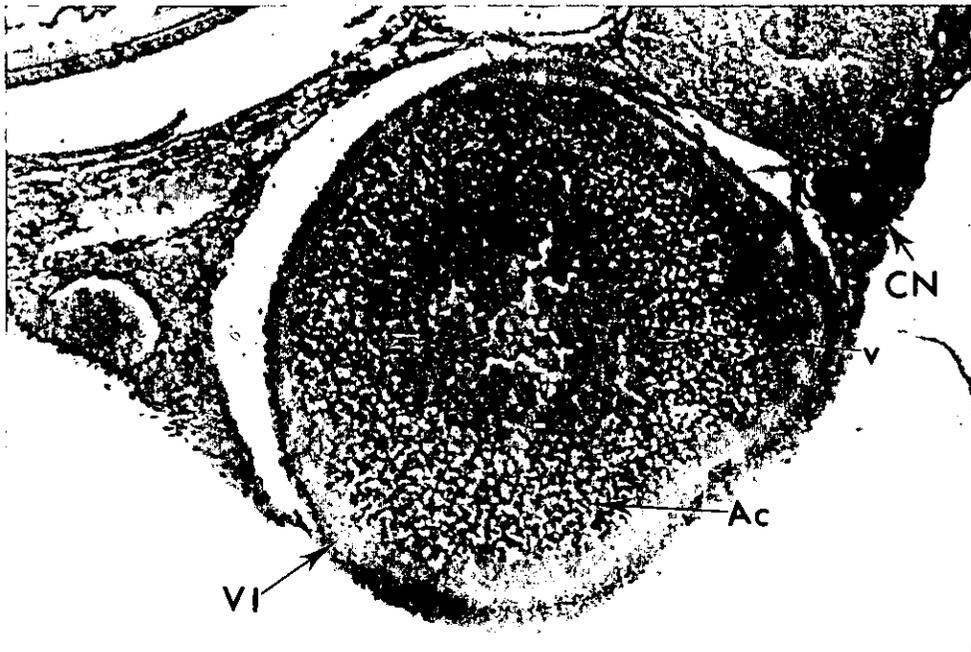


FIGURA 26. Ovocito en estadio vitelino primario (VI). Se distinguen fácilmente las gotas de vitelo eosinofílico (v). Cromatina nucleolar (CN), alveolos corticales (Ac). 20X. H-E.



FIGURA 27. Ovocito vitelogénico secundario (VII). Las gotas de vitelo (v) empiezan a coalescer. 10X. H-E.

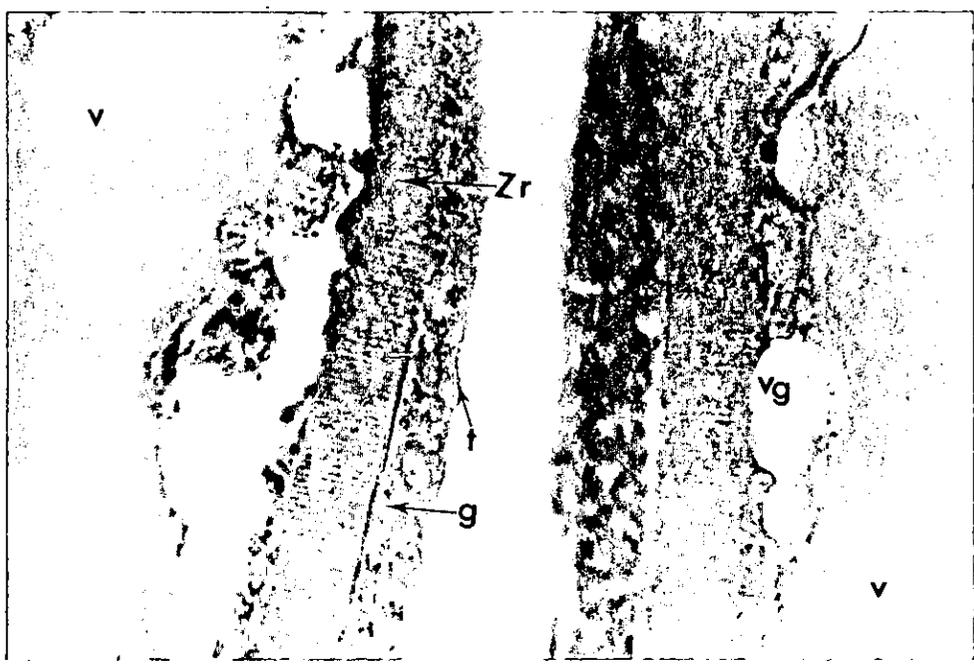


FIGURA 28. Acercamiento de la zona radiata (Zr) de un par de ovocitos vitelogénicos terciarios (VIII). El vitelo (v) se ha fusionado completamente y se observan los espacios dejados por las vesículas grasas (vg). Células de la teca (t), Células de la granulosa (g). 20X. H-E.

por debajo de la zona radiata. Asimismo, la capa de células foliculares se ve adelgazada y estrecha, debido al gran tamaño del ovocito, y es frecuentemente rota, durante la técnica histológica (Figura 28). Tres subestadios se reconocen para esta fase:

I Subestadio nucleolar migratorio.- En ovocitos transparentados con solución YBAG 85 (Rodríguez, 1992), el núcleo se hace evidente en uno de los polos (polo animal) del ovocito, como una pequeña mancha clara; en toda la superficie del ovocito se presentan los alvéolos corticales.

II Subestadio de premaduración.- Este subestadio se da muy rápido, y no ha sido posible observarlo en *Opsanus beta*; sin embargo, otros autores (Forberg, 1982; Rodríguez, op. cit. y Patiño, 1995) reportan que en cuanto el núcleo llega al polo animal, desaparece la membrana nuclear y deja de haber barrera entre el nucleoplasma y citoplasma, proceso conocido como rompimiento de la vesícula germinal.

III Subestadio de maduración.- El ovocito completa la primera división meiótica y el primer cuerpo polar se libera. La meiosis se detiene de nuevo en metafase II y el ovocito es ovulado. Es probable que al ser ovulado, el ovocito incremente su volumen absorbiendo agua, como lo señala Patiño (op. cit.), ya que huevos recién desovados muestran un tamaño ligeramente mayor (promedio = 3.5mm) que el de huevos no desovados (promedio 3.28mm). El conteo de huevos en este estadio, arrojó un dato de fecundidad de 212 huevos.

A diferencia de los ovarios de otros vertebrados, en los ovarios de los teleósteos pueden encontrarse ovogonias en reposo y proliferando en los intersticios de los folículos ováricos, en la mayoría de las hembras adultas (Patiño, op. cit.). Esto pudo comprobarse en ovarios muy inmaduros y en algunos sumamente maduros de *Opsanus beta*, en donde se observaron nidos de ovogonias, las cuales son células sumamente pequeñas, muy basófilas, con un núcleo evidente, estos nidos de ovogonias se encontraron rodeados de células foliculares (Figura 29). Estos periodos de proliferación de ovogonias pueden reflejarlos ciclos reproductivos de una especie, pero los factores fisiológicos que controlan su proliferación no son claros (Patiño, op. cit.).

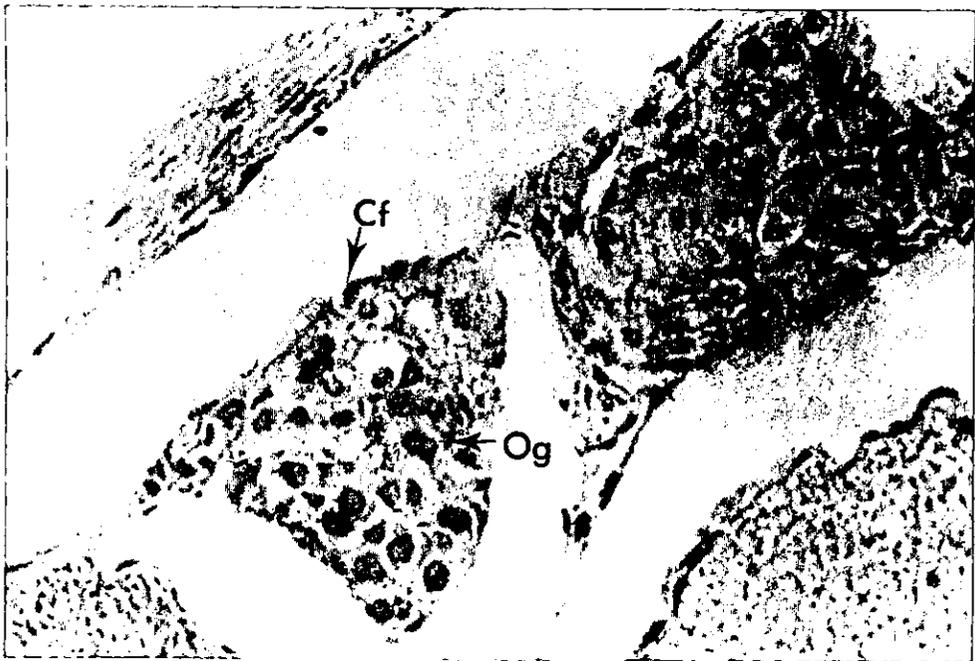


FIGURA 29. Ovario. Nidos de ovogonias (Og) rodeados de células foliculares (Cf). 20X. H-E.



FIGURA 30. Puesta de *Opsanus beta* en donde se observan larvas en diferentes estadios de desarrollo y el tipo de sustrato en donde están fijadas.

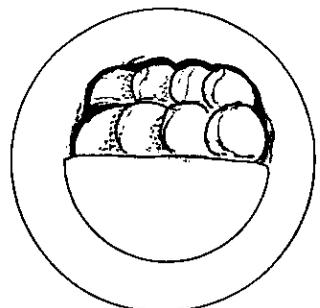
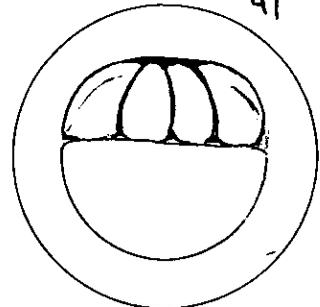
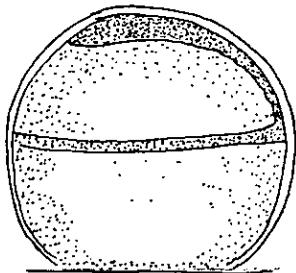
ETAPAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO TEMPRANO

Se obtuvieron dos puestas de *Opsanus beta* en abril de 1996 y mayo de 1997, una depositada sobre una bota y la otra encima de un tronco (Figura 30). Ambas se encontraban protegidas por machos de la especie. El número de huevecillos fue de 350 y 412 respectivamente.

Los huevos son esféricos, de color anaranjado, sin gotas de aceite y se encontraron adheridos por una secreción. Su diámetro osciló entre los 2.1 mm y los 4.6 mm, con un diámetro promedio de 3.5 mm.

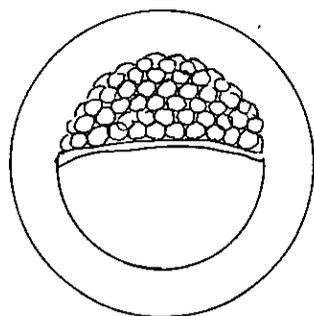
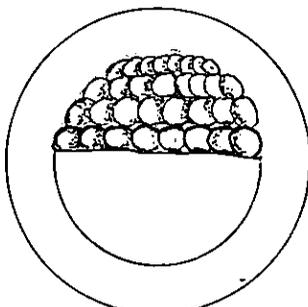
Varias etapas de desarrollo temprano de *Opsanus beta* se observaron, siendo éstas, de acuerdo a la terminología de Martin y Drewry (1978): Huevo fecundado y el estadio de 8 células, el cual se alcanza aproximadamente a los 15 minutos después de la fecundación, el estadio de 16 células, tarda de 20 minutos a una hora para completarse; el siguiente estadio de 32 células se lleva aproximadamente el mismo tiempo que el de 16 células, es decir, de 20 minutos a una hora, finalmente, el estadio de 64 células se lleva a cabo en un periodo de una hora a 13 horas (Figura 31). Las etapas de morulación y gastrulación no pudieron observarse ya que los embriones murieron antes de llegar a esas etapas. Sin embargo, en otros huevos más avanzados en su desarrollo, se pudieron observar otras etapas. La siguiente etapa que se observó fue la de embrión tardío; en ésta, el vitelo conserva su forma esférica y el embrión se localiza en la superficie de éste, en el polo opuesto de donde se encuentra el disco adhesivo (Figura 32).

Posteriormente, se desarrolla la etapa de larva con saco vitelino, la cual comprende dos fases; la primer fase está caracterizada porque el saco vitelino empieza a perder su redondez, la larva se encuentra fija a éste por un pedicelo y carece de pigmento ocular (Figura 33); conforme transcurre el desarrollo hacia la segunda fase, el ojo adquiere pigmentación y el saco vitelino sufre un proceso gradual en cuanto a forma y tamaño, alargándose y disminuyendo su diámetro para adquirir una forma cilíndrica (Figura 34). La etapa de larva con saco vitelino y sin pigmento en el ojo, abarcó un rango de tamaño de 4.1 a 7.0 mm de longitud total, su vitelo tuvo un rango de 2.9 a 6.0 mm de largo y de 2.4 a 3.7 mm de ancho, mientras que la etapa de larva con saco vitelino y pigmento en los ojos, abarcó un rango de 5.4 a 7.7 mm de longitud total, con un vitelo de 2.8 a 7.1 mm de largo y 2.5 a 4.0 mm de ancho.



15 min

20 min—1h



20 min—1h

1—18 hrs

FIGURA 31. Esquema de las primeras divisiones y su duración en huevos recién fecundados de *Opsanus beta*.

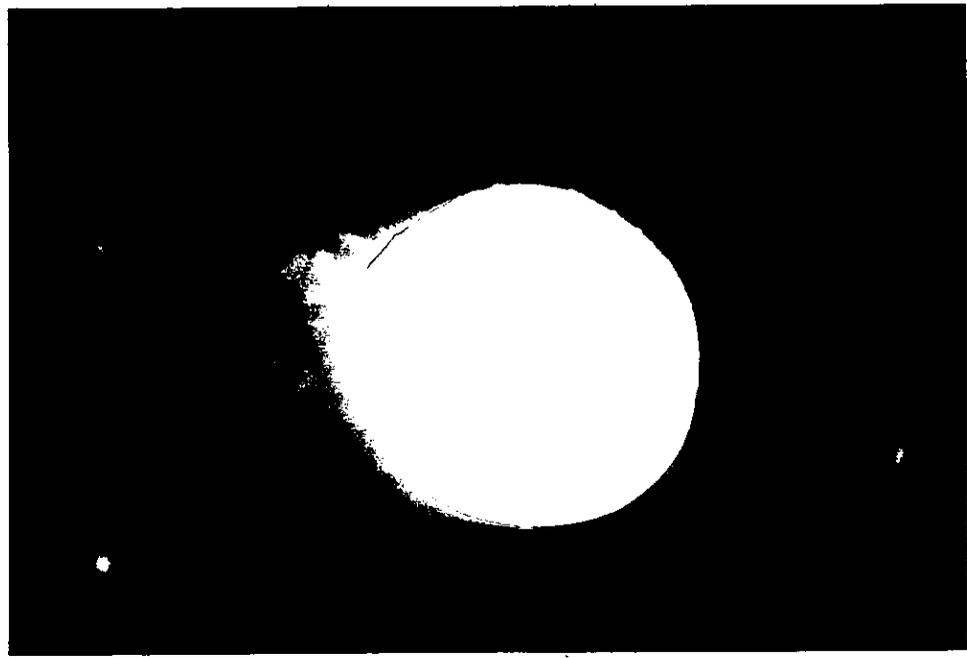


FIGURA 32. Embrión de *Opsanus beta*, en donde el vitelo no ha empezado a alargarse.

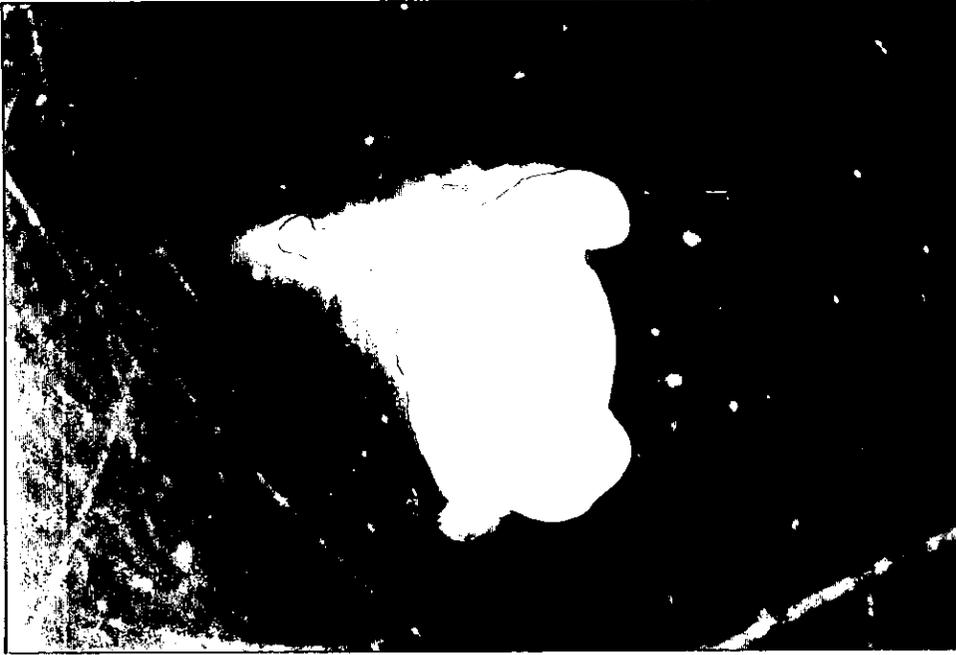


FIGURA 33. Larvas de *Opsanus beta* sin pigmento ocular.



FIGURA 34. Larva de *Opsanus beta* con pigmento ocular.

DISCUSIONES

TIPOS ALIMENTICIOS

Con base en los resultados obtenidos, podemos considerar a *O. beta* como una especie principalmente carnívora, siendo las jaibas, el alimento consumido más frecuentemente por estos peces. Esto concuerda con lo que reportan Diener y cols (1974) para la misma especie, encontrando además de jaibas (*Callinectes sapidus*) anélidos, mysidáceos, peces y detritus, y con los datos de Montoya y cols (1993) que además de decápodos, encuentran anfipodos y detritus. Además, se tienen datos de *O. tau*, especie muy emparentada, con *O. beta*, los cuales también concuerdan en señalar a las jaibas como el alimento principal de este género, entre ellos están el de Gudger (1910) y el de Collette y Russo (1981).

Por otra parte, hay que remarcar el hecho de que sólo un número muy bajo de estos organismos tuvo algún tipo de contenido en su tracto digestivo, lo que nos hace presuponer, que tal vez, debido al estrés de la captura y manipulación, los peces regurgiten su alimento como un medio de defensa.

ASPECTOS REPRODUCTIVOS

El estudio de los procesos de diferenciación celular, dentro de la gametogénesis en peces, ha avanzado considerablemente en los últimos años. La morfología de las gónadas y la ultraestructura de los espermatozoides se conoce en alrededor de 280 especies (100 familias) y han sido de gran utilidad en el estudio de la filogenia y taxonomía de este grupo, pero se debe considerar que la gran diversidad de estructuras espermáticas encontradas en los distintos grupos de peces hace imposible crear un patrón establecido para todos ellos. (Martínez, 1993).

La espermatogénesis en esta especie, parece ser similar a la de otros peces y ocurre dentro de los compartimientos individuales, o cistos, que delimitan las paredes de los túbulos del testículo.

Así, la espermatogénesis puede dividirse en tres fases generales: meiosis, espermiogénesis y espermiación. La meiosis que se da en los gametos masculinos presenta diferencias con respecto a la de los gametos femeninos, ya que en primer lugar, la meiosis masculina es un proceso continuo e ininterrumpido, y durante éste, los espermatocitos no crecen, asimismo,

el número de gametos funcionales que se producen es diferente (cuatro en la meiosis masculina y uno en la femenina). En la siguiente fase de la espermiogénesis, una espermátide haploide sufre una extraordinaria transformación hacia un relativamente complejo espermatozoide. Finalmente, durante la espermiación, se liberan los espermatozoides maduros, desde los cistos, hacia el sistema del ducto eferente.

Hoffman, (1962) reporta para *Opsanus tau* que la espermatogénesis se detiene completamente sólo en los machos cuyos testículos contienen grandes masas de esperma almacenado y dice que posiblemente la presión física ejercida por la dilatación de los túbulos llenos de esperma puede inhibir la actividad gonadal posterior; sin embargo, en *Opsanus beta*, no se observa un detenimiento total de este fenómeno.

Por otra parte, las glándulas accesorias genitales no son comunes en peces machos, y sólo pueden encontrarse en un pequeño grupo de teleósteos como: Blenniidae, Gobiidae, Clariidae, Bagridae, Tripterygiidae (Fishelson, 1991), Heteropneustidae (Sundararaj, 1958), Chaenopsidae (Patzner, 1991), Opistognathidae (Rasotto, 1993), y Batrachoididae (Hoffman, 1963).

Estas estructuras glandulares accesorias han sido denominadas: glándulas accesorias, glándulas seminales o vesículas seminales. De acuerdo con Weisel (1949), al menos en algunos peces, no se derivan del ducto Wolffiano, y por tal razón, no son homólogas a las glándulas accesorias que presentan los mamíferos.

Weisel (1949), considera que estos órganos están más altamente desarrollados en los blenidos y gobidos que en muchos otros tipos de peces; sin embargo, consideramos que las glándulas accesorias presentes en el género *Opsanus* son de una complejidad aún mayor, ya que Hoffman (1963) reporta para *O. tau* que sus estructuras glandulares se dividen en cuatro secciones diferentes, mientras que en el presente trabajo se encontró que éstas se dividen cuando menos en tres secciones.

Aún y cuando las glándulas accesorias de *Opsanus beta* parecen cumplir con una función integral en su reproducción, dadas su posición y desarrollo, no ha sido posible establecer el papel que juega durante el proceso reproductivo. Varios autores han propuesto diversas funciones para las glándulas accesorias y sus secreciones en otros peces, entre esas se encuentran: dar viabilidad y motilidad a los espermatozoides (Sundararaj, 1967); aumentar la viscosidad del fluido seminal y además cumplir funciones fagocitarias (Lahnsteiner y cols. 1990); actuar como lubricante con sustancias repulsivas para proteger a los huevos de parásitos y depredadores; ayudar en la formación del nido (Fishelson, 1991); servir como sitio de almacén y maduración de los espermias (Miller, 1984); actuar sobre el metabolismo del huevo y su unión al sustrato (Hoffman, 1963); producir esteroides que actúen como feromonas (De Jonge, 1989); entre varias otras. Posiblemente, en *Opsanus beta* cumplan con varias de estas funciones a la vez, ya que al estar divididas en tres secciones diferentes, es probable, como lo señala Hoffman (1963) que cada una de las secciones produzca un tipo distinto de secreción, con funciones diferentes entre sí; sin embargo, para poder hacer

esta afirmación son necesarios estudios histoquímicos más detallados que revelen la composición exacta de las secreciones glándulares y su posible función en esta especie.

Por otra parte, en los ovarios de *O. beta* se encontró que el desarrollo corresponde al tipo asincrónico, el cual se caracteriza por encontrarse ovocitos en distintos estadios de desarrollo, los cuales son sumamente característicos, y presenta algunas diferencias con respecto a otros peces, como el hecho de presentar nucleolos acidófilos y un citoplasma no uniforme dentro de los ovocitos.

Hay que señalar el hecho de que a pesar de que el desarrollo ovarico asincrónico permite en otros peces varios desoves dentro de una misma temporada reproductiva, aparentemente, en *O. beta* esto no ocurre, ya que el desarrollo del ovocito, hasta el estadio de huevo maduro, requiere de un tiempo considerable, y la temporada reproductiva de este pez, no es muy amplia (aproximadamente cuatro meses).

De igual manera, es característico de esta familia (Tabla 3), el relativamente bajo número de ovocitos que llegan a la madurez (fecundidad) si se compara con otros peces; sin embargo, esta aparente baja fecundidad, queda explicada por el hecho de que esta especie presenta cuidados parentales, lo que aumenta la probabilidad de supervivencia de sus descendientes.

Asimismo, para sus hábitos de desove, se encontró que *Opsanus beta* tiene huevos demersales, los que el pez sujeta a un objeto sumergido (tronco, roca, conchas, latas vacías etc.) y son cuidados por el macho. Lo anterior, concuerda con Breder y Rosen (1966), citados por Martin y Drewry (1978), que afirman que todos los batracódidos estudiados tienen huevos demersales y cuidados parentales.

Ahora bien, al presentar los estuarios rápidas fluctuaciones típicas en temperatura y salinidad, se presentan condiciones microbianas que no son ideales para el desarrollo de huevos y larvas; los peces que son verdaderos residentes de este ecosistema, como *O. beta*, presentan estrategias reproductivas, que les permiten reproducirse exitosamente en esas condiciones. Específicamente, para *O. beta*, las especializaciones reproductivas van desde los huevos de la especie, que presentan adaptaciones que les permiten sobrevivir bajo las condiciones que el estuario presenta; en primer lugar, el hecho de que sean huevos demersales fijos a un sustrato, evita el que sean arrastrados por las corrientes; por otra parte, su gran tamaño les permite tener una mayor superficie para captar oxígeno de su medio, a lo que probablemente contribuyan carotenoides presentes en su interior, lo que explicaría su coloración anaranjada, y los cuales sirven como almacenes intracelulares de oxígeno, como ya lo señaló Nikolsky (1963); hasta el cuidado de la puesta que el macho realiza y el cual consiste en proteger a los huevos y larvas de posibles depredadores, así como de encargarse de limpiarlos del sedimento que se deposita sobre ellos, y de oxigenarlos, utilizando para ello sus aletas pectorales, conducta descrita por Breder (1941) en su trabajo. En *O. beta* no se sabe cuanto tiempo permanece el macho con su prole, pero para *Opsanus tau*, especie sumamente emparentada, Gray y Winn (1961), reportan que el macho permanece de 23 a 46 días, hasta que las larvas se liberan del pedicelo y se vuelven libre nadadoras, siendo posible que algo similar ocurra con *O. beta* aunque falta determinarlo.

ESPECIE	FECUNDIDAD	FERTILIDAD	DIAMETRO HUEVO (PROMEDIO)
1. <i>Batrachoides boulengeri</i> (Collette y Russo, 1981)	588	—	5.45 mm
2. <i>Batrachoides surinamensis</i> (Collette y Russo, 1981)	441	—	4.50 mm
3. <i>Batrachoides waltersi</i> (Collette y Russo, 1981)	182	—	6.10 mm
4. <i>Batrachoides walkeri</i> (Collette y Russo, 1981)	172	—	3.69 mm
5. <i>Batrachoides pacifici</i> (Collette y Russo, 1981)	202	—	4.42 mm
6. <i>Batrachoides gibberti</i> (Collette y Russo, 1981)	398	—	4.86 mm
7. <i>Batrachoides manglae</i> (Collette y Russo, 1981)	114	—	2.60 mm
8. <i>Batrachoides goldmani</i> (Collette y Russo, 1981)	88	—	4.06 mm
9. <i>Batrachoides tibertiensis</i> (Collette y Russo, 1981)	93	—	3.88 mm
10. <i>Porichthys plectrodon</i> (Collette y Russo, 1981)	140	—	3.65 mm
11. <i>Porichthys notatus</i> (Martin y Drewry, 1978)	—	—	6.00 mm
12. <i>Opsanus tau</i> (Martin y Drewry, 1978)	—	Menor de 200 huevos	5.50 mm
13. <i>Opsanus tau</i> (Gudger, 1910)	—	Máximo de 100 huevos	5.00 mm
14. <i>Opsanus beta</i> (Breder, 1941)	—	—	3.50 mm
15. <i>Opsanus beta</i> (Gallardo, 1997)	212	350 huevos puestos	4.10 mm

TABLE 3.- Comparación de algunos aspectos reproductivos entre diversas especies de la familia Batrachoididae.

Por haberse encontrado los estadios más avanzados de madurez gonádica, tanto en machos como en hembras, además de haberse encontrado las puestas de la especie, se determinó que *Opsanus beta* es un pez que realiza todo su ciclo de vida dentro del estuario de Tecolutla, por lo que se considera un habitante permanente de éste, lo que difiere con la categoría ecológica que le asignó Castro-Aguirre (1978), como una especie eurihalina del componente marino.

En cuanto a su temporada reproductiva, Breder (1941), establece que *O. beta* desova entre febrero y marzo en la Florida; para el sistema estuarino de Tecolutla se encontró que ésta se reproduce entre los meses de marzo y junio, tal diferencia puede deberse a las variaciones en la temperatura entre las dos localidades, ya que el mismo Breder (1941), señala que la temporada reproductiva de la especie esta en función de la temperatura del agua.

En relación a su conducta reproductiva, la condición polígama o monógama de *O. beta* parece estar en relación a las condiciones para el desove, es decir, de acuerdo con Breder (1941), y Gray y Winn (1961), a mayores sitios disponibles, en donde formar el nido, habrá menos competencia entre las hembras por éstos, y por lo tanto, la especie tendrá un comportamiento monógamo; si por el contrario, sucede que son pocos los sitios disponibles para desovar, las hembras tendrán que compartir los sitios y los machos que los resguardan, siguiendo un comportamiento polígamo. Esto probablemente sea lo que ocurre en el sistema estuarino de Tecolutla, ya que al contar el número de huevos por puesta, o desovados (fertilidad), este resulta superior al número de huevos encontrados en el interior de los ovarios de hembras maduras (fecundidad).

CONCLUSIONES

Opsanus beta es un residente permanente del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz.

Este pez es un consumidor secundario, cuya principal fuente de alimento son los crustáceos.

El desarrollo ovárico es del tipo asincrónico, por lo que se encuentran siempre distintos estadios de desarrollo de los ovocitos.

El macho presenta un aparato reproductor más complejo que el de otras especies de teleósteos.

El arreglo del testículo corresponde al tipo lóbular, de acuerdo con la clasificación de Callard (1991), modificada por Grier (1993).

Las glándulas accesorias del macho presentan diferencias a nivel microscópico, que las dividen, al menos, en tres secciones, cuya función permanece aún desconocida.

Esta especie se reproduce entre los meses de marzo y junio en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz.

Los huevos de *Opsanus beta* son demersales y requieren de un sustrato duro en donde ser fijados para ser posteriormente cuidados por el macho de la especie.

La fertilidad de esta especie es relativamente baja, siendo esto característico de peces que presentan cuidados parentales.

Por todo lo anterior, y con base en la bibliografía, podemos considerar a *Opsanus beta* una especie altamente evolucionada.

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-I UNAM.
- Barnes, R. 1977. The coastline. John Wiley & Sons. USA. 356 pp.
- Billard, R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reprod. Nutr. Develop* 26: 877-920.
- Bond, C. 1979. Biology of fishes. Saunders College Publishing. USA 514 pp.
- Breder, C. 1941. On the reproduction of *Opsanus beta*. *Goode & Bean. Zoologica* 26: 229-232.
- Callard, G.V. 1991. Spermatogenesis. In *Vertebrate Endocrinology: Fundamentals and Biomedical Implications*. Vol. I pp. 351-397. Academic Press, San Diego.
- Castro-Aguire, 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. 298 pp.
- Cole, K. 1988. Predicting the potencial for sex-change on the basis of ovarian structure in Gobiid fishes. *Copeia* 4: 1082-1086.
- Collette, B.B., Russo, J.L. 1981. A revision of the scaly toadfishes, genus *Batrochoides*, with descriptions of two new species from the Eastern Pacific. *Bull. Mar. Scienc.* 31(2): 197-233.
- De Jonge, J., Ruiter, A. Van der Hurk, R. 1989. Testis-testicular gland complex of two *Tripterygion* species (Blenniodei, Teleostei): differences between territorial and non-territorial males. *J. Fish Biol.* 35: 497-508.

- 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. 410 pp.
- Dickson, H. Moore, R. 1977. Fishes of the Gulf of Mexico Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A&M. University Press. USA. 327.
- Diener, R., Inglis, A., Adams, G. 1974. Stomach contents of fishes from clear Lake and Tributary waters, a Texas estuarine area. Contributions in Marine Science. University of Texas. Marine Science Institute. USA. Vol 18: 7-17.
- Douglas, F. Drewry, G. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An Atlas of egg, larval and juvenil stages. Fish and Wild life Service. USA. Department of the Interior. Vol. VI USA. 416 pp.
- Fine, M. 1975. Sexual dimorphism of the growth rate of the swimbladder of the Toadfish *Opsanus tau*. Copeia 3: 483-490.
- Fishelson, L. 1991. Comparative citology and Morphology of Seminal Vesicles in Male Gobiid Fishes. Japan. J. Ichthyol. 38(1): 17-30.
- Forberg, K.G. 1982. A histological study of development of oocytes in capelin, *Mallotus villosus* (Müller). J. Fish Biol. 20: 143-154.
- Fuentes, P. 1993. Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. Serie Grandes temas de la Hidrobiología. Instituto de Biología. UNAM. P. 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.
- Gray, G., Winn, H. 1961. Reproductive ecology and sound production of the toadfish *Opsanus tau*. Ecology 42(2): 274-282.

- Grier, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.*, 21: 345 - 357.
- Grier, H.J. 1993. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. In *The Sertoli Cell*. p.p 703 - 739, Cache River Press, Clearwater.
- Halstead, B. 1971. Venomous fishes. In. *Venomous Animals and their venoms*. Bücherl, W., Buckley, E. (1971). Volume II .Venomous vertebrates. Academic Press. USA. P. 587 - 627.
- Hoffman, R. 1962. Gonads, spermatid ducts and spermatogenesis in the reproductive system of male toadfish *Opsanus tau*. *Chesapeake Science*, 4(1): 21 - 29.
- Hoffman, R. 1963. Accessory glands and their ducts in the reproductive system of the male toadfish *Opsanus tau*. *Chesapeake Science Solomons. Md.* 4: 30 - 29.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach content analysis- A review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Kendall, W., Ahlstrom, E: H., Moser, H:G: 1983. Early life history of stages and their characters. In: *Ontogeny and systematic of fishes*. Special Publication Number 1. American Society of Ichthyologist and herpetologist. USA. 760 pp.
- Kennish, J. 1986. Ecology of estuaries (Physical and chemical aspects). Vol. I. Edit. Boca. USA.
- Kiernan, J.A. 1990. *Histological & Histochemical Methods. Theory and Practice*. 2nd. Edition. Pergamon Press. New York. 433 pp.
- Lagler, K. 1977. *Ichthyology*. 2nd edition. John Wiley & Sons. USA. 506 pp.
- Lahnsteiner, F., Richtarski, U., Patzner, R. 1990. Functions of the testicular gland in two blennioid fishes, *Salaria (Blennius) pavo* and *Lipophrys (=Blennius) dalmatinus* (Blenniidae, Teleostei) as revealed by electron microscopy and enzyme histochemistry. *J. Fish Biol.* 37: 85 -97.

- Luna, L.G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd. Edition. McGraw-Hill, New York. 258 pp.
- Martínez, P.J., Barrera, E.H., Sepulveda, S.J., Estudillo, C., Ortíz, B., Angeles, S.M. 1993. Desarrollo testicular en las diferentes etapas de maduración de *Opsanus beta* en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. XIII Coloquio de investigación. ENEP Iztacala. Memorias.
- Mc Laughlin, P. 1979. Comparative morphology of recent Crustacea. W.H: Freeman and Company. San Francisco, USA. 177 pp.
- Mc Lusky, D. 1989. The estuarine ecosystem. 2nd edition. Chapman & Hall. USA. 199 pp.
- Miller, P. 1984. The tokology of Gobioid fishes. In Fish reproduction: Strategies and tactics. Edit. Wootton, R.J., Potts, G.W. 1984. Academic Press. USA. 410 pp.
- Miller, P. 1992. The sperm duct gland: a visceral synapomorphy for gobioid fishes. Copeia 1: 253-256.
- Montoya, A. Castillo-Rivera, M. Y Kobelkowsky, A. 1993. Sistema digestivo y alimentación del peje-sapo (*Opsanus beta*) en la laguna de Pueblo Viejo, Ver. México. V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Resúmenes. Univ. Auton. De Baja California Sur.
- Nelson, J. 1976. Fishes of the world. John Wiley & Sons. USA. 416 pp.
- Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. USA. 352 pp.
- Patiño, Reynaldo. 1995. Gonads. In An Atlas of fish Histology. Normal and Pathological, features. 2ª edición. Edit. Takashima, F., Hibiya, T. 1955. Kodansha Ltd. Tokio, Japón. 190 pp.
- Patzner, R. 1991. Morphology of the male reproductive system of *Coralliozetus angelica* (pisces, Blennioidei, Chaenopsidae), J. Fish. Biol. 39: 867 - 872.

- Platt, C., Popper, A. 1981. Fine structure and function of the ear. In: Hearing and sound communication in fishes. Edit. Tavolga, W., Popper, A, Fay, R. 1981. Springer Verlag, New York. USA. 608 pp.
- Radtke, R.L., Fine, M.L., Bell, J. 1985. Somatic and otolith growth in the oyster toadfish (*Opsanus tau* L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 90: 259 - 279.
- Rasotto, M. 1993. The embriologycal origin of the juxtatesticular body in jawfishes (Opistognathidae). J. Fish. Biol. 43: 661 - 669.
- 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. 79 pp.
- Rosas, M:M. 1980. Elementos de Biología Acuática y Piscicultura para la Educación media. Ciencias del Mar/SEP. México, 163 pp.
- Sandknop, E. M., Sumida, B.Y., Moser, H.G. 1983. Early life history descriptions. In: Ontogeny and systematic of fishes. Special Publication Number 1. American Society of Ichthyologist and herpetologist. USA. 760 pp.
- Schultz, L., Reid, E. 1937. The American Atlantic Toadfishes of the genus *Opsanus*. Copeia. 4: 211 - 212.
- Seiwald, M., Patzner, R. 1989. Histological fine-structural and histochemical differences in the testicular glands of gobiid and bleniid fishes. J. Fish Biol. 35: 631 - 640.
- Sundaraj, B.I. 1958. The seminal vesicles and their seasonal changes in the Indian catfish *Heteropneustes*. Copeia (4): 289-297.
- Torres-Orozco, B:R: 1992. Los peces de México. AGT Editor. México, D:F: 235 pp.
- Vargas-Maldonado, I., Yañez-Arancibia, A., Amezcua-Linares, F. 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia*

- testudinum* de la Isla del Carmen, laguna de Términos, Sur del Golfo de México. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. UNAM. 8(1): 241 - 266.
- Verdín, T.L., Gómez-Clavel, J.F., González, R., Aloy, M.P. 1995. Alcohol amílico como aclarante en la técnica histológica. XV Coloquio de Investigación. ENEP Iztacala. Memorias.
- Walker, H.J. 1988. Pacific toadfishes of the Genus *Porichthys* (Bairachodidae) with descriptions of three new species. Copeia. 4:887.
- Walsh, P.J., Bedolla, C., Mommsen, T.P. 1987. Reexamination of metabolic potential in the toadfish sonic muscle. J. Exp. Zool. 241: 133 - 136.
- (Walsh, P.J., Bedolla, C., Mommsen, T.P. 1989. Scaling and sex-related differences in toadfish *Opsanus beta*) sonic muscle enzyme activities. Bull. Mar. Scienc. 45(1): 68 -75.
- Walsh, P.J. Tucker, B.C. Hopkins, T.E. 1994. Effects of confinement/crowding on ureogenesis in the Gulf toadfish *Opsanus beta*. J. Exp. Biol. 191: 195 - 206.
- Weisel, G. 1949. The seminal vesicles and testes of *Gillichthys* a marine teleost. Copeia 2: 101-110.
- Wilson, C.A., Dean, M.D., Radtke, R. 1982. Age, growth rate and feeding habits of the oyster toadfish *Opsanus tau* (Linnaeus) in South Carolina. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 62: 251 - 259.
- 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. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas con bocas efímeras del Pacífico de México. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. UNAM.
- Yañez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor. México. 189 pp.

APENDICE

EXPRESIONES EQUIVALENTES UTILIZADAS PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE CRECIMIENTO DE LOS OVOCITOS.

Primera fase de crecimiento (Forberg, 1982)	Previtelogénesis (Raven, 1961)	Período de crecimiento lento (Balinsky, 1970)	Fase de crecimiento protoplásmico	Período Gonadotropo independiente (De Palmer y cols., 1995)
Estadio de cromatina nucleolar (Forberg, 1982)				
Estadio perinuclear Temprano (Forberg, 1982)			Estadio I inmaduro (Robb, 1982)	
Estadio perinuclear tardío (Forberg, 1982)				
Segunda fase de crecimiento (Forberg, 1982)	Vitelogénesis (Raven, 1961)	Período de crecimiento rápido (Balinsky, 1970)	Fase de crecimiento trofoplásmico	Período Gonadotropo dependiente (De Palmer y cols., 1995)
Estadio de alveolos corticales (Patiño, 1995)	Estadio de vesículas de vitelo			

APENDICE I (CONTINUACIÓN).

Estadio vitelino primario (Forberg, 1982)	Estadio III ½ maduro (Robb, 1982)
Estadio vitelino secundario (Forberg, 1982)	Estadio IV ¾ maduro (Robb, 1982)
Estadio vitelino terciario (Forberg, 1982)	Estados V y VI maduro y maduro desovando
Zona radiata (ZR)	Zona péluca (Guraya, 1978)
Ovogonias (Soto y cols. 1992)	Cortón (Balinsky, 1970)
Ovocitos en reposo (Bowers y Holliday, 1961)	Ovocitos tempranos (Hickling, 1930)
Núcleo	Vesícula germinal