



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

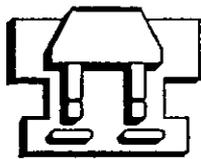
7
2 ef - 1

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Arius melanopus* EN
EL SISTEMA ESTUARINO DE TECOLUTLA,
VERACRUZ.

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 :
LETICIA BADILLO ALEMAN

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. JOSE ANTONIO MARTINEZ PEREZ.



IZTACALA

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

267459.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A mi madre por su infinita abnegación y apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A mi padre por su confianza e inquebrantable fé, que me han dado fortaleza.

A mis hermanos por el amor y la unidad que existe entre nosotros..

A Francisco por su amor y comprensión.

A Carolina y Lety por su ternura y alegría que han iluminado nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

Al Biol. José Antonio Martínez Pérez por la dirección y las facilidades que me proporciono para la realización del trabajo.

A la M. en C. Leticia Verdín Terán por el apoyo desinteresado que me brindo a lo largo de mi trabajo, así como por sus valiosos comentarios y sugerencias.

A mis hermanos Alfonso y Maribel, ya que sin su colaboración y apoyo este trabajo aún no estaría terminado.

A los revisores de tesis: M. en C. Héctor Barrera Escorcía, M. en C. Jonathan Franco López, Biol. Rafael Chávez López, por sus críticas y comentarios que enriquecieron este trabajo.

A Pedro Gabriel, por las excelentes ilustraciones que acompañan este trabajo y Alfredo Gallardo por sus acertados comentarios y sugerencias..

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedentes.....	5
III.	Objetivos.....	7
IV.	Área de estudio.....	8
V.	Metodología.....	10
VI.	Descripción de la especie.....	12
VII.	Clasificación de la especie.....	14
VIII.	Resultados.....	15
	1. Proporción sexual.....	15
	2. Dimorfismo sexual.....	15
	3. Época reproductiva.....	17
	4. Descripción macroscópica de las gónadas.....	22
	5. Ovario.....	23
	6. Testículo.....	26
	7. Descripción histológica del ovario.....	27
	8. Descripción histológica de los estadios de maduración de los ovocitos de <i>Arius melanopus</i>	29
	a) Estadio I: Cromatina nucleolar.....	30
	b) Estadio II: Perinucleolar temprano.....	31
	c) Estadio III: Perinucleolar tardío.....	32
	d) Estadio IV: Alvéolos corticales.....	34
	e) Estadio V: Vitelino primario.....	38
	f) Estadio VI: Vitelino secundario.....	39
	g) Estadio VII: Vitelino terciario.....	42
	9. Ovocitos atrésicos.....	44
	10. Descripción histológica del testículo.....	49
	11. Descripción histológica de los estadios de maduración de las células germinales del testículo.....	50
	a) Espermatogonia.....	50
	b) Espermatides.....	50
	c) Espermatozoides.....	50
IX.	Discusiones.....	54
X.	Conclusiones.....	58
XI.	Bibliografía.....	59

INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo de vertebrados más numeroso y antiguo, se ha estimado que constituyen el 48.1% del total de las especies de vertebrados, de estos los teleósteos son los más conocidos ya que no solamente han ocupado todos los nichos oceánicos, sino que también invadieron aguas dulces. Su abundancia, entre otras atribuciones, los ha convertido en una de las principales fuentes de alimento con que cuenta el hombre, esto ha dado lugar a que se incremente el interés por el conocimiento de la vida de los peces, principalmente su etapa reproductiva. Desafortunadamente la mayor parte de las investigaciones que se han realizado sobre la biología de los peces está orientada hacia las especies de importancia comercial que son destinadas al consumo humano principalmente, dejando a un lado a muchas otras que juegan un papel muy importante dentro del equilibrio de un ecosistema y que en un determinado momento podrian constituir un recurso potencialmente explotable.

Entre esas numerosas especies no aprovechadas está *Arius melonopus* especie bentónica muy abundante en los ecosistemas lagunares de Alvarado y Tecolutla, Veracruz, de la cual se desconoce prácticamente todo sobre su desarrollo o madurez gonádica, pues las descripciones que se han realizado se basan en los criterios definidos por Nikolsky en 1963, los cuales se han tratado de generalizar para todos los teleósteos, sin embargo la organización histológica de la gónada de los peces es muy variada y estos criterios, aunque útiles, no consideran la imagen microscópica. Esta es importante pues en una gónada no todos los elementos celulares son germinales y los germinales en

cierta condiciones no representan un gameto potencial. Otra importancia de conocer la estructura microscópica de las gónadas radica en que este órgano no está exento de desarrollar diversas alteraciones como respuesta a eventos internos o externos y que sólo pueden ser detectadas y definidas desde el punto de vista histológico. Al analizar histológicamente el testículo de los teleósteos se ha descubierto un hecho muy interesante y es que, aunque en todos existen cistos, la manera en que estos se organizan no es igual pudiéndose distinguir dos tipos básicos: el lobular y el tubular.

El tipo lobular o cístico, es típico de los teleósteos, está compuesto de numerosos lóbulos, que están separados uno de otros por una delgada capa de fibras de tejido conectivo. Cuando se da la espermatogénesis y la espermiogénesis, los cistos se expanden y habitualmente se rompen, liberando el esperma dentro del lumen lobular el cual se continúa con el conducto espermático.

El tipo tubular. Esta restringido al grupo atheriniforme, en este caso no existe lumen, y los cistos migran durante su diferenciación desde una terminación ciega, próxima a la túnica albugínea hasta el conducto eferente. Esto quiere decir que en este tipo de organización las espermatogonias se localizan en las partes profundas, vecinas al conducto eferente. Esta distribución restringida de las espermatogonias es la que ha servido de base para que Grier (1981), llame a este testículo como de tipo espermatogonial restringido.

En el caso de la gónada femenina, en los peces tenemos que se origina a partir de repliegues peritoneales en los cuales están inmersas las células más primitivas de la estirpe del ovocito: las ovogonias de estos repliegues son

conocidas como pliegues ovígeros y a su vez están rodeados por una cubierta conjuntiva que bien puede denominarse una túnica albugínea. El ovario es hueco, y el lumen está revestido por un epitelio que ha sido identificado como germinal.

La caracterización del ovario se basa en su fisiología, proponiéndose tres tipos para el desarrollo de los oocitos:

-Desarrollo sincrónico: Todos los oocitos presentan el mismo grado de madurez y es característico de especies que tienen un sólo desove en su vida, y este, es seguido por la muerte.

-Desarrollo sincrónico por grupos: Es el más común en los teleósteos, cerca de la estación de desove se reconocen dos estadios diferentes de maduración, uno constituido por oocitos maduros destinados a ser expulsados y el segundo grupo con muy poca cantidad de vitelo, inmaduros que constituyen la reserva para la siguiente temporada reproductiva. Estos peces generalmente desovan una vez al año en una estación corta y definida, realizando varios desoves a lo largo de su vida.

-Desarrollo asincrónico: Los peces que corresponden a este tipo son los más numerosos. El ovario aloja oocitos en varios estadios de su desarrollo, la ovulación y el desove ocurren a través de una larga etapa reproductiva y generalmente varias veces en la misma estación.

Con lo anteriormente expuesto queda claro que uno de los criterios más sobresalientes en base a los cuales se puede valorar la condición reproductiva de peces es el histológico, ya que a este nivel se evalúan, corroboran y complementan algunas de las observaciones realizadas macroscópicamente (Rodríguez, 1992).

Por ello es conveniente realizar estudios morfométricos y morfológicos acerca de las variaciones estacionales en la histología de las gónadas, tanto en hembras como en machos y de esta forma poder evaluar y entender la reproducción en estos peces.

ANTECEDENTES

Los trabajos que hasta la fecha se han realizado sobre el aspecto reproductivo en peces son numerosos y variados, abordando diversos niveles que van desde la simple observación de algunas características físicas de los espermatozoides hasta la identificación de la ultraestructura de las células productoras de esteroides en las gónadas. En los primeros podemos citar los trabajos de: Cruca(1969), quien describió algunos cambios físicos y químicos en los espermatozoides de peces; Epler (1977) describió los cambios histológicos en el ovario de hembras maduras de carpa *Cyprinus carpio*; O'Halloran (1970), contribuyó con su trabajo sobre distribución e identificación de las células homólogas de Leydig en testículos sexualmente maduros de salmón del Atlántico *Salmo salar*; Grier (1981), realizó la descripción de la organización celular del testículo y espermatogénesis en peces; Wallace (1981), determinó los aspectos dinámicos y celulares del crecimiento de oocitos en peces teleósteos; Cárdenas (1982), describió histológicamente el testículo de *Chirostoma jordani*; Billard (1982), llevó a cabo un trabajo más profundo, describiendo la ultraestructura de espermatozoides de trucha; Alcantar(1985), estudió las variaciones estacionales en la histología testicular del charal *Chirostoma jordani*; Selman (1986),aporta más información con su trabajo sobre la gametogénesis de *Fundulus heteroclitus*; Soto (1992), trabajó la histología de la gónada autofertilizada en el pez hermafrodita *Rivulus marmoratus*. En lo que respecta a ultraestructura y hormonas tenemos a Yamazaki (1966), quien realizó un trabajo sobre desenvolvimiento de gonadotropina y hormonas esteroides en la

espermiación del pez dorado *Carassius auratus*, en el mismo año también analizó los efectos de la gonadotropina en la espermatogénesis, vitelogénesis y ovulación de *Carassius auratus*; Hurk (1974), trabajó sobre la esteroidogénesis en el testículo y la actividad gonadotrópica en la pituitaria durante el desarrollo postnatal de *Mollienisia latipinna*; Nagahama (1978), identificó la ultraestructura de las células productoras de esteroides en las gónadas de *Onchorhynchus kisuth* y *Onchorhynchus gorbusha*; Epler (1979), investigó sobre los efectos de gonadotropina de pituitaria en la maduración in vivo de *Cyprinus carpio*; Billard (1982), trabajó sobre el control endocrino de la espermatogénesis en peces teleósteos; Kime (1985), por su parte observó los cambios hormonales durante la inducción a la ovulación de la carpa *Cyprinus carpio*; Koichi (1989), contribuyó con su investigación sobre efectos del fotoperiodo y temperatura en la maduración gonadal y niveles de gonadotropina en peces ciprínidos.

La mayoría de los trabajos citados anteriormente hacen referencia únicamente a especies de importancia comercial, por lo cual se hace evidente la necesidad de realizar investigaciones sobre el ciclo reproductivo de otras especies de las cuales este proceso se desconoce casi en su totalidad, tal es el caso de *Arius melanopus*, quedando con ello justificada la realización de la presente investigación, además de que estas evaluaciones gonádicas pueden realizarse en cualquier etapa del ciclo reproductivo y con diferentes expectativas.

OBJETIVOS

Establecer el dimorfismo sexual y la época reproductiva de *Arius melanopus*.

Describir morfológicamente el aparato reproductor masculino y femenino de *A. melanopus*.

Determinar el tipo testicular y el tipo de desarrollo ovárico que presentan estos organismos.

Establecer el ciclo ovárico y testicular de *A. melanopus* a nivel histológico mediante la determinación de los diferentes estadios de desarrollo de las células germinales.

ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, el cual forma parte de la llanura costera del Golfo de México. Tecolutla, pertenece al municipio de Gutiérrez Zamora, y se localiza a 20°30' latitud norte y a 97°01' longitud oeste.

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".

La temperatura promedio anual es de 23.8°C, Enero es el mes más frío con una temperatura promedio de 19°C y Agosto es el mes más caluroso con una temperatura promedio de 27.5°C, con una oscilación promedio de 8.5°C anualmente. El régimen de lluvias es de tipo "m" (lluvias en verano) y un régimen de lluvias invernales de 7.9%, siendo Septiembre el mes de máxima precipitación pluvial; presentando un clima tipo Am (e), según la clasificación de Koppen, modificado por García y que corresponde a un clima cálido húmedo (Figura 1).

La vegetación que domina a la orilla de los brazos de los esteros es principalmente arbustiva 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.*

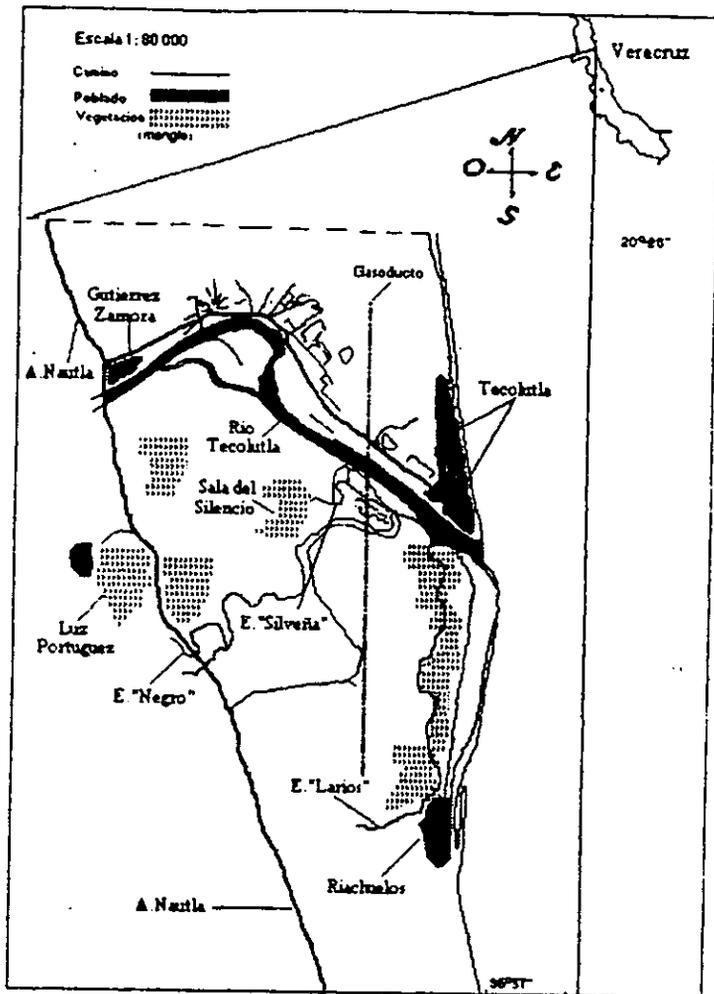


Fig. 1.- Mapa en donde se muestra la localización del area de trabajo

METODOLOGÍA

Se realizaron 6 muestreos en el estuario, que abarcaron de mayo de 1994 a junio de 1995. Los ejemplares se capturaron con un chinchorro playero de 50 metros de largo, 2.0 m. de caída y abertura de malla de 0.5 pulg. Una vez colectados, los ejemplares fueron puestos en cubetas de 20 litros y trasladados a tierra, inmediatamente después se tomaron los datos merísticos con un vernier y se fijaron con formol al 10% para ser transportados al laboratorio de zoología, donde se observaron las características morfológicas externas para establecer el dimorfismo sexual de la especie.

A los organismos que estaban incubando huevos se les realizó una incisión en la boca para extraer los huevos, los cuales se contaron, midieron y pesaron. Posteriormente los organismos fueron disectados para extraer las gónadas y hacer la descripción macroscópica para cada sexo; algunos ovarios maduros se desgarraron para contar el número de huevos, para saber el tamaño de la puesta. Realizada la descripción se procedió a deshidratar las gónadas con alcoholes graduales y aclaradas con alcohol amílico, para su inclusión en parafina.

Una vez incluidas se realizaron cortes histológicos de 5 micras de espesor; se tiñeron con hematoxilina-eosina y se montaron con resina sintética. Finalmente se observaron las laminillas bajo un microscopio óptico y se rastrearon los mejores campos para tomar fotografías con un microscopio Labophot-2 Nikon PFX. Las fotografías se utilizaron para describir los

diferentes tipos celulares que conforman las distintas etapas de maduración de las gónadas. Para determinar el tamaño de la puesta se conto el número de huevos que contenía cada ovario en estado maduro, así mismo a los machos se les extrajeron los huevos de la cavidad oral para conocer la capacidad de incubación.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Arius melanopus es un pez bentónico, estuarino (Categoría 1B, según Castro-Aguirre, 1978) de cuerpo ligeramente deprimido. Se distingue por presentar tres pares de barbillas, dos de ellas debajo de la mandíbula inferior, el otro sobre el maxilar, estas últimas casi alcanzan la terminación de las aletas pectorales. La espina de las aletas pectorales es sumamente fuerte y presenta serraciones relativamente grandes, dirigidas hacia adentro, su número varía de acuerdo a la edad y va de 5 a 15.

La espina de la aleta dorsal es menos fuerte que la de las pectorales y sus serraciones son muy pequeñas; las aletas pélvicas alcanzan el ano; la aleta anal es algo pequeña y se encuentra muy cerca del pedúnculo caudal; su aleta caudal está sumamente bifurcada. La fórmula radial de sus aletas es: D.I,7; A.19-21; P.I, 5-10; V. 5-6; C. 18+7+8+17. Además de presentar una aleta dorsal adiposa.

La boca es ventral, subterminal; posee dientes de tipo cúspide en bandas sobre las mandíbulas y palatinos; también se presentan dientes faríngeos de tipo romo.

Su coloración en el dorso es azul grisácea, mientras que el vientre es blanco lechoso; las aletas son oscuras o grisáceas (Figura 2).

Geográficamente se distribuye desde Tampico, Tamps. hasta Panamá; las localidades mexicanas en las que se encuentra con frecuencia son:

Tampico, Tamps.; Tuxpan, Ver.; Río Papaloapan, Ver.; Tampamachoco, Ver.;
Tecolutla, Ver.; Laguna del Carmen, Camp.; Río Champotón, Camp.

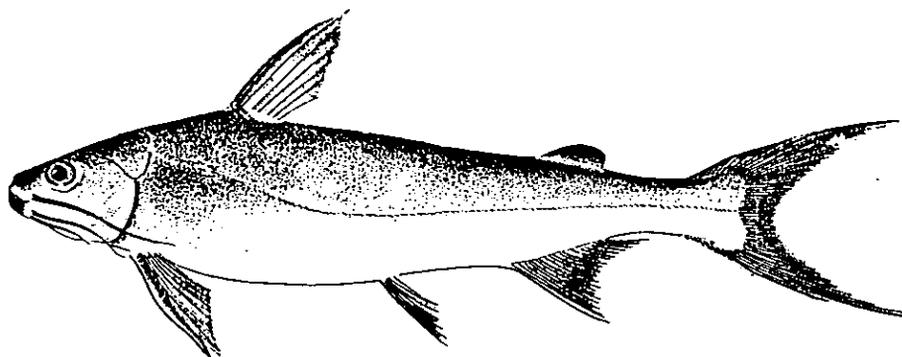


Fig.- 2. Esquema general del pez *Arius melanopus*.

CLASIFICACIÓN DE LA ESPECIE

Phyllum:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata.
Clase:	Osteichthyes.
Subclase:	Actinopterygii.
Infraclasse:	Teleostei
División:	Eutelostei.
Superorden:	Ostariophysii.
Orden:	Siluriformes.
Suborden:	Bagroidae.
Superfamilia:	Bagroidae
Familia:	Ariidae.
Género:	<i>Arius</i> .
Especie:	<i>Arius melanopus</i> Günther.

RESULTADOS

PROPORCIÓN SEXUAL

Se capturó un total de 188 organismos, en 8 muestreos distribuidos en los meses de mayo de 1994 a mayo de 1995, de los cuales 101 fueron machos y 87 hembras, lo que da una proporción sexual de 1.1:1.0 a favor de los machos. Las tallas variaron de 36 mm a 216 mm de longitud total, mientras que los pesos fueron de 1.1gr a 80.0 gr.

DIMORFISMO SEXUAL.

Arius melanopus es una especie que presenta dimorfismo sexual externo, la diferencia radica, particularmente, por la presencia de membranas branquióstegas muy plegadas y una pequeña papila urinaria ubicada detrás del ano de las hembras, mientras que los machos no presentan dicha papila y poseen un mentón muy conspicuo que hace que las membranas branquióstegas sean completamente lisas (Figura 3).

Se observó que en época reproductiva los machos presentan un marcado dimorfismo sexual, ya que su cavidad oral se expande considerablemente para efectuar la incubación de los huevos. Esta condición hace que la cabeza del organismo adquiera una apariencia muy robusta en comparación a la época no reproductiva (Figura 4).

En las hembras se observó que en los meses de marzo a agosto presentan un abdomen sumamente voluminoso y que al hacer presión sobre él son expulsados los huevos; el ano y poro genital se encuentran muy dilatados.

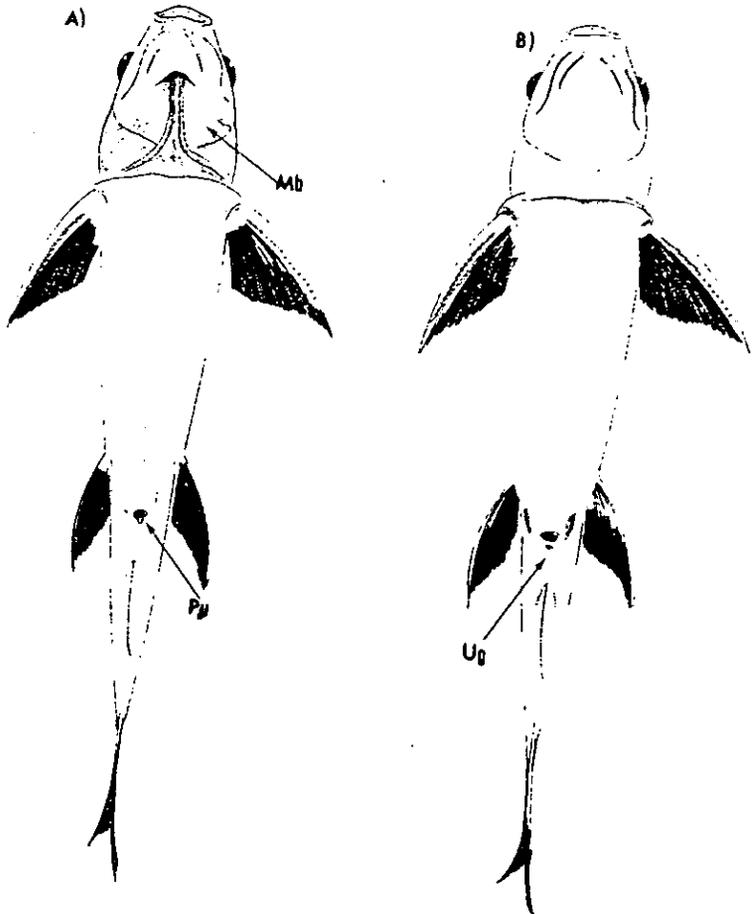


Fig. 3.- Vista ventral de *Arius melanopus* donde se aprecia el dimorfismo sexual A) hembra con papila urinaria (Pu) y membranas branquiostegas muy plegadas (Mb). B) Macho con un sólo poro urogenital (Ug).

ÉPOCA REPRODUCTIVA.

En este estudio se encontraron machos con huevecillos o embriones en su cavidad oral durante los meses de mayo a agosto. La talla de los machos incubando huevecillos y embriones osciló entre 180 a 192 mm de longitud total. El promedio de huevos incubados por macho es de 16 y las medidas de los huevos varia entre 10.7 a 12.4 mm de diámetro, lo que provoca que los huevecillos se encuentren obturando toda la cavidad bucal y hasta la faringe del pez (Tabla 1).

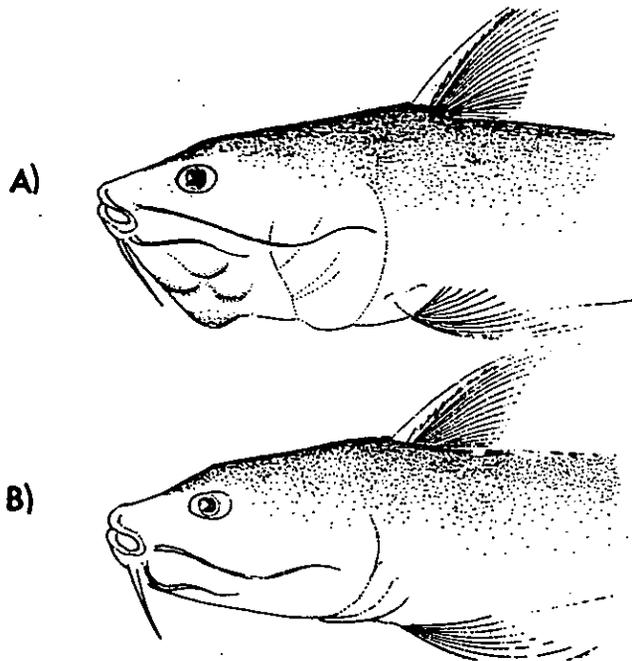


Fig. 4.- Vista lateral de dos machos de *Arius melanopus* . A) Época reproductiva, donde se aprecia el abultamiento de la cavidad bucal para la incubación de los huevos. B) Época no reproductiva.

Con estas características y corroborando con los cortes histológicos de las gónadas de esta especie, se determinó que sólo tienen una época reproductiva al año que va de marzo a agosto, con un máximo en mayo y probablemente dos desoves anuales por hembra. Cada hembra pone en promedio 18.2 huevos y el macho sólo puede incubar en su boca 16 huevos en promedio, lo que permite establecer que cada hembra necesita para la incubación de sus huevos un sólo macho por cada desove.

Así mismo, se determinó que las hembras de tallas de 36 mm a 122 mm son sexualmente inmaduras y de 125 mm a 205 mm son maduras (Tabla 2).

Los machos de 87 mm a 175 mm son inmaduros y de 192 a 206 mm son maduros (Tabla 3).

LONGITUD DE PEZ (MM)	PESO DEL PEZ (GR)	NÚMERO DE HUEVOS INCUBADOS	DIAMETRO PROMEDIO DE LOS HUEVOS
180		16	11.9
189	54.0	14	11.9
192	68.4	16	12.4
192	73.7	18	11.5
195	76.9	17	10.9
196	51.4	15	11.0
199	61.7	14	11.4
202	74.9	15	11.0
207	80.8	17	11.9
207	85.1	18	10.7
211	76.0	16	11.5
216	80.0	16	11.5

Tabla 1.- Machos de *Arius melanopus* que se encontraban incubando huevos en la cavidad oral, se muestra la talla de los organismos, el número de huevos y su diámetro.

LONGITUD TOTAL DEL PEZ (MM)	PESO PEZ (GR)	LONGITUD GÓNADA (MM)	ASPECTO MORFOLÓGICO	CONDICIÓN SEXUAL
36-73	1.1-3.2	Menos de 9	Oviducto tubular muy largo con ovarios flácidos de forma sacular	Inmadura
74-96	3.4 -7.1	10 - 13	Ovarios translúcidos, presentan óvulos que se pueden observar a contraluz.	Inmadura
96-122	7.3 -21	16 - 20	Ovarios con aspecto granuloso. Ocupan el 30% de la cavidad celómica. Ovulos blancos y amarillos que miden de 1 a 3 mm de diámetro.	Inmadura
125-205	21-70	21 - 40	Ovarios muy grandes, ocupan el 75% de la cavidad celómica. Los óvulos son amarillos llegan a medir hasta 7 mm.	Madura

Tabla 2: Relación entre las tallas de varias hembras de *Arius melanopus* con el tamaño y aspecto morfológico de la gónada y su condición sexual.

LONGITUD TOTAL DEL PEZ (MM)	PESO PEZ (GR)	LONGITUD GONADA (MM)	ASPECTO MORFOLÓGICO	CONDICIÓN SEXUAL
87 - 110	5.7 - 6.1	1.4 - 17	Gónada poco diferenciada con apariencia filamentosa.	Inmaduro
113 - 150	7.6 - 12.9	19 - 22	Gónada de aspecto filamentoso color blanco translúcido.	Inmaduro
155 - 175	27.2 - 35.6	27 - 30	Gónadas bien definidas, planas en la parte anterior y tubular en la parte posterior, color blanco.	Inmaduro
192 - 206	51.5 - 54.0	30 - 35	Mismas características que el estadio anterior, aumentan en volumen y el color es rosado.	Maduro

Tabla 3: Relación entre las tallas de varios machos de *Arius melanopus* con el tamaño y aspecto morfológico de la gónada y su condición sexual.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS GÓNADAS.

Para la descripción macroscópica de las gónadas de *A. melanopus* se utilizaron 18 hembras y 12 machos en un rango de tallas de 36 mm a 205 mm y 87 mm a 192 mm respectivamente. Las gónadas de este pez se ubican en la parte posterior de la cavidad celómica y ventral a la columna vertebral. Ambas gónadas están cubiertas por un peritoneo que las sujeta al riñón y a la vejiga gaseosa.

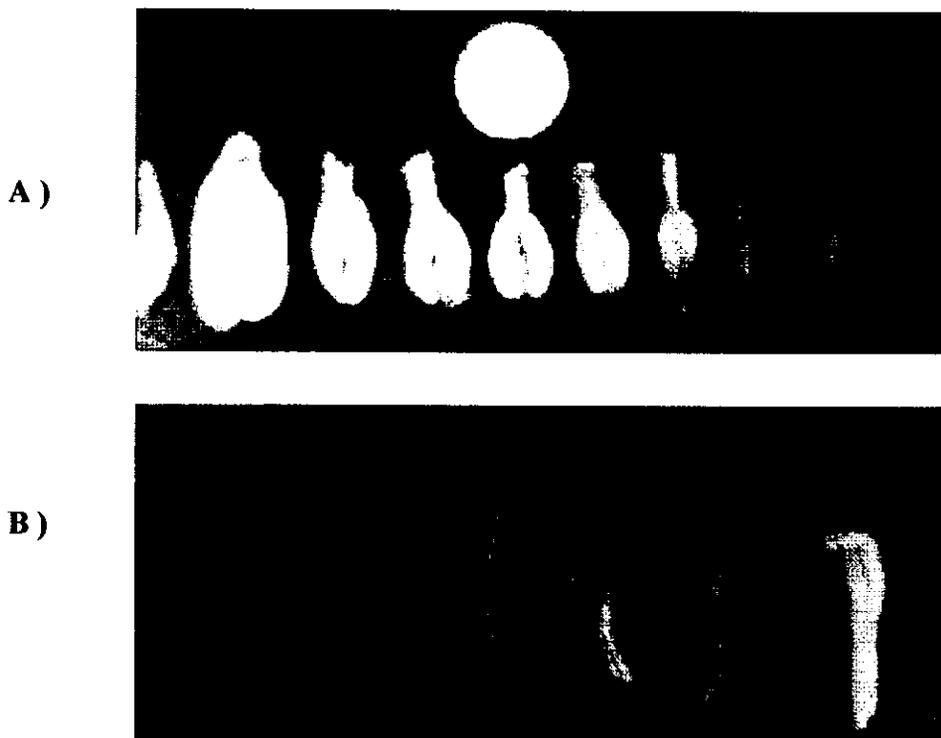


Fig. 5.- Aspecto morfológico de las gónadas de *Arius melanopus* en diferentes estadios de desarrollo. A) Ovarios. B) Testículos.

OVARIO.

Los ovarios inmaduros de *A. melanopus* se aprecian como un par de sacos abultados, unidos estrechamente por tejido conectivo, ambos ovarios se fusionan en su parte posterior para formar un largo oviducto; presentan un color blanco translúcido y conforme van madurando cambian su color a un blanco lechoso, lo que permite que los ovocitos sólo se puedan observar a contraluz. Una vez que los ovarios alcanzan su madurez miden de 21.0 mm a 40.0 mm de longitud y ocupan aproximadamente el 75% de la cavidad celómica, son de consistencia dura y presentan una coloración amarillo ambar debido a la gran cantidad de vitelo que acumulan los ovocitos, su oviducto se acorta y ensancha; así mismo, se observó que cualquiera de los dos ovarios presenta uno o dos huevos más que el otro, a pesar de que la gónada aumenta considerablemente su tamaño, el número de huevos que alcanzan su madurez y que son ovulados es reducido (18.2 promedio), pues las dimensiones que llegan a alcanzar los huevos varían desde 7.8 mm a 11.2 mm (Tabla 4). Una vez que se ha llevado a cabo la ovulación, los ovarios adquieren un aspecto flácido y una coloración parda, aunque también se llegan a observar ovocitos postovulatorios que son degenerados tiempo después (figuras 5 y 6).

LONGITUD TOTAL (MM)	LONGITUD GONADA	NÚMERO DE HUEVOS OVARIO IZQUIERDO	NÚMERO DE HUEVOS OVARIO DERECHO	TAMAÑO DE LOS HUEVOS (MM)
122	31.8	7	6	7.8 - 10.2
125	43	8	8	8.0 - 10.4
140	34.9	8	4	7.9 - 10.0
165	55	11	13	8.0 - 11.0
174	43	8	8	8.0 - 10.4
205	45	5	6	8.0 - 10.0

Tabla 4.- Se observan las relaciones entre la longitud de la gónada, el número y tamaño de huevos de *A. melanopus*.

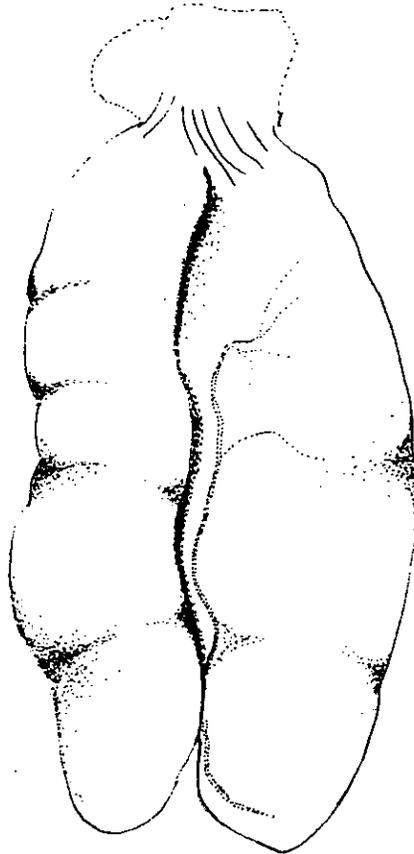


Fig. 6.- Esquema del ovario maduro de *A. melanopus*.

TESTÍCULO.

Macroscópicamente los testículos de *A. melanopus*, en estado inmaduro, se observan como un par de hilos largos, delgados y de color blanco translúcido. En estadios más avanzados se puede apreciar que en la parte anterior los testículos son planos y en la posterior adquieren forma cilíndrica, donde se unen dando la apariencia de estar fusionados y desembocan en un poro urogenital. Conforme transcurre su madurez, los testículos crecen hasta abarcar la mitad de la longitud de la cavidad celómica, se vuelven más abultados y su coloración cambia a un blanco rosado (figura 5 y 7).



Fig. 7.- Esquema del testículo de *A. melanopus*.

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL OVARIO.

Los ovarios de *Arius melanopus* presentan una túnica albugínea o pared ovárica conformada histológicamente por tres capas de tejido: una capa externa muy delgada de tejido conectivo que rodea al ovario; una capa media conformada por tres paquetes de musculatura lisa separados por tejido conectivo, esta capa se encuentra muy irrigada, así mismo forma la parte principal de la pared del ovario. El borde interno de la pared ovárica esta formada por un epitelio germinal.

El lumen del ovario esta cubierto por estroma ovarico conformado por ovocitos en diferentes estadios de desarrollo (desarrollo ovarico asincronico), una gran cantidad de células sanguíneas, células foliculares y ovocitos atrésicos. Los ovocitos inmaduros se encuentran pegados a la pared interna del ovario, mientras que los ovocitos vitelogénicos se encuentran en el centro del ovario de tal manera que no forman laminillas ovigeras como en la mayoría de los peces (figura 8).

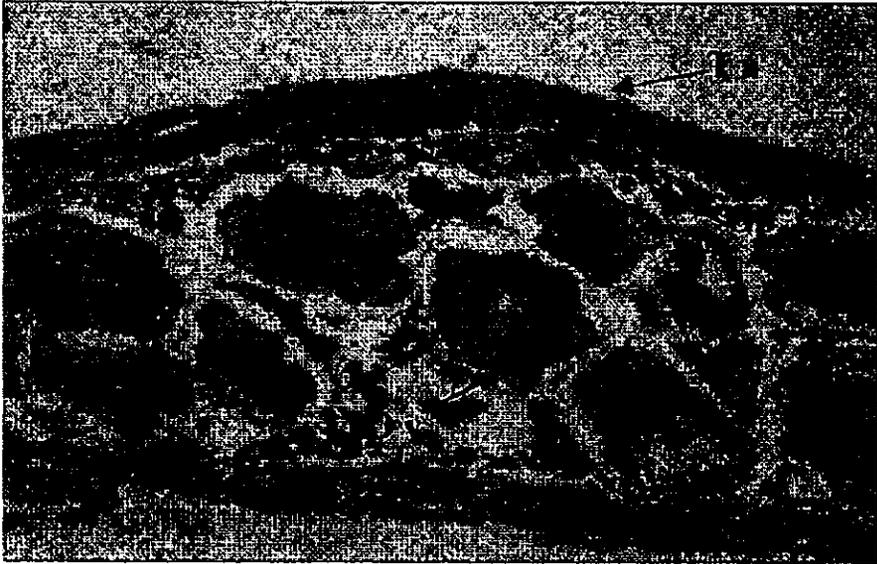


Fig.8.- Corte longitudinal de ovario de *Arius melanopus*, en el cual se aprecia un desarrollo asincrónico. Los ovocitos vitelogénicos (Ov) se encuentran en el centro del ovario y los previtelogénicos (Op) se encuentran pegados a la pared interna del ovario. Túnica albugínea (Ta). H-E. 80 aumentos.

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN DE LOS OVOCITOS DE *Arius melanopus*.

La maduración de los ovocitos de los teleósteos puede verse como una serie de cambios morfológicos (nucleares y citoplásmicos) que ocurren en el proceso de maduración (Barr, 1968). Principalmente, la maduración comienza con un incremento lento (**PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO**), que cesa cuando los ovocitos alcanzan cierto tamaño y entran en reposo. La entrada a la **SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO** involucra la acumulación de vitelo y grasa y es caracterizado por un rápido incremento en tamaño. Después de que la acumulación de vitelo esta completa, el ovocito se prepara para la ovulación, fertilización y división.

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

PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO.

Fase también conocida como previtelogénesis se caracteriza por presentar ovocitos pequeños y basófilos, generalmente con muchos nucleolos, su crecimiento es poco y lento. No acumulan vitelo en su interior ya que el material necesario para su desarrollo durante esta fase lo produce la misma célula (crecimiento endógeno). Al final de esta fase los ovocitos entran en un periodo de reposo, que finaliza cuando la vitelogénesis tiene lugar.

ESTADIO I: CROMATINA NUCLEOLAR- Son ovocitos pequeños con un tamaño que va de 33.3 a 66.6 micras. Su forma va de redonda a oval, su citoplasma es sumamente basófilo y de apariencia irregular. El núcleo también es basófilo, pequeño y esférico, abarca una tercera parte del ovocito. Es notoria la presencia de un gran nucleolo basófilo.

Generalmente en este estadio los ovocitos se encuentran rodeados por un gran número de células foliculares y vasos sanguíneos (figura 9).



Fig. 9.- Ovocito en Estadio I Cromatina nucleolar, rodeado de células foliculares (cf) y vasos sanguíneos (vs). El núcleo (N) y citoplasma fuertemente basófilos. H-E 1600 aumentos.

ESTADIO II: PERINUCLEOLAR TEMPRANO.- Son ovocitos pequeños aunque de mayor tamaño que el estadio precedente. Su tamaño es de 75 a 91 micras. Conservan la misma forma que los ovocitos del estadio anterior. La apariencia del citoplasma se hace aún más irregular; su afinidad por la hematoxilina no varía. El núcleo aumenta un poco de tamaño y pierde afinidad por la hematoxilina; en su interior el gran nucleolo aumenta aún más su tamaño, y empiezan a aparecer numerosos nucleolos muy pequeños que están dispersos en el núcleo (figura 10).



Fig.10.- Detalle de 2 ovocitos de *Arius melanopus* en Estadio II Perinucleolar temprano. Note la presencia de gran cantidad de vasos sanguíneos (vs) y estroma ovarico, conformado por tejido conectivo (Tc) y células foliculares (fc) cerca de los ovocitos y un gran nucleolo (nc) basófilo cerca de la membrana nuclear. H-E. 800 aumentos.

ESTADIO III: PERINUCLEOLAR TARDÍO.- Estos ovocitos son muy similares al estadio precedente, excepto porque aumentan de tamaño (91 a 241 micras) y el citoplasma pierde afinidad por la hematoxilina. Los nucleolos no se disponen en la periferia del núcleo. En este estadio es notoria la aparición de células de la granulosa y la teca (figura 11).



Fig. 11.- Acercamiento de un ovocito en estadio III Perinucleolar tardío. Observe la presencia de muchos nucleolos (nc) dispersos en el núcleo (N) y la capa de células de la granulosa (Cg) y células de la teca (tc) rodeando al ovocito. H-E 800 aumentos.

SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO.

Esta fase también conocida como vitelogénesis comprende la incorporación de vitelo en los oocitos en desarrollo y da como resultado un rápido incremento en tamaño de los mismos; se cree que este proceso está controlado por una gonadotropina y que las células receptoras de la gonadotropina hipofisiaria parecen ser las células tecales.

Los principales eventos responsables del enorme crecimiento de los ovocitos en teleosteos (crecimiento exógeno) involucra la captura y almacenaje de los derivados hepáticos (vitelogeninas y vitelo proteico) en glóbulos de vitelo y gotas de grasa que frecuentemente se fusionan unas con otras para formar grandes glóbulos y plaquetas de vitelo en la etapa final del desarrollo del ovocito. Estos glóbulos o plaquetas son los responsables de la mayoría de la masa del ovocito.

Tradicionalmente el vitelo ha sido definido como la reserva de nutrientes que es utilizada durante la embriogénesis, es por ello que los alvéolos corticales no es considerado un tipo de vitelo ya que no contribuye al desarrollo embrionario, sino que ayuda a aumentar el espacio perivitelino al momento de la fertilización, sin embargo la aparición de los alvéolos corticales marca el inicio de la vitelogénesis etapa irreversible en la cual los ovocitos crecen hasta completar su maduración.

Dependiendo del estímulo ambiental la vitelogénesis se inicia en aproximadamente 60 ovocitos de *A. melanopus* de los cuales sólo maduran y son ovulados en promedio 18.2.

ESTADIO IV: ALVÉOLOS CORTICALES.- En este estadio se inicia la fase de vitelogénesis y en *Arius melanopus* se divide en dos etapas. Durante la primera etapa los ovocitos miden de 125 a 333 micras. Su citoplasma continúa basófilo y es notoria la aparición de alvéolos corticales de diferentes tamaños, dispersos en él. Los alvéolos corticales se aprecian como gotas translúcidas. El núcleo es oval y tiene una disposición central; la cromatina se observa laxa y los nucleolos apenas son visibles y se distribuyen en la periferia del núcleo (22 a 29 nucleolos). Así mismo, la zona radiata se hace evidente como un cordón delgado eosinofílico que rodea al ovocito (figura 12). La segunda etapa se caracteriza por la fragmentación de los alvéolos corticales en gotas muy pequeñas que se distribuyen en todo el citoplasma. El ovocito aumenta considerablemente su tamaño, pierde su afinidad por la hematoxilina y se vuelve eosinofílico. El núcleo cambia de basófilo a eosinofílico, los nucleolos tienden a desorganizarse (figura 13). La zona radiata se engrosa y la capa folicular se hace más notoria (figura 14).

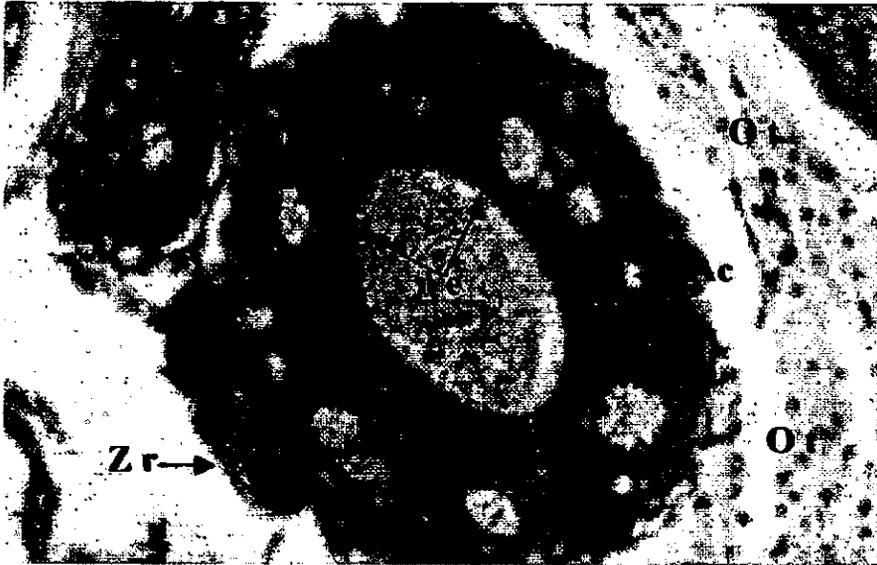


Fig. 12.- Ovocito en la Primera etapa del Estadio IV Alvéolos corticales. Note la aparición de los alvéolos corticales (Ac) y la zona radiata (Zr) como un delgado cordón rosa. Los nucleolos (nc) apenas visibles están dispuestos en la periferia del núcleo. A la derecha se observa parte de un ovocito en la última etapa de atresia (Ot). H-E 800 aumentos.

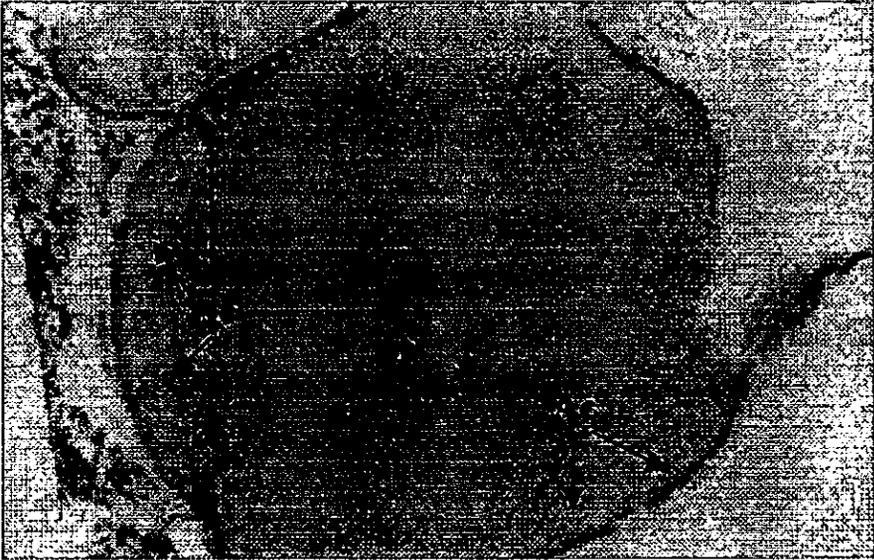


Fig. 13.- Ovocito en la segunda etapa del Estadio IV Alvéolos corticales (Ac). Note que el ovocito aumentó su tamaño y cambió su afinidad por la eosina; los alvéolos corticales (Ac) son más pequeños y numerosos. Los nucleolos (nc) se desorganizaron. H-E 400 aumentos.

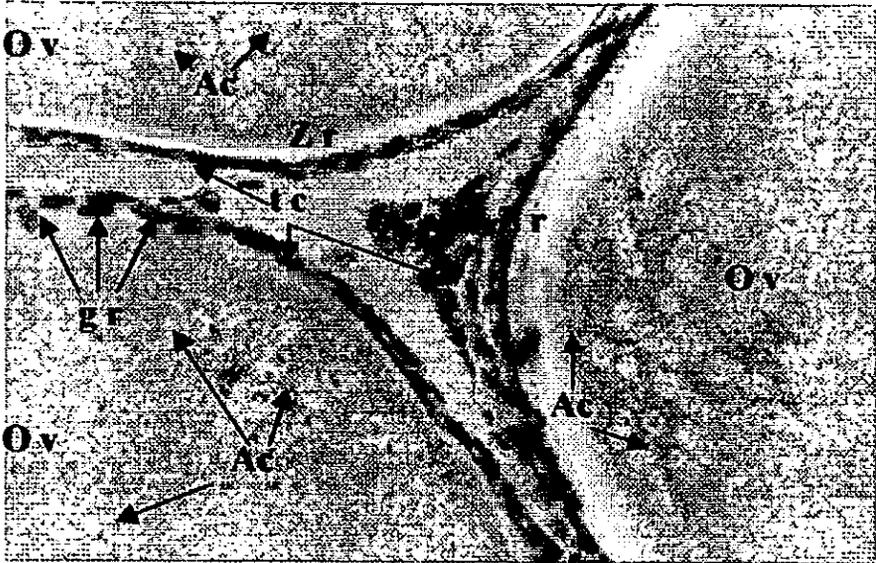


Fig. 14.- Detalle de 3 ovocitos (Ov) en Estadio IV, en los cuales se observa gran cantidad de alvéolos corticales (Ac) y el engrosamiento de la zona radiata (Zr). La capa de las células de la granulosa (Gr) y la teca (Tc) se hace más conspicua. H-E. 800 aumentos.

ESTADIO V: VITELINO PRIMARIO.- Los ovocitos en este estadio miden de 416 a 800 micras. Durante este estadio se inicia la depositación de vitelo, la cual empieza en el centro del ovocito y tiene una apariencia esponjosa. Los alvéolos corticales se disponen en la corteza del ovocito en 4 a 6 hileras. El núcleo continúa eosinofilico y conserva su forma y posición; en la periferia del núcleo se observan de 6 a 9 nucleolos eosinofilicos (figura 15). La zona radiata continúa engrosándose.



Fig. 15.- Ovocito en estadio V de Vitelino primario (Ov). Se observa la depositación de vitelo (v) en el interior del ovocito, con una apariencia esponjosa. Núcleo (N). Túnica albugínea (Ta). H-E. 160 aumentos.

ESTADIO VI: VITELINO SECUNDARIO.- Son ovocitos ovalados que miden de 1075 a 4100 micras. Aumenta la afinidad del ovocito por la eosina a excepción del núcleo (vesícula germinal), el cuál conserva su forma, se torna basófilo y migra al polo animal.

Continúa la depositación de vitelo pero aún no hay fusión de este. El número de hileras de alvéolos corticales aumenta aproximadamente a 10 (figura 16).

Las estriaciones de la zona radiata son muy evidentes. La capa de células de la granulosa se observa como un epitelio cilíndrico, por encima de esta se llega a apreciar una lámina basal que la separa de la células de la teca; entre estas células se distingue una gran cantidad de vasos sanguíneos y fibroblastos (figura 17).



Fig. 16.-Ovocito en estadio VI Vitelino secundario, se observa que la vesícula germinal (Vg) ya ha migrado al polo animal y la depositación de vitelo continua (v). La zona radiata (Zr) y células foliculares (fc) se hacen muy evidentes. Ovocito atrésico (Ot). Ovocitos en estadio de alvéolos corticales (Oac). H-E 160 aumentos.



Fig.17.- Detalle de la zona radiata (Zr) de un ovocito en estadio VI, donde se observan las estriaciones de la misma. La capa de células de la granulosa (gr) se aprecian como un epitelio cilíndrico y esta separada por una lamina basal (Lb) de las células tecales (tc). Entre estas últimas se encuentran células sanguíneas (Cg) que contribuyen a la nutrición del ovocito. Vitelo (v). Alvéolos corticales (Ac). H-E. 1600 aumentos.

ESTADIO VII: VITELINO TERCIARIO.- Los ovocitos que han alcanzado este estadio son muy grandes, ya que alcanzan dimensiones de 5000 a 8000 micras. El procesamiento histológico de estos es muy difícil debido al gran tamaño que alcanzan los ovocitos y a las características del vitelo, el cual se torna quebradizo.

Histológicamente son ovocitos muy eosinofílicos, en el centro de éste, el vitelo se encuentra fusionado formando una zona compacta; en la corteza se alcanzan a distinguir algunos glóbulos de vitelo que aún no se han fusionado (figura 18).

La zona radiata y la capa folicular se aprecian como una gruesa corteza. Macroscópicamente tienen una forma casi esférica y su coloración es amarilla. Los ovocitos que llegan a este estadio son muy pocos (11 a 24) debido a las estrategias reproductivas de este pez.

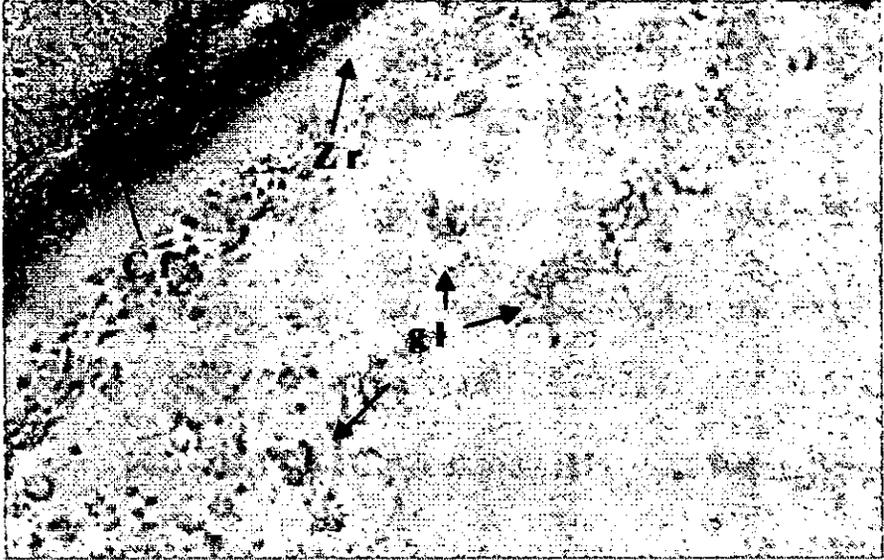


Fig. 18.- Corte histológico de un ovocito en estadio VI Vitelino terciario: Note que la mayoría de los glóbulos de vitelo se han fusionado formando una zona compacta de vitelo, sin embargo, aún se alcanzan a apreciar algunos glóbulos de vitelo (gl) cerca de la corteza del ovocito que aún no se han fusionado. Zona radiata (Zr). Capa folicular (Cf). H-E. 80 aumentos.

OVOCITOS ATRÉSICOS

Durante el desarrollo de los ovocitos algunos de estos no alcanzan a madurar y son reabsorbidos en distintas etapas de su desarrollo. Los ovocitos atrésicos no son considerados un estadio de maduración, sin embargo son muy frecuentes en los ovarios de *Arius melanopus*. El fenómeno de atresia en esta especie se ha observado unicamente en aquellos ovocitos que han entrado en la fase de vitelogénesis.

La secuencia de eventos que se dan durante el proceso de atresia se describe a continuación: En primer lugar se contrae el ovocito y aumenta el número de capas de células de la granulosa (figura 19), las cuales invaden el ovocito y adquieren un caracter fagocítico para comenzar a reabsorber el citoplasma, después se fragmenta la zona radiata (figura 20) y las células de la granulosa continúan desorganizando, licuificando y reabsorbiendo el citoplasma y vitelo, en este momento hay infiltración de las células tecaes y células sanguíneas que juntas forman una masa granulosa de color rosa (figura 21) que posteriormente se torna en una masa amarilla, que continúa degradándose hasta que desaparece por completo (figura 22).

A esta masa amarilla Guraya, 1979 la describe como cuerpo lúteo atrésico o cuerpo atrésico y que se forma con la atresia de ovocitos maduros o en maduración.

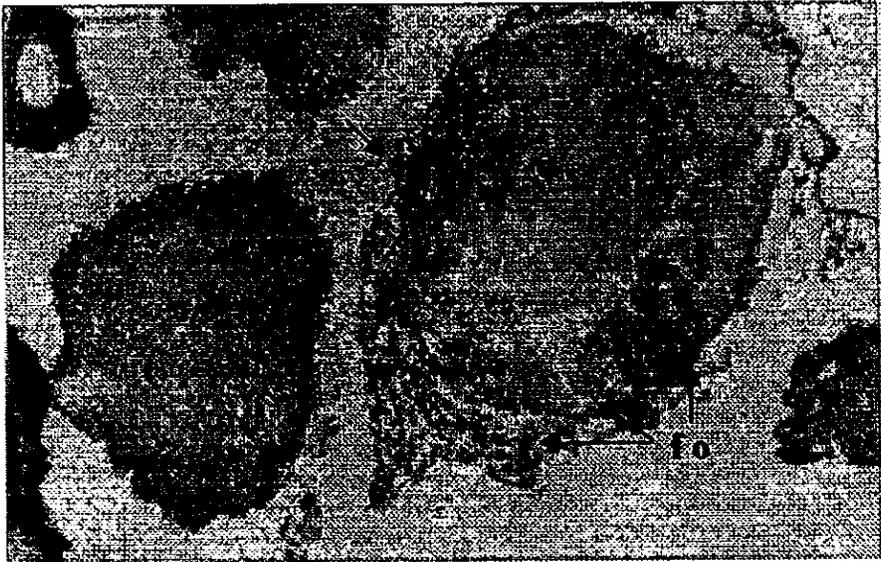


Fig. 19.- Ovocito atrésico (Ot). Note que el citoplasma (c) empieza a desorganizarse y las células foliculares (fo) se muestran activas. H-E. 400 aumentos.



Fig.20.- Ovocito atrésico (Ot). Note que la mayor parte del vitelo (v) ha sido reabsorbido y la zona radiata (Zr) se ha fragmentado. H-E. 160 aumentos.



Fig.21.-ovocito atrésico en las últimas etapas de su reabsorción, se observan células de la granulosa (gr) fagocitando el vitelo (v), e infiltración de células de la teca (tc) y células sanguíneas (Cs). H-E. 1600 aumentos.

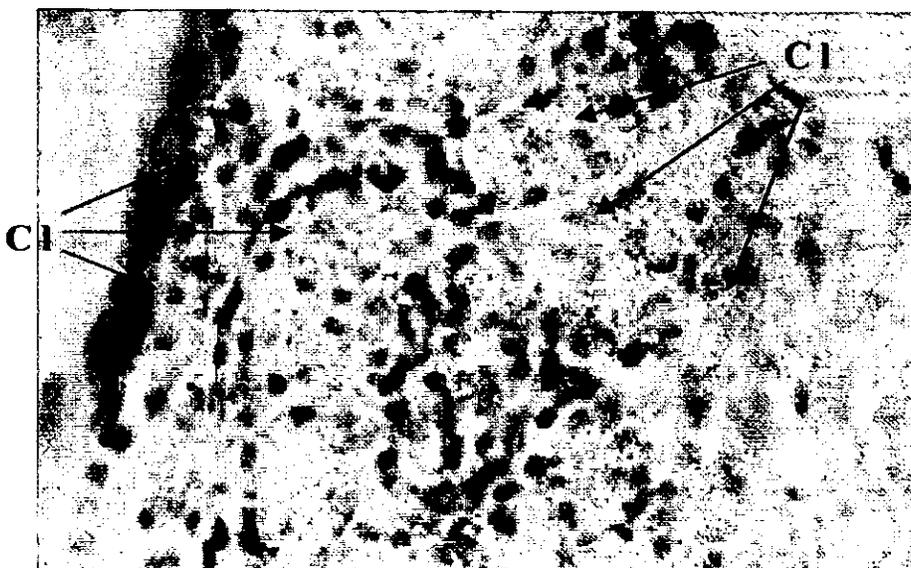


Fig.-22.- Etapa final de la atresia. Cuerpo lúteo atrésico (Cl). H-E. 1600 aumentos.

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL TESTÍCULO.

En *Arius melanopus* el arreglo testicular es de tipo lóbular de acuerdo a la clasificación de Grier 1993. Cada testículo tiene una túnica albugínea formada por tejido conectivo denso que penetra en el cuerpo testicular formando lóbulos. Entre los lóbulos se encuentra gran cantidad de vasos sanguíneos de diferentes calibres, está es una característica notable del testículo de esta especie.

Dentro del testículo únicamente se distinguieron tres tipos celulares de la línea germinal: Espermatogonias, espermatídes y espermatozoides.

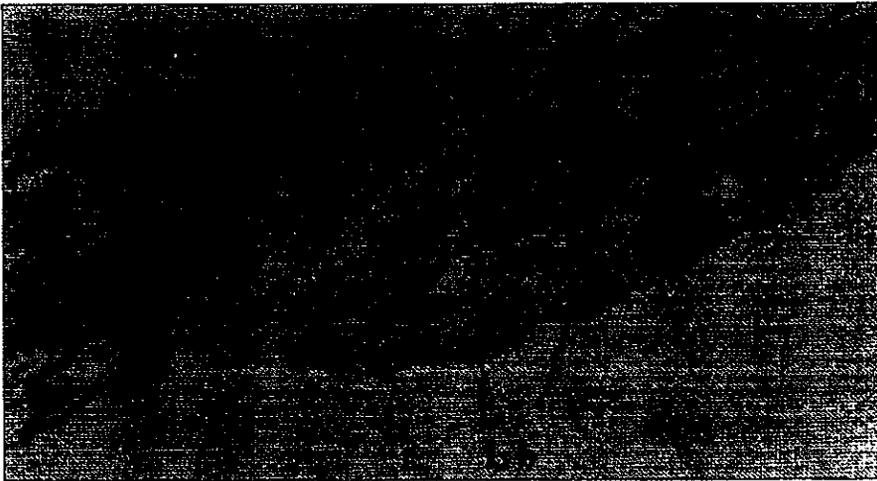


Fig. 23.- Corte logitudinal de testículo de *Arius melanopus* en el que se aprecia el arreglo lobular. Túnica albugínea (Ta) y lóbulos testiculares (Lb). H-E. 160 aumentos.

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN DE LAS CÉLULAS GERMINALES DEL TESTÍCULO.

ESTADIO I. ESPERMATOGONIAS: Son células más o menos esféricas y basófilas, se encuentran conformando cistos que se ubican en la periferia de los lóbulos (figuras 24 y 25).

ESTADIO II ESPERMATIDES: Son células esféricas y de un menor tamaño que las espermatogonias, son muy basófilas ya que la cromatina esta muy condensada (figura 24).

ESTADIO III ESPERMATOZOIDES: Estas células, son las más pequeñas que se encuentran en el testículo, se ubican en la luz de los lóbulos. La cabeza es esférica, no se observa parte media y están flagelados. Su coloración es negra debido a que la cromatina ha alcanzado su máximo de condensación (figuras 24, 25 y 26).

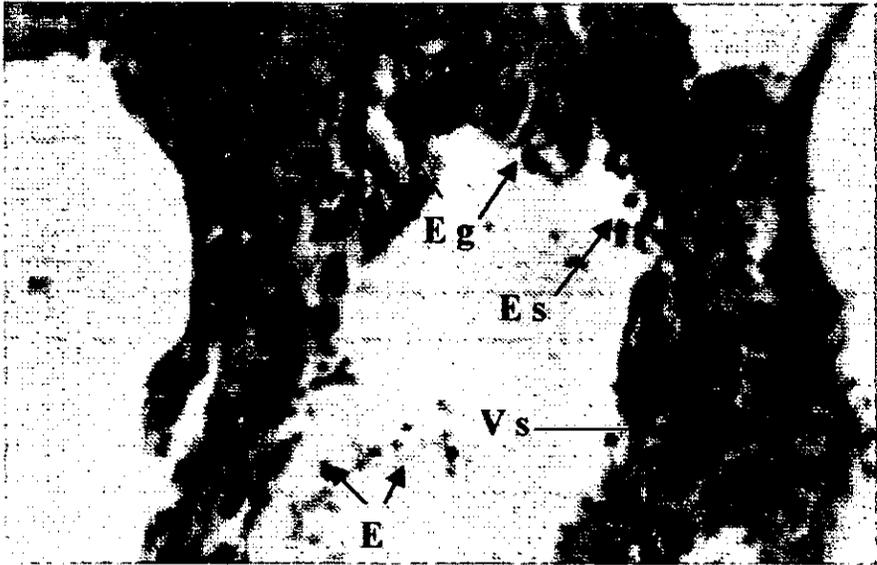


Fig. 24.- Corte longitudinal de testículo. Se aprecian cistos (C) con espermatogonias (Eg), V. sanguíneos (Vs), Espermatides (Es), Espermatozoides (E). H-E. 1600 aumentos.



Fig. 25.- Corte transversal de testículo. Se observan agrupaciones de espermatogonias (Eg) y Espermatozoides (E). H-E. 800 aumentos.



Fig. 26.- Apariencia histológica de un testículo maduro. Observe como los lóbulos se encuentran repletos de espermatozoides (E). Tejido intersticial (Ti). H-E. 400 aumentos.

DISCUSIÓN

TESTÍCULO.

Los estudios sobre procesos de diferenciación celular en la gametogénesis de peces, han avanzado mucho en los últimos años. La morfología de las gónadas y la ultraestructura de los espermatozoides se conoce en alrededor de 280 especies y han tenido gran utilidad en el estudio de la filogenia y taxonomía de este grupo, sin embargo es imposible establecer un patrón definido para todos ellos, ya que existe una gran diversidad de estructuras espermáticas.

Así pues observamos que los testículos de *Arius melanopus* como es usual en la mayoría de los teleósteos son pareados, los lóbulos no están fusionados y su arreglo histológico es de tipo lobular. La espermatogénesis de *A. melanopus* es similar al de otras especies, tiene lugar dentro de los compartimientos individuales o cistos, que delimitan las paredes de los túbulos del testículo.

Dentro del testículo sólo se pudieron observar tres tipos celulares de la línea germinal (espermatogonias, espermatides y espermatozoides), cabe destacar que a lo largo del testículo maduro los lóbulos están repletos de cistos con espermatozoides, siendo esto un enorme gasto de energía si se compara con el número de ovocitos que el macho fecunda (16 ovocitos), sin embargo como se discutirá mas adelante esto se debe a que la fecundación es externa y

se efectúa dentro de la columna de agua, lo que provoca que la mayor parte del esperma sea arrastrado.

OVARIO

En lo que respecta al ovario se determinó que es de tipo asincrónico, en el cual se observan ovocitos en diferentes etapas de desarrollo, a diferencia de muchos teleósteos, los ovarios de *Arius melanopus* no presentan lamelas pero sus ovocitos guardan cierta organización: los inmaduros se encuentran en la periferia del ovario, mientras que los maduros tienden hacia el centro, misma característica que presenta *Opsanus beta* como lo reporta Gallardo (1998), así como una gran cantidad de vasos sanguíneos, esto se debe al gran tamaño que alcanzan los ovocitos ya maduros y por ende necesitan estar altamente irrigados para completar su desarrollo.

Es importante señalar que los peces que presentan desarrollo asincrónico, la ovulación y el desove ocurren a través de una larga etapa reproductiva y generalmente varias veces en la misma estación. Para *A. melanopus* los resultados demuestran que el periodo reproductivo es amplio, comprende seis meses que va de marzo a agosto, con un máximo en mayo coincidiendo con lo reportado por Lara-Domínguez y Cols, (1981) y por Martínez, M. y González S., (1986); no obstante, consideramos probable que cada hembra efectúa sólo dos desoves durante el periodo reproductivo, esto posiblemente se deba al gran tamaño de los huevos, pues alcanzan un diámetro de 11.2 mm y esto se traduce en un enorme gasto energético que posiblemente

requiera de mucho tiempo para su desarrollo.

Histológicamente la gametogénesis femenina de *A. melanopus* comprende siete estadios. En los cuales se observó la depositación de alvéolos corticales, gotas de grasa, y glóbulos de vitelo, la depositación de estos dos últimos ocurre de manera simultanea, dando como resultado que la migración del núcleo ocurra en un estadio temprano de la ovogénesis . A consecuencia de esto, los estadios de núcleo migrado y premaduración no pudieron ser observados.

REPRODUCCIÓN.

Las diferentes especies de peces realizan diversas estrategias reproductivas y muestran adaptaciones fisiológicas que les permiten el éxito bajo una gran variedad de condiciones (Bond,1979). La tendencia es producir una gran cantidad de huevecillos, una vez en cada temporada o producir pocos huevecillos en varias temporadas; esto va a depender de las condiciones ambientales.

Sin embargo *A. melanopus* tiene la estrategia de poner muy pocos huevos, los cuales son incubados en la cavidad oral del macho con lo que se asegura el éxito de la prole. En este estudio encontramos que *A. melanopus* se reproduce sexualmente y después de la oviposición, los huevos son fertilizados por el macho en un proceso de fecundación externa. Nada se conoce del mecanismo por el cual el macho lleva los huevos a la boca después de la fertilización de los mismos. Yañez-Arancibia (1976), considera que los huevos

no caen al fondo ya que si el desove fuera en fondos arenosos o de conchilla serían destruidos rápidamente por crustáceos o bien por otros peces, y si fueran en fondos fangosos, el considerable peso de los huevos provocaría su hundimiento siendo asfixiados por el lodo. Nosotros suponemos que la hembra expulsa los huevos en la superficie del agua para que haya un periodo suficiente de tiempo que permita al macho fertilizar y capturar los huevos antes de que lleguen al fondo.

Se encontró que *A. melanopus* pone en promedio 18.2 huevos, lo que se considera un bajo potencial reproductivo, sin embargo esa cantidad está en relación directa con el cuidado de los huevos y crías, este cuidado parental aumenta las tasas de natalidad y sobrevivencia. En esta especie el macho incuba en promedio 16 huevos en la cavidad oral y los mantiene ahí, aproximadamente 2 meses (Lara-Domínguez op. cit.) hasta que las larvas son libres nadadoras.

En relación a su conducta reproductiva y su proporción sexual muy cercana a 1:1 sugerimos que *A. melanopus* es una especie monógama, que alcanza la madurez sexual a una longitud total de 125 mm en hembras y 192 mm en los machos, lo que concuerda con lo reportado por Lara-Domínguez y cols. Op cit.

CONCLUSIONES

Arius melanopus es un habitante permanente del sistema estuarino.

Arius melanopus es una especie que presenta dimorfismo sexual externo, basado en las membranas branquióstegas y papila urinaria en la hembra y un mentón prominente en el macho. En época reproductiva las hembras presentan el abdomen muy abultado y los machos un mentón muy prominente.

Las hembras llevan a cabo un desarrollo ovárico asincrónico.

Los machos tienen un arreglo testicular lóbular.

Arius melanopus tiene una época reproductiva amplia que comprende de Marzo a Agosto, con un máximo en Mayo.

El macho llega a incubar en promedio 16 huevos.

Esta especie presenta un cuidado paterno, basado en la incubación oral de los huevos.

BIBLIOGRAFÍA

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

Alcantar, L.L. 1985. Variaciones estacionales en el testículo del charal *Chirostoma jordani*. Tesis profesional. ENEP. Iztacala. UNAM.

Badillo, A.M. 1998. Algunos aspectos de la biología de *Gobionellus hastatus* (Familia: Gobiidae) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis profesional. ENEP. Iztacala. UNAM.

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

Billard, R. 1983. Ultraestructure of trout espermatozoa: Changues after dilution and deep freezing. Cell. And Tissue. Research. 228:205-218.

Billard, R., Fostier, A., Weil, C., Breton, B. 1972. Endocrine control of spermatogenesis in teleosts fish. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 39: 69-75.

Blumer, L. 1976. Parental care sex differences in the brown bullhead *Ictalurus nebulosus* (Pisces: Ictaluridae). Behav. Ecol. Sociobiol. USA. 19: 97-104.

- Bond, C.E., 1979. Biology of fishes. W.B. Saunders Company. U.S.A. 453 pp.
- Breder, C.M. 1941. On the reproduction of *Opsanus beta* Goode and Bean. Zoologica (NY) 26: 229-232.
- Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Serie científica No.19. Dir. Gral. Del Inst. Nal. De la Pesca. México. 298 pp.
- Cárdenas, R.R. 1982. Descripción histológica del testículo de *Chirostoma jordani* Tesis profesional ENEP Iztacala. UMAN.
- Clayen, P. A.L. 1988. Estudio sobre algunos parámetros biológicos en el bagre *Arius melanopus* Günther de la laguna de Zontecomapan, Ver. Tesis profesional. ENEP Iztacala. UNAM.
- Cruea, D. 1969. Some chemical and physical characteristics of fish sperm. Trans. Amer. Fish. Soc. 98(4):785-788.
- 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.

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. Departament of the interior. Vol. VI USA. 416 pp.

Díaz-Rojas, A. y E. Díaz-Pardo, 1991. Biología reproductiva del bagre del Balsas *Istlarius balsanus* (PISCES: ICTALURIDAE), del río Amacuzac, Morelos, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. **34**: 173-189.

Epler, P., Biernarz, K., Pope, W. 1979 Histological changes in the ovaries of adult carp. Aquaculture. 17:45-68.

Epler, P., Marosz, E., Bieniarz, K. 1979. Effect of teleosts pituitary gonadotropins on the in vitro maturation of carp oocytes. Aquaculture. 18:379-382.

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

Gallardo, T.A. 1998. Algunos aspectos de la biología de *Opsanus beta* Goode y Bean (OSTEICHTHYES: BATRACHOIDIDAE) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Licenciatura. ENEP-Iztacala. UNAM..

Günter, G. 1947. Observations on breeding of the marine catfish, *Galeichthys felis* (Linnaeus) Copeia, 4:217-222.

Fuentes, P. 1993. Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. Serie Grandes temas de la Hicrobiología Instituto de Biología. UNAM. 66-70 pp.

García, 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.

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 Serrtoli cell barrier. In The Sertoli Cell. 703-739pp., Cache River Press, Cleawater.

Hurk, D.V. 1974. Steroidogenesis in the testis and gonadotropic activity in the pituitary during postnatal development of the black molly (*Mollienisia latipinna*). Endocrinology. 2:193-200.

Kime, D., Dolben, I. 1985. Hormonal changes during induced ovulation of the carp, *Cyprinus carpio*. General and Comparative Endocrinology. 58:137-138.

Kiernan, J.A. 1990. Histological & Histochemical Methods. Theory And Practice. 2nd. Edition. Pergamon Press. New York. 433pp.

Koichi, O. 1989. Effects of photoperiod and temperature on gonadal maturation, and plasma steroid and gonadotropin levels in Cyprinid Fish, The honmoroko, *Gnathopogon caerulescens*. General and comparative Endocrinology. 75:139-147.

Lagler, K. 1977. Ichthyology. 2nd edition. John Wiley & Sons. USA. 506 pp.

Lara-Domínguez., A.L., A. Yañez-Arancibia y F. Amezcua Linares. 1981. Biología y ecología del bagre *Arius melanopus* Günther en la laguna de términos, Sur del Golfo de México (PISCES: ARIIDAE). An. Ins. Cien.del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 8 (1):267-304.

Luna, L.G. 1968. Manual of histology staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd. Edition. McGraw-Hill, New york. 258 pp.

Martínez, P. J. A. 1998. Identificación de peces guía ilustrada. Segunda Edición. UNAM. México. 90 pp.

Martínez, M. , Imelda y Angélica E. Gozález Schaff. 1986. Estadios de madurez gonádica y ciclo reproductor de los peces *Arius melanopus* Günther (Siluriformes: Ariidae) y *Bairdiella ronchus* Cuvier y Valenciennes (Perciformes: Scianidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 30:67-80

Mc Lusky, D. 1989. The estuarine ecosystem. 2nd. Edition. Chapman & Hall. USA. 199 pp.

- Nagahama, Y., Clarke, W.C., Hoar, W.S. 1978. Ultrastructure of putative steroid producing cells in the gonads of coho (*Onchorhynchus kisutch*) and pink salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*). Can. J. Zool. 56:2508-2519.
- Nelson, J. 1976. Fishes of the world. John Wiley & Sons. USA. 416 pp.
- Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London. 353 pp.
- O'Halloran, M.J., Idler, D. 1970. Identification and distribution of Leydig cell homolog in the testes of sexually mature Atlantic salmon (*Salmo salar*). Gen. Com. Endocrinol. 5:361-364.
- Peralta, C.L. 1991. Ciclo gónadico a nivel histológico en hembras de *Chirostoma estor copandaro* (pescado blanco) en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Licenciatura. Fac.de Cien. UNAM.
- Rodriguez, G.M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editora. 13-35 pp.
- Satho, N. and Egami, N. 1972. Sex differentiation of germ cells in teleosts, *Oryzias latipes* during normal embryonic development. J. Embryol. Exp. Morph. 28:385-395.

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

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

Trejo, S. M. L. 1997. Descripción histológica de las gónadas de *Citharichthys spilopterus* del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.

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.

Wallace, R. and Selman, K. 1988. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21:345-347.

Yañez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor. México. 189 pp.

Yañez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez y V. Leyton, 1976. Prospección ecológica y biológica del bagre marino *Galeichthys caurulescens* (Günther) en el sistema laguna costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). An. Centro. Cienc. del mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 3 (1):125-180.

Yamazaki, F., Donaldson, 1968. The effects of partially purified almon pituitary gonadotropin on spermatogenesis, vitellogenesis and ovulation in hypophysectomized goldfish (*Carasius auratus*). *General and Comparative Endocrinology*. 11:292-295.