

## CAMBIOS ESTRUCTURALES EN LAS GONADAS DE *Lutjanus peru* (PISCES: LUTJANIDAE), EN LA COSTA SUR DE JALISCO, MEXICO

Gabriela Lucano Ramírez<sup>1</sup>, Maricela Villagrán Santa Cruz<sup>2</sup>  
y Salvador Ruiz Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ecología Costera, Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farias No 82, San Patricio-Melaque, Cihuatlán. Jalisco, México C.P. 48980 Fax (335) 563 31 c.e. lucanorg@costera.melaque.udg.mx

<sup>2</sup>Laboratorio de Biología de la Reproducción Animal, Facultad de Ciencias, Depto. de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Interior. México, D.F. C.P. 04510 c.e. mvsc@hp.fcencias.unam.mx

**Resumen.** Se realizaron cuatro muestreos estacionales de julio 1993 a mayo de 1994 de *Lutjanus peru* en la costa sur de Jalisco, México. En los organismos muestreados se presentó un promedio de tallas de 245 mm y un intervalo entre 150 mm a 480 mm de longitud estándar, en dicho intervalo estuvieron representados ambos sexos. Se observaron cuatro estadios de madurez en las gónadas de las hembras y cinco en las de los machos. Solamente en el otoño se presentó el estadio V o de reproducción en ambos sexos. En cuanto a las características microscópicas que se distinguieron en los ovarios y testículos de *L. peru*, fue la presencia de la túnica ovárica y la albugínea respectivamente. Entre las siete fases de desarrollo de los ovocitos se presentaron diámetros de 30  $\mu$  a 490  $\mu$ . Se observó el proceso de ovogénesis, según las características que presentan Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984) y el proceso de espermatogénesis según Hyder (1969) y Gupta (1975). El estadio V presentó los mayores diámetros en los ovocitos. La característica de ovocitos maduros se observó solamente en el otoño. Debido a la maduración gonadal, el grosor de la túnica ovárica y túnica albugínea se incrementan notablemente. *Recibido:* 24 Mayo 2001, *aceptado:* 14 Agosto 2001.

**Palabras clave:** Histología, Lutjanidae, *Lutjanus peru*, México, ovario, testículo.

## STRUCTURAL CHANGES IN GONADS IN LUTJANBIDQE FISH (*Lutjanus peru*) OF THE SOUTHERN COAST OF JALISCO, MEXICO

**Abstract.** Four seasonal samples of *Lutjanus peru* were taken between July 1993 and May 1994 off the southern coast of Jalisco, Mexico. The samples taken gave an average length of 245 mm ranging from 150 mm to 480 mm, including both sexes. Four (4) maturity stages were observed in the gonads of the females, and five (5) maturity stages in males- Only in autumn was the fifth stage present, that of reproduction in both sexes. In relation to microscopic characteristics found in ovaries and testicles of *L. Peru*, an ovarian tunic and albumin in testicles was found. In the seven stages of development in ovules, diameters went from 30 $\mu$  to 490 $\mu$ . The process of ovarian genesis was observed according to the characteristics presented by Yamamoto and Yamazaki (1961) and Cerisola (1984) and the sperm-genesis process coincided with Hyder (1969) and Gupta (1975). During the fifth stage greater diameters in ovules were observed. Mature ovule characteristics were observed only in Autumn. Due to gonad maturity, the thickness of the ovarian tunic, and tunic albumen increase notably. *Received:* 24 May 2001, *accepted:* 14 August 2001.

**Key words:** Histology, Lutjanidae, *Lutjanus peru*, Mexico, ovary, testicle.

### INTRODUCCIÓN

Tanto los ovarios como los testículos tienen la función primordial de generar células reproductivas (van Tienhoven 1983a). Dentro de los ovarios se localizan los ovocitos, en los cuales ocurre la elaboración del material nutritivo (vitelo) esencial para el desarrollo embrionario, además en los ovarios se realiza la síntesis de hormonas para la coordinación química de las funciones reproductivas (García Alarcón, Comunicación personal 1995). Al igual que en los ovarios, las dos principales funciones de los testículos son la producción de gametos y hormonas, las segundas tienen funciones integrativas muy importantes y en todas las especies están incluidas durante la espermatogénesis (van Tienhoven 1983b).

En los ovarios, después que las ovogonias proliferan por división mitótica, entran en las primeras fases de la meiosis para convertirse en ovocitos primarios, después de una segunda división meiótica, el ovocito primario se convierte en ovocito secundario, durante este tiempo los cambios están ocurriendo en el número de cromosomas dentro del núcleo, en resumen a este proceso se le llama ovogénesis (van Tienhoven 1983a). Durante la vitelogénesis el ovocito aumenta de tamaño de manera considerable debido principalmente al acumulo de proteínas en el vitelo. (Nagahama *et al.* 1995, Maack y George 1999 y Coward y Bromage 2000).

Las espermatogonias están agrupadas en cistos y son las encargadas de iniciar la espermatogénesis (Billard 1986). Las espermatogonias se desarrollan en espermatocitos, los cuales por procesos de la meiosis se transforman en espermátidas, éstas durante la espermatogénesis sufren cambios morfológicos para transformarse en espermatozoides (Pudney 1995). Se ha observado que cuando se agrupan los espermatozoides, las cabezas apuntan hacia una misma dirección, mientras que las colas son movidas al mismo tiempo y forman masas que parecen paracaídas (Durán Magallanes, Comunicación personal 1985).

Son pocos los trabajos en donde se describen las características microscópicas que presentan los ovarios y testículos de los peces, es por esto que nos damos a la tarea de describir los cambios que presentaron las gónadas de *L. peru* durante un año de muestreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 11 meses, julio 1993 - mayo 1994, se llevaron acabo cuatro muestreos estacionales en Bahía Navidad, ubicada en la costa sur del estado de Jalisco, México (Fig. 1). En total se muestrearon 289 organismos de *L. peru*, de los cuales 146 fueron hembras y 143 machos. A cada ejemplar se le midió la longitud estándar (LS, mm), se disecó para identificar el sexo y se extrajeron las gónadas, las cuales fueron colocadas en formol neutro al 10%. Se determinaron las características macroscópicas que presentaron las gónadas utilizan-

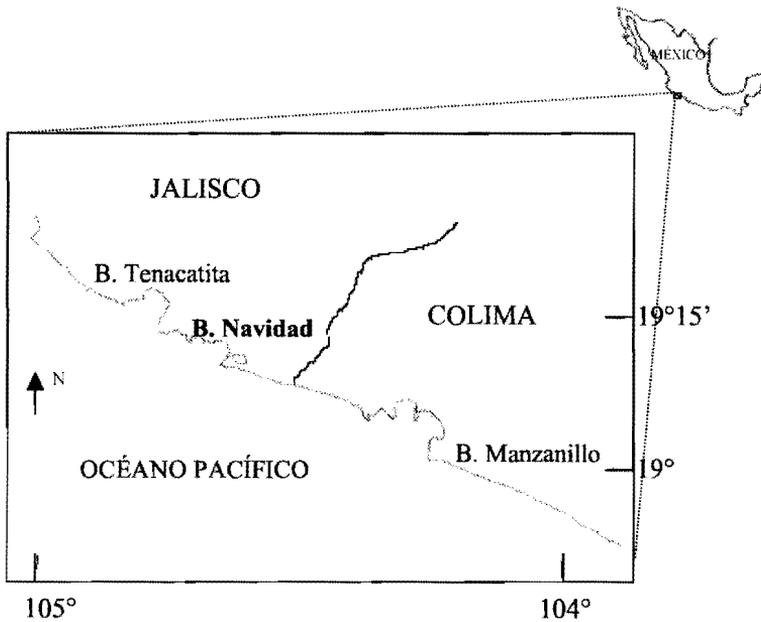


FIGURA 1. Área de captura del huachinango que se comercializa en la costa sur de Jalisco, México.

do la escala de Nikolsky (1963), en donde se describen los siguientes estadios I= gónada inmadura, estadio II= gónada en desarrollo, estadio III= gónada en maduración, estadio IV= gónada madura, estadio V= gónada en reproducción y estadio VI= gónada desovada para las hembras y gónada después de la espermiación para los machos.

Para el procesamiento histológico, de cada gónada (ovario y testículo) se tomó de la región media del órgano una muestra de aproximadamente 0,5 cm de grosor, el tejido se lavó con agua corriente y se deshidrató con alcohol etílico de diferentes concentraciones; se incluyó en parafina; los cortes se realizaron en sentido longitudinal con un grosor de 5 a 8  $\mu$ ; para la tinción se emplearon las técnicas de hematoxilina-eosina y tricrómica de Gallego; por último se montaron con bálsamo de Canadá (Estrada Flores *et al.* 1982). Las observaciones y mediciones se realizaron con un microscopio de campo claro y las fotografías se tomaron con un fotomicroscopio Zeiss III.

El grado de desarrollo histológico de los ovarios se caracterizó con referencia a las claves descritas por Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984) y para la descripción histológica de los testículos se tomaron en cuenta los trabajos realizados por Hyder (1969) y Gupta (1975).

Para caracterizar cuantitativamente algunas estructuras microscópicas que forman al ovario, se tomaron medidas de los diámetro de los ovocitos, se midió el grosor de la zona radiada y la túnica del ovario y en los testículos se midió el grosor de la túnica albugínea, todas estas medidas fueron hechas con un ocular micrométrico.

## RESULTADOS

### TALLAS Y ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL

**Verano:** Las tallas y estadios de madurez gonadal registrados en esta estación fueron las siguientes: el intervalo de tallas para las hembras fue de 150 a 360 mm y sólo presentaron gónadas en estadio I (gónadas inmaduras). En los machos el intervalo de tallas fue de 150 a 330 mm. Se observaron los estadios de madurez I (gónadas inmaduras), madurez II (gónadas en desarrollo) y madurez III (gónadas en maduración) en los intervalos de tallas de 150 a 270, 300 y 330 mm respectivamente (Fig. 2).

**Otoño:** El intervalo de tallas para las hembras fue de 150 a 480 mm, los cuales ofrecieron los estadios de madurez gonádica I, II, III y V y en los machos los estadio I, II, III, V se presentaron en el intervalo de talla de 150 a 420 mm y el estadio VI se observó en organismos con tallas de 480 mm (Fig. 2).

**Invierno:** El intervalo de tallas que presentaron las hembras en esta estación fue de 210 a 390 mm y los machos de 180 a 270 mm. Las hembras presentaron el estadio I en las tallas de 210 a 270 mm y el estadio II lo presentaron las hembras con tallas de 390mm, los machos sólo presentaron el estadio I, en el intervalo de tallas antes mencionado (Fig. 2).

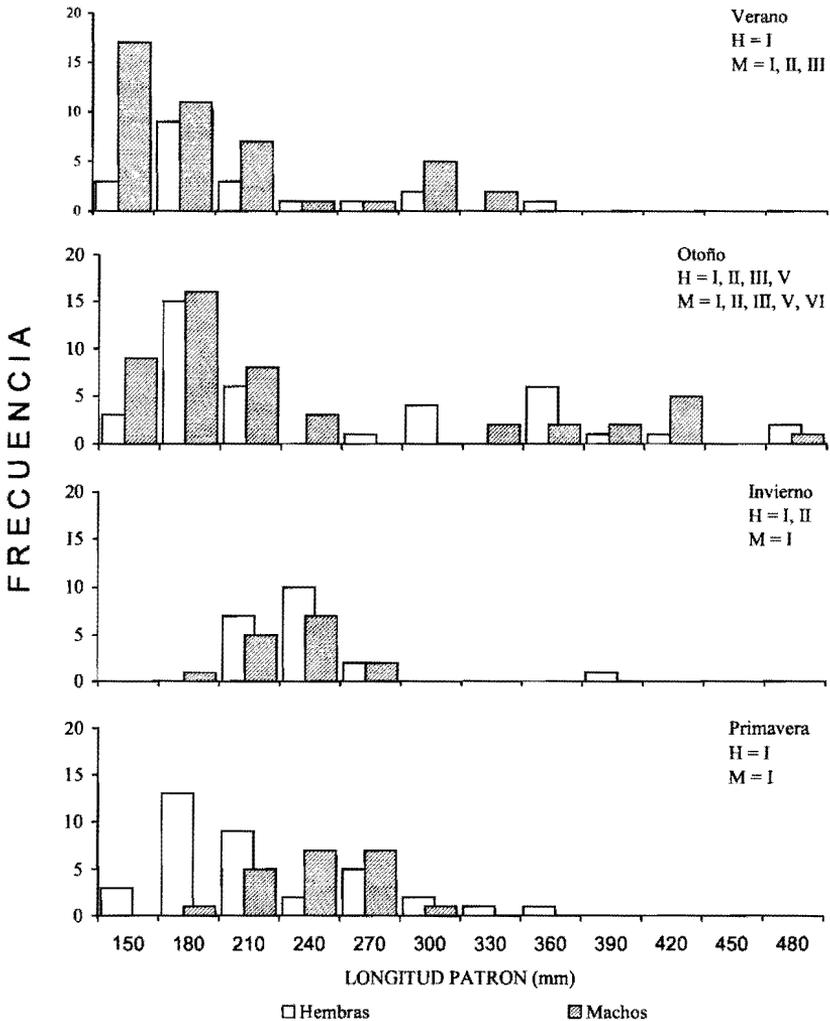


FIGURA 2. Variación estacional de la frecuencia de tallas durante el año de muestreo en la costa sur de Jalisco, México. H = hembras; M = machos; I = estadio I;..... VI = estadio VI.

**Primavera:** El intervalo de tallas de las hembras fue de 150 a 360 mm y en los machos fue de 180 a 300 mm. En estas tallas sólo se observaron gónadas inmaduras (estadio I) tanto en las hembras como en los machos (Fig. 2).

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OVARIO Y TESTÍCULO

Los ovarios están cubiertos por la túnica ovárica, la cual presenta dos tipos de tejido muscular, en la parte externa se localiza el músculo longitudinal y le sigue de manera interna el músculo circular. Las lamelas están formadas por tejido conjuntivo, estas se observan en numerosos pliegues y ramificaciones que llenan la cavidad del ovario. Dentro de las lamelas se distinguen los folículos ováricos en diferentes fases de maduración, por lo que el patrón de desarrollo que siguen los ovocitos es asincrónico. Entre los ovocitos se encuentran fibras de tejido conectivo, vasos sanguíneos y epitelio germinal. Los ovocitos incrementan de tamaño y maduran en dos fases distintas: hay un período inicial de crecimiento lento el cual se lleva a cabo por un procedimiento largo y posteriormente un período corto, en donde los ovocitos crecen y maduran rápidamente, para ser desovados finalmente. En los ovocitos de *L. peru* se identificaron las siguientes fases: Fase I, ovocito cromatina nucleolo (CN), los cuales presentan un núcleo grande y poco citoplasma, dentro del núcleo se encuentran los nucleolos que se distinguen fácilmente y están distribuidos al azar; Fase II, ovocito en perinucleolo (OP) en estos ovocitos los nucleolos se encuentran en la periferia del núcleo; Fase III, ovocito con vesículas de vitelo (VV), en ellos se observan las vesículas de vitelo que son las precursoras del proceso de la vitelogénesis; Fase IV ovocitos en vitelogénesis primaria (VP), en el citoplasma se encuentra vesículas y glóbulos de vitelo; Fase V = ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS), en el citoplasma se encuentra una gran cantidad de glóbulos de vitelo; Fase VI, ovocitos en vitelogénesis terciaria (VT), en el citoplasma los glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar y el núcleo inicia su migración hacia el polo animal; Fase VII, ovocito maduro (M), en el citoplasma se encuentran completamente fusionados los glóbulos de vitelo.

En el testículo de *L. peru* se observó una membrana que lo rodea, llamada túnica albugínea, la cual esta formada por tejido conjuntivo que contiene fibras de colágena y vasos sanguíneos. Hacia el centro de la gónada se distinguen septos de tejido intersticial que forma los lóbulos y dentro de éstos se observan los cistos. Cada cisto

presenta un tipo celular de la línea germinal en desarrollo: espermatogonias (EG), espermatoцитos primarios (EP), espermatoцитos secundario (ES) espermatidas (ED) y espermatozoides (EZ), los cuales son liberados a la luz o centro testicular y posteriormente migran hacia el conducto principal en donde se concentran en gran cantidad. Por la distribución que presentan los cistos en el interior de los testículos, éstos presentan un patrón de organización de tipo lobular.

#### **CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LAS GÓNADAS EN LAS ESTACIONES DEL AÑO**

**Verano:** los ovarios o gónadas inmaduras, sólo presentaron ovocitos en la fase de inmaduros o llamados ovocitos cromatina nucleolo, los cuales presentan un núcleo grande y poco citoplasma, dentro de los núcleos se observan algunas fibras de cromatina (Fig. 4), el diámetro de los ovocitos osciló entre 30 y 90  $\mu$  (Fig. 3). En los testículos en estadio I o inmaduros se observaron algunos cistos con pocas células reproductivas (Fig. 5) y en los testículos en desarrollo y en maduración (estadios II y III respectivamente) se observó un desarrollo más avanzado en las células, en donde se encuentran cistos con espermatoцитos primarios, secundarios, espermatidas y algunos con espermatozoides (Fig. 6).

**Otoño:** Histológicamente fue posible observar en los ovarios de los estadios III y V todo el proceso de la vitelogénesis o maduración del ovocito, el cual estuvo representado por las fases I ovocito en cromatina nucleolo, fase II ovocito en perinucleolo, fase III ovocito con vesículas de vitelo, fase IV ovocito en vitelogénesis primaria, fase V ovocito en vitelogénesis terciaria, fase VI ovocito en vitelogénesis terciaria y fase VII ovocito maduro (Fig. 7), estas fases de desarrollo estuvieron representadas por ovocitos con diámetros desde 30 a 490  $\mu$  (Fig. 3). En resumen, en estas siete fases fue posible observar la maduración completa del ovocito. Asimismo en los testículos fue posible observar el proceso de la espermatogénesis, dentro de los cistos se encontraron células en diferente grado de desarrollo y algunos cistos vacíos en donde se encontraban los espermatozoides (Fig. 8). Es importante mencionar que sólo en esta estación del año

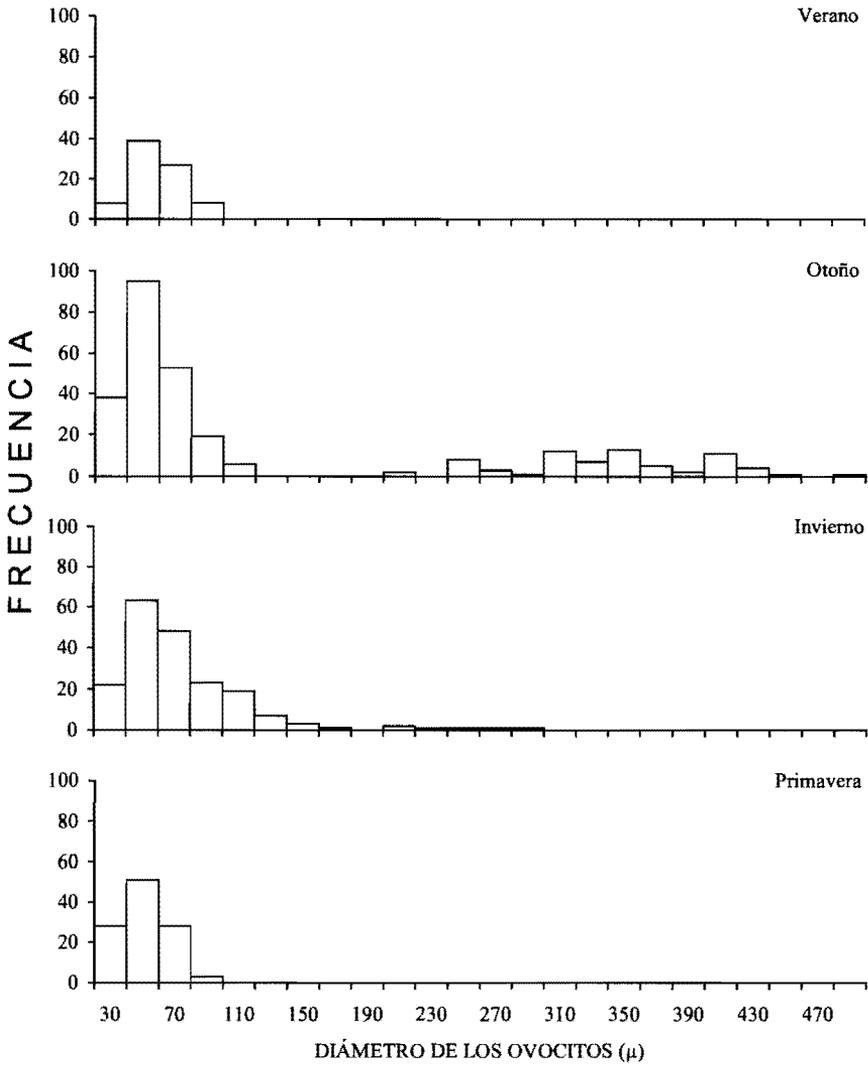


FIGURA 3. Frecuencia del diámetro de los ovocitos en cada una de las estaciones del año.

se observaron testículos en estadio VI, en cuyo interior se observaron pocos espermatozoides, lo que comúnmente se llaman residuos de esperma (Fig. 9).

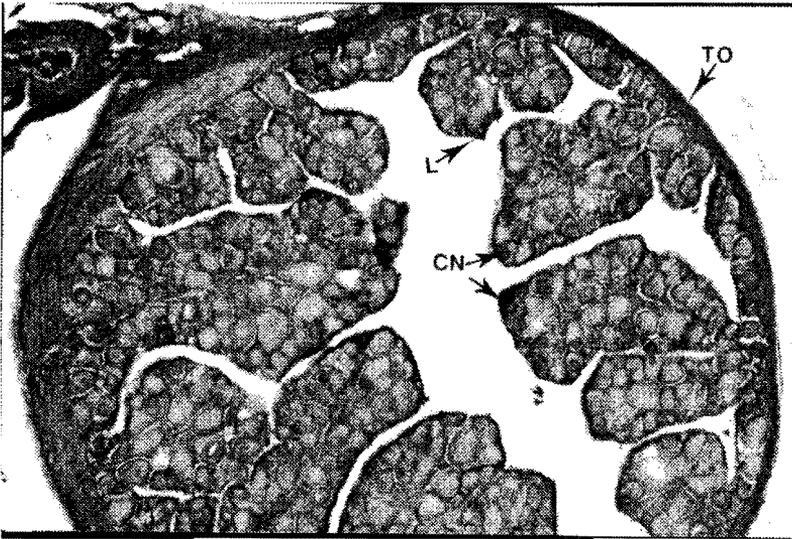


FIGURA 4. **Verano.** Ovario de *L. peru* en cuyo interior se observan ovocitos cromatina nucleolo (CN) y lamelas (L). Se señala la túnica ovárica (TO) que envuelve el ovario. Técnica H-E. 78X.

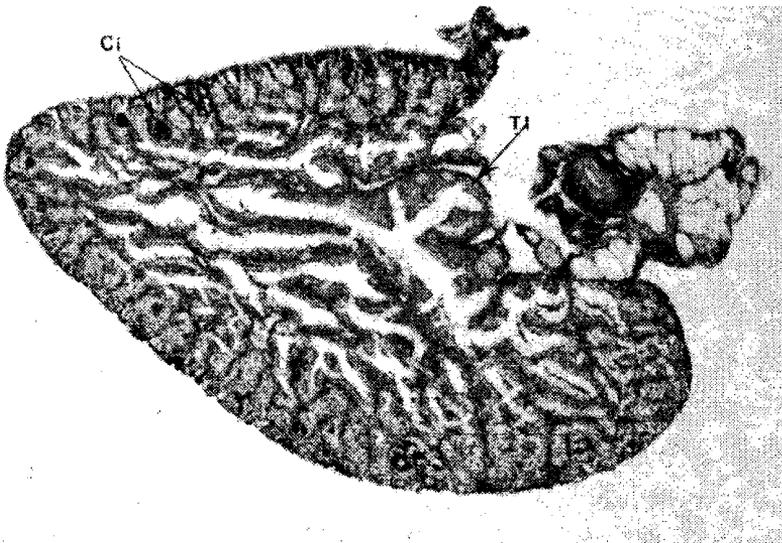


FIGURA 5. **Verano.** Testículo de *L. peru* que presenta poco desarrollo de las células germinativas en los cistos (Ci) y en el centro de éste se observa tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego. 78X.



FIGURA 6. **Verano.** Testículo en cuyo interior se aprecia algunas etapas de la espermatogénesis, los cistos presentan células en etapa de espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES) y espermatidas (ED). Técnica tricrómica de Gallego. 200X.

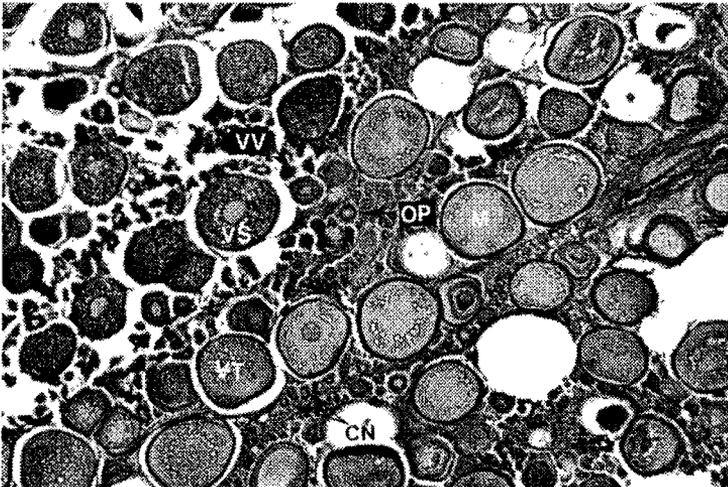


FIGURA 7. **Otoño.** Ovario que presenta ovocitos en cromatina nucleolo (CN), ovocitos en perinucleolo (OP), ovocitos con vesículas vitelinas (VV), ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS), ovocitos en vitelogénesis terciaria (VT) y ovocitos maduros (M), en resumen se observa el proceso de la vitelogénesis. Técnica tricrómica de Gallego. 31.2X.

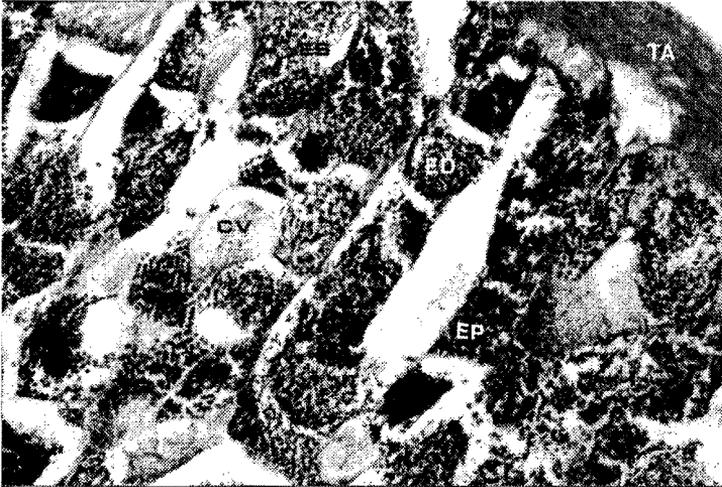


FIGURA 8. **Otoño.** Testículo en donde se presentan cistos con espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES), espermatidas (ED), y algunos cistos vacíos (CV) en donde se encontraron en algún momento espermatozoides. También se distingue la túnica albugínea (TA) que rodea al testículo. Técnica tricrómica de Gallego. 200X.

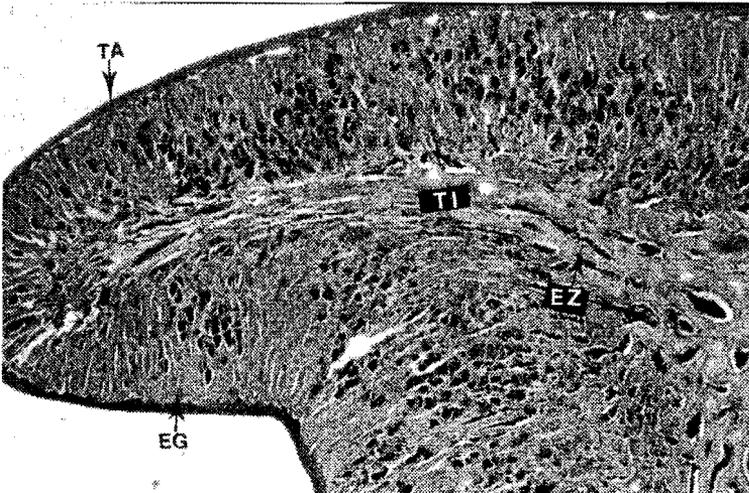


FIGURA 9. **Otoño.** Testículo en donde se observa la túnica albugínea (TA) que rodea al órgano, una gran cantidad de espermatogonias (EG) dentro de los cistos, tejido intersticial (TI) en el centro del testículo y entre el TI residuos de espermatozoides (EZ). Técnica tricrómica de Gallego. 31.2X.

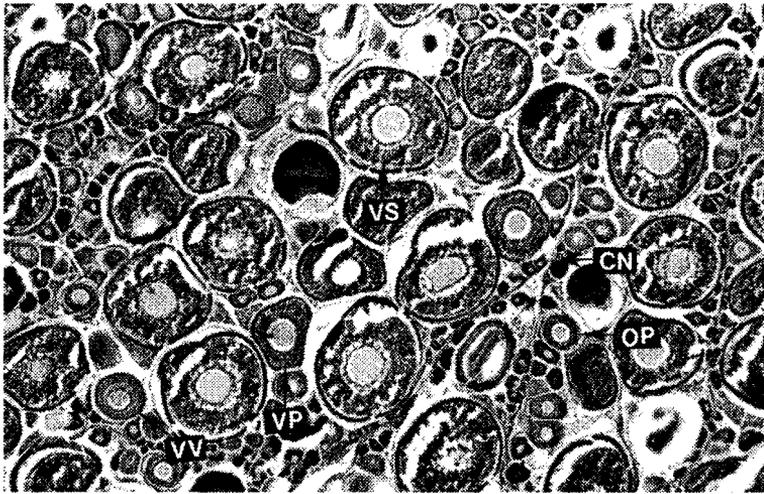


FIGURA 10. **Invierno.** Ovario en donde se observan algunas fases de desarrollo de los ovocitos sin presentarse las dos últimas fases. Se distinguen ovocitos CN, en OP, con VV, en VP y en VS. Técnica tricrómica de Gallego. 31.2X.

**Invierno:** Microscópicamente en los ovarios se observaron ovocitos cromatina nucleolo, en perinucleolo, con vesículas vitelinas, vitelogénesis primaria y vitelogénesis secundaria (Fig. 10). Estos ovocitos presentaron diámetros desde 30 a 290  $\mu$  (Fig. 3). Por su parte en los testículos, se pudo observar una gran cantidad de espermatogonias (Fig. 11).

**Primavera:** Microscópicamente las gónadas presentaron poco desarrollo en las células germinativas, en los ovarios sólo se encontraron ovocitos cromatina nucleolo (Fig. 12) con diámetros de 30 a 90  $\mu$  (Fig. 3) y en los testículos se observaron pocos cistos en desarrollo (Fig. 11).

#### DIÁMETRO DE LOS OVOCITOS Y GROSOR DE LA TÚNICA OVÁRICA, ZONA RADIADA Y TÚNICA ALBUGÍNEA DE *Lutjanus peru*

En el proceso de la vitelogénesis los ovocitos aumentan de tamaño, según van pasando por las distintas fases de desarrollo, además mientras más grande es la gónada, el diámetro de los ovocitos también se incrementa. En el estadio I sólo se presentaron ovocitos

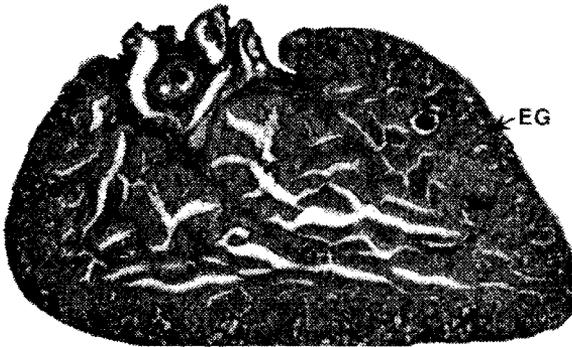


FIGURA 11. **Invierno-Primavera.** Esta característica se presentó en estas dos estaciones del año. Prácticamente los testículos presentaron poco desarrollo en los cistos, EG cubren gran parte del órgano. Técnica H-E. 78X.

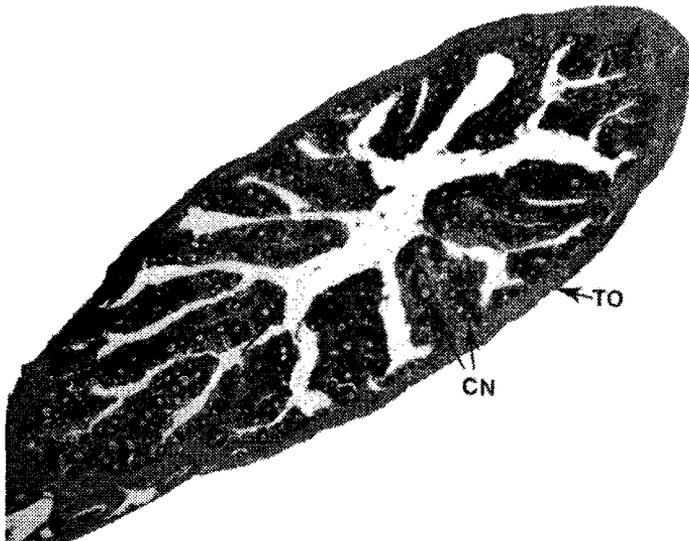


FIGURA 12. **Primavera.** Los ovarios muestreados sólo contenían ovocitos en CN en grandes cantidades. Y se observa la TO que rodea al ovario. Técnica H-E. 31.2X.

cromatina- nucleolo con diámetro promedio de  $44,26\mu$ . En el estadio II se presentaron ovocitos desde cromatina nucleolo hasta ovocitos en vitelogénesis secundaria, llegando a medir en promedio los primeros  $48,16\mu$  y los últimos  $307,21\mu$ . Los ovarios del estadio III presentaron las 7 fases de desarrollo de los ovocitos, que incluyen desde ovocitos cromatina nucleolo hasta maduros, llegando a presentar promedios de  $59,19\mu$  a  $306,18\mu$ . Sin embargo, el promedio máximo ( $328,42\mu$ ) se presentó en los ovocitos en vitelogénesis secundaria. Por último, el estadio V también presentó las 7 fases de desarrollo y se observaron los promedios máximos registrados en todas las fases de la vitelogénesis, y el intervalo que se presentó en los promedios fueron de  $73,16\mu$  a  $381,58\mu$  (Fig. 13 y Tabla 1).

La túnica del ovario también incrementa su grosor a medida que la gónada va creciendo, los datos obtenidos reflejan lo anterior, así el valor promedio mínimo se presentó en el estadio I y el máximo se observó en el estadio V. En el grosor de la zona radiada se observaron

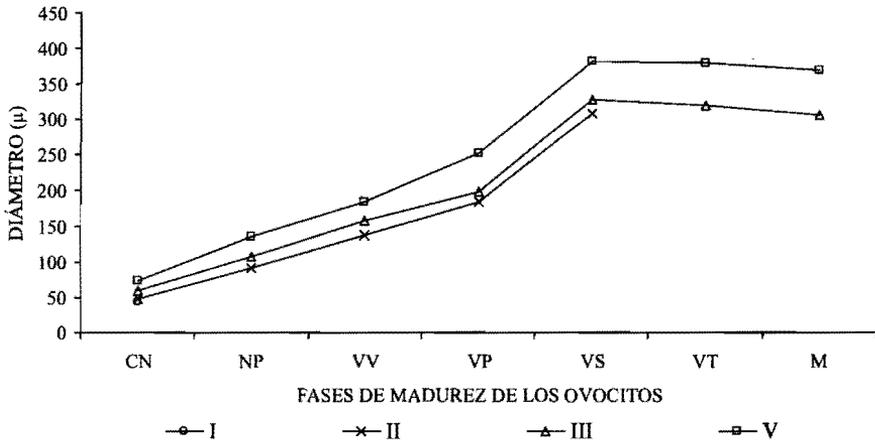


FIGURA 13. Diámetro de los ovocitos en las distintas fases de desarrollo para los diferentes estadios de madurez. CN = cromatina nucleolo; OP = perinucleolo; VV = vesículas vitelinas; VP = vitelogénesis primaria; VS = vitelogénesis secundaria; VT = vitelogénesis terciaria; M = maduro. I = estadio inmaduros, II = estadio en desarrollo, III = estadio en maduración y V = estadio en reproducción.

TABLA 1. Promedios de los diámetros en los diferentes tipos de ovocitos encontrados en cada uno de los estadios de madurez de *L. peru* colectado en la costa sur de Jalisco, México.

Fase de los ovocitos	Estadios de madurez			
	I	II	III	V
Cromatina nucleolo	44,26	48,16	59,19	73,16
Perinucleolo		92,12	107,12	136,56
Vesículas vitelinas		137,15	158,54	184,75
Vitelogénesis primaria		184,63	198,35	251,07
Vitelogénesis secundaria		307,21	328,42	381,58
Vitelogénesis terciaria			320,66	380,38
Maduro			306,12	369,95

promedios semejantes en los tres diferentes estadios. El grosor de la túnica albugínea se incrementa a medida que va madurando la gónada, en el estadio II se presentó un promedio de 17,16  $\mu$ , este valor se incrementa casi tres veces en el siguiente estadio observándose un promedio de 44,62  $\mu$ , y en el estadio V el promedio en el grosor de la túnica albugínea es semejante al anterior (44,33) y en el estadio VI disminuye un poco 38,66 (Fig. 14).

## DISCUSIÓN

Las escalas de maduración se establecen en base al desarrollo de los productos sexuales y al crecimiento de las gónadas en la cavidad celómica, además éstas hacen referencia al crecimiento y a la maduración de la gónada, existiendo diferencias no sólo en el tiempo en alcanzar el primer desove sino entre desoves sucesivos (Rodríguez Gutiérrez 1992), razón por la cual se utilizó en la especie *L. peru*.

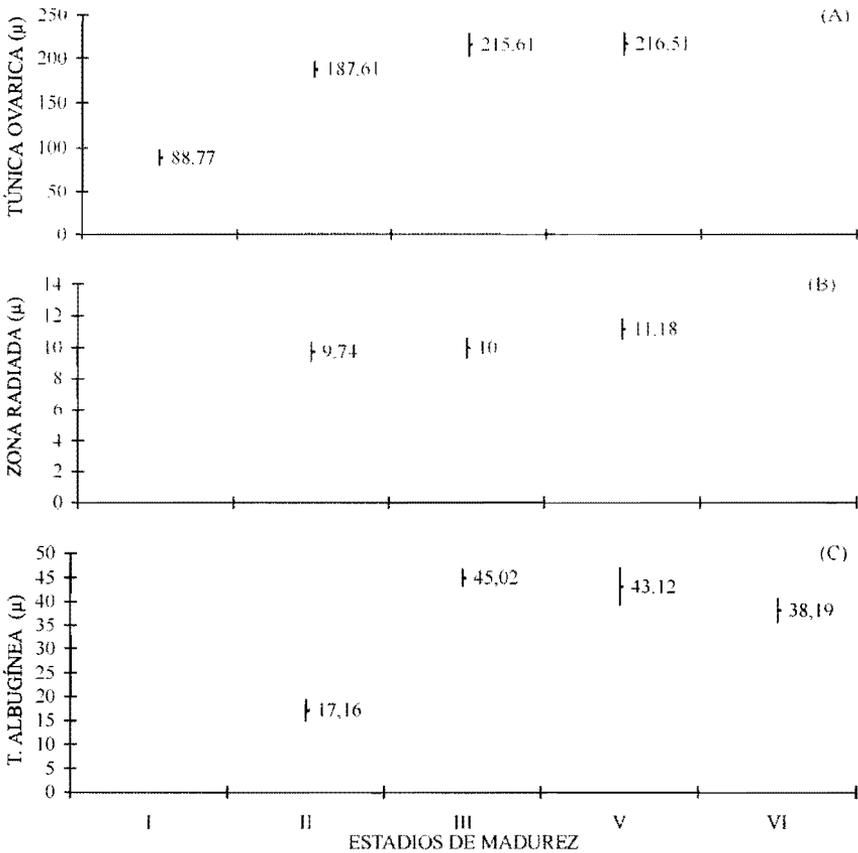


FIGURA 14. Variación en el promedio del grosor de A) Túnica ovárica, B) Zona radiada y C) Túnica albugínea en cada uno de los estadios de madurez de *L. peru*. Las líneas verticales indican los intervalos de confianza al 95%.

Los ovarios asincrónicos contienen ovocitos en todas las fases de desarrollo; este tipo de desarrollo de los ovocitos ocurre en aquellas especies que se reproducen muchas veces durante una prolongada estación reproductiva. (Nagahama *et al.* 1995 y Maack y George 1999). Al igual que en muchas especies marinas, *L. peru* presenta un patrón de desarrollo de los ovocitos de tipo asincrónico (Selman y Wallace 1989, Tzioumis y Kingsford 1999 y Maack y George 1999). Davis y West (1993) al Noroeste de Australia describen este mismo desarrollo en la especie *L. vittus*. De la misma manera Reyna Truji-

llo, Comunicación personal (1993), en Baja California Sur y Santa María Miranda y Rojas Herrera (1997) en Guerrero, también observaron este tipo de desarrollo en los ovarios de *L. peru*.

En *L. peru* se pudieron observar algunas características de desarrollo microscópicas de los ovocitos como las describen Yamamoto y Yamazaki (1961) en diez fases y Cerisola (1984) en ocho fases de desarrollo. En este trabajo se observaron siete fases muy similares a las que describen ambos autores, cabe señalar que las fases tres y cuatro que describe Cerisola (1984) podrían ubicarse o colocarse en una sola, ya que la única diferencia entre éstas es la cantidad de glóbulos de vitelo que se observan en el citoplasma de los ovocitos. Con estas siete fases fue posible observar todo el proceso de vitelogénesis en el huachinango que se captura en la costa sur del estado de Jalisco, México. González *et al.* (1979) en la especie *L. griseus*, describen la madurez de los ovocitos en 5 fases, en donde las fases 1 hasta la 4 (fases no maduras) corresponden a organismos capturados en medios naturales, mientras que la fase 5 (fase de maduración) sólo se observó en hembras tratadas en el laboratorio con la hormona gonadotropina coriónica humana (GCH). También mencionan que la fase de ovocito maduro (fase 5) es difícil de observar en medios naturales, ya que el proceso de ovulación es un fenómeno que ocurre en pocas horas, motivo por el cual, también en la especie *L. peru* se observaron pocos ovocitos maduros. Además de que el proceso de maduración (vitelogénesis) ocurre en un periodo corto (García Alarcón, Comunicación personal 1995).

Después de que las ovogonias pasan por una proliferación por división mitótica, se convierten en ovocitos, los cuales comienzan un periodo de crecimiento. Durante éste, el incremento del tamaño del ovocito es muy considerable. El incremento es debido principalmente, al acúmulo de proteínas en el vitelo. En teleósteos como en muchos vertebrados, este sitio de síntesis de los precursores de proteínas del vitelo, vitelogenina, es el hígado (Nagahama *et al.* 1995). Maack y George (1999) mencionan los promedios de los diámetros de los ovocitos en los ovarios de *Encrasicholina punctifer*, en ovarios inmaduros 250  $\mu$ , ovarios maduros 300  $\mu$  y ovarios en reproducción

500  $\mu$ , estos promedios son semejantes a los que se encontraron en los diferentes estadios de madurez gonádica en *L. peru*. Por su parte Cruz Romero *et al.* (1991) mencionan que los ovocitos maduros de las especies de pargos estudiados en Colima, presentaron diámetros desde 350 hasta 550  $\mu$ , la primera medida es semejante a los promedios obtenidos en el presente trabajo de 303.13 a 369.95  $\mu$  (estadio III en maduración y V en reproducción respectivamente). Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo, contrastan con los descritos por Cruz Romero *et al.* (1991) a pesar de que los datos provienen de una especie de pargo cercana. Lo anterior se debe considerar con reserva, pero válido, ya que a la fecha no se encontraron estudios de este tipo en *L. peru*. El intervalo que se presentó en el diámetro de los ovocitos (30 a 490 $\mu$ ) de *L. peru* es semejante al que presentan otras especies de peces que tienen el mismo tipo de desarrollo de los ovocitos (asincrónico) (Tzioumis y Kingsford 1999).

Aunque se tomaron como base las características histológicas de los testículos que presentaron Hyder (1969) y Gupta (1975), no se pudieron distinguir los estadios de desarrollo del testículo como éstos autores lo describen, sin embargo, las diferencias de los distintos tipos de células observadas (como espermatogonias, espermatozoides primarios, espermatozoides secundarios, espermatidas y espermatozoides) fue posible gracias a las fotografías y señalamientos de las células que hacen los autores en sus trabajos. Cabe aclarar que las especies que utilizaron estos autores son diferentes al género *Lutjanus*, sin embargo al encontrar pocos estudios sobre la histología del testículo estos trabajos se utilizaron como referencia.

Por las características microscópicas que se observaron en el interior del testículo, se puede mencionar que el tipo de desarrollo que presenta es lobular, además este tipo de desarrollo se encuentra en la mayoría de las especies del orden perciformes (van Tienhoven 1983a).

En el testículo se encontraron elementos de tejido conectivo que se dirigen hacia el centro del estroma y lo dividen en lóbulos, y cada uno de estos está subdividido en varios cistos. El estroma y los

septos interlobulares son muy notorios en un testículo inmaduro, pero según progresa la espermatogénesis, la cantidad de estos tejidos se reducen (Billard 1986). Además, se observó que cuando la espermatogénesis se completa, las membranas que cubren a los cistos se rompen, liberando los espermatozoides, de manera similar a lo que ocurre en *Cyprinus carpio* (Gupta 1975) y lo que describe Tzioumis y Kingsford (1999).

### AGRADECIMIENTOS

A Jorge Rojo y Enrique Godínez por la ayuda en los muestreos de campo, a la Sociedad Cooperativa "PRI" de Barra de Navidad, Jalisco, México por la captura de los organismos. A Teresa López en la preparación de los tejidos para el procesamiento histológico. A los integrantes del laboratorio de Biología de la Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

### LITERATURA CITADA

- BILLARD, R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reprod. Nutr. Develop.* 26(4):877-920.
- CERISOLA, H. 1984. Cambios estructurales del folículo ovárico durante su maduración en el pejesapo *Sicyases sanguineus*, Muller y Troschel 1843. (Gobiesocidae:Teleostei). *Rev. Biol. Mar., Valparaiso.* 20:1-21.
- COWARD, K. y N.R. BROMAGE. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10:1-25
- CRUZ ROMERO, M., E. ESPINO BARR, J. MIMBELA LÓPEZ, A. GARCÍA BOA, L.F. OBREGÓN ALCARAZ y E. GIRÓN BOTELLO. 1991. Biología reproductiva en tres especies de *Lutjanus* en la Costa de Colima, México. Informe final de CONACYT, clave POZPCCPR 892739, 118pp.
- DAVIS, T.L. y G.J. WEST. 1993. Maturation, reproductive seasonality, fecundity and spawning frequency in *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West shelf of Australia. *Fish. Bull.* 91:224-236.

- ESTRADA FLORES, E., L. PERALTA ZAMORA y P. RIVAS MANZANO. 1982. Manual de técnicas de histología. AGT Editor, S.A. México, 140pp.
- GONZÁLEZ, E., T. DAMAS, N. MILLARES y M. BORRERO. 1979. Desove inducido en el caballero (*Lutjanus griseus* Linné, 1758) en condiciones de laboratorio. Rev. Cub. Inv. Pesq. 4(1):43-63.
- GUPTA, S. 1975. The development of carp gonads in warm water aquaria. J. Fish Biol. 7:775-782.
- HYDER, M. 1969. Histological studies on the testis of *Tilapia leucosticta* and other species of the genus *Tilapia* (Pisces:Teleostei). Trans. Amer. Microsc. Soc. 88:211-231.
- MAACK, G. y M.R. GEORGE. 1999. Contributions to the reproductive biology of *Encrasicholina punctifer* Fowler, 1938 (engraulidae) from West Sumatra, Indonesia. Fish. Reseach. 44:113-120.
- NAGAHAMA, Y., M. YOSHIKUNI, M. YAMASHITA, T. TOKUMOTO, y Y. KATSU. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. Current Topics in Developmental Biology 30 (4):103-145.
- NIKOLSKY, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. New York, 352pp.
- PUDNEY, J. 1995. Spermatogenesis in nonmammalian vertebrates. Microscopy research and technique 32:459-497
- RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativas de la madurez gonádica en peces. AGT Editor. México, 79pp.
- SANTAMARÍA MIRANDA, A. y A.A. ROJAS HERRERA. 1997. Análisis de la variación morfológica del huachinango, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces:Lutjanidae) en el litoral de la costa chica de Guerrero, México. Periodo noviembre 1992-diciembre 1994. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sinaloa, 183pp.
- SELMAN, K. y R.A. WALLACE. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zool. Sci. 6:211-231
- TZIOUMIS, V. y M.J. KINGSFORD. 1999. Reproductive biology and growth of the temperate damselfish *Parma microlepis*. Copeia. 1999(2):348-361

- VAN TIENHOVEN, A. 1983a. Anatomy of the reproductive system. *In* Reproductive physiology of vertebrates. Ithaca and London, Comstock publishing Associates, 491pp.
- VAN TIENHOVEN, A. 1983b. The testis. *In* Reproductive physiology of vertebrates. Ithaca and London, Comstock publishing Associates, 491pp.
- YAMAMOTO, K. y F. YAMAZAKI. 1961. Rhythm of development in the oocyte of the gold-fish, *Carassius auratus*. Bull. of the Fac. Fish. Hokkaido Univ. 12:93-114.