

158
2 C1



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Ciclo gonádico a nivel histológico en hembras de
Chirostoma estor copándaro (Pescado blanco) en
el Lago de Pátzcuaro Michoacán.

T E S I S

Que para obtener el Título de
B I O L O G O
p r e s e n t a
CAYETANO LUIS PERALTA CARRANCO

MEXICO, D. F.

1 9 9 1

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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
AGRADECIMIENTOS

	Pag.
1 INTRODUCCION	1
2 ANTECEDENTES	3
2.1 ZONA DE ESTUDIO	3
2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS CLIMATICAS.	3
2.1.2 FLORA Y FAUNA.	5
2.1.3 ALGUNOS PROBLEMAS ASOCIADOS AL ESTUDIO Y CONSERVACION DEL PESCADO BLANCO EN EL LAGO DE PATZCUARO.	6
2.2 LA ESPECIE.	10
2.2.1 CARACTERISTICAS DE RECONOCIMIENTO Y POSICION TAXONOMICA DE <i>Chirostoma ester copandaro</i> .	10
2.2.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA ESPECIE.	12
2.2.3 ALIMENTACION DE LA ESPECIE.	12
2.2.4 DESOVE DE LA ESPECIE.	13
2.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS CON ENFASIS EN LA REPRODUCCION DE ALGUNAS ESPECIES DE TELEOSTEOS.	14
2.3.1 MORFOLOGIA DE LAS GONADAS.	14
2.3.2 PATRONES DE DESARROLLO EN OOCITOS DE TELEOSTEOS.	17
2.3.3 PROLIFERACION OOGONIAL.	19
2.3.4 VITELÓGENESIS.	20
2.3.5 DESARROLLO DE LAS CUBIERTAS FOLICULARES.	24
2.3.6 CARACTERISTICAS HISTOLÓGICAS E HISTOQUÍMICAS DE LOS DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO EN LOS OOCITOS DE ALGUNAS ESPECIES DE TELEOSTEOS.	26
2.3.6.1 ESTADIO DE NUCLEO CROMÁTICO.	26
2.3.6.2 ESTADIO DE PERINUCLEOLO TEMPRANO Y TARDIO.	27
2.3.6.3 ESTADIO DE VESICULAS DE VITELÓ.	28
2.3.6.4 ESTADIO DE VITELÓGENESIS PRIMARIA.	30
2.3.6.5 ESTADIO DE VITELÓGENESIS SECUNDARIA.	30
2.3.6.6 ESTADIO DE VITELÓGENESIS TERCIARIA.	30
2.3.6.7 ESTADIO DE NUCLEO MIGRADO.	31
2.3.6.8 ESTADIO DE PREMADURACION.	31
2.3.6.9 ESTADIO DE MADURACION.	31
2.3.6.10 ESTADIO DE OVULOS MADUROS EN LA LUZ DEL OVARIO.	33
2.3.6.11 OOCITOS ATRESICOS Y FOLICULO POSTOVULATORIO.	33
2.3.7 ESTADIOS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS DETERMINADOS EN DIFERENTES ESPECIES DE TELEOSTEOS.	35
2.3.8 CONTROL HORMONAL DE LA OÓGENESIS Y FOLICULÓGENESIS.	42
2.3.9 VARIABLES MORFOMÉTRICAS RELACIONADAS CON EL DIAGNÓSTICO DE MADUREZ SEXUAL.	47
2.3.9.1 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO.	48
2.3.9.2 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO.	50
3 OBJETIVOS.	51
4 MATERIAL Y METODO.	52
4.1 COLECTAS.	52
4.2 MUESTREO.	52
4.3 CLASIFICACION DE LOS ORGANISMOS.	52

4.4 PROCESAMIENTO HISTOLOGICO.	53
4.5 OBTENCION Y MANEJO DE DATOS.	55
5 RESULTADOS.	56
5.1 MORFOLOGIA DE LOS OVARIOS DE <u>Ch. e. corándero</u> .	56
5.2 CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DE LOS OVARIOS DE <u>Ch. e. corándero</u> . INDICE GONADOSOMATICO (IGS).	56
5.3 CAMBIOS ESTACIONALES DEL PESO DEL HIGADO CON RESPECTO AL PESO TOTAL DEL ORGANISMO, EN <u>Ch. e. corándero</u> . INDICE HEPATOSOMATICO (IHS).	57
5.4 HISTOLOGIA DEL OVARIO.	57
5.5 DESARROLLO HISTOLOGICO DE LOS FOLICULOS DE <u>Ch. e. c.</u>	58
5.5.1 CROMATINA NUCLEOLO, ESTADIO I.	58
5.5.2 PERINUCLEOLO, ESTADIO II.	59
5.5.3 VESICULAS DE VITelo, ESTADIO III.	59
5.5.4 VITelo PRIMARIO, ESTADIO IV.	60
5.5.5 VITelo SECUNDARIO, ESTADIO V.	60
5.5.6 VITelo TERCARIO, ESTADIO VI.	61
5.5.7 OOCITOS MADUROS, ESTADIO VII.	62
5.5.8 OOCITOS ATRESICOS, ESTADIO PI.	62
5.6 CAMBIOS MENSUALES EN LOS PORCENTAJES DE LOS OOCITOS.	63
5.6.1 ESTADIO I.	63
5.6.2 ESTADIO II.	63
5.6.3 ESTADIO III.	63
5.6.4 ESTADIO IV.	64
5.6.5 ESTADIO V.	64
5.6.6 ESTADIO VI.	64
5.6.7 ESTADIO VII.	65
5.6.8 ESTADIO PI.	65
5.7 ETAPAS DE MADUREZ DE LAS GONADAS DE <u>Chirostoma</u> <u>estor corándero</u> .	65
CUADRO 1.	66
CUADRO 2.	67
CUADRO 3.	68
GRAFICAS.	69
FIGURAS.	73
6 DISCUSION.	93
6.1 MORFOLOGIA DE LOS OVARIOS.	93
6.2 CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DE LOS OVARIOS DE LA ESPECIE.	93
6.3 CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DEL HIGADO DE LA ESPECIE.	95
6.4 ESTRUCTURA HISTOLOGICA DEL OVARIO DE LA ESPECIE.	96
6.4.1 ESTADIO DE NUCLEO CROMATICO.	96
6.4.2 ESTADIO DE PERINUCLEOLO TEMPRANO Y PERINUCLEOLO TARDIO.	96
6.4.3 ESTADIO DE VESICULAS DE VITelo.	98
6.4.4 ESTADIO DE VITelOGENESIS PRIMARIA.	98
6.4.5 ESTADIO DE VITelOGENESIS SECUNDARIA.	99
6.4.6 ESTADIO DE VITelOGENESIS TERCARIA.	99
6.4.7 ESTADIO DE NUCLEO MIGRADO Y PREMADURACION.	100
6.4.8 ESTADIO DE MADURACION.	101
6.4.9 OOCITOS ATRESICOS.	101
6.4.10 CUBIERTAS FOLICULARES Y FOLICULO POSTOVULATORIO.	103
6.5 PATRON DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS EN <u>Ch. e. corándero</u> .	103
6.6 PROLIFERACION OOGONIAL.	104

6.7 ESTADIOS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS.	104
6.8 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS OOCITOS.	105
6.9 ETAPAS DE MADUREZ GONADAL.	107
7 CONCLUSIONES.	109
8 BIBLIOGRAFIA.	111

1.-INTRODUCCION

La enorme variedad de patrones reproductivos encontrada en 20000 o más especies de los modernos peces óseos, brindan una gran riqueza para los estudios biológicos sobre reproducción .

Algunas de estas especies se encuentran exclusivamente en aguas mexicanas, lo que les confiere una enorme importancia por ser organismos endémicos, como el caso del Pescado Blanco *Chirostoma ester coeandaro*.

Independientemente del interés puramente biológico, esta especie es parte importante en la economía de su región, ya que sirve para que obtengan recursos un gran número de personas, además, se ha desarrollado en torno al Pescado Blanco, toda una serie de manifestaciones culturales que se han vuelto tradicionales en la zona del Lago de Pátzcuaro.

Por lo anterior es muy importante describir e identificar el ciclo gonádico de la especie, así como la temporada en que ésta se reproduce, ya que en base a estos y otros aspectos, será posible diseñar estrategias de conservación y manejo. Actualmente la especie se encuentra seriamente amenazada por la explotación a que está sujeta y el deterioro de su ambiente.

El ciclo gonádico varía de acuerdo a la especie que se trate, en términos generales podemos identificar dos tipos, aquellos que presentan un desarrollo folicular asincrónico, y tienen una estación reproductora larga con varias ovulaciones y los que tienen un desarrollo sincrónico de un grupo de folículos vitelogénicos , los cuales ovulan una vez durante una estación reproductora corta.

Con el fin de entender la producción de óvulos en los peces es necesario comprender sus etapas de desarrollo. La formación de oocitos maduros (ovogénesis) se realiza lentamente con periodos de reposo que pueden ser del orden de varios años, durante los cuales el oocito permanece bloqueado en el estadio de diplóteno de la profase I de la meiosis, hasta que reanuda su maduración, e incrementa la sustancia citoplásmica en gran cantidad, siendo tributario de los elementos que lo envuelven como complejas membranas.

El conocimiento de como y cuándo se desarrollan estos procesos nos permite determinar la época reproductora del organismo, así como las características morfológicas por las que atraviesan los oocitos en el camino a su maduración.

2- ANTECEDENTES

2.1- ZONA DE ESTUDIO.

2.1.1- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

La región está localizada a 63 km de la ciudad de Morelia Michoacán, y comprende los municipios de Quiroga, Erongaricuaró, Tzintzuntzan y Pátzcuaro (De Buen, 1944 tomado de García, 1984).

La cuenca del Lago de Pátzcuaro forma parte de la cordillera neovolcánica que junto con la meseta Tarasca son la porción más joven de este sistema. Parece que el lago formó parte de un tramo de cursos fluviales que condujeron sus aguas hacia el río Lerma, Zirahuen fué la cabecera de estos cursos, seguía Pátzcuaro, recibiendo los derrames del seno Quiroga y el seno Erongaricuaró, para continuar por el actual entrante de Ihuatzio que comunicaba con la cuenca actual del río Grande de Morelia hasta llegar al lago Cuitzeo próximo, al río Lerma, fenómenos volcánicos con derrames de materiales fundidos han formado barreras, segmentando lo que fué una red fluvial (Blasques y Lozano, 1946 tomado de García, 1984). El lago es de tipo templado de tercer orden.

La zona se localiza en la región centro norte del Estado, está ubicada entre dos depresiones o fosas tectónicas. Sus coordenadas son 19°21' y 19°44' latitud norte y 101°26' y 101°53' longitud este. Se encuentra a 2035.5 msnm. El lago forma parte del sistema hidrológico Lerma-Santiago y presenta un carácter endorreico, colinda al oriente con el río grande de Morelia y al sur con el Balsas. La unidad geomórfica tiene una longitud aproximada de 1000 km² de la que el lago ocupa el 10% con una extensión de

10.460 Ha con un volumen de 700 millones de metros cúbicos (García de León 1985).

La longitud del lago es de 18.6 Km entre San Pedro y la costa norte de San Jerónimo, 2.7 Km longitud entre Ucasanastacua y el sur de Oponguio, y 18.5 Km entre Surumútaru y Erongarícuaro. El lago es alargado, con sus extremos norte y sur ensanchados y presenta una curvatura hacia el noreste.

Rosas en 1970 reportó 50 m de profundidad máxima. Lizárraga 1981 reporta 10.8 m; profundidad localizada al norte del lago, cerca de San Jerónimo, el cuello tiene una profundidad de 5 a 9 m y en la parte sur presenta de 2 a 3 m (Téllez 1978). Los trabajos batimétricos realizados por (Tamayo et al 1982) muestran que el lago sufre un proceso de eutroficación en toda su ribera. La profundidad máxima encontrada es de 11.76 m y se localiza frente a Zacuapio.

El clima es de tipo C(w²)(w)b(e)g templado con lluvias en verano. (Koopen modif. por García 1973), por lo que se presentan dos estaciones bien definidas: época de secas de Diciembre a Mayo y época de lluvias de Junio a Noviembre. La temperatura media anual es de 16.49°C y la precipitación es de 1041.2 mm (García 1984).

La temperatura del lago tiende a aumentar de Febrero a Junio, se estabiliza de Julio a Septiembre y desciende de Octubre a Diciembre. Solórzano (1961) dice que la temperatura más baja se observó en Enero y fué de 14°C, la más alta se registró en el mes de Agosto y fué de 21.90°C. Rosas M. (1976) reporta como temperatura mínima 15°C en el mes de Enero y como máxima 21°C

para el mes de Junio.

Se han reportado PH que van de 8.1-8.9 en distintos años (Lara 1980); (Solórzano op cit) el oxígeno disuelto es de 5.5 ppm.

2.1.2- FLORA Y FAUNA.

En la zona se han registrado 26 familias, 36 géneros y 50 especies de plantas terrestres. El fitoplancton es más abundante que el zooplancton todo el año, el primero está representado por especies como Ceratiium hirudinella, Nelosia sp, Pedrastrium simplex. etc. Las macrofitas están representadas por plantas sumergidas con hojas flotantes como: Sagittoria mexicana, Eichornia crassipes y Nimphaea mexicana; Plantas sumergidas en parte como: Hydrocotyle vulgaris, H. ranunculoides, Lemna minor, Volffia convoluta. Plantas sumergidas completamente Potamogeton ampliofolius, P. filiformis, Ceratophyllum demersum (Rosas 1976).

Entre los invertebrados ampliamente representados, se encuentran decápodos, moluscos (gasterópodos y bivalvos), insectos, hirudíneos, briozoarios, hidrozoarios, esponjas (Rosas 1976), cinco especies de tremátodos, dos de céstodos, una de acantocéfalos y cinco de nemátodos (Salgado y Osorio 1987).

La ictiofauna del lago está constituida por 17 especies, de las cuales 10 son nativas y 7 han sido introducidas en diferentes años. Las especies nativas son: FAMILIA ATHERINIDAE: Chirostoma estor con dos subespecies Ch. estor estor y Ch. estor copándaro (Pescado Blanco), Ch. grandocoule (Charal Blanco), Ch. atenuatum (Charal Prieto) y Ch. patzcuaro (Charal Pinto). FAMILIA GOODEIDAE: Allophorus robustus (Chegua), Neophorus diazi (Choromu), Allotoca vivipara (Tiro), Goodea atripinnis (Tiro) y Skiffia lermee

(Tiro). FAMILIA CYPRINIDAE Alganasa lacustris (Acumara).

Las especies introducidas son: FAMILIA CENTRARCHIDAE Micropterus salmoides (Lobina Negra o Trucha). FAMILIA CYPRINIDAE Ctenopharyngodon idellus (Carpa Hervivora), Cyprinus carpio comunis (Carpa común) C. carpio specularis (Carpa de Israel). FAMILIA CICHLIDAE Oreochromis sp (Tilapia o Mojarra), Tilapia zilli y Melanopleura sp.

2.1.3- ALGUNOS PROBLEMAS ASOCIADOS AL ESTUDIO Y CONSERVACION DEL PESCADO BLANCO EN EL LAGO DE PATZCUARO MICHOACAN. .

Durante el desarrollo del presente trabajo pude observar una serie de problemas en la región que ya han sido señalados por otros autores, y que aunque no pertenecen estrictamente al terreno biológico, afectan de manera importante el medio en que vive el pescado blanco, es por esta razón que he dedicado este apartado para señalar dichos problemas, ya que uno de los enfoques y aplicaciones que pretende este trabajo es aportar algunas bases para el conocimiento del ciclo reproductivo de Chirostoma estor copándaro, con base en lo cual, se pretende tomar decisiones para el manejo y conservación de este organismo.

Las alteraciones que se observan en el lago tienen diversos orígenes como ya se ha mencionado, entre las más sobresalientes, encontramos: alteraciones en la calidad del agua y reducción gradual del volumen del lago. La primera de éstas se debe entre otras cosas, a la descarga de aguas negras en el lago procedentes de las comunidades ribereñas, como Erongaricuario, Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, y otras de menor tamaño, en ninguna de dichas comunidades se cuenta con equipo para el tratamiento de

aguas negras, por lo que éstas van a dar directamente al lago aumentando gradualmente la concentración de contaminantes en el mismo ya que éste no cuenta con ninguna salida, sucede lo mismo con la concentración de nutrientes provenientes del arrastre de tierras agrícolas provocado por las lluvias.

La disminución del volumen del lago también es muy notoria y tiene diversas causas, que se combinan e interactúan agravando cada vez más el problema, una de estas causas es el arrastre de suelos ocasionado por las lluvias, que se ve acrecentado por la carencia de árboles que impidan dicho arrastre, por este fenómeno una gran cantidad de sedimentos ingresan al lago que, sumados a los aportados por los drenajes, gradualmente van azolvándolo (González 1977).

Otros fenómenos que participan en la disminución del volumen del lago son la deforestación de la cuenca que se estima en un 75% (Salgado y Osorio 1987), el desarrollo excesivo de la flora acuática enraizada y flotante, que prolifera debido a la alta concentración de nutrientes ocasionando con su transpiración una pérdida de agua muy importante; otro factor que contribuye es la disminución de las lluvias, por lo que el lago no alcanza a recuperar su volumen original (Pérez 1986).

Algunas políticas han ocasionado alteraciones del medio en que se venían desarrollando las especies nativas del lago, a lo largo de los años se han introducido algunas especies exóticas como el caso de la Lobina Negra (LN) Micropterus salmoides, introducida en 1933 por el Departamento de Caza y Pesca, la Carpa Herbívora Ctenopharyngodon idellus que fué introducida en 1973 por FIDEFA y la Tilapia Oreochromis sp y Tilapia nilotica (González 1977).

La (LN) se comporta en el lago como una especie carnívora muy voraz que compete con el Pescado Blanco (PB) Ch. estor desplazándolo y aún depredándolo (García 1985). Por otra parte se ha mencionado que al disminuir el alimento disponible para el PB y la LN, el primero sería el más afectado y posiblemente no podría competir con la LN debido a sus limitantes morfológicas como la velocidad de crecimiento y el tipo particular de alimentación, ya que el PB es un depredador menos generalizado (De Buen 1944). Además de que la LN presenta adaptaciones que le proporcionan ventajas sobre las especies nativas, como son: un rápido crecimiento de hasta un 104% más con respecto al crecimiento del PB. (Herrera op cit), y de que la LN muestra comportamiento de cuidado de la nidada y de las crías (González 1977) el cual no se presenta en los Aterinidos por lo que sus frezas y crías son más vulnerables.

Se argumenta que la presencia de la tilapia Melanopleura sp y la carpa herbívora es favorable para los aterinidos y godeidos ya que reducen el dominio y predación de la lobina, al competir con ésta por las áreas de postura (González 1977).

Por otra parte se han realizado estudios para detectar enfermedades que aquejan a estos organismos, se ha encontrado que algunos helmintos provocan enfermedades como la botriocéfalois ocasionada por Bothrioccephalus acheilognathi y las producidas por metacercarias como Posthodiplostomum minimum dichas enfermedades tienen un efecto nocivo sobre los organismos (Pérez, 1986, Salgado y Osorio 1987).

Junto con las alteraciones ocasionadas por las enfermedades y

las especies exóticas, y la depredación que éstas han traído consigo, otra de las presiones a que se ven sometidos estos organismos es la ocasionada por el hombre mediante la pesca, que ha llegado a ser muy intensa y que debido al empleo de artes de pesca inadecuadas destruye organismos que aún no han alcanzado la madurez sexual, impidiendo así la reproducción de la especie. Dichas artes consisten en redes cuya abertura de malla es de 3 a 10 mm entre nudo (Lara 1974), y cuyos sacos están contruidos con tela de nylon completamente cerrada (observación personal), lo que impide que aún los alevines escapen (Lizarraga, 1981 Herrera op cit).

La aplicación de medidas de control resultan difíciles ya que estas acciones están a cargo de un grupo reducido de personas que deben vigilar toda el área lo que ya de por sí se dificulta debido a la extensión del lago y a que las inspecciones deben realizarse durante la madrugada porque es a esta hora cuando los pescadores salen a trabajar. Esto conlleva a la sobreexplotación del recurso (Tamayo y Juárez 1983).

Los pescadores generalmente pertenecen a las comunidades ribereñas, y acuden a pescar con equipos de su propiedad, el producto de la pesca lo comercializan, ya sea llevándolo a vender al mercado ellos mismos o vendiéndolo en sus localidades a intermediarios (Tamayo y Juárez op cit).

Se ha observado que la pesca ha disminuido, son pocos los pescadores que logran capturar 1 o ½ Kg de PB o charal (González 1977). Por otra parte los indígenas son los más afectados por la reducción del recurso, ya que los mestizos y blancos se dedican principalmente al comercio y la industria turística, aunque ésta

también se verá afectada a largo plazo debido al deterioro del ambiente.

Se considera que al lago acuden a trabajar pescadores de 22 comunidades, de las cuales, por lo menos en tres la pesca es la única actividad (Islas Tecuena, Yunuén y la Pacanda) y la actividad de mayor importancia en otras cinco. Se estima que al lago acuden entre 1000 y 1500 pescadores que obtienen de 300 a 500 toneladas anuales de peces (Toledo y Barrera 1984, García 1984).

Se ha observado que el rendimiento pesquero ha disminuido, actualmente dichos rendimientos son de 10 a 20 Kg/Ha/año (Herrera 1979). Se reconoce el hecho de que existe un decremento gradual en el volumen de captura de PB en el embalse, así como una notable disminución en el peso y la talla de los peces capturados (García 1984).

Como podemos observar, los problemas que afectan a la cuenca del Lago de Pátzcuaro son de diversa índole y solamente cabe señalar que cualquier actividad encaminada a detener el deterioro de la cuenca deberá contemplar la complejidad de estos fenómenos y proponer soluciones que integren actividades tanto económicas, políticas, sociales y biológicas para poder resolver de manera integral el problema.

2.2 LA ESPECIE

2.2.1-CARACTERISTICAS DE RECONOCIMIENTO Y POSICION TAXONOMICA DE Chirostoma estor cobándaro.

El género Chirostoma esta compuesto por 18 especies y 6

subespecies sin incluir Ch. compressum extinto actualmente. El género se subdivide en dos grupos, el grupo Jordani que presenta los valores merísticos más altos y escamas de la línea lateral con canales, dentro de este grupo encontramos a Chirostoma estor; el otro grupo está compuesto por las especies con valores merísticos bajos (Barbour 1973).

Chirostoma es uno de los grupos endémicos que ha evolucionado en el microcosmos que producen las condiciones climáticas de México. Las características de reconocimiento para Ch. e. cobandaro son: escamas predorsales de 39-64, escamas laterales 67-86. Las siguientes medidas están dadas en porcentaje con respecto a la longitud patrón, cabeza 27.3-29.4, hócico 9.6-11.4, mandíbula de 10.3-12.2. El número de branquiespinas es de 23-28, no presenta dientes en el vómer característica que lo diferencia de Ch. e. estor (Barbour op cit).

La clasificación de este organismo es la siguiente:

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Infraphylum: Gnathostomata

Subclase: Pisces

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Superorden: Teleostei

Orden: Perciformes

Suborden: Mugilicoidei

Familia: Atherinidae

Subfamilia: Menidiinae

Género: Chirostoma

Especie: Chirostoma estor

Subespecie: Chirostoma estor copándaro (De Buen, Barbour 1973).

2.2.2 -DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA ESPECIE.

Este organismo es exclusivo de aguas mexicanas su rango de distribución es con certeza y hasta la fecha, el Lago de Zirahuen que es la localidad tipo (Barbour 1973).

Ch. estor copándaro es un pez de cuerpo delgado, hábitos carnívoros, de 30 cm de longitud promedio, un peso promedio de 250 g. y un peso máximo de 540 g. Es un pez neártico propio de aguas templadas, claras o medio turbias y es un gran nadador.

La temperatura ideal en la que se encuentra es de 18°C y puede oscilar entre 13 y 23°C, soporta como mínima temperatura 4°C y como máxima 32°C (García 1985).

2.2.3 - ALIMENTACION.

Solórzano (1963) examinó el contenido de los tractos digestivos de Pescado Blanco, encontrando que el 60.9% de los intestinos contenían restos de peces, el 89.0% contenían crustáceos, en el 21% se encontraron insectos, en el 31% algas, en el 30.4% restos vegetales vasculares y en el 5.4% rotíferos. El tipo y tamaño del alimento está en relación al tamaño de los peces ya que la abertura bucal limita el tamaño de las presas que pueden ingerir.

Después de los primeros días de vida los peces en cautiverio no aceptan alimento artificial (Rosas 1970).

Los alevines, después de consumir el saco vitelino se alimentan de los organismos de las comunidades del perifiton y

bentos litoral, se alimentan preferentemente de larvas y pupas de chironómidos, ostrácodos, cladóceros y decápodos como Hyalolella azteca. La talla mínima en la que se observa un cambio en la dieta hacia un régimen ictiófago es a los 91 mm de longitud patrón (LP) (García 1985).

Los individuos de 150 mm a 308 mm de (LP) se alimentan de nectón litoral y con menor importancia del perifitón y bentos, por lo que se alimentan principalmente de peces complementando su dieta con insectos y crustáceos, anfipodos y decápodos, mientras que los organismos pequeños menores de 100 mm de (LP) consumen mayormente insectos complementando su dieta con microcrustáceos, ostrácodos, cladóceros y crustáceos de mediano tamaño como anfipodos e isópodos (García op cit).

2.2.4 -DESOVE DE LA ESPECIE.

El desove en Chirostoma estor copándaro se lleva a cabo sobre el alga filamentosa Spirogyra sp. también sobre las Potamogénáceas Potamogeton sp. Ceratophyllum sp. y Eichornia crassipes (Lara 1980). Los huevos se adhieren a las raicillas de las plantas debido a las sustancias mucilaginosas del líquido seminal que es altamente hidrófilo. Los huevos se encuentran a una profundidad de 1.5 a 2.0 m, las plantas a las que se fijan les proporcionan un sustrato muy adecuado, ya que éstos guardan cierta separación entre sí lo que les permite una aereación adecuada. Los sitios en que se encuentran requieren de buena aereación y de buena iluminación. Al incubarlos en laboratorio en la obscuridad perecen en un lapso de tres días, y se observa el desarrollo de hongos Saprolegnia sp. (Rosas 1970). Los oocitos

son más densos que el agua dulce, generalmente son de color amarillo translúcido, el vitelo se aparta de la cápsula por un espacio estrecho y presenta gotas oleosas, de las cuales la más grande mide de 0.25 a 0.35 mm de diámetro (Solórzano 1961).

Durante esta etapa la freza es depredada por algunos animales como el tejón Procyon lotor, las vacas dan cuenta de un número elevado de huevos al consumir las plantas donde éstos se encuentran, las culebras de agua Thamnophis sp. atacan a los peces adultos cuando se acercan a las orillas a desovar, Solórzano (op cit).

Los oocitos son típicos telolécitos, la segmentación es meroblástica (Rosas 1970).

Las condiciones físico-químicas durante el periodo de oviposición son: oxígeno disuelto 6.74 a 8.12 ppm, salinidad 2.88 a 5.6 ppm, profundidad a la que se encuentran los oocitos 0.8m a 2.0m y transparencia del agua 67.5 cm (García 1985).

2.3 - ASPECTOS BIOLÓGICOS CON ENFASIS EN LA REPRODUCCIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE TELEOSTEOS.

2.3.1 - MORFOLOGÍA DE LAS GONADAS.

El ovario de Carassius auratus consiste de dos lóbulos de tamaño semejante que están unidos a la pared de la cavidad celómica por medio de un mesovario grueso y corto. Cada lóbulo presenta una cavidad en la parte alta; los dos lóbulos se unen en la parte posterior formando un oviducto cuyo orificio se abre justo detrás del ano. Se pueden distinguir tres capas en la pared del lumen ovárico: la parte más interna está compuesta por células oblongas y largas con cilios, la capa media está compuesta por tejido conectivo, con vasos sanguíneos que corren

Por él y la capa más externa es compacta de naturaleza fibrosa. La parte baja de los lóbulos está compuesta por estroma ovárico de naturaleza laminar. En las cuales están embebidos numerosos oocitos de diferente tamaño arreglados de manera regular (Yamamoto 1961).

El ovario de Dryzius latipes es un órgano sacular pareado que está unido a la pared de la cavidad celómica por un mesovario. Está cubierto por un delgado epitelio peritoneal. Inmediatamente dentro del epitelio se ubican unas capas de tejido conectivo mesenquimatoso. De la pared del ovario se proyectan muchos pliegues ováricos hacia el interior del ovario. Los pliegues consisten de células germinales en varios estadios de desarrollo, ubicados en un estroma de tejido conectivo laxo. La luz del ovario se ubica a lo largo del lado dorsal y se continúa por medio de un oviducto que toma la forma de un tubo recto de 1 mm de longitud. La pared del ovario está formada por tres componentes; epitelio de revestimiento, la túnica albugínea y el epitelio peritoneal (Yamamoto 1964).

El ovario de Hippocampus erectus y Syngnathus fuscus, es un órgano bilobulado situado en la parte dorsal y posterior de la cavidad del cuerpo se extiende hacia la parte ventral de la región caudal. Los dos lóbulos del ovario están fusionados en su parte posterior y forman un oviducto corto que abre a un orificio genital. Cada lóbulo está cubierto por una capa de peritonéo, junto al cual está la túnica albugínea ovárica. Las oogonias y oocitos de estos organismos están arreglados en un patrón espiral. La porción más interna de la gónada contiene oogonias, mientras que la externa contiene oocitos jóvenes y oocitos

maduros (Anderson 1967).

En Sebastodes paucispinis teleosteo ovoviviparo los ovarios son estructuras fusiformes pareadas, cada uno consiste de una masa de estroma esponjoso y tejido ovárico envuelto dentro de una delgada pared sacular muscular. El mesenterio está sosteniendo dorsalmente al ovisaco. Los sacos pareados convergen posteriormente y forman un sólo conducto que sale entre el ano y la papila urinaria. La parte externa de la pared del ovario está compuesta por un mesotelio escamoso el cual cubre a una capa fibrosa. Debajo hay otra capa circular y una capa longitudinal interna de músculo liso. Estas dos capas musculares forman la parte principal de la pared del ovario. Las dos capas musculares están fuertemente invadidas por colágena, y de hecho cada célula muscular está envuelta con una cubierta fibrosa. Las ramas laterales de la vena y arteria ovárica atraviesan la capa muscular. El borde interno de la pared del ovario está formado por un epitelio columnar. El estroma ovárico está arreglado en una serie de lamelas las cuales son generalmente perpendiculares al eje longitudinal del ovario. Cada lamela está sostenida al hilio por medio de un tronco fibromuscular que contiene una vena y arteria que la irrigan. La superficie de estas ramas está cubierta por oocitos en diferente estadio de maduración. El folículo está formado por dos tipos de células unas con núcleo pequeño que forman la capa granulosa y otras con núcleo grande que forman la teca. Los oocitos se generan en nidos de células goniales localizados a lo largo de las lamelas (Moser 1967).

El ovario de Myxus tengara presenta una estructura semejante

maduros (Anderson 1967).

En Sebastes paucispinis teleosteo ovoviviparo los ovarios son estructuras fusiformes pareadas, cada uno consiste de una masa de estroma esponjoso y tejido ovárico envuelto dentro de una delgada pared sacular muscular. El mesenterio está sosteniendo dorsalmente al ovisaco. Los sacos pareados convergen posteriormente y forman un sólo conducto que sale entre el ano y la papila urinaria. La parte externa de la pared del ovario está compuesta por un mesotelio escamoso el cual cubre a una capa fibrosa. Debajo hay otra capa circular y una capa longitudinal interna de músculo liso. Estas dos capas musculares forman la parte principal de la pared del ovario. Las dos capas musculares están fuertemente invadidas por colágena, y de hecho cada célula muscular está envuelta con una cubierta fibrosa. Las ramas laterales de la vena y arteria ovárica atraviesan la capa muscular. El borde interno de la pared del ovario está formado por un epitelio columnar. El estroma ovárico está arreglado en una serie de lamelas las cuales son generalmente perpendiculares al eje longitudinal del ovario. Cada lamela está sostenida al hilio por medio de un tronco fibromuscular que contiene una vena y arteria que la irrigan. La superficie de estas ramas está cubierta por oocitos en diferente estadio de maduración. El folículo está formado por dos tipos de células unas con núcleo pequeño que forman la capa granulosa y otras con núcleo grande que forman la teca. Los oocitos se generan en nidos de células ogoniales localizados a lo largo de las lamelas (Moser 1967).

El ovario de Mystus tengara presenta una estructura semejante

a la del ovario de Carassius auratus (Guraya 1975).

El ovario de los peces adultos de Oryzias latipes es un órgano no pareado suspendido en el celoma entre el conducto mesonefrico y el intestino en la región posterior del tronco. Sin embargo en los pececillos recién nacidos, las gónadas son órganos pareados localizados bilateralmente en la raíz del mesenterio. Las células germinales se distribuyen asimétricamente en los lóbulos de las gónadas, el lóbulo derecho recibe un mayor número de células germinales. Durante el estadio de 6 mm el lóbulo derecho se fusiona con el izquierdo formando un solo órgano. Examinando las diferencias del lóbulo derecho e izquierdo, se observa que sólo el lóbulo derecho contiene oocitos, y el izquierdo contiene células germinales en estadio de oogonias (Yoshikawa 1981).

El ovario de Sicyopterus japonicus presenta una estructura semejante a la del ovario de Carassius auratus (Cerisola 1984).

La estructura histológica de las gonadas de Diplodus sargus un pez protándrico hermafrodita, consiste de tejido testicular y ovárico, durante el segundo año de vida el tejido ovárico ocupa una pequeña porción del volumen total del ovario, no hay actividad oogénica y solamente se encuentran oogonias y oocitos primarios. Durante el tercer año de vida se inicia el desarrollo de los oocitos, con el consecuente decremento del tejido testicular (Micale et al 1987).

2.3.2.- PATRONES DE DESARROLLO EN OOCITOS DE TELEOSTEOS.

El ritmo de desarrollo de los oocitos de los peces se puede clasificar en tres categorías principales; como sincrónicos totales, sincrónicos por grupos y asincrónicos (Marza 1938 tomado

de Yamamoto 1961).

En las especies que presentan un sincronismo total, todos los oocitos se desarrollan al unísono. En la clase de ciclostomata y peces, solo dos especies *Petromyzon planeri* y *Onchorynchus masou* pertenecen a este tipo. Estas especies presentan un comportamiento reproductivo característico ovulando una vez en la vida después de lo cual mueren. El tipo sincrónico por grupos es más común en el reino de los peces. Cerca de la estación reproductiva, se pueden reconocer dos tipos de oocitos en el ovario, que se distinguen claramente uno de otro por su estadio de desarrollo. Un grupo está compuesto por oocitos grandes y maduros, que forma el grupo que será ovulado durante esa estación. El otro grupo consiste en oocitos muy pequeños y sin vitelo. Estos pueden ser los oocitos que formarán el grupo que será ovulado el siguiente año. Los peces de este tipo usualmente ovipositan una vez al año y pueden hacerlo muchas veces en su vida. La estación ovipositora es generalmente corta y definida. Los peces que se encuentran en el grupo de asincrónicos también son numerosos. Estos tienen ovarios que contienen varios tipos de oocitos en desarrollo. Tienen una estación reproductiva comparativamente larga y ordinariamente ovipositan varias veces durante la misma estación (Yamamoto 1961).

En la mayoría de los animales poikiloterms, la actividad reproductiva es rítmica y la fase reproductiva está restringida a una estación particular en el año, que es característica para cada especie (Guraya et al 1975).

2.3.3.- PROLIFERACION OOGONIAL.

En la familia de peces Acipenseridae, las oogonias son los estadios más jóvenes presentes durante la ovogénesis. Las oogonias son células redondas pequeñas con citoplasma más claro que las células circundantes. Cada oogonia está acompañada por otra pequeña célula adherida a ella. La mitosis de las oogonias son raras en los peces adultos. No se sabe como se producen las oogonias ya que aparecen después de la diferenciación de los oocitos. Las oogonias tienen un gran núcleo con un solo nucleólo. El citoplasma consistentemente contiene dos cuerpos distintos, uno de estos cuerpos no contiene RNA, pero contiene proteínas. El otro cuerpo es oscuro, de forma irregular y contiene RNA y proteínas (Raikova 1976).

Cuando las oogonias se dividen en los peces adultos, dicha división se correlaciona con el ciclo de reproducción estacional. En muchas especies con periodos recurrentes de ovulación, la división de oogonias alcanza un máximo en los periodos postovulatorios, aunque también se observan mitosis en oogonias durante el año, sin embargo es mayor durante el periodo de ovulación. Algunas especies tropicales presentan series de ciclos cortos de producción de óvulos. Las evidencias indican que hay pequeñas oleadas de mitosis oogonial, por lo que el pico de mitosis ocurre a intervalos regulares, correspondiendo a la época de recrudescencia oogonial de cada pequeño ciclo (Jones 1978).

Las oogonias surgen de las células sexuales primordiales en el epitelio germinal del ovario y en su etapa precoz son rodeados por una capa de células epiteliales que forman el folículo ovárico (Harvey and Hoar 1980).

En Gadus morhua todas las oogonias se forman por mitosis en la vecindad del epitelio del lumen (Kjesbu y Kryvi 1989).

2.3.4 - VITELOGENESIS.

Los oocitos de Carassius auratus, así como los de Liopsetta obscura, presentan dos tipos de sustancias vitelinas, vesículas y glóbulos de vitelo. En ambas especies las vesículas vitelinas se acumulan de la región periférica a la parte interna del citoplasma. Los glóbulos comienzan a aparecer en la región periférica, cuando las vesículas han formado dos o tres hileras, por lo que invaden el citoplasma extravésicula y finalmente llenan la parte interna del citoplasma entre el núcleo y la zona de vesículas. Después de esto la formación de glóbulos de vitelo se hace más activa en el área interna, mientras la formación de vesículas cesa con el tiempo. En la etapa final de la vitelogénesis los glóbulos de vitelo permanecen en un estado de grandes glóbulos sin formar una masa continua (Yamamoto 1961).

Los oocitos de Oryzias latipes presentan tres tipos de sustancias vitelinas: vesículas de vitelo, plaquetas de vitelo y gotas de grasa. Las plaquetas se acumulan al principio en la región perinuclear y forman una masa continua de vitelo con la adición de vitelo exterior. En este organismo, a excepción de lo que sucede en otros peces, la formación de vitelo ocurre de manera simultánea a la formación de vesículas de vitelo. Esto tiene como resultado que la migración del núcleo hacia uno de los polos ocurra en estadios muy tempranos de la ovogénesis. A consecuencia de esto los estadios de núcleo migrado y de premaduración detectados en Liopsetta obscura no pudieron ser

observados en Oryzias latipes (Yamamoto 1964).

En Fundulus heteroclitus existen dos fuentes de las cuales los precursores de vitelo se producen. Una de éstas se da por medio del esfuerzo metabólico de los organelos (endógeno) del oocito. La segunda es por células que corresponden a un órgano distinto del ovario (exógeno). El vitelo endógeno, se forma a partir del complejo de Golgi que durante este estadio está compuesto por un número variable de sáculos los cuales contienen una sustancia densa. Asociados a estos sáculos hay vesículas que contienen material denso, dichas vesículas se derivan del complejo de Golgi y contienen los precursores de los cuerpos de vitelo producidos endógenamente. Durante la captura del vitelo exógeno, se forman en la membrana celular fosetas o invaginaciones de tamaño variable. Las fosetas se convierten en vesículas limitadas por membranas que parecen perder su envoltura durante la maduración y se fusionan con otras similares, formando vesículas mayores con un interior denso. Se cree que el contenido de estas vesículas sean los precursores de vitelo producidos exógenamente. De acuerdo a los procedimientos de tinción utilizados, algunas de las esferas de vitelo contienen polisacáridos y proteínas mientras otras contienen fosfolípidos. Es difícil determinar el porcentaje de vitelo con que contribuye cada fuente durante el desarrollo del oocito. El vitelo formado exógenamente es desplazado del fluido circundante hacia el oocito por un proceso de micropinocitosis (Anderson 1968).

En los peces encontramos tres tipos de inclusiones deuteroplásmicas, principalmente vitelo de carbohidratos

(alveolos corticales o vacuolas), vitelo graso y vitelo proteico (Guraya et al 1975).

Durante el estadio leptóteno de la meiosis el núcleo de los oocitos jóvenes algunas veces contiene un nucleólo aunque en otras no hay ninguno, sin embargo los nucleólos siempre existen durante el estadio cigóteno. Durante el estadio paquíteno son aparentes los cromosomas bivalentes. Durante el estadio diplóteno, se ven quiasmas en los bivalentes, el oocito entra en un período de rápido desarrollo, los bivalentes se transforman en cromosomas plumosos y así se mantienen durante la previtelogénesis. Al inicio de la vitelogénesis, el número de gránulos periféricos de cromatina extracromosómica que producen nuevos nucleólos, decrece rápidamente. El inicio de la vitelogénesis coincide con una espectacular transformación de la estructura nuclear. Es el tiempo en que un oocito procedente de la primera generación, se diferencia y se hace miembro de la segunda generación, los oocitos destinados a madurar la siguiente estación, la primera generación permanece bloqueada en previtelogénesis (Raikova 1976).

La vitelogénesis comprende la incorporación de vitelo en los oocitos en desarrollo y, se cree que este proceso está controlado por una gonadotropina baja en glucoproteínas (Ng e Idler 1978 tomado de Harvey and Hoar 1980) Las células receptoras de la gonadotrópina hipofisiaria parecen ser las células tecales especiales de la envoltura folicular (Hoar y Nagahama 1978, tomado de Harvey and Hoar op cit).

El vitelo se deposita en dos formas, vesículas de vitelo y gránulos de vitelo, siendo su depósito normalmente secuencial

(Harvey and Hoar 1980).

Los principales eventos responsables del enorme crecimiento de los oocitos en los vertebrados no mamíferos, involucra la captura y almacenaje de los derivados hepáticos precursores de plásmo, vitelogeninas y vitelo proteico (32 P ortofosfato) que es la fosfoproteína más grande encontrada en la sangre de las hembras. Una vez incorporada dentro del oocito la vitelogenina es unida proteolíticamente a las proteínas de vitelo que son depositadas en cuerpos cubiertos por membranas. En muchos teleosteos estos cuerpos aparecen como esferas llenas de fluido, que frecuentemente se fusionan unas con otras centripetamente en algún tiempo durante el desarrollo del oocito (Selman y Wallace 1983). Las gonadotropinas pituitarias aumentan la transferencia de vitelogeninas de la sangre a los ovarios vitelogénicos u oocitos, aparentemente por la estimulación extensiva de la actividad micropinocitótica de la superficie del oocito (Wallace y Selman 1981).

Tradicionalmente el vitelo ha sido definido como la reserva de nutrientes que es utilizada durante la embriogénesis. Algunos tipos de vitelo han sido clasificados citoquímicamente en los oocitos en desarrollo de los teleosteos: (1) vitelo de lípidos, se refiere a las inclusiones (gotas) que están presentes durante la mayor parte de la oogenésis y embriogénesis temprana. Una pequeña proporción del total de la masa de vitelo esta formada por vitelo de lípidos. (2) Vitelo de carbohidratos intravesicular, se refiere al material que aparece en las vesículas cubiertas por una membrana (vesículas de vitelo). Estas

vesículas aparecen dentro del oocito antes de la formación de vitelo proteico. (3) Vitelo proteico. Es el vitelo derivado de lipoproteínas y fosfoproteínas que los oocitos en desarrollo acumulan por endocitosis dentro de cuerpos rodeados por membranas (plaquetas de vitelo, esferas o glóbulos) y éste es responsable de la mayoría de la masa de vitelo. Se ha demostrado que el vitelo proteico se deriva de precursores exógenos. La identificación de los alvéolos corticales como vesículas de vitelo maduras no ha sido probado mediante procedimientos inmunológicos o bioquímicos. Las vesículas de vitelo son sintetizadas endógenamente y el vitelo proteico se deriva de una macromolécula sintetizada exógenamente (Selman y Wallace 1986).

Se ha demostrado que mediante la endocitosis efectuada por el oocito las vitelogeninas se parten en vitelo proteico, que incluyen lipovitelinas y fosfovítina, estas proteínas permanecen sin cambio hasta el desarrollo embrionario tardío, cuando mediante la proteólisis se movilizan los aminoácidos como suministro de alimento para el embrión (Tyler et al 1988).

El vitelo proteico se puede incorporar en dos tipos de estructuras, esferas de vitelo fluido o gránulos cristalinos de vitelo. Las esferas de vitelo son típicas de teleosteos que ovipositan huevos pelágicos transparentes. Los gránulos de vitelo solo se han encontrado en teleosteos de agua dulce. La transparencia de los huevos se debe al rompimiento de los gránulos cristalinos y la adición de agua (Kjesbu y Kryvi 1989).

2.3.5 - DESARROLLO DE LAS CUBIERTAS FOLICULARES.

Las cubiertas primarias aparecen en la superficie de los

oocitos subsecuentemente a la formación de las microvellosidades. La formación de microvellosidades es el primer signo de especialización morfológica del oolema, estas microvellosidades cubren por completo la superficie del oocito y se proyectan hacia el espacio formado entre el oocito y las células foliculares. Algunas de las microvellosidades son muy largas y se proyectan dentro del espacio intracelular de las células foliculares. Las células foliculares están conectadas unas con otras mediante máculas adherentes. El oocito y las células foliculares están envueltas por una sustancia homogénea la cual ocasionalmente parece laminar. Este material puede ser la lámina basal de las células foliculares. La lámina basal está separada de otros elementos del estroma ovárico por una capa de fibras colágenas. Con el desarrollo de los oocitos previtelogénicos se observa un incremento en los organelos de las células foliculares, especialmente los ribosomas, los elementos del retículo endoplásmico, las mitocondrias y el complejo de Golgi, la presencia de estas estructuras indica la síntesis de proteínas, dichas proteínas se requieren en parte para el mantenimiento y crecimiento del folículo, para el transporte al interior del oocito y la formación de la zona pelúcida (Anderson 1967).

En Pleuronectes platessa los oocitos solamente presentan dos membranas, la granulosa y la teca (Barr 1963).

Las células del epitelio folicular se diferencian para formar una granulosa glandular, separada del óvulo por una zona pelúcida no celular y se desarrolla una teca a partir de los tejidos conectivos circundantes. Dichas estructuras zona pelúcida, granulosa y teca, pueden denominarse envolturas

foliculares (Harvey and Hoar 1980).

En Fundulus heteroclitus el epitelio folicular consiste de una sola cubierta de células foliculares, las cuales están interrumpidas periódicamente por grandes canales intercelulares. Frecuentemente, las microvellosidades del oocito y los apéndices fibrilares de las cubiertas vitelinas transitan por estos canales. Una lámina basal separa el epitelio folicular de la teca externa. Dentro del tejido conectivo del estroma de la teca se encuentran capilares que suministran nutrientes maternos al folículo en desarrollo. La superficie externa del folículo está cubierta por un epitelio de células escamosas (Selman y Wallace 1983).

2.3.6- CARACTERISTICAS HISTOLOGICAS E HISTOQUIMICAS DE LOS DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO EN LOS OOCITOS DE ALGUNAS ESPECIES DE TELEOSTEOS.

El periodo de tiempo comprendido entre la etapa diploteno de la profase I donde se activa el desarrollo del oocito mediante un estímulo determinado y la segunda metafase meiótica, ha sido llamado periodo de maduración del oocito (Jones 1978). Dicho periodo comprende una serie de transformaciones en el oocito que han sido definidas como estadios de desarrollo.

2.3.6.1.-ESTADIOS DE NUCLEO CROMATICO.

El núcleo es grande con respecto al citoplasma, en algunos casos se observa un nucleólo, y fibras de cromatina. Los oocitos se encuentran embebidos en las lamelas ovigeras, frecuentemente se encuentran formando grupos (nidios) esparcidos a lo largo de toda la gónada. Este estadio aún puede dividirse de acuerdo a las características del núcleo, en tres subestadios que son:

presináptico, sináptico y postsináptico. El núcleo presenta numerosas figuras cromáticas. (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Moser 1967, Gomar 1984, Munehara y Shimazaki 1987, Takemura et al 1987).

2.3.6.2- ESTADIO DE PERINUCLEOLO TEMPRANO Y ESTADIO DE PERINUCLEOLO TARDIO. (gonadotrópico independiente).

El núcleo es relativamente grande y posee algunos nucleólos distribuidos en su periferia, lo que refleja una proliferación de los ribosomas, el número, forma y tamaño de los nucleólos varía en las distintas especies de teleósteos. En el núcleo es posible observar cromosomas plumosos lo que refleja una síntesis de ácidos nucleicos. El citoplasma se tiñe profundamente con hematoxilina que representa una condición basófila, al ir avanzando dentro de esta etapa el citoplasma pierde esta característica tornándose medianamente acidófilo (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964 Munehara y Shimazaki 1987, Takemura et al 1987).

Durante el desarrollo primario el oocito acumula material basófilo y electrodénso en el citoplasma perinuclear, algunos estudios sugieren que dicho material parece ser expulsado através del complejo de poros de la cubierta nuclear, estudios histoquímicos y autorradiográficos sugieren que estos agregados son comprimidos de partículas ribonucleoproteicas. Los agregados generalmente se encuentran rodeados por organelos citoplásmicos los cuales aparecen en los cortes histológicos como material menos basófilo. Tal complejo, primeramente descrito en los teleósteos por Hubard (1894), ha sido conocido como núcleo

vitelino o cuerpo de Balbiani. De estudios morfológicos se desprende que esta estructura funciona como un centro de formación, multiplicación y acumulación de organelos y materiales requeridos dentro del oocito antes del depósito de vitelo (Guraya et al 1975, Gomar 1984).

2.3.6.3- ESTADIO DE VESICULAS DE VITELLO (gonadotrópico dependiente, vitelogénesis endógena).

Durante el desarrollo de los oocitos de Fundulus heteroclitus hay mitocondrias en la vecindad del núcleo, gotas de grasa y algunos cuerpos azul alciano positivos. Estos cuerpos son los estadios tempranos de los alveolos corticales (vesículas de vitelo) en el ooplasma (Anderson 1968) éstos aparecen como pequeños cuerpos situados en la periferia del ooplasma (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Munehara y Shimazaki 1987). En cortes por congelación de ovarios de Sebastes paucispinis teñidos con sudán IV muestran a estas vesículas como gotas de grasa (Moser 1967). El retículo endoplásmico y el complejo de Golgi están involucrados en la síntesis o en la captura de los productos utilizados en la formación de las estructuras que son mencionadas en orden de aparición temporal: a) alveolos corticales, b) cubiertas primarias y c) cuerpos vitelinos (Anderson 1968). Estas estructuras tienen un límite membranoso y son de tamaño y forma variable (Selman et al 1986). El nucleoplasma eosinófilo contiene cromosomas plumosos centrales (Moser 1967).

La primera estructura en aparecer dentro del citoplasma del oocito durante la fase gonadotrópica dependiente son las

vesículas de vitelo. Estas contienen material PAS positivo también conocido como vitelo intravesicular. Las vesículas incorporan 3H histidina y 3H glucosa y contienen glicoproteínas que son sintetizadas dentro del oocito (Wallace y Selman 1981).

El citoplasma durante este estadio adquiere un aspecto vacuolado producido por la presencia de vesículas de vitelo. En los oocitos de Sicyopterus sanguineus por fuera del límite celular se encuentra la zona pelúcida dispuesta sobre toda la superficie del oocito. En la mayor parte del espacio comprendido entre la zona pelúcida y las células foliculares se dispone también lo que se denomina capa filamentososa, formada fundamentalmente por estructuras gruesas dispuestas como un plexo irregular a lo largo de la superficie del oocito (Cerisola 1984).

En Fundulus heteroclitus las vesículas de vitelo aparecen primero dentro de los oocitos asociadas al retículo endoplásmico liso y elementos del aparato de Golgi, sustancialmente el material de las vesículas es un polisacárido sintetizado endógenamente y esta síntesis no ocurre sólo durante el estadio de vesículas de vitelo, sino que se efectúa durante la vitelogénesis y la maduración temprana (Selman y Wallace 1986).

Los análisis histoquímicos y ultraestructurales de los huevos y oocitos de Fundulus heteroclitus indican que las vesículas de vitelo y los alvéolos corticales son similares en estructura y composición. Ambos contienen ácidos glicoconjugados y tienen propiedades tintóreas idénticas cuando son fijados e incluidos de la misma manera, por lo que las vesículas de vitelo dan origen a los alvéolos corticales (Selman et al 1988).

2.3.6.4- ESTADIO DE VITELOGENESIS PRIMARIA.

Durante esta etapa el núcleo celular adquiere una forma poliédrica, el citoplasma se torna acidófilo comenzando a aparecer en su periferia plaquetas acidófilas formadas por vitelo, las vesículas aumentan su tamaño y número, y ocupan los otros dos tercios del citoplasma. La zona pelúcida incrementa su grosor (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Munehara y Shimazaki 1987, Takemura et al 1987).

2.3.6.5- ESTADIO DE VITELOGENESIS SECUNDARIA.

Comienza la migración del núcleo. Los glóbulos de vitelo se acumulan en la parte interna del ooplasma. Las vesículas vitelinas se trasladan hacia la periferia celular en forma gradual, también hay formación de plaquetas, las cuales se fusionan entre sí para formar una masa de vitelo, las cuales a su vez se vuelven a fusionar. Las vesículas son desplazadas hacia la periferia formando una zona anular que rodea la masa vitelina, mientras tanto en la capa folicular se localiza el micrópilo cerca del núcleo (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Guraya et al 1975, Munehara y Shimazaki 1987, Takemura et al 1987).

2.3.6.6- ESTADIO DE VITELOGENESIS TERCIARIA.

Después de que el núcleo arribó al polo animal la membrana nuclear desaparece y no se puede establecer diferencia entre el citoplasma y el nucleoplasma. El núcleo toma una forma complicada y pierde su afinidad a la tinción. Los elementos cromáticos se hacen redondos y lisos y se distribuyen en el citonucleoplasma del polo animal. El micrópilo se completa en este estadio

(Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Takemura et al 1987). Los filamentos adhesivos que se ubican entre la zona pelúcida y las células del epitelio folicular, en los oocitos de Sicyases sanguineus, muestran una reacción positiva con el azul alciano, indicando un contenido rico en mucopolisacáridos ácidos, no así en los estadios anteriores (Cerisola 1984).

2.3.6.7- ESTADIO DE NUCLEO MIGRADO.

En Liopsetta obscura, la vesícula germinal en el estadio de migración se mueve hacia el polo animal del óvulo, y se encuentra rodeada de una sustancia viscosa. El ooplasma está rodeado por la zona pelúcida y contiene grandes glóbulos de vitelo. Entre los glóbulos hay una red de hialoplasma (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Takemura et al 1987).

2.3.6.8- ESTADIO DE PREMADURACION.

En el oocito de Liopsetta obscura se observa una desaparición repentina de la membrana nuclear. El núcleo aparece como un cuerpo claro en una posición excéntrica del óvulo. Los nucleólos se encuentran transformados en hileras de cuerpos plegados, que se tiñen profundamente con hematoxilina, y finalmente desaparecen. Los glóbulos de vitelo se unen y forman grandes cuerpos. Bajo la superficie de la capa cortical se encuentran embebidos uniformemente los alveólos corticales (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Munebara y Shimazaki 1987).

2.3.6.9- ESTADIO DE MADURACION.

En Liopsetta obscura al inicio de este estadio los cromosomas con forma de varilla, se localizan en un área cerca de la

periferia del polo animal en metafase de la primera división meiótica (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Munehara y Shimazaki 1987). En Cyprinus carpio El ooplasma de los folículos maduros está fuertemente impregnado con glóbulos de vitelo de tamaño variable y las vacuolas corticales están confinadas al ooplasma periférico localizadas adyacentes a la zona pelúcida. El núcleo o vesícula germinal no se distinguen en el óvulo maduro (Guraya 1979). Los óvulos son de forma esférica translúcidos de color ambarino. En Fundulus heteroclitus se ha encontrado que los oocitos mayores de 1.4 mm de diámetro irreversiblemente entran en maduración concomitantemente con la hidratación alcanzando su tamaño final, dicho proceso se lleva a cabo in vitro sin necesidad de añadir ninguna hormona (Selman y Wallace 1983). En el bacalao Gadus morhua la transparencia que adquieren los oocitos durante la maduración se debe a la hidratación combinada con el rompimiento de la estructura reticular cristalina de los gránulos de vitelo (Kjesbu y Kryvi, 1989).

Esta etapa es activada por condiciones ambientales, las cuales desenlazan la liberación de gonadotropinas que inducen a las células foliculares a liberar esteroides que ocasionan la maduración del ovocito. Se ha observado en Orizias latipes (Yamamoto 1964) que este proceso se lleva a cabo en unas cuantas horas, durante las cuales son ovulados los oocitos maduros y son reclutados oocitos en vitelogénesis para formar parte del grupo que será ovulado, este proceso se realiza varias veces en un periodo corto de tiempo (Wallace, 1981).

2.3.6.10- ESTADIO DE OVULOS MADUROS EN LA LUZ DEL OVARIO.

Los oocitos maduros se localizan en el lumen ovárico, son esféricos y no presentan cubiertas foliculares, presentan una membrana que los encierra, se observan apéndices como cabellos u otro tipo de ornamentaciones que parecen ser sintetizadas durante el desarrollo del oocito por las células foliculares circundantes. Una de estas células foliculares se hace muy especializada durante el desarrollo del oocito y mantiene el contacto celular con el oolema a través de la zona pelúcida por medio de una delgada extensión citoplásmica. Esta célula llamada micrópilo fué descrita primeramente por Mark (1890) y delinea el polo animal del oocito. Después de la ovulación su presencia previa se revela por el micrópilo, un canal a través de la zona pelúcida que permite el paso de un solo espermatozoide al óvulo durante la fertilización (Wallace y Selman 1981). La capa cortical es delgada y embebida por los alveolos corticales, es posible observar gotas de lípidos entre la masa de vitelo y la capa cortical (Yamamoto 1956, Yamamoto 1961, Kaoru 1962, Yamamoto 1964, Murehara y Shimazaki 1987).

2.3.6.11- OOCITOS ATRESICOS Y FOLICULO POSTOVULATORIO.

Durante el desarrollo de los ovocitos algunos de estos no alcanzan a madurar y son reabsorbidos durante distintas etapas de su desarrollo. Estos oocitos forman una estructura conocida como cuerpo lúteo atrésico (Guraya 1979). Algunas características que presentan estos oocitos son: contracción del oocito, hipertrófia y carácter fagocítico de las células de la granulosa, invasión de dichas células al oocito, disolución de la zona pelúcida,

desorganización y licuefacción del vitelo y ooplásma, infiltración de teca y células sanguíneas formando una masa fibrosa o nódulos con núcleos picnóticos que en algunos casos producen secreciones granulósas amarillas. Se ha sugerido en base a las observaciones que la zonación de citoplasma es un proceso preliminar de reabsorción de citoplasma que produce un rejuvenecimiento del oocito (Yamamoto 1956a, Guraya 1975,) otros autores atribuyen el fenómeno de atresia a deficiencias hormonales o nutricionales de los organismos, mencionando que éste no es un fenómeno importante durante la ovulación (Guraya 1975).

En los peces hexográmidos aquellos que ya han ovulado se pueden identificar por la presencia de oocitos atrésicos (Munehara y Shimazaki 1987).

En el ovario de los vertebrados hay dos tipos de cuerpo lúteo, uno es el que se forma con la atresia de oocitos maduros o en maduración y se conoce como cuerpo atrésico o cuerpo lúteo atrésico. El otro tipo es el derivado de los folículos vacíos después de la ovulación; éste es el cuerpo lúteo de ovulación. Al principio el folículo postovulatorio muestra una abertura o rasgadura en un lado por donde sale el oocito. También muestra una gran cavidad. Las células de la granulosa y la teca del folículo postovulatorio entran en una serie de cambios morfológicos, primeramente su evolución y posteriormente su involución. El epitelio folicular persiste después de la ruptura del folículo y participa en la formación de la masa lútea de células de la granulosa. En estadios tardíos las células

luteales granulosas llenan la cavidad del folículo roto. El folículo postovulatorio solo permanece durante un tiempo corto como en otros teleósteos (Guraya 1979).

En el folículo de *Pleuronectes platessa* no se forma cuerpo lúteo después del rompimiento del mismo por la liberación del oocito. Dos meses después de la oviposición el folículo está presente sólo como una pequeña acumulación de células tecales que eventualmente desaparece por completo (Barr 1963).

2.3.7 - ESTADIOS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS DETERMINADOS EN DIFERENTES ESPECIES DE TELEOSTEOS.

En *Liopsetta obscura* se determinaron 11 estadios de desarrollo que son: estadio 1 de cromatina nucleólo, este estadio se puede subdividir en los siguientes subestadios, presináptico, sináptico y postsináptico ; estadio 2 de perinucleólo temprano , se encuentra rodeado por una delgada lámina folicular, se pueden observar nucleólos cromáticos y nucleólos verdaderos; estadio 3 de perinucleólo tardío , en la superficie interna del citoplasma se observa el núcleo de Balbiani; estadio 4 de vesículas de vitelo, es el estadio donde aparecen las vesículas vitelinas en el citoplasma, aparece también la zona radiada entre el citoplasma y la lámina folicular; estadio 5 de vitelo primario, el ooplasma se llena de glóbulos de vitelo que presentan una reacción positiva a los polisacáridos; estadio 6 de vitelo secundario, entre los glóbulos se pueden identificar tres tipos de vitelo resultado del examen de polisacáridos; estadio 7 de vitelo terciario, los oocitos incrementan mucho su tamaño; estadio 8 de núcleo migrado, la vesícula germinal se mueve hacia el polo del oocito; estadio 9 de premaduración , hay una

desaparición repentina de la membrana nuclear. El núcleo del oocito aparece como un cuerpo claro en una posición excéntrica también se detecta el micrópilo casi totalmente formado en un punto de la zona radiada justo abajo de la masa citoplásmica; estadio 10 de maduración, los alveolos corticales embebidos en la lámina cortical se hacen visibles. Los cromosomas en forma de varilla se encuentran en la periferia del polo animal en metafase de la primera división meiótica; estadio 11 óvulos maduros, son demersales y adhesivos en condiciones naturales (Yamamoto 1956a).

En Carassius auratus, se determinaron 10 estadios de desarrollo, de ellos se ofrece información detallada de acuerdo a la clasificación utilizada por el mismo autor en Liopsetta obscura (Yamamoto 1961).

En Rhodeus ocellatus se determinaron 10 estadios de desarrollo con base en la clasificación de Yamamoto realizada para Liopsetta obscura (Kaoru 1962).

En Pleuronectes platessa se determinaron 6 estadios de maduración que son : estadio 1 oogonias, 2 oocito primario, 3-5 vitelogénesis y 6 maduración. En el estadio 1 las oogonias se encuentran solas o en pequeños nidos en el epitelio de las lamelas , en el estadio 2 los oocitos se caracterizan por la presencia de cromosomas en diferentes estadios de profase meiótica. Los estadios 3 a 5, vitelogénicos, representan varios estadios en desarrollo de vitelo, durante el estadio 5 el óvulo esta cubierto por dos capas, la granulosa y la teca, cada una formada por una capa de células. El estadio 6 de maduración, el vitelo aparece como una masa homogénea. La producción de cuerpos

polares no ha sido observada, y se presume que ésta tiene lugar después de que el óvulo es fertilizado (Barr, 1963).

En Oryzias latipes se determinaron 8 estadios de desarrollo que son: estadio de cromatina nucleólo, estadio de perinucleólo, estadio de vesículas de vitelo, estadio de vitelo primario, estadio de vitelo secundario, estadio de vitelo terciario, estadio de maduración y estadio de oocitos maduros. Es sobresaliente que en el estadio de oocitos maduros hay muchos puntos de grasa localizados entre la capa cortical y la masa de vitelo (Yamamoto, 1964).

En Carassius auratus Yamazaki (1965) identifica tres fases de desarrollo, en la primera sitúa a los oocitos en estadio de núcleo cromático, otro de perinucleólo temprano y un tercero de perinucleólo tardío. En la segunda fase de desarrollo caracterizada por la acumulación de vitelo, ubica el estadio de vesículas de vitelo y el de vitelo, de acuerdo al proceso de acumulación del mismo. En la tercera fase de desarrollo está el estadio de núcleo migratorio, el estadio de premaduración y los oocitos maduros.

En el caballito marino Hippocampus erectus los oocitos han sido clasificados con base en su tamaño: el estadio 1 representa las oogonias y mide aproximadamente 20 micras de diámetro, el estadio 2, tiene un núcleo relativamente grande, está completamente rodeado por una capa de células foliculares, y ha perdido su capacidad de dividirse. Los oocitos de este estadio tienen un rango de 30 a 300 micras de diámetro. Esta da una reacción positiva para mucopolisacáridos ácidos cuando se aplica azul alciano y hierro coloidal de Hale. El estadio 3 mide de 300

a 450 micras. El estadio 4 corresponde a oocitos maduros, presentan forma de pera miden aproximadamente 1 mm de longitud por 2 mm de ancho (Anderson, 1967).

En Syngnathus fuscus y Fundulus heteroclitus, por conveniencia los oocitos de ambas especies han sido clasificados con base en su tamaño como sigue: estadio I, 18-20 micras, corresponde a las oogonias, estadio II, 25-400 micras, estadio III, 0.4-1.5 mm y estadio IV 2 mm (Anderson, 1968).

En Mystus tengara, el desarrollo de los oocitos puede dividirse en varios estadios basándose en los cambios del núcleo, del citoplasma y la formación del vitelo, : 1) estadio de cromatina nucleólo temprano; 2) estadio de cromatina nucleólo tardío; 3) estadio de perinucleólo temprano; 4) estadio de perinucleólo tardío; 5) estadio de vesículas de vitelo temprano; 6) estadio de vesículas de vitelo tardío; 7) estadio de vitelo temprano; 8) estadio de vitelo tardío; 9) estadio maduro (Guraya et al 1975).

Wallace y Selman (1981) discuten algunos de los procesos específicos de los oocitos de los teleósteos, así como el tiempo de desarrollo y como los oocitos pasan de un estadio a otro . Determinan cuatro etapas : desarrollo primario, vesículas de vitelo o formación de alvéolos corticales, vitelogénesis verdadera y maduración.

En el género Epinephelus se determinan dos fases; la primera ocurre antes de la vitelogénesis, durante este estadio tiene lugar un cambio en el PH ooplásmico, induciendo diferencias hematofílicas. En este estadio el único nucleólo se divide. La

transición ocurre cuando se observan numerosos nucleólos periféricos pequeños y un citoplasma claro. En la segunda fase, se inicia la vitelogénesis. La acidofilia gradualmente acentuada de este estadio es provocada por los gránulos y gotas de vitelo. Esta segunda fase se inicia cuando en el núcleo, los nucleólos son numerosos, pequeños y periféricos (Bouain 1983).

En *Nematolosa vlaminghi* se han determinado 7 estadios de desarrollo incluyendo células germinales y oogonias. Los estadios son: oocitos perinucleolares tempranos, oocitos de fondo de reserva, oocitos con citoplasma vacuolado, oocitos opacos con gránulos de vitelo y oocitos hialinos (Chubb y Potter 1984).

La clasificación de los oocitos de *Acanthopagrus* se basa en los trabajos de Yamamoto (1956) y Wallace y Selman (1981). El desarrollo de los oocitos se puede dividir en cinco estadios. I Ogonias, presentan un citoplasma pálido y un gran núcleo central. II Fase de desarrollo primario, presentan un citoplasma denso y basófilo y el núcleo contiene múltiples nucleólos. Una delgada capa de células foliculares se encuentra asociada al oocito durante este estadio. III Vitelogénesis temprana, el citoplasma contiene una capa perinuclear de vesículas claras y una capa más periférica de vesículas pequeñas densamente teñidas. La superficie de los oocitos está rodeada por una capa de células foliculares. IV Vitelogénesis media. La formación de gránulos de vitelo es máxima durante este tiempo y las vesículas claras que rodean el núcleo aún están presentes. Se observa la zona radiada por debajo de la capa de células foliculares. V Estadio de oocitos maduros, se ha completado la fusión del vitelo, se ha roto la vesícula germinal y el citoplasma de los oocitos se torna

hialino (Abu-Hakima 1984).

En Sphaeroides annulatus se mencionan los siguientes doce estadios, con base en características dadas por diferentes autores. Los estadios son los siguientes: Ovogonias; (la profase meiótica abarca los estadios 2, 3 y 4 de la clasificación); estadio de cromatina nucleólo; estadio de prinnucleólo temprano, estadio de perinnucleólo tardío, estadio de vesículas vitelinas, estadio de vitelo primario, estadio de vitelo secundario, estadio de vitelo terciario, estadio de núcleo migratorio, estadio de premaduración, estadio de maduración y estadio de oocito maduro (Gomar 1984).

En Sicyases sanguineus se consideran siete estadios de maduración folicular y, en forma separada las oogonias (Cerisola 1984).

En Sardinops sagax caerulea se determinaron 4 estadios de desarrollo: oocitos inmaduros; oocitos en proceso inicial de maduración; oocitos en proceso avanzado de maduración y oocitos maduros (Ruiz 1985).

En Fundulus heteroclitus se reconocieron cinco estadios de desarrollo : estadio de desarrollo primario, son oocitos que se encuentran en diplóteno de la primera división meiótica , estadio de vesículas de vitelo, se caracteriza por la aparición de vesículas de vitelo y su subsecuente acumulación. Durante la fase de vitelogenénesis, los oocitos capturan vitelogeninas que son procesadas en vitelo proteico que se acumula dentro de esferas membranosas de vitelo. Al final de esta fase, la fusión de las esferas es extensiva. estadio de maduración , hay un

aumento en el volumen del oocito debido a la hidratación y se da el rompimiento de la vesícula germinal. Oocito maduro, este oocito es liberado en el lumen ovárico, y posteriormente será ovipositado (Selman y Wallace 1986).

La ovogénesis en hembras de Salmo trutta fario se ha dividido en cinco estadios: estadio I oogonias; estadio II oocitos mayores a 300 micras de diámetro, exhiben el cuerpo de Balbiani y vesículas de vitelo en la periferia del oocito; estadio III, oocitos grandes mayores a 500 micras de diámetro, exhiben gotas de grasa en la periferia del núcleo; estadio IV, oocitos de 1 mm de diámetro, organización de la cubierta folicular y los cuerpos de vitelo; estadio V, oocitos considerablemente grandes, de 4 a 5 mm de diámetro, muestran un gran número de gránulos de vitelo y su fusión al final de la vitelogénesis (Billard 1987).

La ovogénesis en Hexagrammos octogrammus ha sido dividida en doce estadios de acuerdo a la clasificación de Yamamoto (1954) y Yamamoto et al (1965) (Munehara 1987).

Los cambios morfológicos de los oocitos de Sebastes taczanowski se describen en siete estadios: estadio de cromatina nucleólo, estadio de perinucleólo, estadio de gotas de grasa, estadio de vitelo primario, estadio de vitelo secundario, estadio de vitelo terciario y estadio de núcleo migratorio (Takemura et al 1987).

La valoración macroscópica de los ovarios de Salmo gairdneri mediante el método aplicado (escala de Buckmann) permitió estimar que la población de hembras presenta las siguientes etapas de maduración: etapa de previtelogénesis, etapa de vitelogénesis temprana, etapa de vitelogénesis tardía o máxima madurez ovárica,

etapa de desove y puesta, etapa de postdesove y etapa de descanso (Rodríguez 1987).

La madurez gonádica en el pez Merluccius gayi gayi ha sido macroscópicamente clasificada en seis estadios que son : I gonádas vírgenes (oogonias y oocitos primitivos previtelogénicos), II inicio de la actividad gonádica (predominan oocitos en estadio previtelogénico y oocitos en vitelogénesis endógena), III gónadas en maduración (oocitos en proceso de vitelogénesis exógena), IV gónadas maduras (se observan oocitos llenos de vitelo), V gónadas en reposo (atresias foliculares), y IIIa este estadio comprende la etapa después de la ovulación en donde los oocitos que no han completado su madurez, continúan desarrollándose hasta alcanzarla y presentarse una nueva ovulación, es posible observar folículos postovulatorios de diferentes edades después de la ovulación (Herrera et al 1988).

2.3.8 -CONTROL HORMONAL DE LA OGENESIS Y FOLICULOGENESIS.

En el ovario de Rhodeus ocellatus es claro que la longitud del ovipositor esta íntimamente correlacionada con el grado de madurez de los oocitos, pero no con la presencia de oocitos atrésicos, por lo que se puede concluir que el cuerpo lúteo preovulatorio no posee una función secretora indispensable para el desarrollo del ovipositor (Kaoru 1962).

La hipofisectomía no tiene efecto en las células germinales de Pleuronectes platessa inmaduros, pero en los adultos ésta detiene el desarrollo y la maduración de los oocitos, causando su transformación a cuerpos atrésicos por lo que solamente oogonias y oocitos primarios permanecen en el ovario de los especímenes

operados por un largo tiempo, la hipofisectomización provoca la atresia en todos los oocitos que han iniciado la vitelogénesis (Barr 1963 a).

La profase meiótica puede continuar en ausencia de la glándula pituitaria y alguna producción de nuevos oocitos primarios puede realizarse hasta un año después de la hipofisectomía, el concepto de Vivien (1939, 1941 tomado de Barr 1963a) de que hay un tamaño crítico abajo del cual los oocitos no se ven afectados por la operación es válido para *P. platessa* (Barr 1963a).

Este ciclo está compuesto por el desarrollo folicular, ovulación y formación del cuerpo lúteo. El control hormonal de este fenómeno es regulado por la presencia de dos tipos de gonadotropinas en la glándula pituitaria; la hormona foliculo estimulante (FSH) que activa el desarrollo folicular y la hormona luteinizante (LH) mediante la cual se induce la secreción de hormonas ováricas y la formación del cuerpo lúteo (Yamazaki 1965).

Se ha probado que los ovarios de los peces hipofisectomizados permanecen en un estado inmaduro. Los resultados muestran claramente que la hipofisectomización no afecta a los oocitos en sus primeras fases de desarrollo. Es correcto asumir que el desarrollo de los oocitos antes de la vitelogénesis puede ocurrir sin gonadotropinas de la pituitaria. Durante la segunda fase de desarrollo que comprende la vitelogénesis, en general, los oocitos en esta fase sufren atresia con el paso del tiempo después de la hipofisectomización y se convierten en cuerpos atrésicos (Yamazaki 1965).

Es un hecho que la ovulación de los peces está bajo el control de la glándula pituitaria (Yamazaki 1965).

Resumiendo parece que la reproducción en los teleosteos es similar al patrón general de los vertebrados en sus aspectos fundamentales, pero presenta características que son únicas de la clase y un gran desarrollo de variaciones interéspecificas en la estructura de las gónadas y en las hormonas que éstas producen (Lance V. 1978).

Los sistemas nervioso y endócrino de los vertebrados actúan concertadamente para coordinar los eventos reproductivos. Los eventos neurales predominan en las primeras etapas, mientras que las etapas posteriores son de naturaleza hormonal. (Harvey and Hoar 1980).

La percepción de estímulos ambientales como la percepción del día (fotoperiodo), la temperatura y la época de lluvias, está regida por el sistema nervioso e incluye el paso de la información desde los receptores sensoriales hasta el cerebro. Al llegar al hipotálamo, la información neural determina la actividad de la hipófisis por medio de mensajeros químicos denominados factores liberadores. Estos a su vez estimulan la hipófisis para liberar a la circulación general una hormona llamada gonadotropina, cuyo destino es la gónada; su efecto es estimular la producción de esteroides sexuales en la gónada, esteroides que posteriormente serán responsables de la maduración de los gametos (Harvey and Hoar 1980).

El hipotálamo produce factores liberadores, que estimulan la producción de gonadotropina y su posterior liberación al sistema vascular de la adenohipófisis. La gonadotropina es transportada

hasta la gónada, en donde a su vez activa la producción de esteroides sexuales . Estas hormonas (andrógenos, estrógenos y progestágenos) son los mediadores directos del desarrollo gonadal (Harvey and Hoar 1980).

La formación de vesículas de vitelo, que ocurre primero, recientemente ha demostrado ser inducida por estrógenos; se cree que los gránulos se forman bajo la influencia de la pregnenolona. La síntesis de los precursores de vitelo se efectúa en el hígado y se ha probado que es estimulada por los estrógenos (Harvey and Hoar op cit).

Actualmente se cree que la maduración de las gónadas en el pez se efectúa como resultado indirecto de un aumento lento y constante en la secreción de gonadotropina y que la ovulación y la eyaculación están precedidos por un aumento más marcado. Esta hipótesis nació de la evidencia en los salmónidos y en los ciprinidos, de la diferencia entre el proceso de desove u oviposición y la ovulación, que pueden no estar sujetos a los mismos controles hormonales (Harvey and Hoar 1980).

Las etapas finales del desarrollo de los oocitos y folículos pueden disociarse experimentalmente de la ovulación . El esteroide 17 alfa-hidroxi-20 beta-dihidroprogesterona (17alfa-20beta-Pg) producida por la envoltura folicular en respuesta a la gonadotropina pituitaria, se ha propuesto como el más probable mediador de la maduración de los oocitos en la trucha arco iris (Salmo gairdneri), en (Esox lucius) y en la carpa dorada (Carassius auratus) (Jalabert 1976 tomado de Harvey and Hoar 1980).

La ruptura folicular y la expulsión del oocito desnudo parece ser independiente del control hipofisiario. Tanto las prostaglandinas como las catecolaminas se han propuesto como mediadores (Harvey and Hoar 1980).

El fotoperiodo es uno de los factores más importantes que afectan el ciclo reproductor de peces subtropicales y de zonas templadas (Hilge 1983). El fotoperiodo afecta la actividad a lo largo del eje hipotálamo-pituitaria-gónada, el cuerpo pineal ha sido considerado como el mediador entre los factores de luz externos y el eje interno (Hilge 1983).

En Liza ramada lapsos de fotoperiodo cortos inducen la vitelogénesis, y los largos la inhiben (Hilge 1983).

Los vertebrados utilizan varios mecanismos para percibir y responder a los cambios en el fotoperiodo diario el cual sincroniza la reproducción estacional. El órgano pineal de Phoxinus phoxinus se ha demostrado histológicamente que es fotorreceptivo (Oksche and Hartwig 1975 tomado de Day 1983) y se propone que este órgano participa en el desarrollo gonádico en la primavera y lo inhibe en el otoño. En Fundulus heteroclitus no es esencial para la iniciación y mantenimiento de la reproducción estacional ni los ojos ni el órgano pineal, sin embargo se ha probado la existencia de un fotorreceptor extrarretinal y no pineal para la reproducción en este organismo, ya que sin la ayuda de los ojos o el órgano pineal es capaz de diferenciar entre días cortos y largos. Debido a la naturaleza translúcida del cráneo de F. heteroclitus la luz puede penetrar a un fotorreceptor encefálico no pineal. Esto es posible en los peces así como en las aves, el hipotálamo contiene fotorreceptores los

cuales median la influencia del fotoperiodo en la reproducción (Day 1983).

Muchos factores están involucrados en la maduración de los oocitos, el primer estímulo para la migración de la vesícula germinal parece ser la gonadotropina pituitaria. Los esteroides pueden actuar como reguladores intraováricos, el estradiol inhibe y la testosterona incrementa la efectividad de las gonadotropinas en la maduración de los oocitos (Jalabert 1976 tomado de Kime 1989). Se sugiere que existen factores locales de regulación que juegan un papel importante en el control y regulación de la migración y rompimiento de la vesícula germinal durante la maduración y puede ser importante en la sincronización de la maduración de los oocitos y la ovulación en algunas especies de teleosteos (Kime et al 1989).

El estradiol 17-beta juega un papel importante en la reproducción en las hembras de *Salmo gairdneri*. En los peces es mejor conocida su acción en la estimulación de la producción de vitelo por el hígado. Sin embargo se suponen otras actividades como un efecto mitótico en las células germinales. En los salmónidos, cuyo ciclo sexual es anual, la concentración de estradiol en el plasma es alta durante la vitelogénesis, el estradiol se sintetiza en las células foliculares (De Mones et al 1989).

2.3.9 -VARIABLES MORFOMETRICAS RELACIONADAS CON EL DIAGNOSTICO DE MADUREZ SEXUAL.

La condición fisiológica de un pez cambia a través del ciclo reproductor, dicha condición se expresa como la acumulación y

utilización de las reservas energéticas como parte de las respuestas a factores internos y externos, por lo cual algunos parámetros morfométricos se pueden emplear para el análisis de la madurez sexual. Basándonos en lo anterior es conveniente para el estudio del ciclo gonádico, además de la observación macroscópica y microscópica de las gónadas, tomar ciertos parámetros en cuenta, los cuales deberán reflejar la condición fisiológica de los organismos, estos valores en conjunto proporcionarán un diagnóstico más preciso del ciclo gonádico, las características que poseen estos atributos son el índice gonadosomático (IGS) y el índice hepatosomático (IHS) (Brauhn 1975, Rodríguez 1987).

2.3.9.1. -INDICE GONADOSOMATICO (IGS).

El índice gonadosomático es igual al peso de la gonáda/peso del cuerpo (100) (Brauhn 1975).

El peso del ovario está representado por un factor de madurez, el porcentaje del peso del ovario con respecto al peso del cuerpo. Los cambios estacionales en el factor de madurez de Oryzias latipes es muy característico en comparación con aquellos que se ven en los peces que ovulan una vez al año, la curva anual en el factor de maduración de Ligesseta obscura que ovula una vez en la estación cae abruptamente inmediatamente después del comienzo de la ovulación; los valores que comienzan con 28 al principio se reducen a 1.5 en un lapso de solo un mes. Los mismos cambios anuales en el factor de madurez se reconocen en otras especies que muestran la misma conducta ovipositora. Por otra parte Carassius auratus que ovula dos o tres veces en una estación, proporciona otro tipo de curva del factor anual de

maduración. El descenso de la curva después del inicio de la ovulación es comparativamente pequeño en promedio y continúa presentando valores altos cerca de dos meses. Por lo que se ha mencionado, es razonable suponer que la curva anual del factor de maduración refleja correctamente la conducta ovipositora de los peces (Yamamoto 1964).

Durante la primera maduración de la trucha café Salmo trutta fario el promedio del peso de los ovarios alcanzó el 22% del peso del cuerpo, se ha encontrado que el índice gonadosomático es bajo en hembras jóvenes y adultas cuando se encuentran en estadios infértiles, se ha observado una relación alta entre dietas altas y altos índices de fecundidad en salmónidos y otras especies de peces (Billard 1987).

Durante la etapa postovulatoria el índice gonadosomático no pudo ser correlacionado con ningún criterio histológico, metabólico o endocrinológico confirmándose su inviabilidad para determinar el desarrollo gonádico en Salmo gairdneri (De Mones et al 1989).

En Arius graeffei el índice gonadosomático indica que en ambos sexos se alcanza un máximo en Noviembre y que solamente tiene lugar una sola ovulación. El rápido desarrollo ovárico observado en esta especie, está confinado a un periodo relativamente corto, usualmente de uno o dos meses antes de la ovulación (Rimmer 1985).

En Sebastes taczanowskii los cambios en el índice gonadosomático se presentan junto con los cambios en la longitud del día y la temperatura del agua (Takemura et al 1987).

El valor del IGS durante la vitelogénesis temprana es de 1.06

que representa un pequeño incremento en el peso del ovario que sirve de indicador para interpretar el inicio del proceso de vitelogénesis (Rodríguez 1987).

2.3.9.2. -INDICE HEPATOSOMATICO (IHS).

Es bien conocido que en muchos peces, justo antes de la ovulación, hay una acumulación de lípidos y proteínas en el hígado, y una porción de estas sustancias es trasladada a las gónadas. En los oocitos de aves, ha sido demostrado que muchas de las proteínas y vitelo son sintetizados en el hígado y subsecuentemente son transportados a los ovarios via plasma sanguíneo (Anderson 1968).

Los hepatocitos de las hembras de Fundulus heteroclitus contienen durante la vitelogénesis gran cantidad de retículo endoplásmico rugoso y un gran complejo de Golgi, lo que indica una intensa actividad de síntesis (Selman y Wallace 1983).

3 OBJETIVOS

- 1- Contribuir al conocimiento de la histología del ovario del Pescado Blanco Chirostoma ester copándaro.
- 2- Establecer el ciclo ovárico a nivel histológico del "Pescado Blanco" Chirostoma ester copándaro mediante la determinación de los distintos estadios de desarrollo de los oocitos.
- 3- Determinar el índice gonadosómico (IGS), y el índice hepatosómico (IHS), como apoyo para la determinación del ciclo gonádico.

4 MATERIAL Y METODO.

4.1-COLECTA.

Los organismos fueron colectados en el Lago de Pátzcuaro Michoacán. El arte de pesca empleado fué el chinchorro de 100 y 150 m de longitud. Los lances se realizaron en dos zonas Opongio e Ichupio, en la primera la captura se realizó durante las mañanas desde una embarcación de fibra de vidrio de 14 pies de eslora y 5 pies de manga con motor fuera de borda de 40 HP. La captura en Ichupio se realizó durante la noche y la madrugada desde una embarcación rígida de madera de 15 pies de eslora y 3 pies de manga movida por remos.

4.2-MUESTREO.

El muestreo se realizó cada mes durante un año a partir de agosto de 1988 a julio de 1989 capturando en cada ocasión cinco hembras o el número máximo de ejemplares disponibles.

4.3-CLASIFICACION DE LOS ORGANISMOS.

Todos los organismos colectados fueron revisados para determinar la especie, los parámetros que se consideraron para su clasificación fueron los siguientes: longitud total, longitud patrón, longitud cefálica, altura máxima, longitud mandibular, longitud del hócico al inicio de la segunda aleta dorsal, longitud del hócico al inicio de la aleta pélvica, longitud postorbital, altura mínima del pedúnculo caudal, longitud de la base de la aleta anal, número de branquiespinas del primer arco branquial, escamas predorsales, escamas laterales y escamas interdorsales. Estos parámetros son los que emplea Barbour (1973)

en su clave para Atherinidae. Cada uno de los ejemplares fué pesado, también se pesaron los ovarios y el hígado para obtener el índice gonadosomático $[IGS = (\text{PESO DE LA GONADA} / \text{PESO DEL CUERPO COMPLETO}) (100)]$ y el índice hepatosomático $[IHS = (\text{PESO DEL HIGADO} / \text{PESO TOTAL DEL CUERPO}) (100)]$ (Brauhn 1975). Para las medidas longitudinales se empleó un calibrador con precisión de 1 mm y para pesar los organismos completos una balanza con precisión de 1 g, para pesar las gónadas y el hígado se empleó una balanza analítica Sauter con precisión de 0.0001 g.

4.4-PROCESAMIENTO HISTOLOGICO.

Al momento de obtener los organismos, se realizó la disección para obtener las gónadas, las cuales se fijaron inmediatamente en Bouin (Yamamoto 1956), para evitar alteraciones postmortem. Las muestras permanecieron en el fijador por lo menos 48 hrs, al término de las cuales se procedió a lavar el fijador en agua corriente. El método de inclusión y corte empleado para cada muestra fué diferente debido a las características del material. Las muestras (S1, S2, S3, S4, S5, T3, T4, T6, T7, U1, U2, U3, U4, U5, V2, W1, W4, X1, X2, Y1, Y2, Y4, A4, B1, B2, B3, y C1) fueron incluidas en parafina, las muestras (T9, A1, A2, A3, C3, D3, D4 y D6) fueron incluidas en paraplast debido a que no se obtuvieron buenos resultados con parafina. Las muestras de mayor tamaño (W3, X3, Y6, Z2, Z3, Z4, C2, D1, D2, y D5) fueron incluidas en gelatina. Para las muestras incluidas en parafina y paraplast se procedió a deshidratar el material de acuerdo a la técnica reportada por Yaron (1971), que consiste en colocar el material fijado en etanol al 70% mientras se procesa para su inclusión,

posteriormente la muestra se colocó en una solución de fenol al 5% y etanol al 80% durante 7 días o más, pasado este tiempo se colocaron las muestras en n-butanol, realizando tres cambios de 2, 3 y 15 horas. Posteriormente se realizó un cambio a cloroformo antes de la inclusión.

Durante la inclusión se realizaron tres cambios, el primero se llevó a cabo en una solución de parafina cloroformo, el segundo y tercer cambio se realizaron en parafina con punto de fusión de 560 a 580 centígrados. El tiempo de inclusión fué variable. Para las muestras que se incluyeron en paraplast, se procedió a colocarlas en recipientes con esta sustancia fundida, después de permanecer la muestra en cloroformo se realizaron dos cambios en paraplast. Los cortes se hicieron en un microtómo rotatorio a un grosor de 7 micras.

Las gónadas con oocitos maduros se incluyeron en gelatina, y se procesaron de la siguiente manera. Se lavaron para eliminar el exceso de fijador de las muestras, después de lo cual se realizaron dos cambios en gelatina, el primero en una solución al 10% y el segundo en una solución al 22%, las muestras se mantuvieron en cada cambio un periodo de 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo se procedió a sacar el material de la estufa que se mantuvo a 40°C y se incluyó en gelatina de 22 grados, se formaron bloques que se colocaron en formol al 10%. Se lavaron los bloques y los cortes se realizaron en un criostato American Optical a una temperatura de -20°C, el montaje se realizó en un baño de flotación. En todos los casos los cortes se realizaron en sentido transversal tomando en cuenta 5 zonas equidistantes que representan el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de la

longitud total del órgano. La técnica de tinción que se empleó fue la de hematoxilina eosina y el montaje se realizó en balsamo de Cánada.

4.5-OBTENCION Y MANEJO DE DATOS.

Una vez obtenidas las preparaciones histológicas se determinaron los estadios de desarrollo de los oocitos con base en las características histológicas de cada uno, de acuerdo con los reportes de Yamamoto (1956a) y Cerisola (1984). Además se consideraron a los oocitos atrésicos (PI). Se midió el área de 50 oocitos con núcleo en cada uno de los cinco niveles de corte, las mediciones se hicieron a 160 y 400 aumentos dependiendo del tamaño de los oocitos que se observaban en ese momento. A cada observación se le asignaron dos número uno que identificaba el estadio de desarrollo en que se encontró el oocito y otro que indica el área del mismo en micras².

Las medidas de área se obtuvieron en un digitalizador de imágenes Hewlett Packard 9874A. se midieron 12862 oocitos de un total de 45 organismos pertenecientes a todos los meses del año, y se transformaron dichas medidas a diámetros de circunferencias para un manejo convencional.

Los datos se manejaron en un procesador Printaform 710, en una hoja electrónica Lotus, y las gráficas se obtuvieron con el programa Harvard Graphics.

Las fotomicrografías se tomaron con un fotomicroscopio marca Zeiss modelo III, con una película Fujichrome ASA 100, a color.

5.-RESULTADOS

5.1- MORFOLOGIA DE LOS OVARIOS DE Chirostoma estor copándaro

Las gónadas de Pescado Blanco son órganos pareados de forma sacular, el extremo cefálico es romo, hacia la región anal las gónadas continúan con un pequeño oviducto que desemboca en un poro genital por detras del ano. Se encuentran ubicadas en la parte dorsal de la cavidad peritoneal por debajo de la vejiga natatoria. Cada ovario está revestido por un peritoneo visceral que lo sujeta individualmente y se continúa con el mesovario, fijándolo a lo largo de la superficie dorsal de la cavidad abdominal y le sirve también de soporte para el sistema vascular ovárico. Generalmente el tamaño de ambas gónadas es el mismo, su peso varia en función de la época del año, la etapa de maduración y la talla de los organismos (fig 38 y 39).

Toda la pared del ovario presenta una pigmentación negra, por lo que no es posible apreciar cambios en su coloración. De acuerdo al mes en que se tomen las muestras el tamaño y la textura de las gónadas varia (fig. 38 y 39).

5.2- CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DE LOS OVARIOS DE Ch. e. copándaro, INDICE GONADOSOMATICO (IGS).

El IGS muestra el porcentaje de peso correspondiente a las gónadas con respecto al peso total del organismo. Durante el ciclo gonádico el peso del ovario aumenta a medida que avanza la maduración.

En las mediciones realizadas de Agosto de 1988 a Julio de 1989 el IGS presenta las siguientes variaciones. Se observan IGS de

0.1825 hasta 7.8843, el promedio mayor se alcanza en el mes de Marzo, que coincide con la presencia de oocitos maduros. En el mes de Abril se observa un abrupto decremento lo que puede indicar que se ha llevado a cabo la ovulación. A partir de Mayo el indice aumenta gradualmente sin alcanzar los niveles de Marzo. En Agosto hay otro decremento, de Septiembre a Noviembre se tienen IGS menores, lo que coincide con gónadas que tienen oocitos inmaduros (gráfica 1) . Es posible observar una correlación alta entre el IGS y el diámetro promedio de los oocitos (gráfica 2).

5.3- CAMBIOS ESTACIONALES DEL PESO DEL HIGADO CON RESPECTO AL PESO TOTAL DEL ORGANISMO, EN Ch. e copándaro, INDICE HEPATOSOMATICO (IHS).

En la gráfica de IHS, encontramos un pico muy claro en el mes de Junio. De Diciembre a Marzo la curva se mantiene presentando valores altos, los picos o incrementos en el porcentaje del peso del hígado con respecto al peso del cuerpo, coinciden con la presencia de oocitos en proceso de vitelogénesis. En la gráfica podemos observar que el valor promedio más bajo se alcanza el mes de Octubre, mientras que el más alto en Junio, presentándose durante los demás meses algunas variaciones en el indice hepatosomático (gráfica 3).

5.4- HISTOLOGIA DEL OVARIO.

Al corte histológico la pared del ovario esta compuesta en su parte más externa por un epitelio simple cúbico, difícil de identificar por la gran cantidad de melanina que lo cubra (fig.1) hacia adentro se localiza una capa de tejido conjuntivo fibroso con gran cantidad de vasos, en la zona subyacente encontramos

músculo liso irrigado por pequeños vasos. En la cara interna de la pared de la gónada se observa un epitelio cúbico, de esta pared parten las lamelas ovigeras (fig.2), éstas están formadas por tejido conjuntivo, y están ubicadas perpendicularmente al eje longitudinal del ovario, estas estructuras sirven de soporte a los oocitos, que se encuentran en diferentes estadios de madurez, y en distintas proporciones que varían con respecto a la época del año.

5.5- DESARROLLO HISTOLOGICO DE LOS FOLICULOS DE Ch e copándaro.

Se caracterizaron siete estadios de desarrollo, los cuales se describen a continuación.

5.5.1- CROMATINA NUCLEOLO, ESTADIO I.

El diámetro promedio anual para esta etapa es de 5.181024μ con un error estandar de 0.00088 micras (gráfica 4), y una desviación estandar de 5.415248 de una $N=3051$ (cuadro 1).

Dicho estadio se caracteriza por presentar un núcleo esférico prominente, basófilo, en algunas células es posible observar hilos de cromatina y cromosomas plumosos en el núcleo. El citoplasma de estas células es escaso con respecto al volumen total de la célula, es basófilo y muestra una textura granulosa (fig 3). Las células que se encuentran en este estadio se distribuyen a lo largo de toda la gónada y es posible encontrarlas formando grupos de 2 a 3 oocitos. Durante esta etapa no se observan estructuras foliculares, a excepción de las estructuras de la lamela que soportan al oocito.

5.5.2- PERINUCLEOLO, ESTADIO II.

El diámetro promedio anual para esta etapa es de 26.3428 μ con un error estandar de 0.003479 micras (gráfica 4), y una desviación estandar de 22.2966, de una N=3205 (cuadro 1).

Durante este estadio las células presentan un núcleo esférico basófilo con gran número de nucleólos distribuidos en la periferia del mismo (fig. 4). Entre el núcleo y el citoplasma se observa un espacio vacío que puede deberse a la técnica empleada, ya que este espacio no se observa en preparaciones elaboradas con otras técnicas (fig 3). El citoplasma es basófilo, y presenta una textura granulosa (fig. 5). Durante este estadio aparecen filamentos en algunos de los oocitos, dichos filamentos se enrollan en sentido opuesto unos a otros sobre la pared del oocito. Los filamentos son acidófilos (fig. 6). El folículo es muy incipiente y está formado por una capa de células basófilas planas (fig. 7 y 8).

5.5.3- VESICULAS DE VITELLO, ESTADIO III.

El diámetro promedio anual para este estadio es de 208.7083 μ con un error estandar de 0.078 micras (gráfica 4), y una desviación estandar de 137.7515 de una N=884 (cuadro 1).

El núcleo presenta nucleólos y un contorno bien definido (fig. 9), pierde basofilia volviéndose ligeramente acidófilo, pierde su forma esférica tornándose ovoide (fig. 10). En la parte intermedia del citoplasma, aparecen vesículas; a medida que avanza el desarrollo, se van depositando hacia el núcleo y hacia la periferia de la célula, llegando a invadir todo el citoplasma hasta darle un aspecto completamente vacuolado (fig. 11). Durante las etapas avanzadas de este estadio, aparecen en la parte

externa plaquetas de vitelo como estructuras basófilas entre las vesículas (fig. 12).

La zona pelúcida aparece durante este estadio, los filamentos acidófilos aumentan su grosor, en la parte más externa es posible observar una capa de células foliculares, que forman un epitelio pseudoestratificado el cual se encuentra rodeado por una teca fibrovascular (fig. 12 y 13).

5.5.4- VITelo PRIMARIO, ESTADIO IV.

El diámetro promedio anual para este estadio es de 503.3865μ con un error estandar de 0.6629 micras (gráfica 4), la desviación estandar es de 204.1744 y una $N=155$ (cuadro 1).

El núcleo aumenta su acidofilia con respecto al estadio anterior, el contorno del núcleo se hace difuso y se observan proyecciones hacia el citoplasma, el cual esta sumamente vacuolado y conserva su basofilia. Aquí comienzan a aparecer pequeños glóbulos de vitelo, que se encuentran en la periferia del citoplasma (fig 14 y 15).

La zona pelúcida se hace más aparente y tiene un fuerte carácter acidófilo, por fuera de esta zona y rodeando al ovocito se observan los filamentos acidófilos que al igual que la zona pelúcida han incrementado su grosor. En la parte externa del conjunto es posible observar un epitelio pseudoestratificado y una teca fibrovascular (fig 16).

5.5.5- VITelo SECUNDARIO, ESTADIO V.

El diámetro promedio anual para este estadio es de 973.0715μ con un error estandar de 0.7696 micras (gráfica 4), una desviación estandar de 535.6568 y una $N=349$ (cuadro 1).

El núcleo durante este estadio tiene una forma ovoide, mantiene su acidofilia, y presenta proyecciones hacia el citoplasma. Los glóbulos de vitelo se fusionan formando masas grandes que inicialmente se depositan en el centro de la célula y van invadiéndola hacia su periferia a medida que avanza el desarrollo, esta actividad del vitelo desplaza a las vesículas hacia la periferia del citoplasma (fig 17).

La zona pelúcida ha seguido incrementando su grosor y sigue siendo altamente acidófila, rodeándola se observan los filamentos que también han seguido desarrollándose, los filamentos se encuentran rodeados por un epitelio pseudoestratificado basófilo y la teca fibrovascular (fig 18).

5.5.6- VITelo TERCIARIO, ESTADIO VI.

El diámetro promedio anual para este estadio es de 1271.428 μ con un error estandar de 1.9960 micras (gráfica 4), presentan una desviación estandar de 694.6366 en una N=175 (cuadro 1).

El núcleo presenta un gran número de proyecciones hacia el citoplasma, los nucleólos han desaparecido totalmente. En el citoplasma los glóbulos de vitelo, han cubierto casi totalmente el área del citoplasma, lo que provoca que el núcleo se encuentre excéntrico (fig. 19 y 20). La zona pelúcida se mantiene con un grosor semejante al estadio anterior, y su aspecto es estriado (fig. 21). La cubierta folicular presenta dos zonas bien definidas (fig 22), la granulosa y la teca como una capa fibrosa. La parte correspondiente a la granulosa esta formada por un epitelio pseudoestratificado que se encuentra rodeando a los filamentos acidófilos, por fuera de este conjunto se observa una teca, formada por tejido conjuntivo y vasos sanguíneos que

cubren a todo el folículo (fig 23).

5.5.7- OOCITOS MADUROS, ESTADIO VII.

El diámetro promedio anual de este estadio es de 1813.154 μ con un error estandar de 1.697858 micras (gráfica 4), con una desviación estandar de 495.7746 de una N=147 (cuadro 1).

El núcleo no se pudo observar durante este estadio, el vitelo acidófilo formado por la fusión de los glóbulos de vitelo invade por completo la célula, en el vitelo hay espacios circulares excéntricos, y pequeñas vacuolas distribuidas en toda la masa de vitelo. En la circunferencia de la célula encontramos vesículas por debajo de la zona pelúcida (alvéolos corticales). La zona pelúcida se torna casi hialina, al igual que los filamentos, los oocitos antes de ser ovulados presentan las mismas cubiertas que en el estadio anterior y con las mismas características. Al observar el oocito en la luz del ovario no se encuentran estructuras foliculares asociadas a él, solamente se observan los filamentos que han perdido el carácter acidófilo y se observan transparentes (fig. 24).

5.5.8- OOCITOS ATRESICOS, ESTADIO PI.

Es posible observar atresias durante todo el año, y en cualquier estadio de desarrollo. Las características principales de estos oocitos son: floculación del citoplasma (fig. 25 y 26), rompimiento de la zona pelúcida (fig.27), hipertrofia de las células foliculares, invasión de dichas células al interior del oocito y se observan secreciones y eritrocitos en el interior del folículo atrésico (fig, 28).

Después de que los oocitos han sido ovulados se observan los foliculos postovulatorios, estas estructuras son masas colapsadas de células cúbicas basófilas (29, 30, 31 y 32).

5.6- CAMBIOS MENSUALES EN LOS PORCENTAJES DE LOS OOCITOS.

5.6.1- ESTADIO I.

Este tipo celular se encuentra representado durante todo el año. el porcentaje más alto se encuentra en el mes de Octubre, alcanzando un 43.85% del total de la muestra, la frecuencia más baja se encuentra en el mes de Marzo representada por un 8.26% con respecto al total de la muestra (cuadro 2); las frecuencias varían mensualmente (gráf.5)

El porcentaje que ocupan los oocitos en estadio I con respecto al total de la muestra durante el año es de 23.734% (gráfica 7).

5.6.2- ESTADIO II.

Este estadio es el más frecuente, se observa durante todo el año y ocupa la frecuencia más alta con respecto a la muestra total anual que es de el 56,209% , y también durante todos los meses (gráf 7). La frecuencia más alta para este estadio es durante el mes de Abril alcanzando el 80.74%, la frecuencia más baja se da durante el mes de Octubre con un 41.401% con respecto al la muestra mensual (cuadro 2). Durante los demás meses no se observan fluctuaciones severas en la frecuencia de este estadio. (gráfica 5).

5.6.3- ESTADIO III.

Este estadio se encuentra presente durante 10 meses del año, los meses en que está ausente es Noviembre y Abril. La frecuencia más alta la encontramos en el mes de Enero con un 20%, mientras

que la más baja se encuentra en el mes de Septiembre con un 0.1507% (cuadro 2) y es muy baja durante los meses de Agosto, Octubre y Mayo. Para el resto de los meses la frecuencia se mantiene más o menos constante (gráf 5). El porcentaje con que participa este estadio en el total anual es de 6.8745% (gráf. 7).

5.6.4- ESTADIO IV.

Es posible observar este estadio durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Junio y Julio (cuadro 2). La frecuencia más alta la alcanza durante el mes de Enero con un 4.533% mientras que el valor más bajo se alcanza durante el mes de Mayo con un 0.133% con respecto al total de la muestra en los meses en que si se presenta (gráfica 6). El porcentaje con que participa en el total anual es de 1.2053% (gráfica 7).

5.6.5- ESTADIO V.

Este estadio está presente durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Mayo, Junio y Julio (cuadro 2). Durante el mes de Enero se alcanza su frecuencia más alta que es de 11.33% y durante el mes de Febrero solo tiene en 0.7%, en los demás meses en que está presente su frecuencia es más constante (gráfica 6). El porcentaje de oocitos V del total de la muestra anual es de 2.7140% (gráfica 7).

5.6.6- ESTADIO VI.

Este estadio esta presente los mismos meses que el estadio V (cuadro 2), la frecuencia más alta la observamos el mes de Febrero con un 4.0% mientras que la más baja se observa el mes de Junio con un 0.53% (gráf 6). El porcentaje con que participa este estadio del total anual de la muestra es de 1.36% (gráf. 7).

5.6.7- ESTADIO VII.

Este estadio está presente durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Junio y Julio (gráf 6). El mes en que se presenta la frecuencia más alta es durante Marzo con un 7.2%, la frecuencia más baja se observa durante Diciembre con un 0.2781% (cuadro 2). El porcentaje con que participa este estadio en la muestra total anual es de 1.1431% (gráfica 7).

5.6.8- OOCITOS ATRESICOS, ESTADIO PI.

Es posible observar atresias foliculares durante todo el año, y durante cualquier estadio de desarrollo, la frecuencia de atresias más alta se observa durante el mes de Agosto y es de 15.29%, que coincide con la etapa postovulatoria, la frecuencia más baja se da el mes de Enero con un 0.1333% (cuadro 2). Del total de oocitos medidos durante un año el 6.7579% resultaron atrésicos (gráfica 7).

5.7- ETAPAS DE MADUREZ DE LAS GONADAS.

El aspecto macroscópico de los ovarios cambia notablemente a medida que avanza el desarrollo de los oocitos, es posible apreciar cambios en el tamaño y textura de los ovarios, pudiéndose establecer una correlación entre las características histológicas del tejido y su aspecto macroscópico (fig.38).

El ovario de los peces maduros, exhibe durante el ciclo reproductivo las etapas de: reposo (fig 33), vitelogénesis endógena o formación de vesículas de vitelo (fig 34), vitelogénesis exógena (fig 35), desove (fig. 36) y postdesove (fig. 37) (cuadro 3).

**DATOS MERISTICOS DE LOS DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO
DE LOS OOCITOS DE Chirostoma eopandaro.**

ESTADIOS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS	I CROMATINA NUCLEOLO	II PERINUCLEOLO	III VESICULAS DE VITELO	IV VITELO PRIMARIO	V VITELO SECUNDARIO	VI VITELO TERCIARIO	VII MADUROS
PROMEDIO DEL DIAMETRO DE LOS OOCITOS. <small>mm. 200</small>	5.181	26.342	208.71	503.39	973.07	1271.43	1812.2
DESVIACION ESTANDAR	5.415	22.296	137.75	204.174	535.66	694.64	495.77
ERROR ESTANDAR	0.0008	0.0034	0.078	0.6629	0.7696	1.99608	1.6978
NUMERO DE OOCITOS MEDIDOS	3051	3205	884	155	349	175	147

CUADRO 1 Datos estadísticos de los oocitos de Ch. e. eopandaro medidos durante el presente trabajo.

MESES	PORCENTAJE MENSUAL DE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS.								TOTALES
	I	II	III	IV	V	VI	VII	PI	
AGOSTO	35.483	46.852	2.4583	0.00	0.00	0.00	0.00	15.29	100 %
SEPTIEMBRE	24.526	62.311	0.1587	0.00	0.00	0.00	0.00	13.01	100 %
OCTUBRE	43.858	41.481	0.1819	0.00	0.00	0.00	0.00	14.55	100 %
NOVIEMBRE	25.6	70.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.0	100 %
DICIEMBRE	16.828	56.189	12.656	3.1988	6.5368	3.477	0.2781	0.834	100 %
ENERO	13.066	45.6	20.0	4.533	11.333	3.333	2.00	0.133	100 %
FEBRERO	17.9	64.5	9.3	0.2	0.7	4.8	3.1	0.3	100%
MARZO	0.2666	55.6	18.533	3.866	5.333	1.6	7.2	0.4	100%
ABRIL	18.502	80.748	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.748	100%
MAYO	24.933	62.933	1.333	0.1333	6.0	2.266	0.00	2.4	100%
JUNIO	19.2	47.466	19.466	3.866	5.6	0.533	2.4	1.466	100%
JULIO	14.409	57.171	12.868	2.8685	5.5370	3.4689	1.0012	1.934	100%
PORCENTAJE ANUALIZADO POR ESTADIO	3052 23.73 %	7228 56.203 %	884 6.974 %	155 1.205 %	349 2.714 %	175 1.361 %	147 1.143 %	369 6.757 %	12559 100%

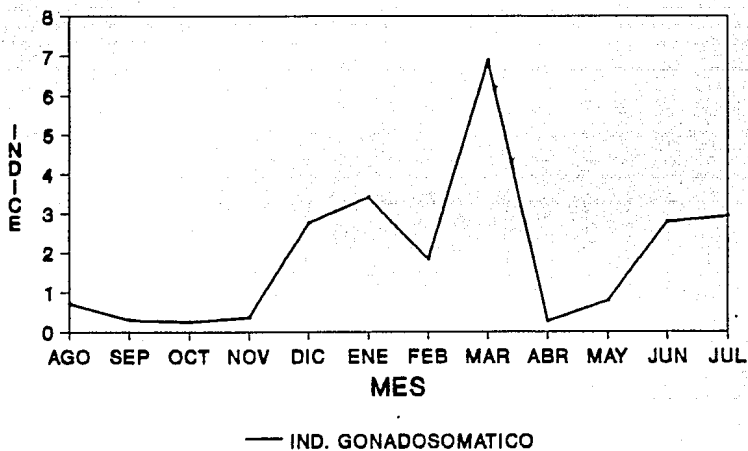
CUADRO 2. Porcentaje mensual de las distintas etapas de desarrollo de los oocitos de Ch. e. copandaro

**CUADRO COMPARATIVO DE LAS ETAPAS DE MADUREZ
GONADAL DE Criostoma estor copándaro.**

ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL	IGS % PROMEDIO	IHS % PROMEDIO	DIAMETRO PROM. DE LOS OCITOS mm	APARIENCIA EXTERNA DEL OVARIO.	APARIENCIA HISTOLOGICA.
RECUPERACION Y REPOSO 1	0.28	1.22	0.06	El ovario se observa como un cordón grueso y ocupa menos de la mitad de la cavidad del cuerpo. El ovario al tacto es compacto y firme.	Las lamelas se ven bien organizadas, y se observan ocitos en estadio I y II.
VITELOGENESIS ENDOGENA 2	0.4487	1.57	0.08	Los ovarios ocupan de 1/2 a 5/8 de la cavidad del cuerpo, y es más grueso que en el estadio anterior.	Ocitos en estadio I, II, III. Se inicia la vitelogénesis endógena. En los ocitos se observan vesículas de vitelo.
VITELOGENESIS EXOGENA 3	2.631	2.8	0.2	Los ovarios ocupan 3/4 de la cavidad celómica. Su superficie tiene un aspecto granuloso, al corte se observan a simple vista esferas blancas, opacas de diferente tamaño.	Ocitos en estadio I, II, III, IV, y V. Vitelogénesis exógena.
DESOVE 4	5.31	2.12	0.25	Los ovarios alcanzan su tamaño máximo. Su apariencia es de sacos de canicas, que al tacto tienen una consistencia blanda, al presionar el vientre de las hembras, arrojan ovulos por el poro genital. Al cortarlos se observan ocitos transparentes a simple vista.	Se llevo a cabo la maduración e hidratación de los ocitos. Ocitos en estadio I, II, III, IV, V, VI, y VII. Al corte histológico se observan cicatrices de folículos ya ovulados.
POSTDESOVE 5	0.55	1.62	0.1	Los ovarios ocupan menos de 3/4 de la cavidad y se observan completamente flácidos. Al corte es posible ver esferas opacas y algunas transparentes, el estroma presenta un aspecto sanguinolento.	Se ha llevado a cabo la ovulación. Ocitos en estadio I, II, algunos VII y atresícos. Folículos postovulatorios conspicuos.

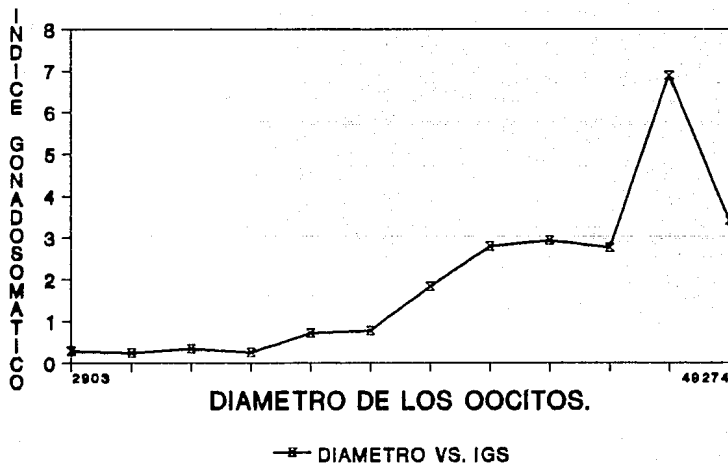
CUADRO 3 Estadios de madurez gonadal. Índice gonadosomático. Índice hepatosomático. Características macroscópicas y características histológicas de cada estadio.

PROMEDIO ANUAL DEL INDICE GONADOSOMATICO



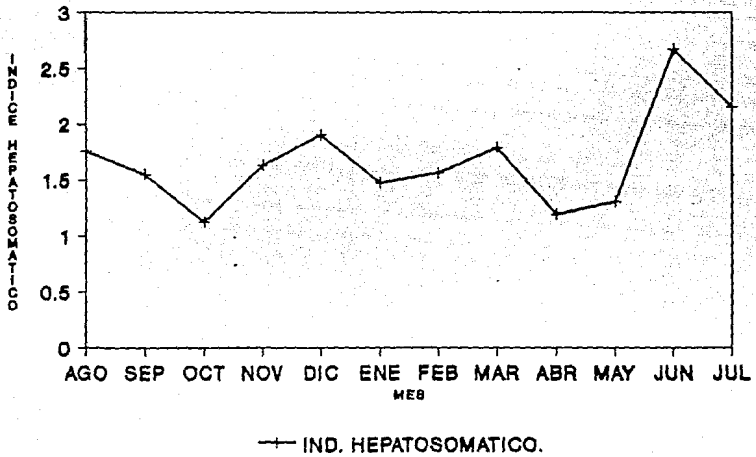
GRAFICA 1.

DIAMETRO DE LOS OOCITOS VS. INDICE GONADOSOMATICO



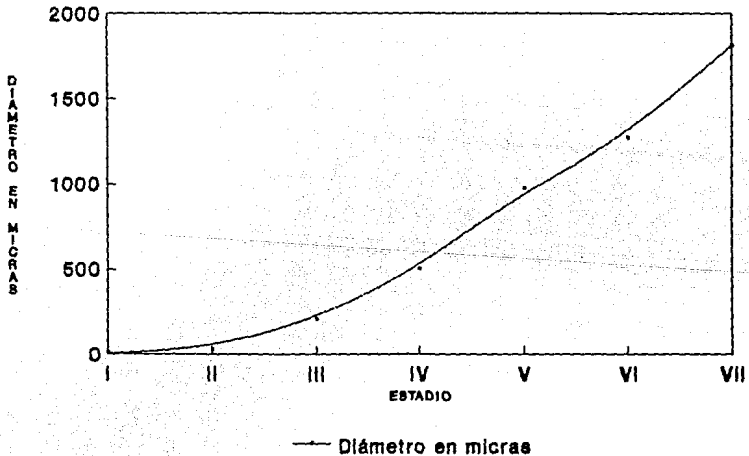
GRAFICA 2.

PROMEDIO ANUAL DEL INDICE HEPATOSOMATICO.



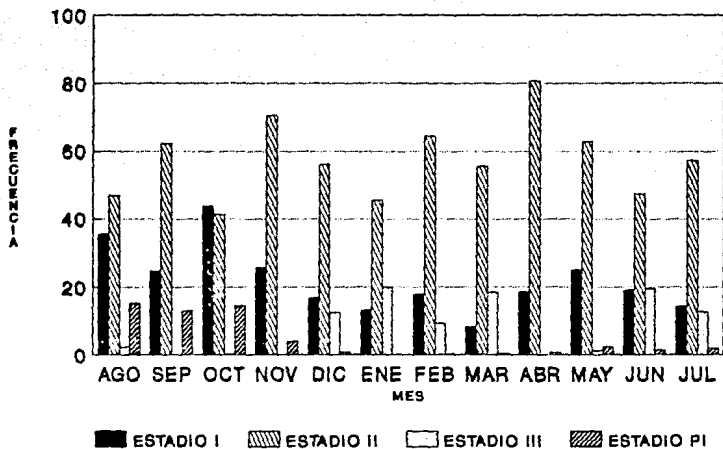
GRAFICA 3.

PROMEDIO DEL DIAMETRO DE LOS OOCITOS EN SUS DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO



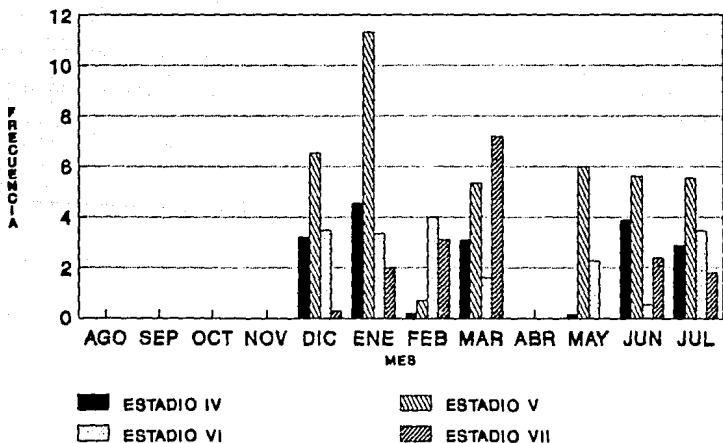
GRAFICA 4.

FRECUENCIA MENSUAL POR ESTADIO. OOCITOS I, II, III, Y PI.



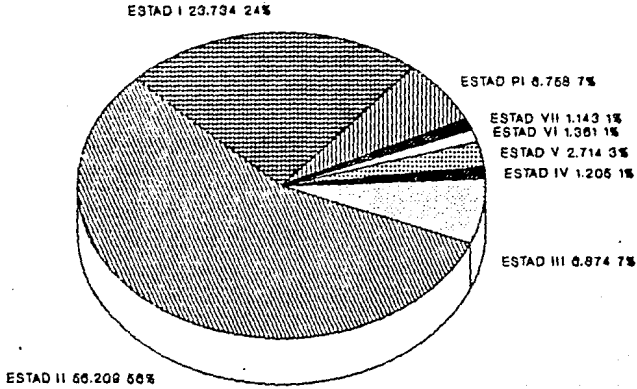
GRAFICA 5.

FRECUENCIA MENSUAL POR ESTADIO. OOCITOS IV, V, VI, y VII.



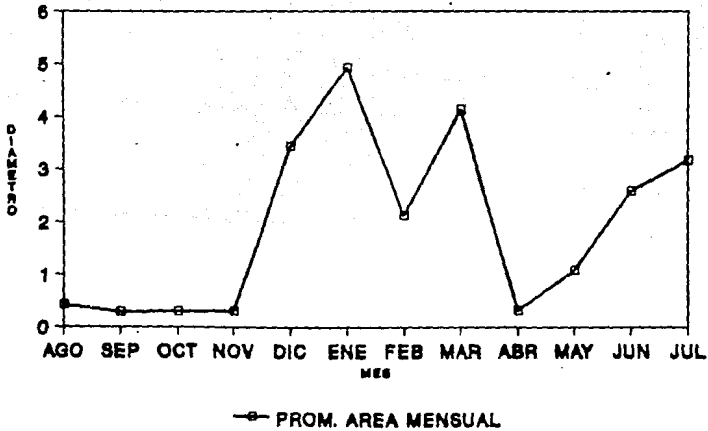
GRAFICA 6.

**DISTRIBUCION DE LOS PORCENTAJES DE LOS
DIFERENTES ESTADIOS MUESTREADOS DURANTE
EL AÑO.**



GRAFICA 7.

**PROMEDIO MENSUAL DEL DIAMETRO DE LOS
OOCITOS.**



GRAFICA 8.

- Fig. 1. Corte histológico de la pared del ovario de Ch. e. corándaro. En la parte superior se observa el epitelio simple cúbico (Ec) que recubre la gónada, y zonas pigmentadas (Rp). 400 X. H-E.
- Fig. 2. Corte transversal de una gónada de Ch. e. corándaro se observan las lamelas que se dirigen de la pared hacia la luz del ovario.
- Fig. 3. Oocitos cromatina nucleólo (estadio I), de Ch. e. corándaro. En el núcleo (N), se observan fibras de cromatina (*), cromosomas plumosos (*) y un citoplasma escaso (C). 160 X. H-E.
- Fig. 4. Oocito en perinucleólo (estadio II), El núcleo (N) presenta nucleólos periféricos (NP). 64 X. H-E.



- Fig. 5. Oocitos perinucleólo (estadio II) de *Ch. e. copándaro*. Se observa el núcleo (N) con sus nucleólos. 64 X. H-E.
- Fig. 6. Oocitos en estadio II. De *Ch. e. copándaro*. Filamentos acidófilos (F), enrollados en sentido inverso sobre la superficie del oocito, solo se presentan en algunos oocitos. 64 X. H-E.
- Fig. 7. Oocitos II de *Ch. e. copándaro*. De la parte interna hacia la externa: núcleo (N), nucleólos (Np), citoplasma granuloso (C), filamentos (F) y células foliculares planas monoestratificadas (). 160 X. H-E.
- Fig. 8. Oocitos II de *Ch. e. copándaro*. Se observa el citoplasma basófilo (C), los filamentos acidófilos (F) y una capa de células foliculares (). 400 X. H-E.



Fig. 9. Oocito en estadio de vesículas de vitelo o vitelogénesis endógena (estadio III) de *Ch. e. copándaro*. En el centro podemos apreciar el núcleo (N), hacia el exterior se observa el citoplasma (C) y en su zona media las vesículas de vitelo (Vv). 64 X. H-E.

Fig. 10. Panorámica de una gónada donde se ha iniciado la formación de vesículas de vitelo en los oocitos (estadio III) de *Ch. e. copándaro* (III). 25 X. H-E.

Fig. 11. Oocito III de *Ch. e. copándaro* en el oocito señalado, esta por finalizar la formación de vesículas e iniciar la vitelogénesis exógena. El núcleo (N) muestra proyecciones hacia el citoplasma (C) el cual se ve enteramente vacuolado (Vv). 32 X. H-E.

Fig. 12. Oocito en estadio III de *Ch. e. copándaro*. En la periferia del citoplasma (C), se observan plaquetas vitelinas (V), en la parte externa se ve la zona pelúcida (Zp), filamentos (F) y células foliculares (*). 160 X. H-E.



Fig. 13. Oocito en estadio III de *Ch. e. copándaro*, vesículas vitelina (Vv), zona pelúcida estriada (Zp), filamentos (F) y epitelio pseudoestratificado (). 400 X. H-E.

Fig. 14. Oocito en estadio de vitelo primario o vitelogénesis exógena (estadio IV) de *Ch. e. copándaro*. Se observa en el centro el núcleo (N), aún hay una gran cantidad de vesículas (Vv) y aparecen glóbulos de vitelo (). 32 X. H-E.

Fig. 15. Oocito en estadio IV de *Ch. e. copándaro*, glóbulos de vitelo (Gv), vesículas vitelinas (Vv), zona pelúcida (Zp), filamentos (F) y células foliculares (). 400 X. H-E.

Fig. 16. Oocito en estadio IV de *Ch. e. copándaro*, se observan los glóbulos de vitelo (Gv), la zona pelúcida más desarrollada (Zp), el epitelio folicular pseudoestratificado (Ep), teca fibrovascular (T) y un vaso sanguíneo (Vs). 400 X. H-E.

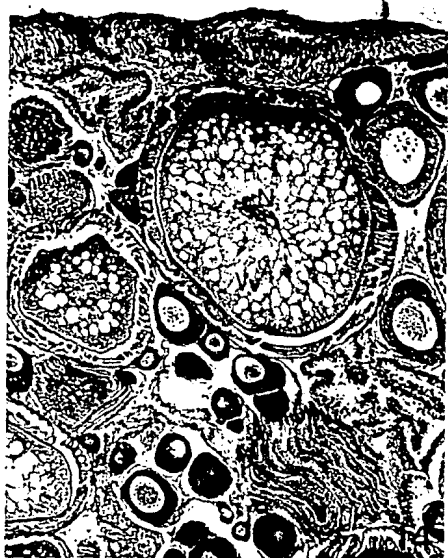
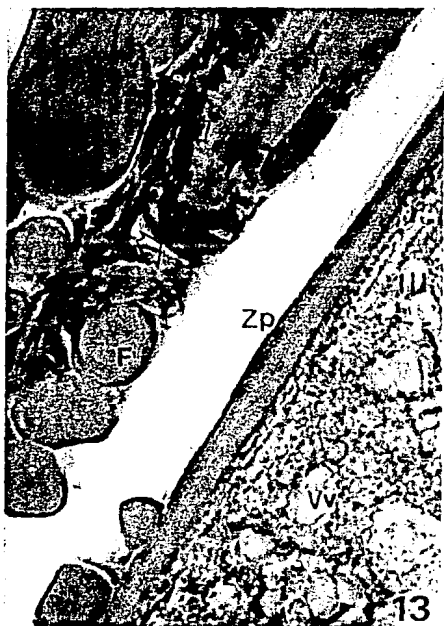


Fig. 17. Oocito en vitelogenesis secundaria (estadio V) de Ch. e. copandaro. El núcleo toma un aspecto elíptico y se encuentra un poco desplazado hacia un extremo (N), los glóbulos de vitelo incrementan su tamaño (*); las vesículas de vitelo han sido desplazadas hacia la periferia (VV). 32 X. H-E.

Fig. 18. Oocito V de Ch. e. copandaro. Podemos observar glóbulos de vitelo (Gv) en el citoplasma, filamento insertado (F) en la zona pelúcida (Zp), y teca fibrovascular (T). 400 X. H-E.

Fig. 19. Oocito en vitelo terciario (estadio VI) de Ch. e. copandaro. El núcleo esta desplazado hacia un extremo (N); y los glóbulos de vitelo han iniciado su fusión en el centro de la célula (GV). 25 X. H-E.

Fig. 20. Oocito en estadio VI de Ch. e. copandaro. Se observa el núcleo (N); los glóbulos de vitelo (Gv), la zona pelúcida (Zp), y las cubiertas foliculares (Cf). 40 X. H-E.

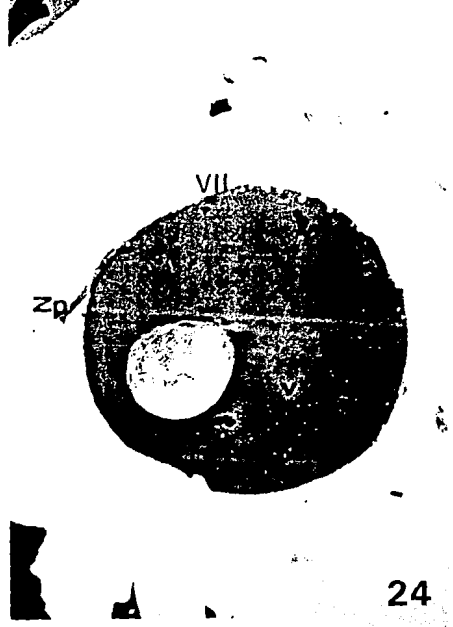


Fig. 21. Estadío VI de *Ch. s. cobándaro*. Se observa la zona pelúcida con aspecto estriado (Zp), filamentos acidófilos (F) y, epitelio folicular pseudoestratificado (Ep), teca fibrovascular (T). 400 X. H-E.

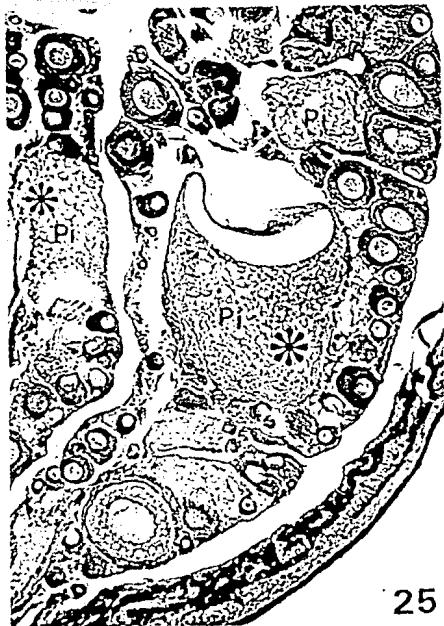
Fig. 22. Oocito VI de *Ch. s. cobándaro*. Zona pelúcida (Zp), epitelio pseudoestratificado (Ep) rodeando a los filamentos (F), teca fibrovascular (T). 400 X. H-E.

Fig. 23. Oocito VI de *Ch. s. cobándaro*. Glóbulos de vitelo (Gv), zona pelúcida (Zp), filamentos (F), células foliculares (*), teca fibrovascular (T) y un vaso sanguíneo (Vs). 400 X. H-E.

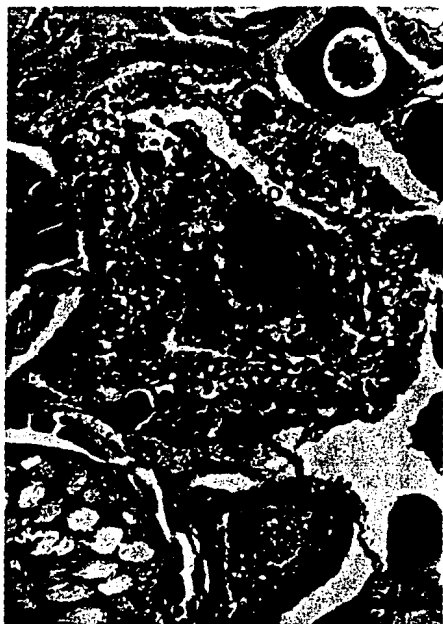
Fig. 24. Oocito maduro (estadío VII) de *Ch. s. cobándaro*. Los glóbulos de vitelo se han fusionado por completo (V). Por debajo de la zona pelúcida (Zp), se observan algunas vesículas (*). 40 X. H-E.



- Fig. 25. Oocito atresico (estadio PI) de *Ch. a. copandaro*. Panorámica de una gónada con oocitos atresicos (PI), que presentan el citoplasma en diferente grado de floculación (*). 25 X. H-E.
- Fig. 26. Oocitos atresicos (PI) de *Ch. a. copandaro*, presentan el citoplasma floculado (Pi). 25 X. H-E.
- Fig. 27. Oocitos atresicos (PI) de *Ch. a. copandaro*, células foliculares hipertrofiadas (*), citoplasma desorganizado (C), zona pelúcida rota (Zp). 32 X. H-E.
- Fig. 28. Oocito atresico (PI), de *Ch. a. copandaro*. Hipertrofia e invasión de células foliculares al interior del oocito (i), rompimiento de la zona pelúcida (Zp). 64 X. H-E.



25



27



28

Fig. 29. Folículos postovulatorios de Ch. s. cobándaro, se observan rosarios de células cúbicas (FP). 32 X. H-E.

Fig. 30. Folículos postovulatorios de Ch. s. cobándaro. 25 X. H-E.

Fig. 31. Células cúbicas (w) de un folículo postovulatorio de Ch. s. cobándaro. Teca fibrovascular (T). 64 X. H-E.

Fig. 32. Folículo postovulatorio recién formado. Se observa que las células se colapsan cerrando la luz. 64 X. H-E.

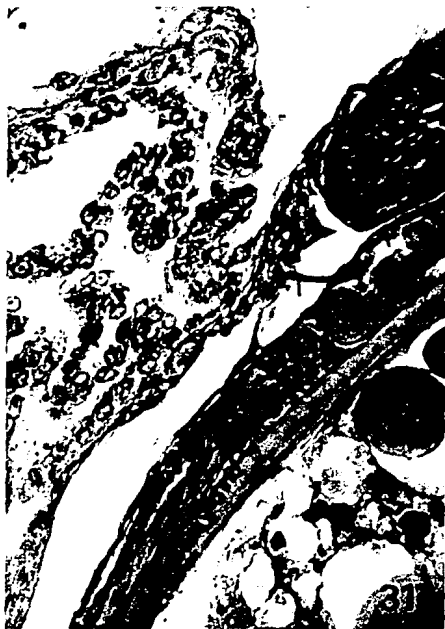
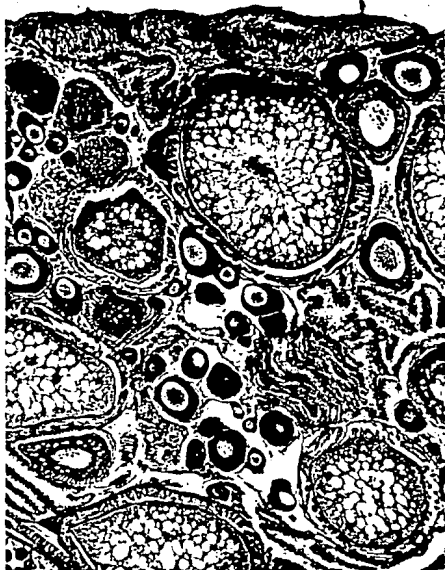
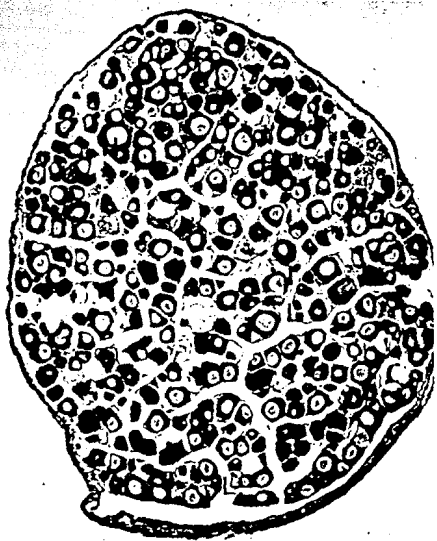


Fig. 33. Etapa de madurez gonadal 1 (en reposo) .Panorámica de una gónada de Ch. e. copándaro. Predominan oocitos en estadio de cromatina nucleólo (I) y perinucleólo (II), se observan las lamelas (L). 10 X. H-E.

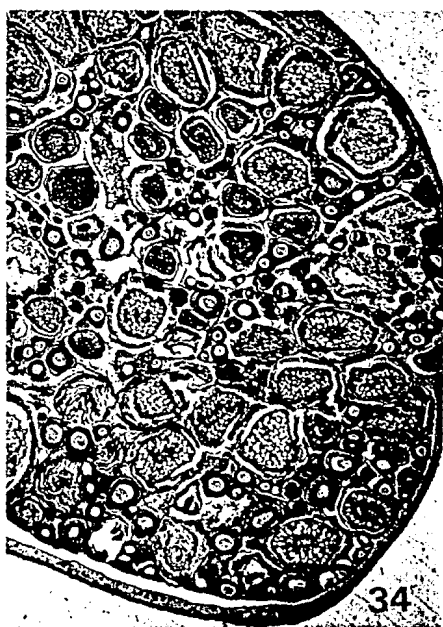
Fig. 34. Etapa de madurez gonadal 2 (vitelogénesis endógena) de Ch. e. copándaro. Formación de vesículas de vitelo. Se observan oocitos en estadio cromatina nucleólo (I), perinucleólo (II) y, vesículas de vitelo (III). 10 X. H-E.

Fig. 35. Etapa de madurez gonadal 3 (vitelogénesis exógena) de Ch. e. copándaro. Se observan oocitos del estadio I al VI. 10 X. H-E.

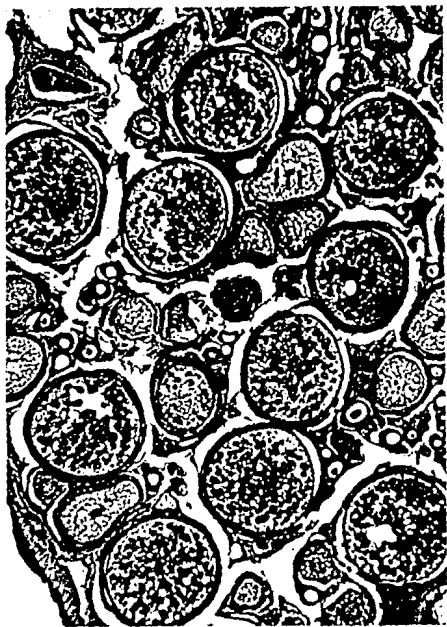
Fig.36. Etapa de madurez gonadal 4 (desove) de Ch. e. copándaro. Los oocitos han madurado (VII), algunos se encuentran en la luz del ovario. 10 X. H-E.



33



34

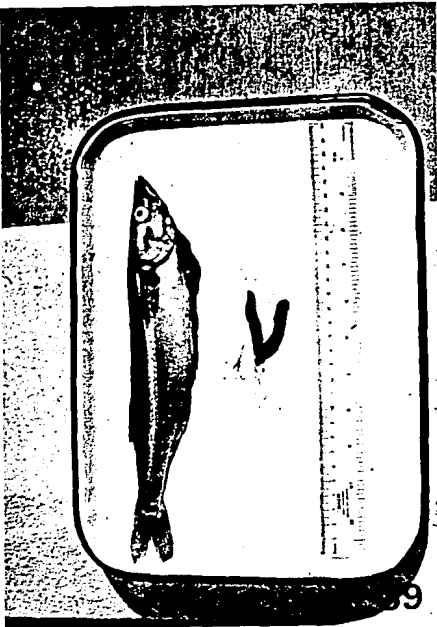
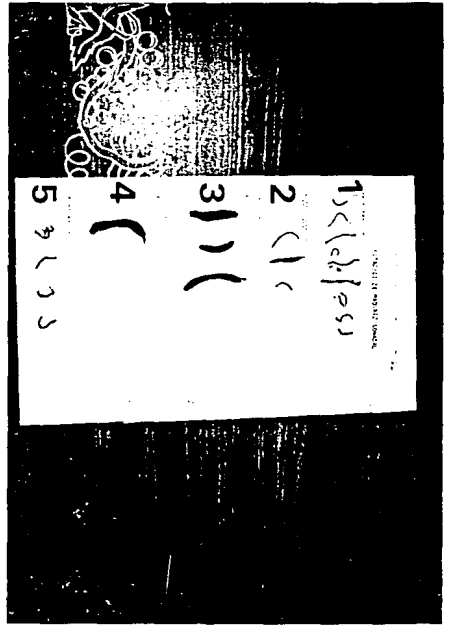


35



36

- Fig. 37. Etapa de madurez gonadal 5 (postdesove) de Ch. s. copándaro. Se observan oocitos atrésicos (Pi), y oocitos en estadios de desarrollo tempranos. 25 X. H-E.
- Fig. 38. Vista de los ovarios de Ch. s. copándaro en sus distintas etapas de madurez gonadal. 1 etapa de recuperación y reposo, 2 etapa de vitelogénesis endógena, 3 etapa de vitelogénesis exógena, 4 etapa de maduración y 5 etapa de postdesove.
- Fig. 39. Disección de un pez hembra de Ch. s. copándaro. Se observan las gónadas y la coloración negra, producida por el pigmento.
- Fig. 40. Oocito en estadio de desarrollo V, que muestra los cambios en la coloración del vitelo, que indica diferencias en su naturaleza (†), (*), núcleo (n). 32 X. H-E.



6 DISCUSION

6.1- MORFOLOGIA DE LOS OVARIOS.

La configuración de las gónadas de las hembras de Ch. e. copándaro es semejante a la descrita en otras especies por Yamamoto (1961 y 1964), Guraya (1975) y, Cerisola (1984), las cuales son bilobuladas y desembocan a un tubo corto que sale por detrás del ano en el poro genital. La estructura histológica muestra que el estroma ovárico está arreglado en una serie de lamelas que son generalmente perpendiculares al eje longitudinal del ovario; en las lamelas se encuentran los oocitos en diferentes estadios de desarrollo, los oocitos son ovipositados al exterior en donde se lleva a cabo la fecundación por lo que es un organismo ovíparo.

En Ch. e. copándaro los sexos están separados no se observaron organismos hermafroditas ni protándricos, Micale et al (1987) encontró hermafroditismo y protandria en Diplodus sargus.

En Ch. e. copándaro no se pudo observar ningún gradiente de maduración en los ovarios. Anderson (1967) observó dicho gradiente en Hippocameus erectus y Syngnathus fuscus, donde los oocitos que se localizan en la parte más interna del ovario son oocitos jóvenes, mientras que aquellos que se localizan hacia la salida, se encuentran en estadios de desarrollo más avanzados.

6.2-CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DE LOS OVARIOS DE LA ESPECIE.

Los cambios estacionales en el índice gonadosomático de Ch. e. copándaro son semejantes a los que se presentan en Carassius auratus que ovula dos o tres veces en una estación, en donde se observa que el descenso de la curva después del inicio

de la ovulación es comparativamente pequeño en promedio.

El máximo índice gonadosomático que se observó en Ch. e. copándaro es de 7.8843% que corresponde al porcentaje del peso de la gónada con respecto al peso total del organismo, mientras que en otros organismos como en la trucha café Salmo trutta fario el promedio del peso de los ovarios alcanzó el 22% del peso del cuerpo. Al igual que en Ch. e. copándaro, se ha encontrado que el índice gonadosomático es bajo en hembras jóvenes y adultas cuando éstas se encuentran en estadios infértiles.

Se ha descartado que Ch. e. copándaro sea un organismo que presente una sola ovulación, ya que en los organismos que ovulan una sola vez, la curva anual del índice, cae abruptamente inmediatamente después del comienzo de la ovulación; Por ejemplo Yamamoto (1964) encontró en Licopsetta obscura que durante la estación ovula una sola vez, los valores que comienzan con 28% del peso corporal correspondiente a la gónada, se reducen a 1.5 en un lapso de un mes. Rimmer (1985) observó el mismo fenómeno en Arius graeffei, donde el desarrollo ovárico, está confinado a un periodo relativamente corto, usualmente de uno o dos meses antes de la ovulación.

Durante la etapa postovulatoria de Ch. e. copándaro, durante los meses de Abril y Agosto, el índice gonadosomático es bajo, parecido a índices de gónadas en reposo que presentan otra condición histológica, por lo que en esta etapa, dicho índice no se puede correlacionar con características histológicas, en las gónadas postovulatorias se observan oocitos atrésicos. De Mones (1989) encontró este mismo comportamiento en Salmo gairdneri.

6.3- CAMBIOS ESTACIONALES EN EL PESO DEL HIGADO DE LA ESPECIE.

Con base en que el hígado es el órgano encargado de la producción de precursores del vitelo, que serán capturados por el oocito durante la vitelogénesis exógena, podríamos esperar un pico en la curva del índice hepatosomático, durante los meses en que la vitelogénesis se lleva a cabo. Al aumentar la actividad en la producción de vitelo, se espera obtener un porcentaje mayor del peso del hígado con respecto al peso total del organismo debido al incremento en la actividad fisiológica de este órgano.

La mayor proporción del peso del hígado con respecto al cuerpo encontrada en Ch. estor copándaro se observó en el mes de Junio, que coincide con la formación de oocitos en vitelogénesis y maduros, también se tienen valores altos en los meses de Diciembre a Marzo, los cuales coinciden con la presencia de oocitos en proceso de vitelogénesis o maduros.

6.4- ESTRUCTURA HISTOLOGICA DEL OVARIO DE LA ESPECIE.

La histología de las gónadas de Ch. estor copándaro coincide con la descrita para Carassius auratus (Yamamoto 1961), Mystus tengara (Guraya 1975), Sicyopterus sanguineus (Cerisola 1984), con el del pez ovovivíparo Sebastes paucispinis durante la fase anterior al desarrollo embrionario (Moser 1975).

A diferencia de peces como Diplodus sargus, que muestran en un mismo organismo tejido ovárico y testicular, Ch. estor copándaro presenta sólo un tipo de tejido, en sexos separados.

La característica más distintiva del ovario del pescado blanco, es que en la pared del órgano hay una gran concentración de melanocitos, los cuales le confieren un color negro, que impide

observar cambios en la coloración, a medida que avanza el ciclo gonádico.

6.4.1- ESTADIO DE NUCLEO CROMATICO.

El estadio de núcleo cromático, también se ha encontrado en los organismos reportados por los siguientes autores Yamamoto (1956 y, 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Moser (1967), Gomar (1984), Munehara y Shimazaki (1987), Takemura et al (1987).

La desviación estandar que observé es tan grande debido a que el diámetro de los oocitos en determinado estadio es muy variable, ya que pude encontrar oocitos muy grandes o muy pequeños en un mismo estadio de desarrollo histológico. Rimmer (1985) observó en los oocitos de Arius graeffei que existen diferencias significativas en el diámetro mensual de oocitos de igual estadio y entre diferentes ovarios del mismo mes. Esto indica que el diámetro promedio de los oocitos no solamente varía estacionalmente, sino también entre los peces del mismo mes.

6.4.2- ESTADIO DE PERINUCLEOLO TEMPRANO Y PERINUCLEOLO TARDIO.

En términos generales los oocitos que se encuentran en este estadio coinciden con aquellos que se observan en los teleósteos reportados por, Yamamoto (1956 y, 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Munehara y Shimazaki (1987), Takemura et al (1987). La presencia de cromosomas plumosos característica de este estadio en otros organismos, se presentó en Ch. e. copandaro en el estadio anterior, y no me fué posible observarlos durante este estadio. Sin embargo Wallace y Selman (1981) mencionan que debido a la configuración extendida de los cromosomas plumosos no

son fácilmente visibles en las preparaciones histológicas de rutina. Por otra parte Bara (1960) ha mostrado claramente su presencia en los oocitos de la macarela Scomber scomber, y su desaparición inmediatamente antes del rompimiento de las vesículas germinales durante la maduración.

El núcleo vitelino o cuerpo de Balbiani, descrito por Hubard (1894), no fué observado en los oocitos de Ch. e. copándaro.

Durante este estadio se observa la formación de filamentos entre la membrana celular y el incipiente folículo, la única referencia encontrada de la presencia de estas estructuras en otra especie es de Cerisola (1984) en los oocitos de Sicyases sanguineus, menciona que en el espacio comprendido entre la zona pelúcida y las células foliculares se dispone lo que se denomina capa vellosa, formada fundamentalmente por filamentos adhesivos gruesos dispuestos como un plexo irregular a lo largo de la superficie del oocito y se componen de mucopolisacáridos ácidos. En Chirostoma estor copándaro, estos 2 filamentos aparecen enrollados en sentido opuesto en la misma localización, aunque Cerisola (op cit) no les atribuya ninguna función, observaciones de campo me permiten afirmar que estas estructuras, al menos en el caso de Ch. estor copándaro, sirven al oocito para sujetarse al sustrato. Solórzano (1961) menciona que los huevos al ser depositados se adhieren a las raicillas de las plantas debido a las sustancias mucilaginosas del líquido seminal que es altamente hidrófilo. Es muy probable que esta "adherencia" se deba también a la presencia de los filamentos, y no solamente a la sustancia mucilaginosa del líquido seminal.

6.4.3- ESTADIO DE VESICULAS DE VITELLO.

Los oocitos durante este estadio en Ch. ester copándaro presentan características semejantes a las mencionadas por Yamamoto (1956 y 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Munehara y Shimazaki (1987), Selman y Wallace (1986). Anderson en (1968) en Fundulus heteroclitus, menciona que las vacuolas son los estadios tempranos de los alveolos corticales.

La primera estructura en aparecer dentro del citoplasma del oocito durante la fase gonadotrópica dependiente o vitelogénesis endógena o estadio de alveolos corticales temprano, son las vesículas de vitelo. Algunos autores mencionan diferente composición de las vesículas por ejemplo Moser (1967) en Sebastes paucispinis indica que están compuestas por gotas de grasa, Selman y Wallace (1986) en Fundulus heteroclitus establece que sustancialmente el material de las vesículas es un polisacárido (ácidos glicoconjugados con propiedades tintóreas idénticas) sintetizado endógenamente, y esta síntesis no ocurre sólo durante el estadio de vesículas de vitelo, sino que se efectúa durante la vitelogénesis y la maduración temprana.

Por otra parte los análisis histoquímicos y ultraestructurales realizados por Selman (1988) de los huevos y oocitos de Fundulus heteroclitus apoyan la teoría de Anderson (op cit) de que las vesículas de vitelo y los alveolos corticales son similares en estructura y composición. Debido a esta razón se ha establecido que este estadio corresponde a la formación de alveolos corticales.

6.4.4- ESTADIO DE VITELOGENESIS PRIMARIA.

Los oocitos de Ch. e. copándaro durante este estadio son

similares a los que se observan en diferentes especies: Yamamoto (1956 y, 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Guraya (1975), Munehara y Shimazaki (1987) y, Takemura (et al 1987).

Yamamoto (1964) menciona en Orizias latipes que la formación de vitelo ocurre de manera simultánea a la formación de vesículas de vitelo (alveolos corticales). En Ch. ester copándaro la formación de vesículas es anterior a la formación de vitelo, y no se determinó si las vesículas continúan formándose durante estadios avanzados de la vitelogénesis.

6.4.5- ESTADIO DE VITELOGENESIS SECUNDARIA.

Los oocitos de Ch. ester copándaro coinciden con los que reportan para las diferentes especies: Yamamoto (1956 y, 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Guraya et al (1975), Munehara y Shimazaki (1987) y, Takemura et al (1987).

Aunque en el presente trabajo no observé en ningún caso el micrópilo, que se ha observado en otras especies durante este estadio en trabajos similares.

6.4.6- ESTADIO DE VITELOGENESIS TERCIARIA.

En esta etapa coincidi con los reportes de Yamamoto (1956 y, 1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964) ,Takemura et al (1987).

En este estadio el micrópilo se completa en otras especies, en Ch. g. copándaro no pude observar esta estructura.

Yamamoto (1961) encontró en Carassius auratus y , Licorsetta obscura, que al finalizar la vitelogénesis, los glóbulos de vitelo permanecen en un estado de grandes glóbulos sin formar una masa continua. Los oocitos de estos organismos presentan dos tipos de sustancias vitelinas, vesículas y glóbulos de vitelo.

El mismo encontró que en los oocitos de Oryzias latipes se presentan tres tipos de sustancias vitelinas: vesículas de vitelo, plaquetas de vitelo y gotas de grasa.

En Ch. e. copándaro al finalizar la maduración los glóbulos de vitelo se fusionan formando una masa continua, a diferencia de lo que sucede en Carassius auratus y Liopsetta obscura.

Durante el desarrollo de los oocitos de Ch. e. copándaro observe tres tipos de sustancias vitelinas: vesículas de vitelo, plaquetas de vitelo y glóbulos de vitelo.

Con base en el reporte de Kjesbu y Kryvi (1989), es muy probable que el vitelo proteico se incorpore en los oocitos de Ch. e. copándaro, en forma de plaquetas de vitelo, y la transparencia que adquieren los huevos al madurar se deba al rompimiento de la estructura cristalina y la adición de agua, debido a que Ch. e. copándaro es un pez de agua dulce.

6.4.7- ESTADIO DE NUCLEO MIGRADO Y DE PREMADURACION.

Dicho estadio no se considero en los oocitos de Ch. e. copándaro ya que el desplazamiento del núcleo se inicia con la acumulación de vitelo a partir del estadio de desarrollo VI. Sin embargo este estadio ha sido reportado por Yamamoto en (1956) en oocitos de Liopsetta obscura y, por Gomar en (1984) en Sphoeroides annulatus.

En los oocitos de Ch. e. copándaro no se observan rastros de la desintegración de la membrana nuclear. En los oocito de Liopsetta obscura se observa una desaparición repentina de la membrana nuclear y el núcleo aparece como un cuerpo claro en una posición excéntrica del óvulo, los nucleólos se encuentran

transformados en hileras de cuerpos plegados, y finalmente desaparecen.

6.4.8- ESTADIO DE MADURACION.

Los oocitos maduros de Ch. estor copándaro presentan las características descritas para las especies reportadas por Yamamoto (1961), Kaoru (1962), Yamamoto (1964), Munehara y Shimazaki (1987). En Cyprinus carpio (Guraya 1979). En Fundulus heteroclitus Selman y Wallace (1988) y Gadus morhua Kjesbu y Kryvi (1989). Además por debajo de la zona pelúcida podemos observar espacios, que se ven a simple vista en los oocitos maduros ovulados, y que pueden corresponder a gotas de grasa nosotros no usamos técnicas para detección de grasa.

6.4.9- OOCITOS ATRESICOS.

Los oocitos atrésicos que encuentre en Ch. estor copándaro coinciden con los descritos por: Yamamoto (1956a) en Liopsetta obscura, Yamamoto (1961) en Carassius auratus, Kaoru (1962) en Rhodeus ocellatus, Barr (1963) en Pleuronectes platessa, Yamamoto (1964) en Oryzias latipes, Yamazaki (1965) en C. auratus, Guraya et al (1975) en Mystus tengara y, Cerisola (1984) en Sicyopterus japonicus.

Los diferentes autores sugieren causas y funciones distintas para la atresia folicular por ejemplo: Yamamoto (1956a) sugiere que la zonación que se observa en los oocitos atrésicos es un proceso preliminar de la reabsorción del oocito para su rejuvenecimiento y posterior reintegración al proceso de desarrollo, él mismo, en (1961) menciona que la presencia de muchos oocitos atrésicos en el ovario en reposo es característico

para los peces de tipo asincrónico. Yamamoto en (1964), atribuye la atresia a una característica de los ovarios en degeneración, Este fenómeno también lo sugiere Munehara y Shimazaki (1987) donde menciona que los peces que ya han ovulado se pueden identificar por la presencia de oocitos atrésicos

Por otra parte Barr (1963) reporta que la atresia puede deberse a bajos niveles hormonales. De igual forma Guraya (1975) menciona que las causas de la atresia pueden ser fallas en el suministro adecuado de alimento, alteraciones en el suministro de gonadotrópinas y, bajos suministros de sangre.

Wallace y Selman (1981) reportan que la atresia es un evento poco común en hembras fisiológicamente sanas y, se considera que la pérdida de oocitos por atresia no juega ningún papel en un ovario fisiológicamente normal durante la estación reproductora. Aunque al finalizar la estación reproductora, la atresia puede funcionar como un proceso de limpieza, particularmente en aquellos peces que tienen ovarios asincrónicos relativos o de frezas múltiples, como en el caso de Ch. ester copandare.

Bouain en (1983) en el género Epinephelus considera que la atresia no tiene un efecto importante en la fecundidad de este grupo.

Gomar en (1984) en Sphaeroides annulatus infiere que la atresia se debe a una infección provocada por bacilos que se observan en el tejido conjuntivo, igualmente Burton y Idler (1984) en Pseudopleuronectes americanus encontraron que la atresia se puede deber a condiciones patológicas, a adaptaciones del ciclo de vida, a una temporada de alimentación baja, o

finalmente ser una característica de senectud.

6.4.10- CUBIERTAS FOLICULARES Y, FOLICULO POSTOVULATORIO.

El folículo de Ch. estor copándaro esta formado por dos capas, esta condición la observó Barr (1963) en Pleuronectes platessa y, Selman y Wallace (1983) en Fundulus heteroclitus, estas especies al igual que Ch. estor copándaro al liberar los oocitos no forman cuerpo lúteo. En terminos generales la estructura del folículo de Ch. estor copándaro coincide con la descrita por Harvey y Hoar (1980), que define a la zona pelúcida granulosa, y teca, como envolturas foliculares.

El folículo postovulatorio se forma en Ch. estor copándaro después que los oocitos han sido ovulados, y coincide con el que se observa en Cyprinus carpio. Guraya (1979), denomina a este tipo de folículo como cuerpo lúteo de ovulación.

6.5- PATRON DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS EN Ch. e. copándaro

La producción de oocitos en el ovario de Ch. e. copándaro es de tipo asincrónico, con base en la clasificación de Marza (1938). Los peces que se encuentran en este grupo son numerosos. Estos tienen ovarios que contienen varios tipos de oocitos en desarrollo. Yamamoto en (1961) menciona que este tipo de organismos tienen una estación reproductiva comparativamente larga y ordinariamente ovipositan varias veces durante la misma estación. La fase reproductiva está restringida a una estación particular en el año. Las características del ovario de Ch. estor copándaro coinciden con el ovario de Liopsetta obscura Yamamoto (1956) Oryzias latipes Yamamoto (1964), el de Epinephelus Bouain (1983) y con Merluccius gayi gayi Herrera et al (1988).

6.6- PROLIFERACION OOGONIAL.

La proliferación oogonial en Ch. estor copándaro no la evalué, sin embargo determiné, la frecuencia de oocitos en estadios de desarrollo temprano (I) observando que dicha frecuencia presenta un aumento en los meses que preceden a la vitelogénesis, por lo que pude inferir que la producción de ovogonias para ser reclutadas al grupo de oocitos, alcanza un máximo en los periodos postovulatorios, y continúa en menor proporción durante los meses restantes.

6.7- ESTADIOS DE DESARROLLO DE LOS OOCITOS.

Los estadios de desarrollo en Ch. estor copándaro han sido determinados basándome en características histológicas y morfológicas, con respecto a los trabajos de Yamamoto (1956a y 1961). Bajo criterios histológicos se han determinado los estadios de desarrollo de los oocitos en las siguientes especies: Yamamoto (1956a) en Lipsetta obscura, él mismo, en (1961) en Carassius auratus, Kaoru (1962) en Rhodeus ocellatus, Yamamoto (1964) en Oryzias latipes, Yamazaki (1965) en C. auratus, Guraya (et al 1975) en Mystus tengara, Selman y Wallace (1986) en Fundulus heteroclitus, Chubb y Potter (1984) en Nematalosa vlaminghi, Munehara (1987) en Hexagrammos octogrammus y, Takemura et al (1987) Sebastes taczanowski. Las clasificaciones presentan diferente número de estadios para cada especie, aunque en general se observa el mismo patrón de desarrollo, con pequeñas variaciones. En Ch. estor copándaro los siete estadios determinados coinciden con muchos de los estadios descritos para otras especies mencionadas en la bibliografía, aunque otros

estadios que también han sido descritos, no se observaron en este organismo.

Las especies cuyos oocitos han sido clasificados con base en características histológicas y merísticas son las mencionadas por: Barr (1963) en Pleuronectes platessa, Anderson (1967) en Hippocampus erectus, él mismo (1968) en Syngnathus fuscus y Fundulus heteroclitus, Bouain (1983) en Epinephelus, Abu-Hakima (1984) en Acanthopagrus, Gomar (1984) en Sphoeroides annulatus, Carisola (1984) en Sicyopterus sanguineus, Ruiz (1985) en Sardinops sagax caerulea y, Billard (1987) en Salmo trutta fario.

6.8- VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS OOCITOS.

Con base en las frecuencias observadas encontramos que los estadios de desarrollo I y II están presentes durante todo el año, sin embargo los estadios del III al VII, solo se observan durante los meses de Diciembre a Julio, dichos estadios abarcan la previtelogénesis, la vitelogénesis, y los procesos de maduración del oocito.

Es necesario que el organismo alcance un grado determinado de madurez, para que se pueda iniciar el crecimiento de los oocitos, dicho proceso puede ser del orden de varios años, de acuerdo con la especie. En Ch. s. copandaro la edad a la que se alcanza la madurez no fué determinada, aunque el organismo maduro más pequeño que se colectó fué de una talla de 123 mm. Chubb y Potter (1984), encontraron que la edad a la que se alcanza la madurez en Nematalosa vlaminghi, es de 3 años; y Billard (1987), y De Mones (1989) en Salmo trutta fario es de 2 años.

Una vez que se ha alcanzado la madurez sexual, los oocitos

inician su desarrollo de manera selectiva, sin embargo no es posible determinar, al menos en el caso de Ch. e. copándaro cual de los oocitos primarios continúan su desarrollo y cuales permanecen como reserva en el ovario, Barr (1963) llegó a un resultado semejante al nuestro. Bouain (1983) encontró en el género Epinephelus que después de la ovulación hay dos grupos de oocitos, unos grandes, de un año de edad y otros más chicos, que acaban de ser reclutados, ambos se encuentran en el mismo estadio de desarrollo, por lo tanto en el ovario se observan dos generaciones de oocitos superpuestas con un año de diferencia.

El inicio de la siguiente etapa esta marcada en Ch. estor copándaro con la aparición de vesículas (alveolos corticales), en la zona intermedia del citoplasma. Esta característica ha sido reportada por Burton y Idler (1984) en Pseudopleuronectes americanus donde el inicio de la vitelogénesis endógena está marcado por la aparición en los oocitos de un anillo de vacuolas en el citoplasma. Otro signo del inicio del desarrollo ha sido reportado por Kjesbu y Kryvi (1989) en Gadus morhua donde la presencia del anillo circumnuclear (cuerpos de Balbiani) es el primer signo de que el oocito puede ser ovipositado en la próxima estación ovulatoria, el anillo circumnuclear no se observó en Ch. e. copándaro.

La siguiente etapa de desarrollo esta marcada en Ch. e. copándaro por la captura de vitelo por parte del oocito, Raikova (1976) menciona que la vitelogénesis marca la activación de los oocitos que serán ovulados, los oocitos que no participan en este desarrollo permanecen bloqueados en previtelogénesis. El tiempo de duración de esta etapa no fué evaluado en Ch. estor copándaro,

sin embargo se tiene el reporte de Takemura (et al 1987) que la vitelogénesis en Sebastes taczanowskii dura alrededor de 6 meses.

Podríamos esperar en base a las observaciones de Yamamoto (1961) en Carassius auratus, que los oocitos que alcanzan estadios superiores al de vitelogénesis secundaria sean ovipositados al unisono, mientras que aquellos que permanecen en estadio de vitelo primario permanezcan como recurso para la siguiente ovulación, la cual puede darse unas cuantas horas después, de acuerdo con Yamamoto (1964) y Wallace (1981) que mencionan que en Oryzias latipes los oocitos en estadio de vitelo terciario pueden pasar por el estadio de maduración y alcanzar el estadio de huevos maduros en un lapso de medio día, este proceso se realiza varias veces en un periodo corto de tiempo. Por otra parte Abu-Hakima (1984) en Acanthopagrus latus y A. cuvieri sugiere que el estadio de formación final del huevo (estadio 8) es un evento rápido. Selman y Wallace (1983) han encontrado en Fundulus heteroclitus que los oocitos mayores de 1.4 mm de diámetro, irreversiblemente entran en maduración concomitantemente con la hidratación alcanzando su tamaño final, dicho proceso se lleva a cabo in vitro sin necesidad de añadir ninguna hormona.

Basados en las observaciones del presente trabajo es evidente que el tiempo que requiere el organismo para producir oocitos maduros, puede ser del orden de varios años.

6.9- ESTAPAS DE MADUREZ GONADAL.

Las etapas de madurez ovárica determinadas en Ch. e.

Copándaro fueron cinco, que son recuperación, vitelogénesis temprana o endógena, vitelogénesis tardía o exógena, desove y postdesove. La etapa 1 de recuperación y reposo corresponde a organismos con oocitos en estadios I y II. La etapa 2 muestra oocitos I, II y III y corresponde a la etapa de producción de vitelo endógeno. En la etapa 3 se observan oocitos del I al VI y coincide con la captura de vitel exógeno. La etapa 4 desove, muestra oocitos maduros en la luz del ovario. En la etapa 5 postdesove, es común observar oocitos atrésicos y folículos postovulatorios. Los estadios observados coinciden con los descritos por Herrera et al (1988) que ha clasificado macroscópicamente la madurez gonádica en el pez Merluccius gayi gayi en seis estadios que son: I gónadas vírgenes (oogonias y oocitos primitivos previtelogénicos), II inicio de la actividad gonádica (predominan oocitos en estadio previtelogénico y oocitos en vitelogénesis endógena), III gónadas en maduración (oocitos en proceso de vitelogénesis exógena), IV gónadas maduras (se observan oocitos llenos de vitelo), V gónadas en reposo (atresias foliculares), y IIIa ovarios en estadio similar al III que regresan a estadio IV después de ovipositar un grupo de oocitos (se observan folículos postovulatorios de diferentes edades). También con la descripción de Rodríguez (1987) quien valoró macroscópicamente los ovarios de Salmo gairdneri mediante la escala de Buckmann, estimando que la población de hembras presenta las siguientes etapas de maduración: etapa de previtelogénesis, etapa de vitelogénesis temprana, etapa de vitelogénesis tardía o máxima madurez ovárica, etapa de desove y puesta, etapa de postdesove y etapa de descanso.

7- CONCLUSIONES

- 1.- Los resultados de la presente investigación han permitido conocer la estructura histológica del ovario de Chirostoma ester copándaro a través del año.
- 2.- En los oocitos de Ch. e. copándaro, podemos encontrar tres tipos de sustancias vitelinas: vesículas de vitelo, plaquetas de vitelo, glóbulos de vitelo, que aparecen en el oocito en este orden (Fig. 40).
- 3.- En el folículo de Chirostoma ester copándaro, es posible observar tres cubiertas por fuera de la zona pelúcida, una formada por filamentos, otra celular folicular y una teca fibrovascular.
- 4.- Las características histológicas de los oocitos de Chirostoma ester copándaro son muy semejantes a las que se observan en los demás teleosteos, con excepción de los filamentos acidófilos.
- 5.- Los 7 estadios de desarrollo folicular determinados en Ch. ester copándaro están basados en los reportes de Yamamoto (1956) en la especie Liopsetta obscura, Yamamoto (1961) en Carassius auratus, además encontré gran semejanza con los estadios que reportó Carisola (1984) en la especie Sinycyases sanguineus.
- 6.- La estación reproductiva de Chirostoma ester copándaro abarca de Diciembre a Julio con picos en Marzo y Junio.
- 7.- Ch. e. copándaro, presenta de dos a tres desoves durante la estación reproductiva.
- 8.- Es posible observar todos los estadios de desarrollo de los oocitos en las gónadas maduras de Ch. e. copándaro, por lo cual considero que el ovario de este organismo es de tipo asincrónico.
- 9.- Los oocitos atrésicos de Ch. e. copándaro están presentes

durante todo el año.

10.-Solamente un pequeño porcentaje de oocitos en estadio de desarrollo II presente en la gónada de Ch. s. copándaro continúa su desarrollo para su maduración en una estación reproductiva determinada.

11.- Al determinar con precisión, mediante el estudio histológico y estadístico, las etapas de desarrollo de los oocitos pude relacionarlas con características macroscópicas de las gónadas estableciendo cinco etapas de madurez gonadal.

BIBLIOGRAFIA.

- (01) Abu-Hakima, R. (1984). Some aspects of the reproductive biology of Acanthopagrus spp. (Family: Sparidae). J Fish Biol 25(5): 515-526.
- (02) Anderson, E. (1967). The formation of the primary envelope during oocyte differentiation in teleost. J Cell Biol 35: 193-212.
- (03) Anderson, E. (1968). Cortical alveoli formation and vitellogenesis during oocyte differentiation in the pipefish Signathus fusais, and the killifish Fundulus heteroclitus. J Morphol. 125: 23-60.
- (04) Armijo y Sasso (1976). Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de Aterinidos (Chirostoma sp) del Lago de Patzcuaro Mich. Conferencia Técnica FAO Sobre Acuicultura, ONU para la Agricultura y la Alimentación Rural. Italia.
- (05) Barbour, D. Clyde. (1973). The Systematics and Evolution of the Genus Chirostoma Swanson. (PISCES ATHERINIDAE). Tulane Studies in Zoology and Botany. Vol. 18 (3): 97-141.
- (06) Barr, W.A. (1963 a). The endocrine control of the sexual cycle in the plaice Pleuronectes platessa (L.). I. Cyclical changes in the normal ovary. Gen Comp Endocrinol. 3: 197-204.
- (07) Barr, W.A. (1963b). The endocrine control of the sexual cycle in the plaice, Pleuronectes platessa (L.). II. The endocrine control of oogenesis. Gen Comp Endocrinol. 3:205-215.
- (08) Billard, R. (1987). The reproductive cycle of male and female brown trout (Salmo trutta fario): a quantitative study. Reprod. Nutr. Develop. 27(1 A): 29-44.
- (09) Bouain, A. and Siau, Y. (1983). Observation on the female reproductive cycle and fecundity of three species of groupers (Epinephelus) from the southeast Tunisian Seashores. Mar Biol (Berl). 73(2): 211-220.
- (10) Brauhn, J. and Mc, Craren (1975). Ovary Maturation in Channel Catfish. The Progressive Fish-Culturist. 37(4):209-212.
- (11) Burton, M.P. and Idler, D.R. (1984). The reproductive cycle in winter flounder Pseudopleuronectes americanus. Can J Zool. 62(12): 2563-2567.
- (12) Cerisola, H. (1984). Structural changes of ovarian follicle during maturation in the clingfish Sicyopterus sanguineus (Gobiesocidae:Teleostei). Rev Biol Mar. 20(1): 1-21.

- (13) Chubb, C.F. and Potter, I.C. (1984). The reproductive biology and estuarine movements of the gizzard shad, Nematalosa vlaminghi (Munro). J Fish Biol. 25(5): 527-543.
- (14) Day, J.R. and Taylor, M.H. (1983). The environmental control of the annual gonadal cycle of Fundulus heteroclitus the pineal organ and eyes. J Exp Zool 227(3): 453-458.
- (15) De Mones, A. Fostier, C. Cauty, and Jalabert, B. (1989). Ovarian hearily postovulatory development and oestrogen production in rainbow trout (Salmo gairdneri R.) from a spring-spawning strain. Gen Comp Endocrinol 74(3): 431-441.
- (16) Estrada, F. Peralta, L. y Rivas, P. (1982). Manual de Técnicas Histológicas. ACT Editores S.A. México.
- (17) García de León L.F.J. (1984). Ecología Pesquera, Alimentación y Ciclo Gonádico de Chirostoma estor Jordan, y Micropterus salmoides Lacepede, en el Lago de Pátzcuaro Michoacán, México. TESIS. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas Monterrey N.L. 172pp.
- (18) García de León L.F.J. (1985). Relaciones Alimenticias y Reproductivas Entre Chirostoma estor Jordan y Micropterus salmoides Lacepede en el Lago de Pátzcuaro Michoacán, México. Escuela de Biología UMSNH. Boletín CIC #8 (Enero-Junio):8-15.
- (19) Gomar, Ch. O.I. (1984). Ovario de pez, Botete (Sphaeroides annulatus) aspectos histológicos. Tesis profesional U.N.A.M. Facultad de Ciencias. México. 66 p.
- (20) González. (1977). Pátzcuaro la Muerte de un Lago. Técnica Pesquera Año 9. Número Doble 115 y 116 (agosto-septiembre):22-28.
- (21) Guraya, S. and Prahat K. (1975). Morphology of Ovarian Changes During the Reproductive Cycle of the Fish Mistus tengara (Ham). Acta Anat 91:222-260.
- (22) Guraya S. and Kaur. (1979). Morphology of the Postovulatory Follicle (or Corpus Luteum) of Teleost (Cyprinus carpio) Ovary. Zoologische Beitrage. 25(1):381-390
- (23) Harvey, B.J. y Hoar, W.S. (1980). Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Ottawa, Ont., CIID, 1980. 48p
- (24) Herrera, B.E. (1979). Características y Manejo del Lago de Pátzcuaro Michoacán. TESIS. Facultad de Ciencias. México. U.N.A.M. 82pp.

- (25) Herrera, G. Bustos, E. and Balbontin, F. (1988). Morphological aspects of gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. Rev. Biol. Mar. 24(1): 55-71.
- (26) Jones E. (1978). The Vertebrate Ovary. Plenum Press, New York USA.
- (27) Kaoru, S. (1962). Correlation between the growth of the ovipositor and ovarian conditions in the bitterling, *Rhodeus ocellatus*. Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University. Vol. 13(3): 137-151. november.
- (28) Kime, O.E., Epler P., Bieniarz K., Motyka and Mikolajczyk. (1989). Interactions between oocyte of different maturational stages in the carp *Cyprinus carpio*: effects on maturational and steroidogenic activity in vitro. Gen Com Endocrinol. 74(1):45-49.
- (29) Kjesbu, O.S. and H. Kryvi (1989). Oogenesis in cod, *Gadus morhua* L., studied by light and electron microscopy. J Fish Biol 34(5): 735-746.
- (30) Lance V. and Callard P. (1978). Hormonal control of ovarian steroidogenesis in nonmammalian vertebrates. Plenum Press, New York. pp 369-373.
- (31) Lara V.A. (1974). Aspectos del cultivo extensivo e intensivo del Pescado Blanco del Lago de Patzcuaro *Chirostoma estor* (Jordan 1879). Simposium FAO Carpas sobre acuicultura en América Latina. Montevideo Uruguay. 5pp.
- (32) Lizarraga de T.E.Y. (1981). Composición de tallas, pesos, sexos y relaciones biométricas del Pescado Blanco (*Chirostoma estor* Jordan 1879) a partir de la captura comercial en el Lago de Patzcuaro Michoacan. Tesis profesional C.I.C.M. I.P.N. 31 pp.
- (33) McEvoy, L.A. (1985). Double ovulatory cycles in some captive turbot *Scophthalmus maximus*. J. Fish Biol 26(1): 63-66.
- (34) Micale V. Perdichizzi F. and Santangelo G. (1987). The gonadal cycle of captive white bream, *Diplodus sargus* (L.). J Fish Biol 31(3): 435-440.
- (35) Moser, H.G. (1967) Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes baccisrinus*. Ayres an ovoviviparous teleost. (Family Scorpaenidae). J Morphol. 123(4): 329-354.
- (36) Muehara, H, Shimazaki, K. and Mishima S. (1987). The process of oogenesis in masked greenling. *Hexagrammos octogrammus*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 38(1): 27-33

- (37) Pérez Ponce de León. (1986). Postrodiplostomum minimum (Mac Allum 1921) Dubois 1936 (Trematoda Diplostomatidae) en el Pescado Blanco Chirostoma ester del Lago de Pátzcuaro Michoacan. Tesis profesional. U.N.A.M. México 1986. 111 p.
- (38) Quinn, S.P. and Ross M.R. (1985). Non anual spawning in the white sucker Catostomus commersoni. Copeia 1985(3): 613-618.
- (39) Raikova, E.V. (1976). Evolution of the nucleolar apparatus during oogenesis in Acipenseridae. J Embryol Exp Morph. 35(3): 667-687.
- (40) Rimer, M. A. (1985). Reproductive cycle of the fork-tailed catfish Arius graeffei (Pisces: Ariidae) from the Clarence River, New South Wales (Australia). Aust J Mar Freshwater Res 36(1): 23-32.
- (41) Rodríguez N. (1987). Validez de las variables morfométricas relacionadas con la madurez sexual como posible método aplicativo para la selección de reproductores de trucha arco iris (Salmo gairdneri) en condiciones de cultivo. Tesis profesional U.N.A.M., Facultad de Ciencias. México. 70p.
- (42) Rosas M. (1970). Pescado Blanco (Chirostoma ester). Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. I.N.I.B.P. 79p.
- (43) Ruiz M.F. (1985). La reproducción de la sardina del Pacifico Sardinops sagax caerulea. Técnica Pesquera 9. México.
- (44) Sagi, G., Abraham, M. and V Hilge. (1983). Pinealectomy and ovarian development in the gray mullet, Liza ramada. J Fish Biol 23(3): 339-346.
- (45) Salgado y Osorio (1987). Elminetos de algunos peces del Lago de Pátzcuaro. Ciencia y desarrollo, N 74, año XII, Mayo-Junio 41-58.
- (46) Selman, K. and Wallace, R. (1983). Oogenesis in Fundulus heteroclitus. III. Vitelogenesis. J Exp Zool 226:441-457.
- (47) Selman, K., Robin, A., Wallace and Barr, V. (1986). Oogenesis in Fundulus heteroclitus: IV. Yolk vesicle formation. J Exp Zool 239(2): 277-288.
- (48) Selman, K., Robin, A., Wallace and Barr, V. (1988). Oogenesis in Fundulus heteroclitus: V. The relationship of yolk vesicles and cortical alveoli. J Exp Zool 246(1): 42-56.
- (49) Solórzano P. (1961). Contribución al conocimiento del charal prieto del Lago de Pátzcuaro Michoacan, Chirostoma bartoni (Jordan y Everman 1896) I.P.N. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. 70 pp.

- (50) Solórzano P. (1963). Algunos aspectos biológicos del pescado blanco de Pátzcuaro Michoacan. (*Chirostoma estor* 1879). I.N.I.B.P. Secretaria de Industria y Comercio. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Com. México. 15pp.
- (51) Takemura, A. Takano, K. y Takahashi, H. (1987). Reproductive cycle of viviparous fish, the white-edged rockfish, *Sebastes taczanowskii*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 38(2): 111-125.
- (52) Tyler, C.R., Sumpter, J.P. and Bromage, N.R. (1988). In vivo ovarian uptake and processing of vitellogenin in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J Exp Zool 246(2): 171-179.
- (53) Wallace R. and Selman K. (1981). Cellular and dynamic aspects of oocytes growth in teleosts. Amer. Zool., 21:325-343.
- (54) Wayne W.D. (1980). Bioestadística. Limusa. México. pp 91-155.
- (55) Yamamoto, K. (1956 a). Studies on the formation of fish eggs. I. Annual cycle in the development of ovarian eggs in the flounder, *Ligsetta obscura*. Jour Fac Sci Hokkaido Univ. Ser VI, Zool, 12 serie 6:362-373.
- (56) Yamamoto, K. (1956 b). Studies on the formation of fish eggs. II. Changes in the nucleus of the oocyte of *Ligsetta obscura*, with special reference to the activity of the nucleus. Jour Fac Sci Hokkaido University. Japon. Ser VI Zool. 12(6): 375-389.
- (57) Yamamoto, K. (1956 c). Studies on the formation of fish eggs. III. Localization of polysaccharides in oocytes of *Ligsetta obscura*. Jour Fac Sci Hokkaido University. Japon. Ser VI Zool. 12(74).
- (58) Yamamoto, K. and Yamazaki, F. (1961). Rhythm of development in the oocytes of the gold fish *Carassius auratus*. Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ. 12:93-110.
- (59) Yamamoto, K. and Yoshioka, H. (1964). Rhythm of development in the oocytes of the medaka *Oryzias latipes* Bull Fac of Fisheries. Hokkaido Univ. 15(1):5-19.
- (60) Yamazaki, F. (1965). Endocrinological studies on the reproduction of the female goldfish *Carassius auratus* L., with special reference to the function of the pituitary gland. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. XII, I.
- (61) Yaron, Z. (1971). Observations on the granulosa cells of *Acanthobrama terraesanctae* and *Tilapia nilotica* (Teleostei). Gen Comp Endocrinol. 11:292-299.

- (62) Yosikawa, H. Oguri, M. (1981). Ovarian differentiation in the medaka, *Oryzias latipes* with especial reference to the gradient of the differentiation. Bull Jap Soc Sci Fisheries. 47(1): 43-50.