6
00343 24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CICLO REPRODUCTIVO DE *Lutjanus peru* (NICHOLS Y MURPHY 1922) (PISCES:LUTJANIDAE) EN LA COSTA SUR DE JALISCO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS
(BIOLOGIA ANIMAL)

P R E S E N T A:

GABRIELA LUCANO RAMIREZ

DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARICELA VILLAGRAN SANTA CRUZ

266422

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Maricela Villagrán Santa Cruz, por su aceptación, apoyo, comentarios y enseñanza que me brindo para realizar este trabajo. Por todo lo compartido muchas gracias.

A la Doctora María del Carmen Uribe Aranzabal, por sus aportaciones, comentarios y evaluaciones durante los trabajos de investigación, por todo muchas gracias.

A la Maestra en Ciencias Teresa Castrejon Osorio, que aunque no esta físicamente para recibir este mensaje, en el interior de muchos de nosotros aun están presentes sus comentarios y enseñanzas.

A la Maestra en Ciencias Teresa López Murillo, por su apoyo en la realización de las técnicas histológicas, por sus comentarios para la tesis, y por todos los grandes favores que realizo para que este paso final se llevara acabo.

A la Maestra en Ciencias Martha Rodríguez Gutiérrez por sus observaciones y comentarios a la presente.

A la Maestra en Ciencias Patricia Rivas Manzano, por su apoyo en las técnicas de histología y comentarios hechos al escrito.

A los maestros revisores de la tesis Dra. Marcela Aguilar Morales, Dr. Fausto Méndez de la Cruz y M. en C. Armando Ferreira Nuño por los comentarios y aportaciones que le hicieron a la misma.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Unidad de Intercambio Académico, por la oportunidad que me dieron para la formación en esta fase académica.

A la Universidad de Guadalajara, por el apoyo que me brindo para concluir con esta etapa tan importante.

A Emilio Michel Morfin por el apoyo que me brindo durante su cargo como director del CEC. A los maestros Bernabé Aguilar Palomino y Francisco Silva Bátiz por la ayuda que me brindaron para la conclusión del trabajo.

DEDICATORIAS

A Salvador Ruiz Ramírez, por su apoyo, comentarios e impulsos que me dio cuando mas los necesitaba.

A mis Padres Juan Lucano Díaz y Guillermina Ramírez Franco, y a mis hermanos Carlos, Gullermina, Carmen, Ernesto, Araceli, Nely, Ruth y Edgar, por el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

A los integrantes del laboratorio de Biología de la Reproducción Animal, que en muchas ocasiones me brindaron: apoyo en las técnicas histológicas, compañía, y por los gratos momentos que compartimos.

A mis amigos y compañeros que laboran en el Centro de Ecología Costa (CEC), a los integrantes del laboratorio de tortugas marinas, a los compañeros del laboratorio de pesquerías, y a todas aquellas personas que colaboraron en el trabajo de campo.

A esos grandes amigos que siempre estaré recordando.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS. vi

INDICE DE CUADROS. x

RESUMEN. xi

INTRODUCCION. 1
- BIOLOGIA DE LOS LUTJANIDOS. 1
- MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO. 5
- MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO. 7

ANTECEDENTES. 11
- BIOLOGIA DE LOS LUTJANIDOS. 11
- MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO. 15
- MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO. 16

JUSTIFICACION. 17

OBJETIVOS. 18

MATERIAL Y METODO. 19

RESULTADOS. 24
- PROPORCION SEXUAL. 24
- DISTRIBUCION DE LONGITUD PATRON Y PESO EVISCERADO. 25
- RELACION LONGITUD-PESO. 28
- INDICE DE FECUNDIDAD. 28
- INDICE GONADOSOMATICO. 29
- INDICE PONDERAL. 30

- DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA. . . .31
- DESCRIPCION MACROSCOPICA DEL OVARIO DE *Lutjanus peru*. 33
- DESCRIPCION MICROSCOPICA DEL OVARIO DE *Lutjanus peru*. 36
- DIAMETRO DE LOS OVOCITOS Y GROSOR DE LA TUNICA OVARICA Y ZONA RADIADA DE *Lutjanus peru*. 44
- DESCRIPCION MACROSCOPICA DEL TESTICULO DE *Lutjanus peru*. 50
- DESCRIPCION MICROSCOPICA DEL TESTICULO DE *Lutjanus peru*. 53
- GROSOR DE LA TUNICA ALBUGINEA DE *Lutjanus peru*. 59
- TALLA DE MADUREZ GONADICA. 60

DISCUSIÓN. 62

CONCLUSIONES. 69

RECOMENDACION. 71

LITERATURA CITADA. 72

ANEXOS. 77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación estacional y total en la proporción de sexos de *Lutjanus peru*, en la costa sur de Jalisco, durante el verano de 1993 a la primavera de 1994. 24

Figura 2. Variación estacional de la frecuencia de tallas durante el año de muestreo en la costa sur de Jalisco. 26

Figura 3. Variación estacional de la frecuencia de pesos durante el año de muestreo en la costa sur de Jalisco. 27

Figura 4. Relación entre la longitud patrón y el peso eviscerado de *L. peru* colectados en la costa sur de Jalisco. 28

Figura 5. Variación estacional del índice gonadosomático (IGS) de *L. peru* para cada sexo, obtenidos de la pesca comercial en la costa sur de Jalisco. 29

Figura 6. Variación estacional del índice ponderal (IP) de *L. peru* para cada sexo, obtenidos de la pesca comercial en la costa sur de Jalisco. 30

Figura 7. Distribución de los estadios de desarrollo gonadal de hembras (A) y machos (B) de *L. peru* colectados en la pesca comercial de la costa sur de Jalisco. 32

Figura 8. Ovario de *L. peru*. 33

Figura 9. Estadios macroscópicos del ovario de *L. peru*. 35

Figura 10. Corte transversal del ovario de *L. peru*. Se diferencian las dos capas de músculo liso longitudinal (MLL) y circular (MLC) que en conjunto forman la túnica ovárica (TO). Dentro de las lamelas (L), se encuentran los ovocitos (OV) y el tejido conjuntivo (TC). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 37

Figura 11. Estadios I (inmaduro). Se observan únicamente ovocitos cromatina nucleolo (CN), en los cuales se ve el núcleo (N) grande con fibras de cromatina (FC) y poca cantidad de citoplasma (C). Este estadio se presentó en todas las estaciones del año. Técnica tricrómica de Gallego 200X. .37

Figura 12. Estadio II (en descanso). Se observaron ovocitos cromatina nucleolo (CN). Este estadio se observó en las estaciones de verano, otoño e invierno. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 39

Figura 13. Estadio II (en descanso). Se observa ovocitos en diferentes fases de desarrollo: ovocitos cromatina nucleolo (CN), ovocitos en perinucleolo (OP), en vitelogénesis primaria (VP), y vitelogénesis secundaria (VS) y algunos ovocitos atrésicos (A). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 39

Figura 14. Estadio III (en maduración). Se observan ovocitos cromatina nucleolo (CN) en el interior del núcleo (N) se encuentran los nucleolos (n); también se localizaron ovocitos en perinucleolo (OP) con nucleolos bien definidos en la periferia del núcleo y algunas células foliculares (CF) rodeando al ovocito. Este estadio se presentó en la estación de otoño. Técnica H-E 200X. 41

Figura 15. Estadio III (en maduración). Se observan ovocitos en las fases de vesículas vitelinas (VV) donde se hacen evidentes las vesículas de vitelo y ovocitos en vitelogénesis primaria (VP), que inician la formación de los glóbulos de vitelo (GV); la zona radiada (ZR) y la células foliculares (CF) se empiezan a distinguir. Técnica H-E 78.7X. 41

Figura 16. Estadio III (en maduración). En los ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS) hay un gran acumulo de glóbulos de vitelo (GV), se localizan algunos nucleolos (n) en la periferia del núcleo (N), y se distingue la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). H-E 78.7X. . . 42

Figura 17. Estadio III (en maduración). Ovocitos en vitelogénesis terciaría (VT), los glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar en el centro, aún se distingue el núcleo (N) , la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 42

Figura 18. Estadio III (en maduración). Los ovocitos maduros (M) presentan los glóbulos de vitelo fusionados y algunas vesículas de vitelo, son visibles la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X. 43

Figura 19. Acercamiento de las células foliculares (CF) y la zona radiada (ZR) que se observaron desde ovocitos con vesículas vitelinas hasta ovocitos maduros. Además en esta figura, se observan los glóbulos de vitelo (GV). Técnica de H-E 500X. 43

Figura 20. Estadio V (en reproducción). Panorámica del desarrollo ovárico, note los ovocitos en diferente fases de desarrollo, ovocitos cromatina nucleolo (CN), ovocitos en perinucleolo (OP), ovocitos en vesículas vitelinas (VV), ovocitos en vitelogénesis primaria (VP) y ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS). Este estadio se encontró solo en la estación de otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 45

Figura 21. Estadio V (en reproducción). Ovocitos en vitelogénesis terciaria (VT) y ovocitos maduros (M). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X. 45

Figura 22. Diámetro de los ovocitos en cada una de las fases de desarrollo, de los distintos estadios de madurez gonádica. 46

Figura 23. Variación en cada uno de los estadios de madurez gonádica en: A) diámetro de los ovocitos, B) grosor de la túnica ovárica y C) grosor de la zona radiada. 48

Figura 24. Testículo de *L. peru*. 50

Figura 25. Estadios macroscópicos del testículos de *L. peru*. 52

Figura 26. Corte transversal del testículo de *L. peru*. Se diferencia la túnica albugínea (TA), en el interior de los lóbulos los cistos (Ci) y tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 200X. 54

Figura 27. Estadio I (inmaduro). Se observan algunos cistos (Ci) y el tejido intersticial (TI). La túnica albugínea es delgada. Este estadio se presentó durante todas las estaciones del año. Técnica tricrómica de Gallego 78X. 54

Figura 28. Estadio II (en descanso). Se observa la túnica albugínea (TA), algunos lóbulos con cistos en su interior en diferentes fases de desarrollo espermatogenético, tejido intersticial (TI) que limita los cistos y los túbulos principales en donde se concentran los espermatozoides (EZ). Este estadio se observó en verano y otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 55

Figura 29. Estadio II (en descanso). Acercamiento de los lóbulos, se aprecia tejido intersticial (TI), grupos de cistos (Ci) en distintas fase de desarrollo, espermatocitos primarios (EP), secundarios (ES) y espermátidas (ED), en el centro de los lóbulos se observan algunos espermatozoides (EZ). Técnica tricrómica de Gallego 200X. 55

Figura 30. Estadio III (en maduración). Panorámica del testículo en donde se aprecian los cistos con diferente desarrollo. Este estadio se presentó en otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 57

Figura 31. Estadio V (en reproducción). Acercamiento en donde se observan la túnica albugínea (TA), los lóbulos con cistos que presentan distintas fases de desarrollo: espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES) y espermátidas (ED), además hay cistos vacíos (CV). Este estadio se presentó solo en la estación de otoño. Técnica tricrómica de Gallego 200X. . . 57

Figura 32. Estadio V (en reproducción). El centro del testículo esta lleno solo de espermatozoides (EZ) y presentó poco tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X. 58

Figura 33. Estadio VI (después de la espermiación). Se observa la túnica albugínea (TA), espermatogonias (EG) y en el centro del testículo se observan espermatozoides (EZ) y tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X. 58

Figura 34. Grosor de la túnica albugínea en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru*. 59

Figura 35. Distribución estacional de la frecuencia de tallas y estadios de madurez gonádica en el total de organismos muestreados de la captura comercial en la costa sur de Jalisco. 61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de medias ($\bar{x}$) del índice gonadosomático en cada sexo en las diferentes estaciones del año, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey. 29

Cuadro 2. Comparación de medias ($\bar{x}$) del índice ponderal en cada sexo en las diferentes estaciones del año, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey. 30

Cuadro 3. Características macroscópicas y promedios morfométricos, de los ovarios, en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru* de acuerdo con Nikolsky (1963) 35

Cuadro 4. Comparación de medias ($\bar{x}$) en el diámetro de los distintos ovocitos, en cada uno de los estadios de madurez gonádica mediante la prueba de comparación múltiple Tukey. . . . 46

Cuadro 5. Comparación de medias ($\bar{x}$), en el grosor de la túnica ovárica y la zona radiada, de los estadios de madurez mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey. 47

Cuadro 6. Porcentaje de los diferentes fases de ovocitos, encontrados en cada uno de los estadios de madurez gonádica. 49

Cuadro 7. Características macroscópicas y promedios morfométricos de los testículos, en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru*. 52

Cuadro 8. Comparación de medias para el grosor de la túnica albugínea, en cada uno de los estadios de madurez, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey. 59

RESUMEN

Para conocer la temporada de reproducción en peces, se han empleado estudios cualitativos y cuantitativos; los primeros se basan en características macroscópicas de las gónadas que proporcionan información parcial de los ciclos de reproducción. Las descripciones macroscópicas se pueden apoyar con estudios de mayor resolución y confiabilidad tales como el cálculo de índices y la morfología microscópica de los órganos reproductores. En la actualidad se tiene poca información de los períodos reproductores de especies de peces que son de interés comercial, tal es el caso del huachinango (*Lutjanus peru*), el cuál es importante desde el punto de vista económico en la costa sur del estado de Jalisco.

El objetivo de este estudio fue conocer el período de reproducción, caracterizar macro y microscópicamente los órganos reproductivos y conocer algunos parámetros (proporción sexual, tipo de crecimiento, fecundidad, índice gonadosomático, índice ponderal, talla de madurez gonádica) poblacionales de los huachinangos que se capturan comercialmente en la costa sur de Jalisco.

Se obtuvieron muestras estacionales de 1993 a 1994, de la captura comercial en la Cooperativa "PRI" en Barra de Navidad, Jalisco. Se colectaron un total de 289 organismos de cada uno se obtuvo la longitud patrón, peso eviscerado, las gónadas se disecaron, midieron y pesaron.

Mediante características macro y microscópicas de las gónadas en ambos sexos y los valores en el índice gonadosomático, se encontró que *L. peru* se reproduce en otoño principalmente en el mes de noviembre. La ovogénesis presentó siete fases de desarrollo de los ovocitos y estos se desarrollan asincronicamente, por las características microscópicas del testículo, tiene desarrollo de tipo lobular y dentro de los lóbulos se encuentran los cistos en donde se lleva acabo la espermatogénesis. Los huachinangos presentaron proporción sexual de 1:1. El tipo de crecimiento fue isométrico ($Y=0.027X^{2.95}$). Los promedios en longitud (patrón) y peso (eviscerado) para cada sexo fueron 24.91 y 24.12 cm y 455.32 y 438.12 g para hembras y machos respectivamente. Estas tallas son menores a las que presentaron los organismos que se reproducen por primera ocasión (en promedio 33 cm para hembras y 30 cm para machos), lo cual significa que se están capturando organismos que no han alcanzado la madurez y por lo tanto no han logrado reproducirse.

INTRODUCCION

La investigación básica del ciclo reproductor en peces de importancia comercial, debe evaluar las variables que afectan las etapas reproductivas. Si bien es cierto, que se presentan patrones reproductivos comunes dentro de una misma especie, en algunos casos se observan diferencias de estos patrones a nivel poblacional, lo que sugiere de manera importante investigar y evaluar la madurez gonádica de los organismos (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Evaluar la madurez gonádica de hembras y machos de poblaciones silvestres, permite desde el punto de vista ecológico determinar parámetros como: la proporción de organismos sexualmente maduros, la edad a la que alcanzan la madurez sexual, el establecimiento de la época reproductiva, la fecundidad, etc., estos parámetros deben considerarse de gran importancia principalmente en el manejo de las pesquerías (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Uno de los grupos comercialmente más capturados y de gran interés son los pargos, los cuales están entre las especies destinadas al consumo humano en la región costera al sur del estado de Jalisco. Dentro de este grupo, el huachinango (*Lutjanus peru*), es la segunda especie más importante a nivel comercial, superada en captura solo por la tilapia. En 1993 se registró un volumen de captura de 138.7 toneladas de huachinango nivel nacional (INEGI, 1994).

BIOLOGIA DE LOS LUTJANIDOS

Los pargos son peces perciformes de cuerpo oblongo, moderadamente comprimido, cabeza grande generalmente triangular, hocico puntiagudo; boca terminal bastante grande y levemente protráctil; dos orificios nasales a cada lado; parte anterior de la cabeza sin escamas; mejillas y opérculo escamosos; dientes mandibulares generalmente en varias hileras, cónicos y agudos. Una sola aleta dorsal no escotada, aleta anal levemente más corta que la porción blanda de la dorsal; aletas pélvicas situadas por debajo de las pectorales. Cuerpo cubierto por escamas ctenoides (rugosas) de tamaño pequeño a mediano; el color del cuerpo varia, dorsalmente es de color rojo o presenta diferentes tonos de gris (oscuro pardo o negruzco) y en el abdomen se observa un color gris claro o plateado (Allen, 1995).

Los lutjanidos son una gran familia que consta de 17 géneros y 103 especies. El género *Lutjanus*, esta formado por el mayor número de especies (65) (Allen, 1987). La mayoría son marinos y habitan profundidades hasta de 500 m. Algunas especies en edad joven o adulta se observan en estuarios. Se distribuyen en mares tropicales, subtropicales y templados, en aguas costeras y de profundidades considerables (sobre el talud continental). Los pargos están asociados con los arrecifes coralinos y con los de afloramiento rocoso (Grimes, 1987). Algunos pargos pueden formar cardúmenes. Todos son depredadores, generalmente activos de noche, al amanecer y durante el crepúsculo, se alimentan principalmente de crustáceos y peces. La carne de los pargos es muy aceptada por su excelente sabor, aunque algunas especies (particularmente en la región del Indo-Pacífico) pueden causar ocasionalmente envenenamiento por dinoflagelados (Anderson, 1987; Allen, 1995)

Los pargos pueden alcanzar tamaños de mas de 100 cm de longitud total y 40 kg de peso. En la pesquería comercial, recreacional y artesanal, los pargos son capturados con anzuelos, líneas, trampas y lanzas. A pesar de su importancia económica, la biología de muchas especies de lutjanidos no se conoce (Castro, 1978; Grimes, 1987).

Los lutjanidos son gonocorísticos, esto significa que el sexo permanece determinado para toda la vida. Aunque los estudios que utilizan técnicas histológicas para examinar las gónadas son pocos, todos estos han reconocido el tejido gonadal normal del testículo y ovario en los lutjanidos. No se ha registrado evidencia de hermafroditismo en los pargos en donde se incluya la presencia de lumen ovárico en el testículo o tejido testicular dentro en la masa ovárica (Grimes, 1987).

El dimorfismo sexual es raro entre los lutjanidos y, éste solo se ha registrado en dos especies del género *Pristipomoides*, que habita al oeste del Indo-Pacífico. En las hembras de *P. auricilla* se ha observado que la aleta caudal no presenta coloración amarilla y en ocasiones se distingue una mancha de color diferente al amarillo. Sin embargo, los machos mayores a los 270 mm de longitud furcal, en la aleta caudal presentan una mancha de color amarilla. Otro ejemplo de dimorfismo sexual se observa en la especie *P. filamentosus*, donde los machos presentan una tonalidad amarillo-naranja entre la primera y segunda espina de la aleta anal (Grimes, 1987).

Grimes (1987), menciona que las diferencias observadas en las tallas cuando se alcanza la madurez sexual están relacionadas con el hábitat, en donde la riqueza de los recursos alimentarios es diferente. Así mismo, comparando también el ambiente insular contra el continental y los hábitat profundos contra los más someros, menciona que la madurez sexual en los peces grandes depende de la distribución de energía para el crecimiento somático y el reproductivo. Los peces han desarrollado un tipo de vida con un balance óptimo entre el crecimiento rápido del cuerpo para disminuir la depredación y reproducirse pronto y con este fin aumentar el número de progenitores para futuras generaciones. En los peces jóvenes, los recursos energéticos están destinados principalmente al crecimiento somático y posteriormente al gonadal, esto tiene como resultado obtener la talla ideal para que la reproducción sea fisiológicamente posible. La talla máxima esta controlada por los factores genéticos y la rapidez con que se alcanza ésta, dada por la variabilidad alimentaria. Por lo tanto, es posible que los peces que viven en ambientes ricos, maduren proporcionalmente más rápido que los peces que se desarrollan en ambientes comparativamente pobres.

En los pargos, se sugieren dos patrones reproductores: 1) uno estacional (que se presenta alrededor del verano) y 2) uno continuo durante todo el año, con picos de máxima actividad reproductiva en la primavera y disminuye en las otras estaciones. Los patrones parecen depender de la población que se encuentra distribuida a lo largo del margen continental. El patrón de reproducción estacional se presenta en especies de poblaciones continentales, por ejemplo; las poblaciones continentales de Carolina del Norte y Sur de Florida de *Rhomboplites aurorubens*, *Lutjanus vivanus* y *Ocyurus chrysurus.* Mientras que las poblaciones insular (como las de Puerto Rico, Jamaica y al Noroeste del Caribe incluidas las Islas Vírgenes) se reproducen durante todo el año. Estrictamente, las especies continentales tales como *Lutjanus campechanus* del Suroeste de Norte América y la ribera de Campeche, México y *L. purpureus* del Noreste de Brasil, presentan un patrón estacional . Las poblaciones del este de Africa tropical (Tanzania y Kenya) de *L. sebae, L. fulviflamma, L. rivulatus, L. gibbus, L. sanguineus, L. kasmira, L. monostigma y Aprion virescens* también presentan los patrones de reproducción estacional, así como *Pristipomoides multidens* y *P. typus* al sur de China y aguas adyacentes (20°N). Recíprocamente las poblaciones insulares de *L. kasmira, L. malabaricus, P. multidens, Etelis carbunculus, E. coruscans, Aphareus rutilans* y *L. rufolineatus* se reproducen durante el año con picos al final de la primavera e inicio del verano y después la actividad reproductiva decrece (Grimes, 1987).

Varias poblaciones de pargos no se ajustan a estos dos patrones, por ejemplo, los que están asociados con islas grandes como Cuba (*L. synagris, L. griseus* y *O. chryusurus*) y Nueva Caledonia (*L. anabilis y L. fulviflamma*) no presentan el patrón insular (reproducción durante el año); estos muestran el patrón continental de reproducción restringida. *L. kasmira* del mar de Andaman y *E. carbunculus* de las islas Hawaii, son poblaciones continentales que se reproducen durante el verano e invierno, y las poblaciones insulares presentan reproducción estacional en verano (Grimes, 1987).

Lambert y Ware (1984) describieron algunas estrategias reproductivas y sugieren que la reproducción de los peces pelágicos y demersales responden al principal problema que enfrentan sus larvas, como es, la búsqueda de alimento y evitar la depredación en vías diferentes, por ejemplo, las hembras pelágicas tienen una estrategia "todo a la vez" en donde desovan al mismo tiempo y las larvas entran en un hábitat rico en alimento, lo que da como resultado que crezcan rápidamente y escapen de los depredadores. Las hembras demersales desovan varias veces y las larvas crecen en grupos. Las estrategias reproductivas de los lutjanidos están en el esquema de Lambert y Ware (1984), porque crecen rápido y en grupos. Si el alimento para las larvas es muy abundante durante cierta época del año, la reproducción puede ser estacional (poblaciones continentales) en cambio si el alimento es suficiente durante todo el año, entonces la reproducción es continua (islas) (Grimes, 1987).

El período de reproducción esta relacionado con factores ambientales, por ejemplo, la temperatura, el fotoperiodo y los ciclos lunares. La temperatura y el fotoperiodo influyen sobre todo en la estacionalidad de la reproducción, al menos para muchos lutjanidos (Grimes, 1987). Grimes y Huntsman (1980) mencionan que el incremento en el desarrollo de la gónada y la preparación para el desove en *Rhomboplites aurorubens* esta relacionado con el incremento en la temperatura del agua de 20.6°C a 24.8°C y el fotoperiodo presentó intervalo de 13.5-14.5 horas luz, esto en Carolina del norte. Similarmente, *Etelis carbunculus* en las Islas de Hawaii desova cuando aumenta la temperatura del agua. Cuando Arnold *et al.* (1978) mantuvieron en cautiverio a *L. campechanus*, simulando condiciones naturales de temperatura y fotoperiodo como se presentan en el Noroeste del Golfo de México, el desove ocurrió bajo condiciones de 15 h luz y entre 23° y 25°C de temperatura.

MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO.

Los ovarios de la mayoría de los peces generalmente son de forma cilíndrica y se presentan como estructuras pares. Están suspendidos por un par de mesenterios en la parte superior de la cavidad del cuerpo y por lo tanto se localizan por debajo de la vejiga natatoria. Se unen en la parte posterior formando un oviducto cuyo orificio se abre después del ano. El tamaño y la localización de los ovarios en la cavidad del cuerpo varia de acuerdo al estado de madurez de las gónadas, en algunas ocasiones como en la tilapia representan hasta el 70 % del peso corporal. De igual forma, en la mayoría de las especies varía el color de las gónadas de acuerdo al grado de madurez de las mismas (García-Alarcón, 1995).

Los ovarios tienen como función primordial generar las células femeninas u óvulos, 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, 1995).

Microscópicamente se pueden describir tres capas en la pared del lumen ovárico: la pared interna que está compuesta por células oblongas y largas con cilios; la capa media está compuesta por tejido conectivo y vasos sanguíneos; y la capa externa que es de naturaleza muscular (Yamamoto y Yamasaki, 1961). Por debajo de la pared interna, se encuentra un tabique grueso que sigue una línea media en dirección antero-posterior. Este tabique a manera de tronco principal, se profundiza y se va adelgazando a medida que va emitiendo las laminillas ovígeras o también llamadas lamelas. Las laminillas ovígeras ofrecen numerosos pliegues y ramificaciones que van llenando la cavidad ovárica. Estas laminillas están formadas por tejido conjuntivo y escasas fibras musculares lisas y presentan epitelio germinativo el cual se distingue en ciertos espacios. Dentro de las laminillas ovígeras se encuentran los ovocitos de diferentes tamaños y distribuidos de manera irregular (Cerisola, 1984).

Se han definido tres tipos de desarrollo de los ovocitos en los peces: **1**) Sincrónico total, como su nombre lo indica, todos los ovocitos se desarrollan sincrónicamente dentro del ovario, los organismos que presentan este tipo de desarrollo muestran patrones reproductivos característicos con desove una sola vez en la vida y después del cual perecen, un ejemplo es el salmón que después de entrar a los ríos a desovar muere. **2**) Sincrónicos por grupos, cuando se acerca la

época de reproducción es común observar dentro del ovario dos tipos de ovocitos en desarrollo, en el primer grupo se observan ovocitos grandes que están en proceso de maduración terminal, el segundo grupo esta formado por ovocitos inmaduros, los cuales formaran el siguiente grupo de reclutamiento para la próxima temporada de reproducción. Los organismos que pertenecen a este grupo por lo regular se reproducen una vez al año y varias veces a lo largo de su vida, y se caracterizan por presentar una época de desove corta y definida, **3)** Asincrónicos, se presenta en la mayoría de los peces, en donde los ovocitos están en diferentes fases de desarrollo y estos organismos tienen relativamente una época de desove prolongada y pueden desovar varias veces en un año (Yamamoto y Yamazaki, 1961).

Durante el crecimiento de los ovocitos, se almacena y acumula vitelo en forma de gránulos que aparece en las últimas fases del desarrollo de los ovocitos. Químicamente la estructura del vitelo no esta bien definida, este es un término meramente morfológico, ya que en muchos casos no tiene las mismas sustancias químicas, de hecho la composición puede ser muy compleja y diferente entre las especies. Los componentes principales del vitelo son proteínas, fosfolípidos y en menor grado grasas neutras. En los peces óseos puede existir grasa en forma de grandes gotas dentro de la masa del vitelo, el número y tamaño de las gotas es un carácter distintivo entre las familias de peces (Carrillo, 1987).

En la fisiología de la vitelogénesis se han definido dos tasas de crecimiento, una de tipo lento y la otra de crecimiento rápido, las cuales presentan cambios importantes a nivel del ovocito. El primero incluye a la premeiosis y a todos los procesos antes de la acumulación de sustancias de reserva propiamente dichas, y esto es la previtelogénesis. Posteriormente se formará el vitelo, esta fase corresponde a la vitelogénesis, en donde el crecimiento del ovocito se acelera (García-Alarcón, 1995).

El desarrollo completo de los ovocitos ha sido dividido, en diferentes etapas, tomando como base las características morfológicas más importantes para identificarlos. Es decir, conforme cada ovogonia va madurando, sus características microscópicas cambian gradualmente hasta convertirse en una célula madura que presenta el elemento principal (vitelo). Acorde con esto, Yamamoto y Yamazaki (1961) describen diez fases para el desarrollo de los ovocitos; de igual

forma Cerisola (1984) con base en Braekevelt y McMillanrd (1967), caracteriza el desarrollo de los ovocitos en ocho etapas de maduración.

Las ovogonias inicialmente sufren proliferación por división mitótica, después se convierten en ovocitos y pasan al prolongado período de crecimiento, en donde consiguen aumentar considerablemente su tamaño (Ruíz-Durá, 1988), posteriormente se inicia el período de maduración el cual se lleva a cabo en poco tiempo.

El ovocito es una célula que se mantiene por largo tiempo en el período de crecimiento, pues es importante que acumule gran cantidad de citoplasma y sustancias de reserva para el desarrollo posterior. Los ovocitos crecen a diferentes velocidades, dependiendo de la cantidad de vitelo y del grupo animal en referencia. Según transcurre el tiempo, el núcleo del ovocito aumenta de tamaño, aunque siempre en menor proporción a como la hace el citoplasma. Los ovocitos están rodeados por células foliculares durante todas las fases del crecimiento y maduración. Una vez que ha concluido el crecimiento, el ovocito esta preparado para la división meiotica o reductora, esto es la maduración. En la primera división meiotica, en el ovocito primario se forma una protuberancia en donde se acumula la mitad de los cromosomas y poco citoplasma, la cual posteriormente se separa del ovocito, dando forma al primer corpúsculo polar y la célula más grande se convertirá en el ovocito secundario, este ovocito sufre una segunda división, en donde de la misma manera se forma un segundo corpúsculo polar. La célula grande que hereda la masa de citoplasma, junto con la mitad de las cromátidas, es el óvulo, el cual, es completamente maduro (Ruíz-Durá, 1988).

MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO.

Los testículos de muchas especies de teleósteos son órganos pareados, pero en algunas especies sólo se observa un testículo, como en *Notopterus notopterus*. Los testículos son a menudo ovalados o cilíndricos, aunque en la perca y en algunas especies del género *Cyprinus* tienen forma de Y, mientras que en la familia Letaluridae y en los géneros *Glyptosternum* y *Trachycorystes*, son órganos ramificados, semejantes a dedos, en este tipo de gónadas la espermatogénesis se lleva a cabo solo en la parte anterior. Los testículos están suspendidos de la cavidad corporal por el mesorquio, justo en la región en donde éste se fusiona con el ano, el mesorquio esta pegado con el mesenterio del intestino (van Tienhoven, 1983a).

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, 1983a).

Los testículos (por lo general dos) están situados por debajo de la vejiga natatoria, su forma es variada y al igual que los ovarios el color y tamaño varían de acuerdo al grado de desarrollo de estos, el grosor de los testículos disminuye tanto en la parte posterior como en la anterior. En los teleósteos no hay unión entre los testículos y el riñón como en otros vertebrados. En algunas especies el ducto espermático tiene su propia abertura hacia el exterior, mientras que en otras no hay ducto espermático, como por ejemplo en los salmones y en las anguilas, en éstos los espermatozoides son liberados en la cavidad peritoneal a través de los canales peritoneales (van Tienhoven, 1983b).

La estructura del testículo puede variar de una especie a otra, sin embargo, existen dos tipos básicos que pueden ser identificados de acuerdo a las características del tejido germinal.
A) TIPO TUBULAR (presente en el guppy).- En el centro del testículo hay una cavidad larga en donde los espermatozoides son almacenados, éstos se agrupan y forman los llamados espermatozeugmas. Los túbulos radiados van de la cavidad hacia la periferia; el ápice de estos túbulos esta adherido a la cápsula testicular. Las células germinales, se encuentran concentradas en el ápice, inmediatamente debajo de las células germinales se encuentran las espermatogonias que se organizan en cistos, los cuales progresan hacia el centro del testículo durante la espermatogénesis (Billard, 1986).
B) TIPO LOBULAR.- Los lóbulos están separados entre si por una capa delgada de tejido conectivo fibroso. Dentro de los lóbulos se encuentran las espermatogonias que pasan por numerosas divisiones mitóticas formando grupos llamados cistos, las espermatogonias se encuentran distribuidas a todo lo largo del lóbulo, mientras que en el arreglo tubular están en el ápice. Durante la espermatogénesis y en el proceso de espermiación, el cisto se expande y eventualmente se rompe, liberando los espermatozoides dentro del cuerpo lobular, en donde estos alcanzan los ductos eferentes y deferentes. La complejidad de la estructura del testículo lobular varía entre las especies y principalmente depende de las extensiones del tejido conectivo (Billard, 1986; Palacios-Ceballos, 1995).

Las espermatogonias que están separadas o agrupadas, se encuentran rodeadas por células de Sertoli. Basándose en el criterio morfológico les han sido atribuidas varias funciones a éstas células: 1) Dan soporte y estructura a los lóbulos, túbulos y cistos, 2) Da la morfología al espermatozeugma en el guppy, 3) Intervienen en la transferencia y conversión eventual de metabolitos y hormonas hacia las células germinales. 4) Intervienen en la fagocitosis de las células germinales y del citoplasma espermático (Billard, 1986).

Las espermatogonias están agrupadas en cistos y son las encargadas de iniciar la espermatogénesis. La estimación del número de células en varios cistos, ha determinado 14 generaciones de espermatogonias en el guppy. Durante estas generaciones, el diámetro decrece de 7 a 3 µm y la cromatina es densa, así como la diversificación de los organelos (Billard, 1986).

En el guppy los espermatocitos han sido estudiados. Estos en la fase de leptoteno se distinguen de las espermatogonias por poseer un núcleo grande (4µm). Paulatinamente el cisto incrementa de tamaño. Los cambios en las fases de leptoteno-cigoteno y paquiteno ocurren sincrónicamente en cada cisto y todas las células en un cisto parecen estar vinculadas por uniones citoplasmáticas. Es común observar pocos cistos con espermatocitos tipo II, lo cual, parece indicar que esta fase es bastante corta (Billard, 1986).

Los cistos localizados en la zona intermedia y en la zona central frecuentemente contienen espermatocitos y masas de espermatozoides, que presentan un tamaño menor que las células de etapas anteriores a la espermatogénesis, el núcleo es central y está rodeado con material cromatínico muy denso (Durán-Magallanes, 1985). La morfología de las espermátidas, el perfil espermiogénico y la estructura final del espermatozoide presentan diversos grados de complejidad dependiendo de la especie (van Tienhoven, 1983b).

Los espermatozoides son células pequeñas y móviles con cabeza y cola. Generalmente los espermatozoides tienen una cabeza de forma arriñonada, una pieza media y una cola corta. Las cabezas apuntan hacia una misma dirección, mientras que las colas son movidas al mismo tiempo y forman masas que parecen paracaídas (Durán-Magallanes, 1985). La cabeza del espermatozoide de la carpa generalmente es esférica y el flagelo está insertado en un sitio de la cabeza por un complejo centriolar. Un tipo original de espermatogénesis ha sido descrito en la

anguila, en donde el núcleo se agranda y una mitocondria se ubica en la parte anterior de la cabeza del espermatozoide (Billard, 1986). En los salmones, los espermatozoides son muy parecidos a muchos teleósteos, difieren en la estructura de las formas típicas de los mamíferos. Los espermatozoides carecen de acrosoma, que es la parte anterior de la cabeza, la cual, hace contacto con el huevo y libera enzimas (lisinas) que disuelven localmente las membranas del huevo y permite la penetración del espermatozoide, es decir, la fertilización. La cabeza del espermatozoide de la trucha es ligeramente ovalada (2.4 µm de largo y 2 µm de ancho), el flagelo mide aproximadamente 33 µm de largo. Las mitocondrias están unidas para formar un collar alrededor de la base del flagelo (Scott y Baynes, 1980).

ANTECEDENTES

BIOLOGIA DE LOS LUTJANIDOS

Actualmente en el país son pocos los estudios que se han enfocado a la familia Lutjanidae y son menos aún los realizados específicamente sobre la especie *Lutjanus peru*.

Uno de los aspectos que más se ha estudiado son los concernientes a la edad y crecimiento en diferentes especies de pargos. Pozo (1979), encontró que *L. analis* al primer año de edad alcanza una talla de 20 cm, y a los 9 años de edad llega a medir hasta 56.9 cm. Johnson (1983), en la especie *Ocyurus chrysurus*, observó que la mayor edad registrada fue de 14 años con una longitud furcal (LF) de 44.3 cm y los organismos de un año de edad presentaron talla promedio de 13.6 cm de LF. Davis y West (1992), encontraron en Australia que en *L. vittus*, la hembra y el macho más joven (un año) midieron 9 cm y la hembra con mayor talla fue de 29 cm (seis años) y el macho de 34 cm (siete años).

Por otro lado, Randall y Brock (1960), han estudiado aspectos alimentarios de *L. vaigiensis* y observaron que se alimenta principalmente de crustáceos bentónicos y peces de diversos hábitat, ambos los consume en grandes cantidades y de los peces que ingiere muy pocos son de importancia comercial. Croker (1962), señala que *L. griseus* basa su alimentación en peces y crustáceos (camarones, esquilas, jaibas y estomatopodos).

Collins *et al.* (1980), se enfocaron a la biología básica de *L. campechanus*, identificaron y describieron larvas y juveniles de esta especie, para lo cual se basaron principalmente en la morfología general, características merísticas, espinas de la cabeza y la pigmentación de 18 larvas y 6 juveniles de dichos organismos. Rabalais *et al.* (1980), observaron que los huevos de *Lutjanus campechanus* son pelágicos, esféricos (0.82 mm) y transparentes además las larvas obtenidas en el laboratorio no presentaron pigmentación hasta las 21.5 horas después de la eclosión, y 4 días después de la eclosión éstas no presentaron cambios morfológicos considerables. Richards y Saksena (1980), describieron las larvas y juveniles de *L. griseus*, las cuales en lo general, son muy parecidas a las de otros pargos.

Franke y Acero (1992), realizaron un estudio de los pargos que se capturan en el parque Gorgona del Pacífico Colombiano, mencionan que *L. peru* es uno de los pargos que más valor tiene desde un punto de vista económico, ya que de las 10 especies existentes en el parque, es la segunda especie por importancia de captura. En los meses de junio y julio examinaron cerca de 110 ejemplares de entre 30 y 60 cm de longitud total, de estos organismos el 10% fueron hembras y el 8% machos que presentaron gónadas con características de maduración. La talla máxima que llega a medir esta especie esta entre 90 a 100 cm. Este estudio es el primer registro que se obtiene de *L. peru* en las islas Gorgona.

Cruz-Romero *et al.* (1991), realizaron un estudio acerca de la biología reproductiva en tres especies del género *Lutjanus*, los organismos fueron colectados al sur de Colima y norte de Michoacán. Realizaron observaciones macroscópicas de las gónadas y tomaron como referencia la escala empírica de Nikolsky (1963); mencionaron que *L. peru* presenta dos períodos reproductivos, uno en los meses de agosto a septiembre y el segundo de abril a mayo. Este último lo deducen debido a que los peces colectados en el período de enero a marzo presentaron gónadas en el estadio III (maduración).

Los pargos tienen ovocitos con desarrollo asincrónico, también a estas especies se les conoce como reproductores continuos, en donde al evaluar la distribución del diámetro de los ovocitos en Lutjanidos (del oeste del Atlántico), presentaron marcada polimodalidad o multimoda, esta característica general indica un desarrollo múltiple durante la estación de reproducción (Grimes, 1987).

En dos especies de pargos *Etelis carbunculus* (Everson *et al.*, 1989) y *Rhomboplites aurorubens* (Grimes y Huntsman, 1980) se observaron ovarios que contenían ovocitos en varios estadios de desarrollo, concluyendo que dichas especies presentaban reproducción continua.

Wright *et al.* (1986), indicaron que en *L. bohar* en los meses de octubre y marzo hay una gran proporción de hembras maduras.

Manickchand (1987), observó que el porcentaje más alto de hembras maduras de *L. synagris* se presentó en marzo, mientras que el mayor porcentaje de desove fue en septiembre; los

machos maduros se observaron en marzo, mayo y septiembre. Además, el autor menciona que aunque los pargos se reproducen durante todo el año, hay un período de máxima actividad reproductiva alrededor de marzo y septiembre.

Davis y West (1993), mencionaron que la estación de reproducción para *L. vittus* ocurre en los meses de septiembre a abril.

Singhagraiwant y Doi (1993), encontraron que la máxima madurez gonadal de *L. argentimaculatus*, se presenta en los meses de junio a septiembre.

Díaz-Uribe (1994), observó que en las bahías de La Paz y la Ventana, Baja California Sur, en el verano, se acercaron a la costa huachinangos de tallas grandes que presentaron gónadas con características de reproducción y por lo anterior se concluyó que esta especie se reproduce en el verano.

Pozo (1979), Espinoza y Pozo (1982), Pozo y Espinoza (1982), Rubio *et al.* (1985), Palazon y González (1986), Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz (1993) y Singhagraiwant y Doi (1993), observaron que cuando se formaron los anillos de crecimiento (bandas claras) en las estructuras óseas, las especies desovan. Así, *L. analis* desova en junio; *L. buccanella* en el intervalo de marzo a octubre; *L. analis* en el mes de octubre; *L. synagris* de abril a junio; *L. analis* de junio a noviembre; *L. synagris* en el mes de septiembre; *L. argentimaculatus* de junio a septiembre.

Los valores de fecundidad reportados para distintas especies de pargos, presentan valores mínimos y máximos muy amplios, por ejemplo: la fecundidad máxima en *L. campechanus* es de $9.3X10^6$ huevos para Caleta del Atlántico Sur y al Norte del Golfo de México; en *L. buccanella* es de $2.03X10^5$ huevos para las islas Vírgenes. Los valores mínimos encontrados para las hembras maduras fue similarmente variable entre especies ($1.8X10^6$ huevos en *L. griseus* de Venezuela y $8.17X10^3$ huevos en *Rhomboplites aurorubens* del Norte de América y Caleta del Atlántico Sur). La fecundidad estimada para las mismas especies pero de diferentes localidades fue también bastante variable aunque se mantuvo dentro del mismo orden de magnitud. Por ejemplo, la fecundidad máxima de *L. synagris* del noroeste de Brasil fue estimada en $2.28X10^5$ huevos para una hembra de 49.4 cm de longitud total, mientras que peces de tamaño similar de Trinidad (41.9

cm de longitud total) y el caribe Colombiano (42 cm de L.T.) fueron estimadas en $5.95X10^5$ y $2.67X10^5$ huevos, respectivamente (Grimes, 1987).

González *et al.* (1979), observaron que el número de huevos desovados osciló entre 16 mil y 80 mil, la media estimada fue de 63,225 huevos por hembra en desove inducidos de *L. griseus*.

La cantidad de huevos producidos en cada estación de reproducción no ha sido determinada en *L. peru*, sin embargo, Arnold *et al.* (1978) y Suzuki y Hioki (1979), lograron varios desoves de *L. campechanus* y *L. kasmira* en condiciones de cautiverio (el período de retención fue de un mes y tres semanas, respectivamente). Cada desove de *L. campechanus* consistió de "algunos miles" de huevos pequeños (0.8 mm de diámetro) y casi transparentes.

Millares *et al.* (1979), en *L. synagris*, obtuvieron desoves inducidos mediante inyecciones de la hormona gonadotropina corionica humana (GCH), el número de huevos desovados osciló entre $6X10^3$ y $72X10^3$.

Damas *et al.* (1979), observaron que las hembras de *L. synagris* generalmente midieron entre 15 y 31 cm y pesaron entre 70 y 485 g. Además, encontraron hembras maduras menores a los 15 cm (hembras precoces), aunque con un pequeño porcentaje de ocurrencia.

Wright *et al.* (1986), observaron que cuando las hembras de *L. bohar* alcanzaron tallas de 45 cm de longitud furcal (LF) fueron sexualmente maduras, sin embargo, algunas pueden alcanzar la madurez sexual a los 37 cm.

Manickchand (1987), encontró en *L. synagris* que algunos machos de 25 cm y hembras de 31 cm de longitud total (LT) presentaban gónadas maduras, posteriormente esto lo observo en los machos de 37 cm y las hembras de 41 cm de LT, con lo cual concluyó que los machos alcanzan la madurez sexual antes que las hembras y además éstos crecen más rápido por lo que logran la madurez de las gónadas primero que las hembras.

Davis y West (1993), encontraron en *L. vittus* que las hembras maduras más pequeñas fueron de 14.2 cm de LF con promedio de 15.4 cm (talla estimada para un año de edad).

Pozo (1979), en la especie *L. analis*, encontró una proporción de 1:1 machos por hembras. Wright *et al.* (1986), registraron una proporción de 1:1.3 machos por hembras en la especie *L. bohar*. Cruz-Romero *et al.* (1991), en la especie *L. peru*. observaron una proporción de 1:0.68 machos por hembras. Manickchand (1987), mencionó que no hubo diferencia significativa con la prueba de x^2 en la proporción sexual de 1:1 en *L. synagris*. Davis y West (1993), en la especie *L. vittus*, observaron que la proporción 1:1 de machos y hembras no hubo diferencia significativa, sin embargo, en las tallas grandes predominan los machos.

MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

González, *et al.* (1979), observaron que los ovarios de *L. griseus* se caracterizan histológicamente por presentar una pared delgada cuyo grosor oscila entre los 0.09 y 0.31 mm, en las láminas o bandas longitudinales se disponen los ovocitos en dos o más hileras, también observaron cinco fases de madurez de los ovocitos, de las cuales, las fases uno al cuatro (ovocitos inmaduros) corresponden a hembras capturadas en el medio natural, mientras que el estadio cinco de ovocitos maduros, solo se observó en hembras mantenidas en cautiverio.

Millares, *et al.* (1979), mencionaron que en *L. synagris*, la estructura interna de la gónada se caracteriza por presentar láminas o bandas en donde se colocan los ovocitos. En los primeros estadios los ovocitos se distribuyen uniformemente en toda la gónada y a medida que el desarrollo de los ovocitos avanza se pierde esta uniformidad. En los cortes histológicos se observa que la maduración de los ovocitos tienen un proceso de ovulación y desove asincrónico.

Reyna-Trujillo (1993), realizó un estudio en Bahía de la Paz, Baja California Sur, en donde describió la morfología de los ovarios de *L. peru*. Histológicamente describe 5 fases de desarrollo de los ovocitos: ovogonias, ovocitos primarios, ovocitos previtelogenéticos, vitelogénesis activa y maduros. Y las gónadas son separadas macroscópicamente en tres fases de desarrollo, denominadas; en reposo, en desarrollo y maduras.

MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

En cuanto a la descripción histológica del testículo son pocos los trabajos que se han publicado, de éstos, no se tienen estudios enfocados al género *Lutjanus* y por lo tanto, la información que se presenta aquí se refiere a especies distintas a los pargos.

Hyder (1969), en especies del genero *Tilapia* y específicamente en la especie *Tilapia leucostica*, observó varios cambios en el desarrollo de las células espermatogoniales en las diferentes épocas del año, además observó que hay una gran relación entre el engrosamiento de la túnica albugínea y la madurez de las células en el testículo.

Legendre y Ecoutin (1989), realizaron trabajos comparativos acerca de la biología reproductiva de poblaciones naturales y cultivadas de *T. guincensis, Sarotherodon y Melanotheron*, en las cuales, se consideraron las variaciones estacionales al medir intensidad de la actividad sexual. Sin embargo, solo se efectuó una valoración macroscópica de estas para determinar el estado de madurez gonadal y el índice gonadosomático. De los resultados obtenidos, proponen tres estadios de madurez en el testículo: a) testículo inmaduro, b) testículo en maduración (ausencia de esperma intratesticular) y c) testículo maduro (presencia de esperma intratesticular).

Palacios-Ceballos (1995), estudió el patrón espermatogenético de la tilapia del nilo *Oreochromis niloticus*, identifico espermatogonias, espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios y espermátidas. Al igual que otros autores, encontró diferentes estadios de desarrollo espermatogenético durante los períodos estacionales en que realizó el trabajo de investigación. Debido al patrón espermatogenético encontrado, sugiere proponer tres estadios de madurez en el testículo, el cual esta bajo la influencia de la temperatura en los diferentes períodos estacionales.

JUSTIFICACION

El huachinango *Lutjanus peru* es una especie de gran importancia comercial en la costa sur de Jalisco, por lo que es fundamental realizar estudios sobre la biología reproductora, estudiando el ciclo reproductor, la descripción de las características macro y microscópica del ovario y del testículo, el potencial reproductor y la talla a la que se alcanza la madurez sexual, esta información permitirán determinar las medidas para conocer el recurso desde un punto de vista biológico-pesquero y para aportar elementos para la planeación en la explotación de la especie.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de *Lutjanus peru* capturado comercialmente al sur de la costa del estado de Jalisco.

OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Describir histológicamente los estadios de madurez gonádica caracterizados por Nikolsky (1963), durante un ciclo anual.

2.- Determinar el Indice de Fecundidad (IF) en las hembras de *L. peru*.

3.- Determinar la variación anual del Indice Gonadosomático (IGS) y del Indice Ponderal (IP).

4.- Caracterizar cuantitativamente algunas estructuras que conforman el ovario (grosor de la túnica ovárica, el diámetro de distintos tipos de ovocitos y grosor de la zona radiada) y del testículo (grosor de la túnica albugínea) en cada estadio de desarrollo macroscópico.

5.- Conocer algunos parámetros poblacionales como: proporción de sexos, la talla a la que alcanza la madurez sexual y el tipo de crecimiento de los huachinangos capturados comercialmente.

MATERIAL Y METODO

La costa sur del estado de Jalisco, esta representada principalmente por la Bahía Navidad, esta bahía se encuentra ubicada en los paralelos 19°10'30" y 19°12'50" latitud norte y entre los meridianos 104°41'30" y 104°42'45" longitud oeste.

El clima que predomina en esta región según la clasificación de Köppen, se determina como AWo (W) que representa al clima cálido subhúmedo (García 1973).

La temperatura media anual en esta área es de 26°C, la máxima se presenta en los meses de mayo a agosto con temperatura que oscila entre los 28°C y 29 °C y la temperatura mínima se registra en el mes de febrero con valores de 23°C a 24°C (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

La temporada de lluvias en la región está representada por la presencia de ciclones principalmente en los meses de junio a octubre, la precipitación promedio anual es de 1050 mm, el mes con mayor incidencia de lluvias es septiembre con intervalo de 220 a 230 mm de precipitación y el período de mínima precipitación se presenta en abril (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

Los huachinangos muestreados provinieron de la cooperativa de producción pesquera "PRI" de Barra de Navidad, Jalisco. Los artes de pesca utilizados por los pescadores para la captura de los organismos fueron: a) línea de mano, el cual, consiste de un hilo de nilón que al final de la cuerda contiene un anzuelo y b) la cimbra constituido por un hilo principal de nilón de calibre 5, en el cual están sujetos una serie de hilos y al final de cada uno prende un anzuelo del número 9.

Durante un ciclo anual (julio 1993 a mayo 1994) se llevaron acabo 4 muestreos, en el segundo mes de cada estación del año durante los primeros 15 días de ese mes. En cada muestreo se tomaron al azar 70 organismos aproximadamente. A cada uno de los ejemplares se les tomó los siguientes datos merísticos: 1) longitud patrón (cm), con un ictíometro convencional de 1 mm de precisión; 2) el peso eviscerado (g), se registro con una balanza granataria de 1 g de

exactitud; ya que en esta especie los organismos no presentan dimorfismo sexual externo, se disecaron por la parte ventral para conocer el sexo y extraer las gónadas. Posteriormente se tomó la longitud (cm) de las gónadas con un vernier convencional de 0.1 mm de precisión; se pesaron (g) con una balanza analítica marca Sartorius de 0.1 g de precisión y capacidad de 500 g; el volumen gonadal se tomó utilizando el método de desplazamiento de agua; además se registraron las características macroscópicas de las gónadas como color y forma, posteriormente se fijaron en formol neutro al 10%.

Después de sexar a los organismos, se determinó la proporción sexual entre hembras y machos en cada una de las estaciones del año y en el total de organismos muestreados, además, a esta proporción se le aplicó una prueba de x^2 con la finalidad de conocer si había diferencia significativa en las proporciones (Zar, 1984).

Para conocer la frecuencia en que se presentaron las distintas tallas y pesos de los organismos, tanto en la muestra total como en los datos estacionales, se utilizó el programa estadístico statgraphics ver. 7.0.

Con los datos de longitud patrón y peso eviscerado se obtuvo la ecuación para el análisis de regresión que define la relación funcional entre estas dos variables (talla y peso), y se calcularon los valores de las constantes de la ecuación a través del programa estadístico statgraphics ver. 7.0 con un valor de α=0.05:

$$Y = ax^b$$

en donde

Y = peso eviscerado del organismo (g)

a = constante de intersección

x = longitud patrón del organismo (cm)

b = constante de la pendiente

Se determinaron el índices de fecundidad (IF), el índice gonadosomático (IGS) e índice ponderal (IP) ó factor de condición simple, de acuerdo con lo señalado por Cruz-Romero *et al.* (1991) y Rodríguez-Gutiérrez (1992), utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Indice de fecundidad (IF)} = nxG/g$$

en donde

n = número de óvulos en la muestra

G = peso total de la gónada

g = peso de la muestra

$$\text{Indice gonadosomático (IGS)} = Wg/Wtx100$$

en donde

Wg = peso de la gónada

Wt = peso del organismo

$$\text{Indice ponderal (IP)} = W/L^{b}x100$$

en donde

W = peso del organismo

L = longitud del organismo

b = pendiente de la regresión

Después de obtener los datos de los índices gonadosomático y ponderal, se aplicó el análisis de varianza de una vía y se consideraron los promedios y los intervalos de confianza del estimado, utilizando el programa estadístico statgraphics ver 7.0. Dicho análisis se realizó para conocer si había diferencia significativa entre sexos en cada una de las estaciones del año.

Para evaluar el grado de madurez gonádica de los ovarios y testículos de los organismos colectados, se utilizó como referencia las características macroscópicas descritas por Nikolsky (1963). Esta escala morfocromática describe siete estadios de madurez gonádica: Estadio I, inmaduro; Estadio II, en descanso; Estadio III, en maduración; Estadio IV, maduro; Estadio V, en reproducción; Estadio VI, desovado y Estadio VII, en descanso (Ver anexo). Los datos obtenidos se calcularon en porcentajes para cada una de las estaciones del año.

Al inicio del estudio y para conocer si el desarrollo celular es similar en toda la gónada (ovario y testículo), se tomaron muestras de la parte anterior, media y posterior de las gónadas (dos de cada estadio). Después de analizar cualitativamente este muestreo piloto, se observó que

no había diferencia en el desarrollo celular entre estas tres regiones de las gónadas y por lo tanto en lo sucesivo se tomó únicamente la región central de la gónada (ovario y testículo) para describir el desarrollo histológico, se tomaron 5 gónadas de cada estadio de madurez macroscópica.

Para el procesamiento histológico, las gónadas se colocaron en formol neutro (con sales de fosfato de sodio monobásico y dibásico como amotiguador) al 10% desde que se colectaron en campo. De las gónadas se tomó una muestra de aproximadamente 0.5 cm de grosor (ovario y testículo), se procedió a lavar el tejido durante una hora con agua corriente, se deshidrató con alcoholes de diferentes concentraciones graduales (50°, 70°, 80°, 90°, 96°, absoluto, absoluto-xileno y xileno) adecuando el tiempo de permanencia en cada paso de acuerdo a las dimensiones al tamaño de la gónada en turno. Se preincluyeron en mezclas de parafina xileno, dos parafinas puras con punto de fusión de 56°C y 58°C y finalmente se incluyeron en parafina pura. Se obtuvieron cortes no seriados de 5 a 8 µm de grosor mediante un microtomo (American Optical). Se emplearon las técnicas de tinción de hematoxilina-eosina y tricrómica de Gallego, se montaron con bálsamo de Canadá (Esparza-Flores, et al. 1982).

Las observaciones e interpretaciones se realizaron con un microscopio de campo claro marca Zeiss. El grado de desarrollo histológico de los ovarios se caracterizó con referencia a las claves descritas por Yamamoto y Yamazaki (1961) (Ver anexo) y Cerisola (1984) (Ver anexo) y para la descripción histológica del testículo se tomo en cuenta los trabajos realizados por Hyder (1969) (Ver anexo) y Gupta (1975) (Ver anexo).

Para caracterizar cuantitativamente algunas estructuras que conforman el ovario de cada estadio de desarrollo, se tomó medidas del diámetro de los ovocitos, el grosor de la túnica del ovario y la zona radiada de los ovocitos, las medidas se obtuvieron con un ocular micrométrico. Para probar si existían diferencias entre los estadios y las fases de desarrollo de los ovocitos, se empleo un análisis de varianza de una vía y la prueba de comparación múltiple de Tukey.

El conteo de los distintos tipos de ovocitos se llevó acabo con un microscopio de campo claro. De cada uno de los estadios de madurez gonádica se localizó un área, en donde se identificaron y contaron los diferentes ovocitos. Con una regla de tres se obtuvieron los respectivos porcentajes para cada una de las fases de desarrollo de los ovocitos.

En los testículos se midió el grosor de la túnica albugínea de los distintos estadios de madurez gonádica para determinar el desarrollo y se le aplicó la prueba estadística de ANDEVA.

Las fotografías se tomaron con un fotomicroscópio marca Zeiss III.

Para conocer la talla mínima en la que los organismos de *L. peru* alcanzan la madurez sexual se relacionaron los datos de: longitud patrón, el estadio macroscópico de madurez gonádica y las observaciones microscópicas de las gónadas.

RESULTADOS

Del verano de 1993 a la primavera de 1994 se realizaron cuatro muestreos estacionales de *Lutjanus peru* al sur en la costa de Jalisco, en total se colectaron 289 organismos, de los cuales se hicieron las siguientes observaciones.

PROPORCION SEXUAL

Del total de los organismos colectados, el 50.51% (146) correspondió a los machos y el 49.48% (143) a las hembras, es decir, se encontró una proporción cercana a 1:1 y mediante la prueba de x^2, se comprobó que no hay diferencia significativa entre la proporción de sexos (x^2=0.055; p>0.75; α=0.05).

El análisis estacional de los sexos mostró que en el verano (69%) y en el otoño (54%) el número de machos fue mayor al de las hembras y en invierno (57%) y primavera (68%) hubo mayor número de hembras. Esta variación estacional de la proporción sexual se analizó con la prueba de x^2 y se encontró diferencia altamente significativa entre las distintas estaciones del año (x^2=16.95; P<0.001; α=0.05), lo que demuestra que la proporción de los sexos es variable a lo largo del año. Esta diferencia es consecuencia de la proporción sexual encontrada principalmente en verano y primavera, ya que en el primero, aproximadamente el 70% esta representado por machos y en primavera cerca del 70% esta representado por hembras (Fig.1).

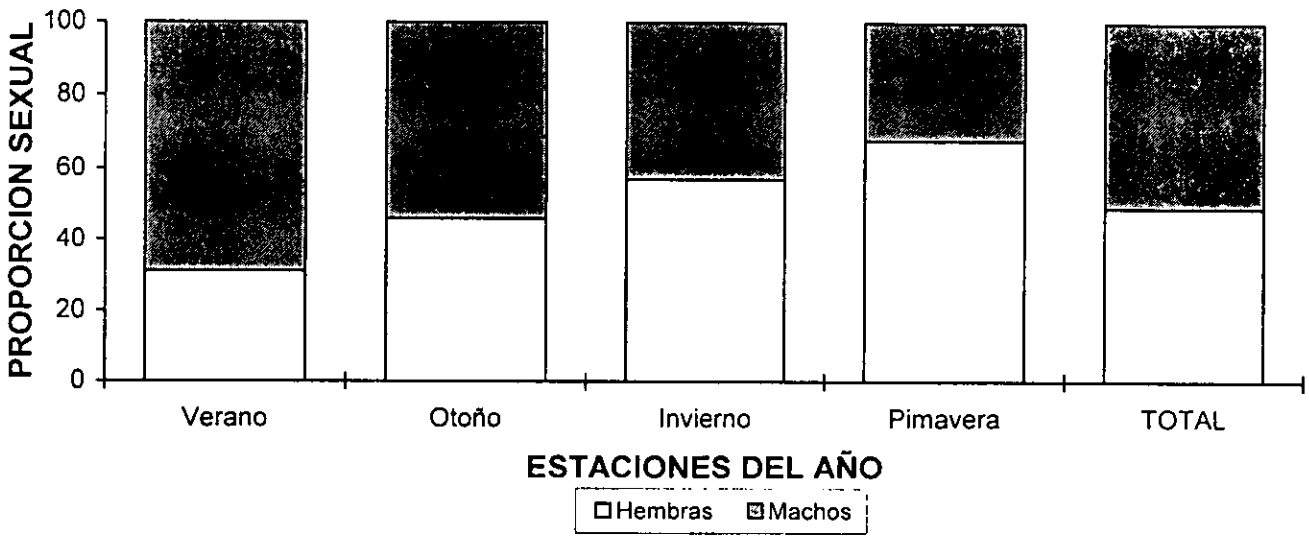


Figura 1. Variación estacional y total en la proporción de sexos de *Lutjanus peru*, en la costa sur de Jalisco, durante el verano de 1993 a la primavera de 1994.

DISTRIBUCION DE LONGITUD PATRON Y PESO EVISCERADO

La longitud patrón promedio obtenida para el total de organismos muestreados fue de 24.5 cm, y por sexos, el promedio para hembras fue de 24.91 cm y para los machos fue de 24.12 cm. La amplitud en la longitud patrón que se presentó entre los ejemplares fue de 15.5 cm a 50 cm. La mayor frecuencia de hembras se concentró en las marcas de clase de 18 cm y 21 cm y para los machos desde los 15 cm hasta los 24 cm. La variación estacional de tallas en hembras y machos presentó diferentes intervalos, en el verano osciló entre 15 cm y 36 cm para las hembras y entre 15 cm y 33 cm para los machos, en otoño se presentaron los intervalos más grandes en ambos sexos entre los 15 cm y los 48 cm, en invierno este intervalo disminuyó en los dos sexos de 21 cm a 39 cm en las hembras y de 18 cm a 27 cm en los machos, en primavera las tallas de las hembras disminuyeron el intervalo en comparación con la estación anterior de 15 cm a 36 cm y en los machos se incremento un poco el intervalo de tallas de 18 cm a 30 cm (Fig. 2).

Para el total de organismos muestreados, el promedio de peso eviscerado fue de 446.26 g y respecto al peso promedio para cada sexo fue de 455.32 g y 438.13 g para hembras y machos respectivamente. El intervalo en el peso para el total de organismos fue desde 50 g hasta 2,500 g. Al igual que en la longitud patrón, la mayor frecuencia de organismos se concentraron en las marcas de clase de pesos bajos de 150 a 550 g. La variación en los intervalos de clase en cada una de las estaciones del año presentaron los siguientes resultados, en verano las hembras variaron de los 350 g a los 1350 g mientras que en los machos fue de 150 g a 1150 g, en el otoño esta variación aumenta, en ambos sexos se presentó el intervalos de 150 g a 2350 g, en el invierno el intervalo de clase disminuyó en ambos sexos, las hembras de 350 g a 1350 g y para los machos de 350 g a 750 g, en la primavera se incrementaron los intervalos de peso en ambos sexos, para las hembras de 350 g a 1550 g y para los machos de 150 g a 1150 g (Fig. 3).

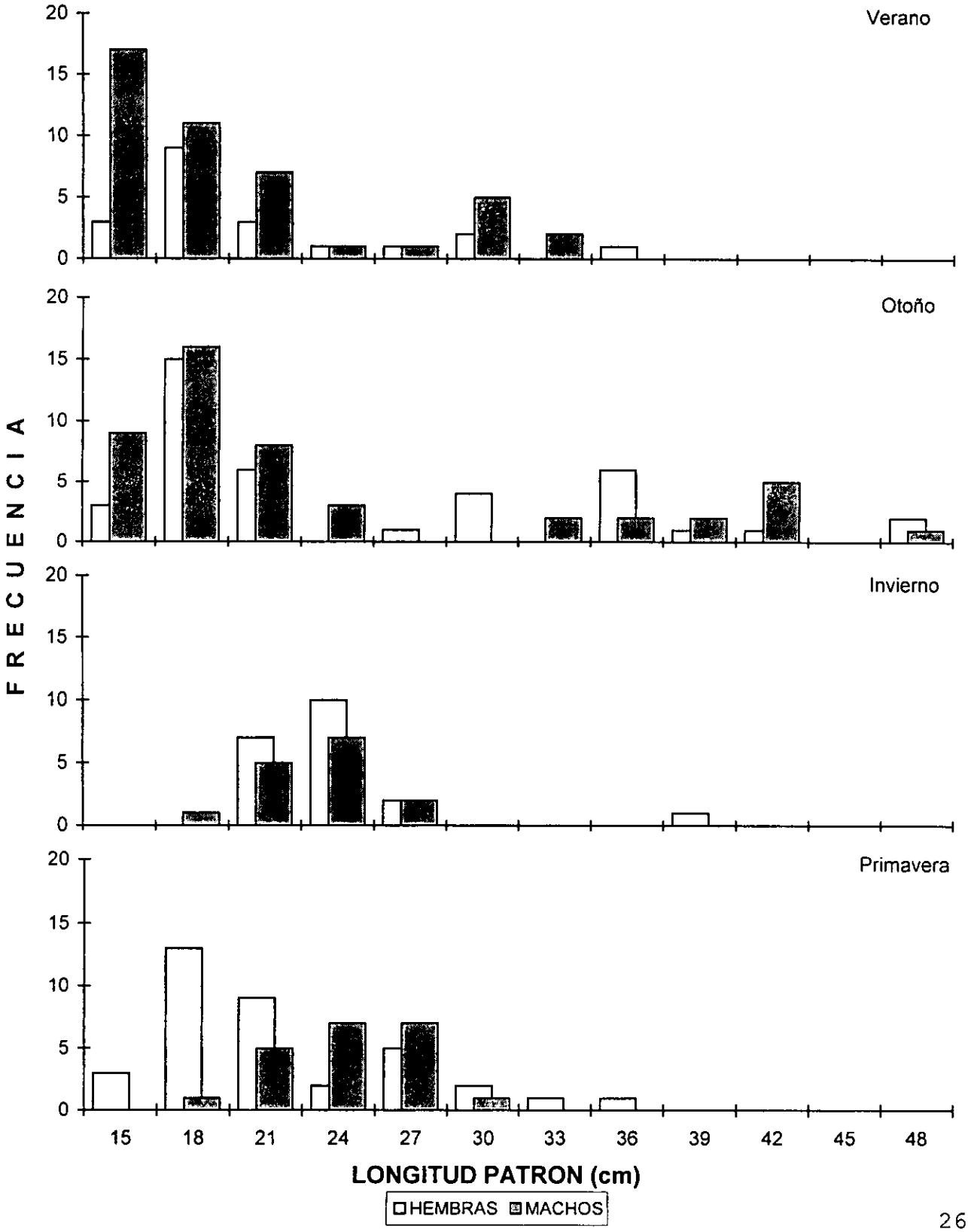


Figura 2. Variación estacional de la frecuencia de tallas durante el año de muestreo en la costa sur de Jalisco.

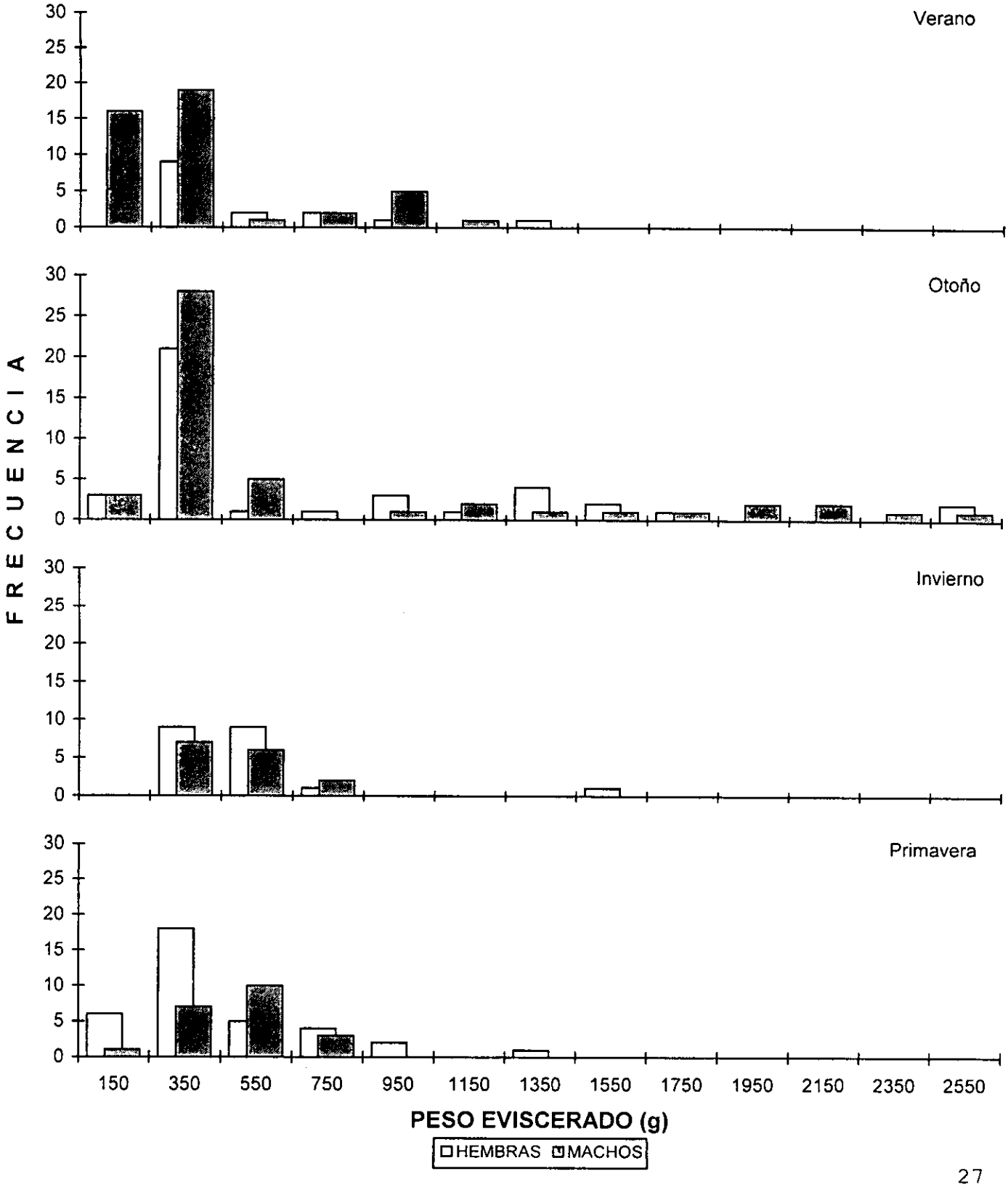


Figura 3. Variación estacional de la frecuencia de pesos durante el año de muestreo en la costa de Jalisco.

RELACION LONGITUD-PESO

La relación entre la longitud patrón y peso eviscerado (Fig. 4) describe un tipo de crecimiento isométrico. Esta relación presentó el mejor ajuste mediante la ecuación $Y=ax^b$, en donde **a** es el valor de la constante de intersección y dio un valor de 0.027; **b** es la constante de la pendiente y presentó valor de 2.95, cabe recordar que estas constantes se obtuvieron de organismos que se capturan comercialmente. El valor alto de r^2 (98.84), indica que los datos observados se ajustan en gran medida al modelo descrito para la ecuación antes mencionada.

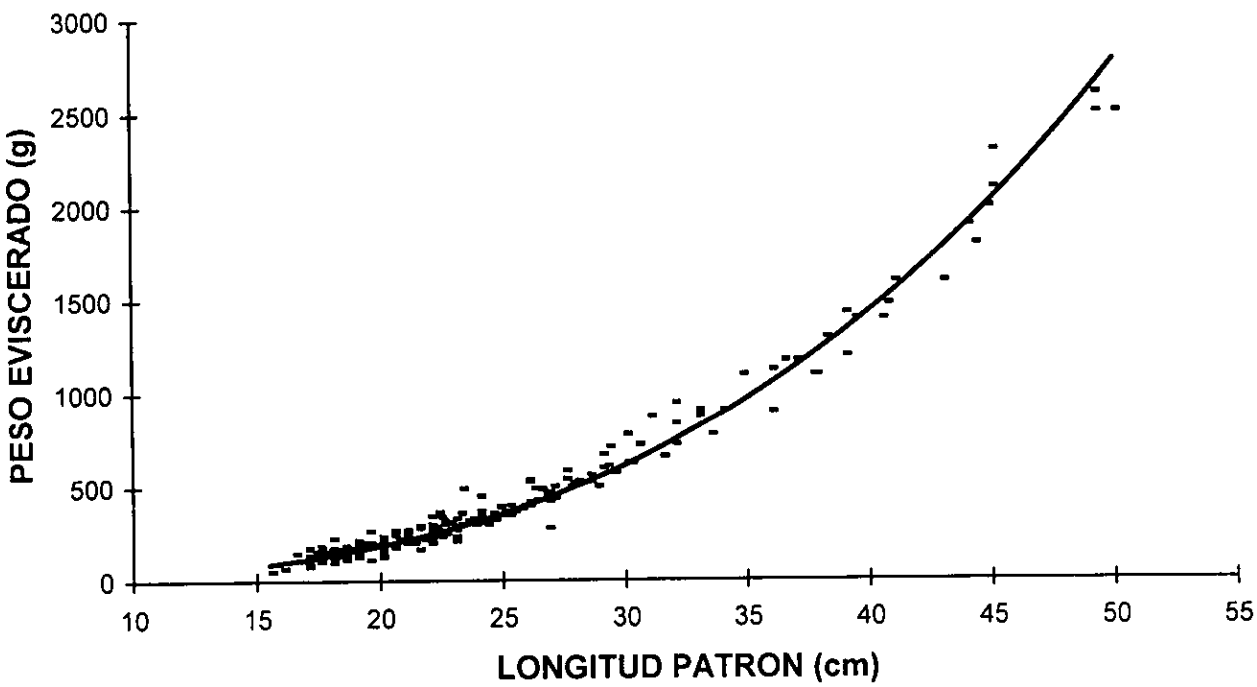


Figura 4. Relación entre la longitud patrón y el peso eviscerado de *L. peru* colectados en la costa sur de Jalisco.

INDICE DE FECUNDIDAD (IF)

El IF solo se obtuvo de las muestras que presentaron características macroscópicas y microscópicamente maduras, de las cuales, las gónadas que presentaron el estadio 3 (en maduración) el número de huevos fue de aproximadamente $3X10^5$ y las del estadio 5 (en reproducción) presentaron un promedio de $5X10^5$. No se pudo obtener el IF por estaciones ya que solo en otoño se encontraron gónadas con características de maduración.

INDICE GONADOSOMATICO (IGS)

Los valores del IGS se obtuvieron para cada uno de los sexos, se observó que ambos presentaron el valor máximo en otoño y los valores mínimos se presentaron en primavera y en invierno para hembras y machos respectivamente (Fig. 5). En otoño, concretamente en el mes de noviembre se presentaron los pesos de las gónadas más altos. Se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA) en cada uno de los sexos para conocer si se presentaban diferencia significativa en las distintas estaciones del año, los resultados obtenidos reflejaron que no hay diferencia estadísticamente significativa ya que se obtuvieron $F_{(3,72)}=0.604$; $p<0.614$; $\alpha=0.05$ para hembras y $F_{(3,65)}=0.244$; $p<0.865$; $\alpha=0.05$ para machos (Cuadro 1).

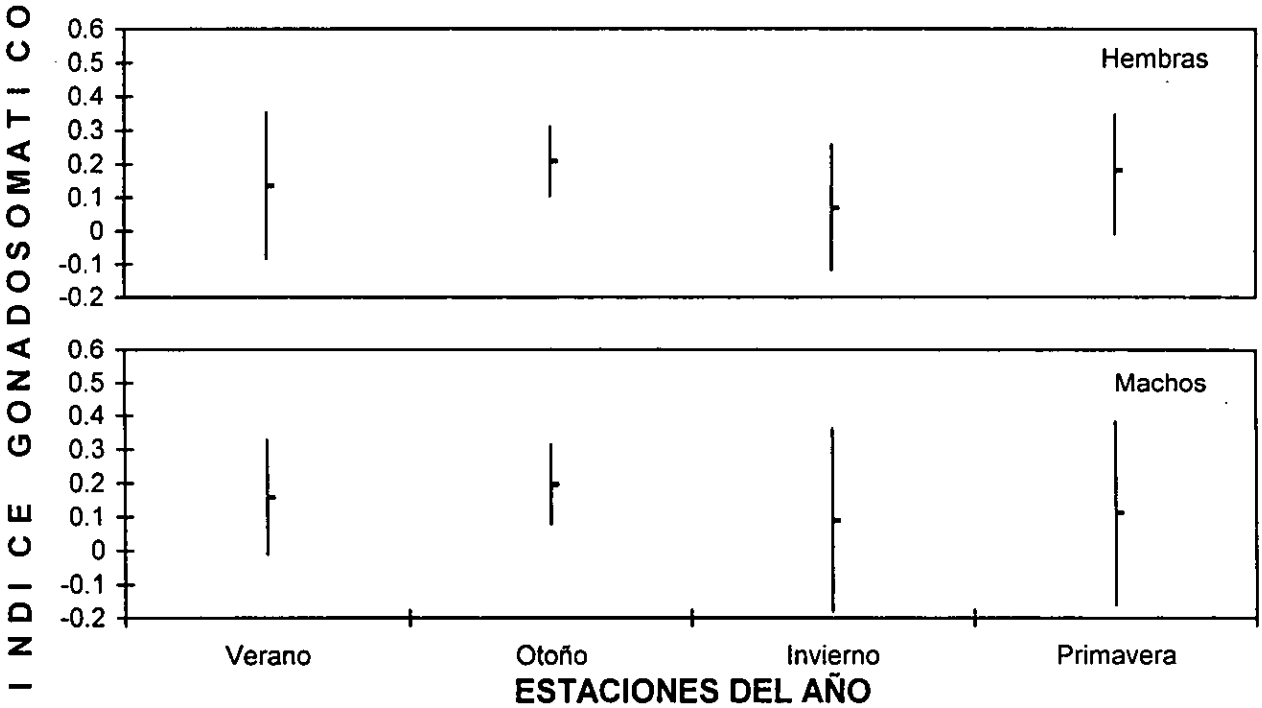


Figura 5. Variación estacional del índice gonadosomático (IGS) de *L. peru* para cada sexo obtenidos de la pesca comercial en la costa sur de Jalisco.

Cuadro 1. Comparación de medias ($\bar{x}$) del índice gonadosomático en cada sexo en las diferentes estaciones del año, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Estación del año	HEMBRAS			MACHOS		
	No.	$\bar{x}$		No.	$\bar{x}$	
Verano	9	0.13	A	18	0.15	A
Otoño	40	0.20	A	37	0.19	A
Invierno	15	0.17	A	7	0.08	A
Primavera	12	0.06	A	7	0.11	A

A=no diferencia

INDICE PONDERAL (IP)

También en este índice se obtuvieron datos para cada uno de los sexos, observándose que en el otoño se presentaron los valores máximos para hembras y machos y en primavera se presentaron los valores mínimos para ambos sexos (Fig. 6). Aplicando el ANDEVA en las hembras se observó que había diferencia estadísticamente significativa ya que se obtuvieron $F_{(3,110)}=4.755$; $p<0.003$; $\alpha=0.05$, por su parte, los machos no presentaron diferencia significativa en ninguna de las medias y se obtuvo $F_{(3,123)}=1.566$; $p>0.201$; $\alpha=0.05$ (Cuadro 2).

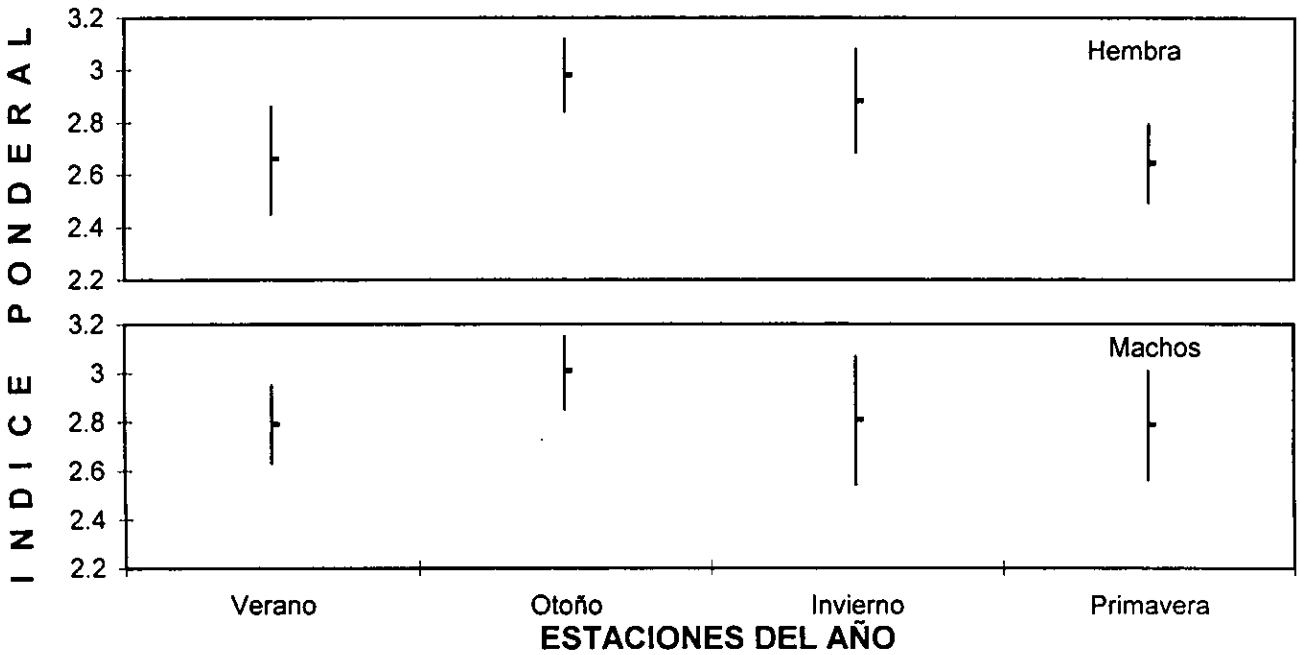


Figura 6. Variación estacional del índice ponderal (IP) para de *L. peru* cada sexo, obtenidos de la pesca comercial en la cota sur de Jalisco.

Cuadro 2. Comparación de medias ($\bar{x}$) del índice ponderal en cada sexo en las diferentes estaciones del año, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Estación del año	HEMBRAS No.	$\bar{x}$		MACHOS No.	$\bar{x}$	
Verano	19	2.66	A	43	2.79	A
Otoño	39	2.98	B	48	3.00	A
Invierno	20	2.88	A B	15	2.81	A
Primavera	36	2.64	A	21	2.79	A

A= no diferencia
B= diferencia

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA

Después de clasificar las gónadas de hembras y machos con base en la escala morfocromática de Nikolsky (1963) en las distintas estaciones del año, se obtuvo los porcentajes en cada uno de los estadios. En el verano todas las hembras presentaron gónadas con características de inmaduras (estadio I), a pesar de que los machos presentaron los tres primeros estadios de desarrollo, casi el 85% estuvo representado por organismos inmaduros y pocos (5%) con características de maduración (estadio III). En otoño en las hembras se observaron 4 estadios de madurez, se encontró representado principalmente el estadio I y con porcentajes bajos los estadios de maduración (III) y reproducción (V), en los machos se presentaron 5 estadios, y al igual que en las hembras el estadio I presentó el mayor porcentaje y un menor porcentaje los estadios de maduración (III) y reproducción (V). En invierno se aumenta considerablemente el número de individuos inmaduros en ambos sexos y en primavera solo se observó en los dos sexos el estadio I (inmaduros). En todas las estaciones del año el estadio I y la frecuencia de éste fue mayor en comparación con los otros estadios, así mismo es evidente el desarrollo gonadal conforme transcurre el año, ya que en otoño se presentaron 5 estadios en donde se encuentran gónadas con características de maduración y después de la espermiación (Fig. 7).

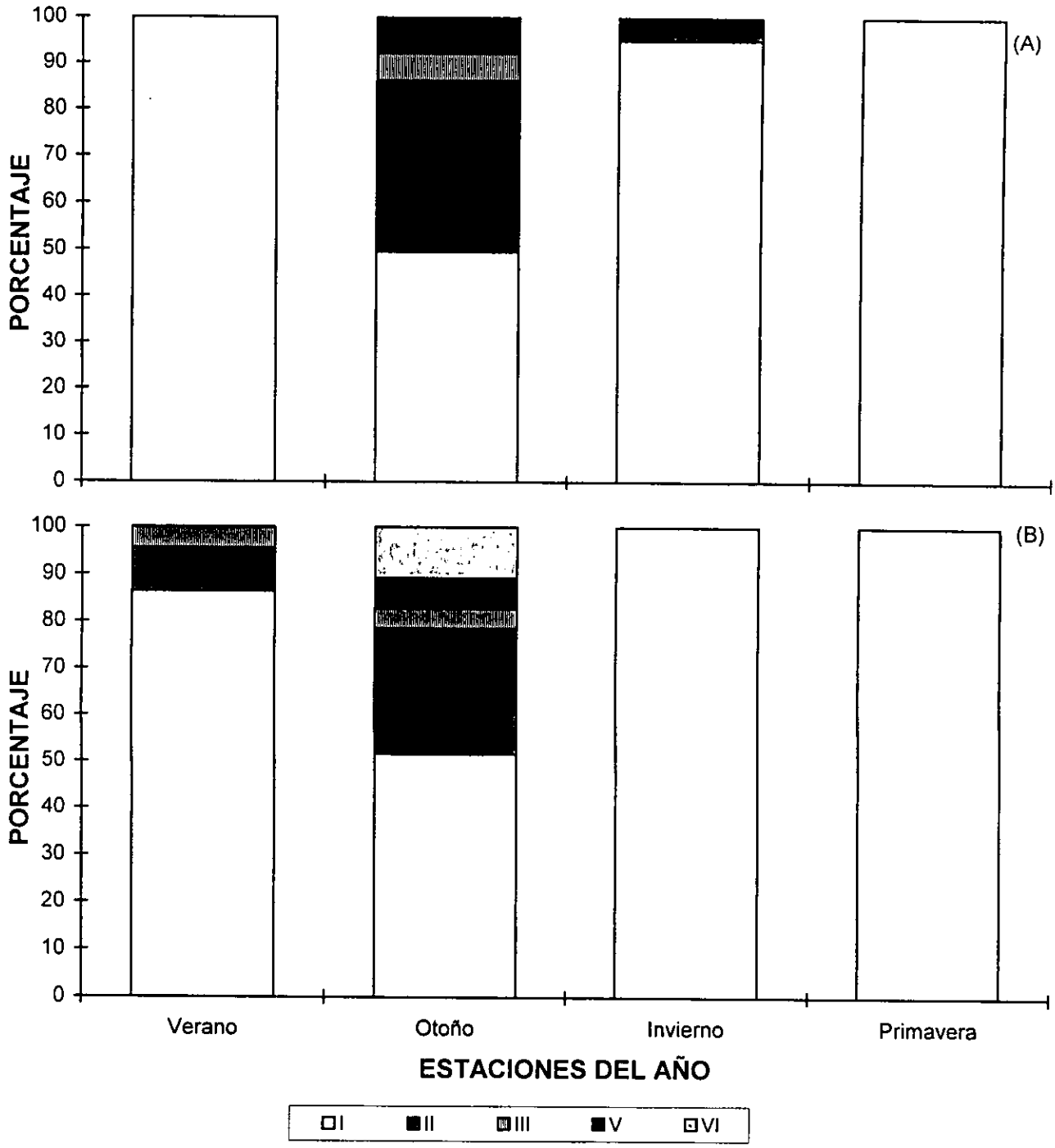


Figura 7. Distribución de los estadios de desarrollo gonadal de hembras (A) y machos (B) de *L. peru* colectados en la pesca comercial de la costa sur de Jalisco. I=inmaduro, II=en descanso, III=en maduración, V=en reproducción, VI=desovado (hembras) o después de la espermiación (machos).

DESCRIPCION MACROSCOPICA DEL OVARIO DE *Lutjanus peru*

Los ovarios del huachinango son órganos pareados de forma cilíndrica, se localizan suspendidos ventralmente y adheridas a la vejiga natatoria, se unen entre sí al orificio urogenital para posteriormente dar salida a los ovocitos maduros. Por lo general, ambos ovarios son del mismo tamaño, la textura es lisa y la coloración varía entre rojo, rosa y naranja, no teniendo ninguna relación con el grado de desarrollo del ovario. En un corte transversal del ovario presenta forma circular y ésta no varía conforme avanza el desarrollo de la gónada. Los ovarios presentan en la región dorsal una línea de grasa, que en los estadios inmaduros se observa claramente (cuando la gónada es muy pequeña) y se puede confundir con un testículo si no se tiene cuidado al revisar la parte cercana al orificio urogenital (Fig. 8).

Figura 8. Ovario de *L.peru*

ESTADIO I **(inmaduro)**

Este estadio lo presentaron hembras que en promedio tuvieron 23.5 cm de longitud y 362.4 g de peso. Los ovarios son pequeños de aproximadamente 2.1 cm de longitud, peso de 0.5 g y volumen de 0.4 cm^3. La coloración que presentan es roja, rosa o naranja y presentó forma circular. En este estadio los ovarios se pueden identificar como testículo, debido a que la grasa tiene forma y color muy parecido a un testículo. Este estadio se presento en las cuatro estaciones del año y estuvo representado por un gran porcentaje de organismos (Fig. 9a) (Cuadro 3).

ESTADIO II **(en descanso)**

Las hembras de este estadio en promedio midieron 36.8 cm y pesaron 1,163.7 g. Los ovarios son pequeños con longitud promedio de aproximadamente 5.7 cm, peso de 4.3 g y volumen de 3.9 cm^3. Son de color naranja, la forma del ovario en un corte transversal es circular, los ovocitos no se ven a simple vista, sigue presentando la línea de grasa, que en ocasiones es abundante. Esta estadio se encontró en el otoño con un porcentaje bajo de organismos (Fig. 9b) (Cuadro 3).

ESTADIO III **(en maduración)**

Se observó en hembras con longitud de 49.9 cm y 2,500 g de peso. Los valores promedios de las gónadas fueron: longitud de 7.3 cm, peso de 17.8 g y volumen de 16.5 cm^3. El color que se observó en as gónadas fue naranja y la forma circular. Se observan algunos huevecillos a simple vista. La grasa es escasa en comparación con el estadio anterior. Este estadio se presentó en el otoño con un porcentaje representativo bajo (Fig. 9c) (Cuadro 3).

ESTADIO V **(en reproducción)**

Este estadio se presentó en hembras de 49.2 cm y 2,500 g. La longitud, el peso y el volumen de la gónada se incrementan rápidamente, hasta llegar a medir 14.2 cm, pesar 65.2 g y volumen de 59.9 cm^3. El color es naranja claro, la forma en un corte transversal es circular. Los huevecillos se ven a simple vista y la grasa desaparece casi por completo. El periodo de ocurrencia de este estadio fue solo en el otoño, representado por un porcentaje bajo (Fig. 9) (Cuadro 3).

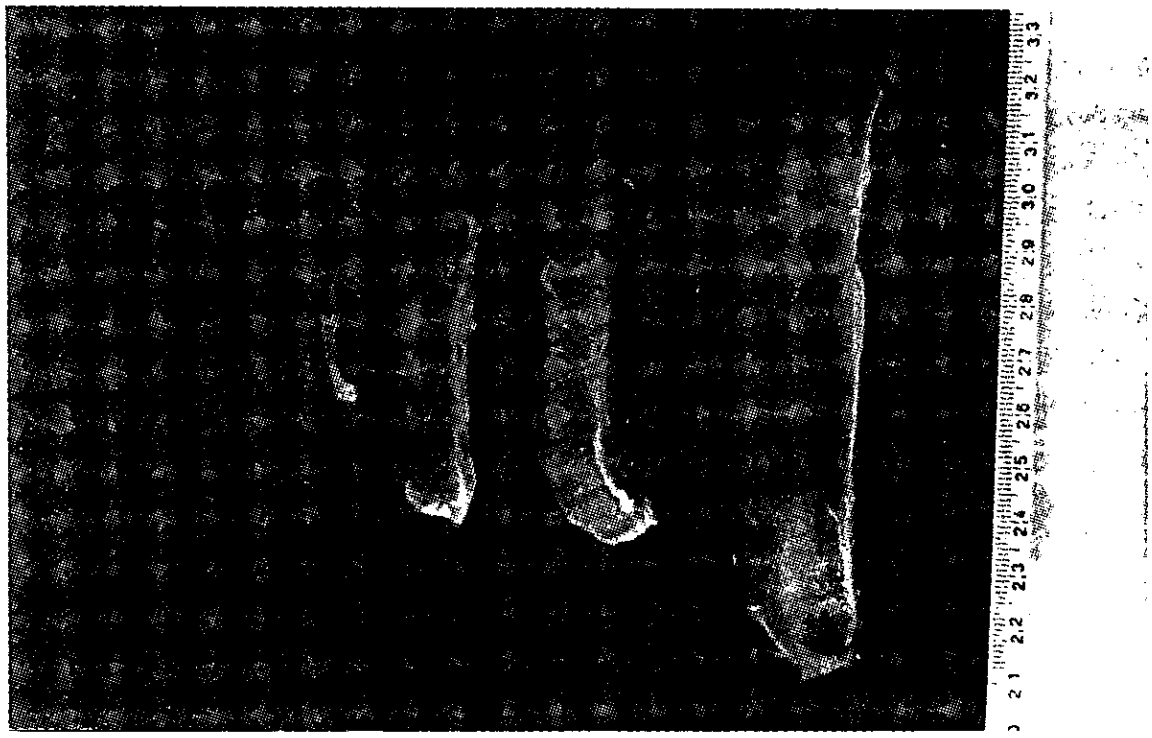


Figura 9. Estadios macroscópicos del ovario de *L. peru*. a) inmaduro, b) en descanso, c) en maduración y d) en reproducción.

Cuadro 3. Características macroscópicas y promedios morfométricos de los ovarios en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru* de acuerdo con Nikolsky (1963).

	ORGANISMO		OVARIO				
ESTADIO	LONGITUD (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	PESO (g)	VOLUMEN (cm^3)	COLOR	FORMA
I	23.5	362.4	2.1	0.5	0.4	Rojo-rosa	Circular
II	36.8	1,163.7	5.7	4.3	3.9	Naranja	Circular
III	49.9	2,499.9	7.2	17.8	16.5	Naranja	Circular
V	49.2	2,500.1	14.2	65.2	59.9	Naranja	Circular

DESCRIPCION MICROSCOPICA DEL OVARIO DE *Lutjanus peru*

De las muestras de ovarios procesadas histológicamente se observó lo siguiente:

Los ovarios están cubiertos por tejido muscular liso longitudinal (MLL) y circular (MLC), en conjunto estos dos tejidos forman la túnica ovárica (TO), la cual se engrosa en medida que progresa la maduración, parte de la túnica ovárica (principalmente el músculo liso circular), se profundiza y adelgaza a medida que forma las laminillas que entran al ovario para formar las lamelas (L). En las lamelas se aprecian numerosos pliegues y ramificaciones que llenan la cavidad del ovario. Las lamelas están formadas por tejido conjuntivo y escasas fibras musculares lisas que se dirigen hacia la cavidad del ovario y dentro de ellas 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 (TC), vasos sanguíneos y epitelio germinal (Fig. 10). Los ovocitos incrementan en tamaño y maduran en dos fases distintas: hay un período inicial de crecimiento lento y largo y posteriormente un período corto, en donde crecen y maduran rápidamente, para posteriormente ser desovados.

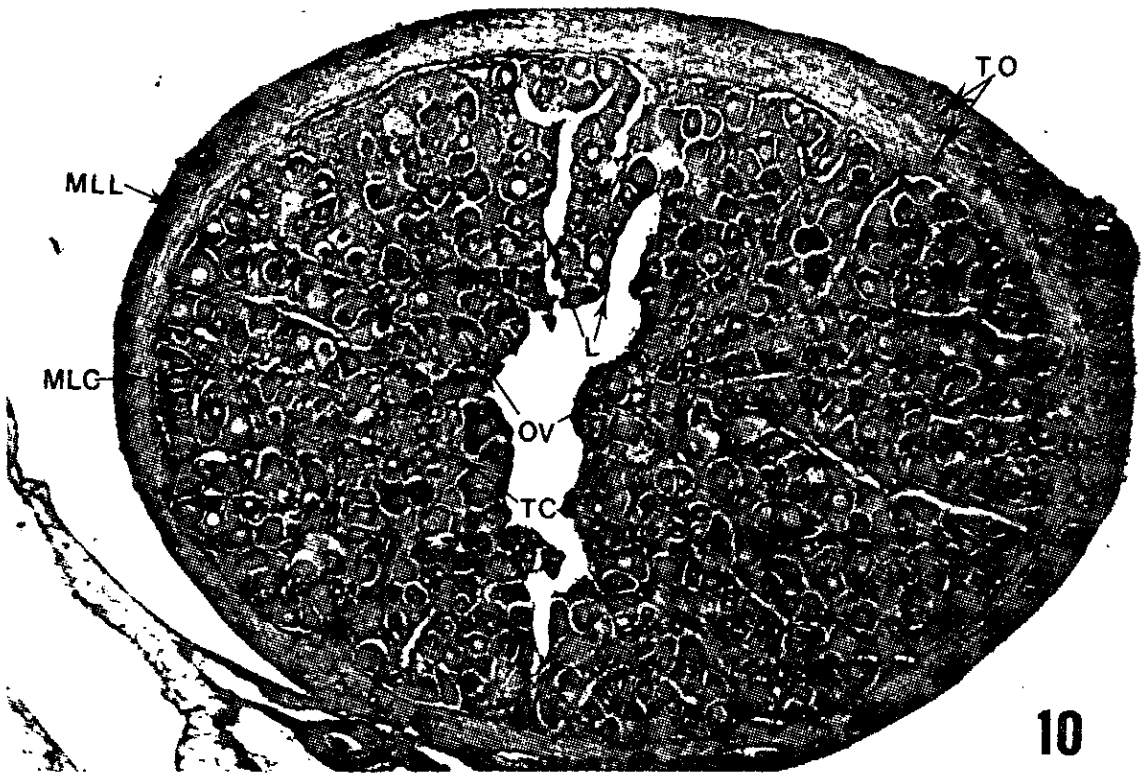
Tomando como base las claves de desarrollo de los ovocitos de Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984), se observaron las siguientes características en cada uno de los estadios de madurez gonádica determinados con base en Nikolsky (1963).

ESTADIO I **(inmaduro)**

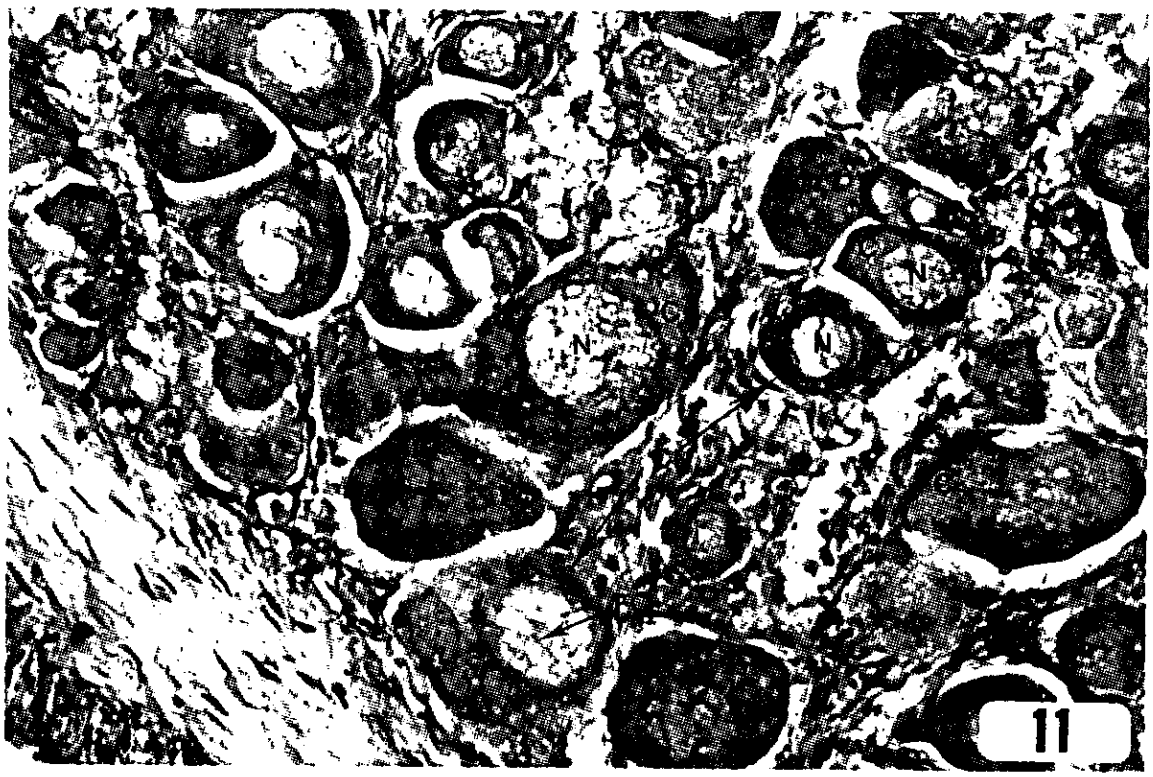
El grosor de la túnica ovárica en promedio es de 88.77 µm y se aprecian las dos capas de músculos que la forman (músculo liso longitudinal y circular). En este estadio solo se observó un tipo de ovocitos, denominados cromatina nucleolo (CN), en esta fase, el diámetro de los ovocitos fue de 44.26 µm. Otras características que los distinguen a estos ovocitos son el tamaño pequeño con apariencia irregular, contienen poco citoplasma (C) fuertemente basófilo dispuesto en forma homogénea, el núcleo (N) es grande y esférico, dentro de este se observan nucleolos (n) y fibras de cromatina (FC). En la periferia del ovocito se encuentran en contacto las futuras células foliculares y aún no se distinguen las envolturas típicas del folículo (Fig. 11).

Figura 10. Corte transversal del ovario de *L. peru*. Se diferencian las dos capas de músculo liso longitudinal (MLL) y circular (MLC) que en conjunto forman la túnica ovárica (TO). Dentro de las lamelas (L), se encuentran los ovocitos (OV) y el tejido conjuntivo (TC). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

Figura 11. Estadios I (inmaduro). Se observan únicamente ovocitos cromatina nucleolo (CN), en los cuales se ve el núcleo (N) grande con fibras de cromatina (FC) y poca cantidad de citoplasma (C). Este estadio se presentó en todas las estaciones del año. Técnica tricrómica de Gallego 200X.



10



11

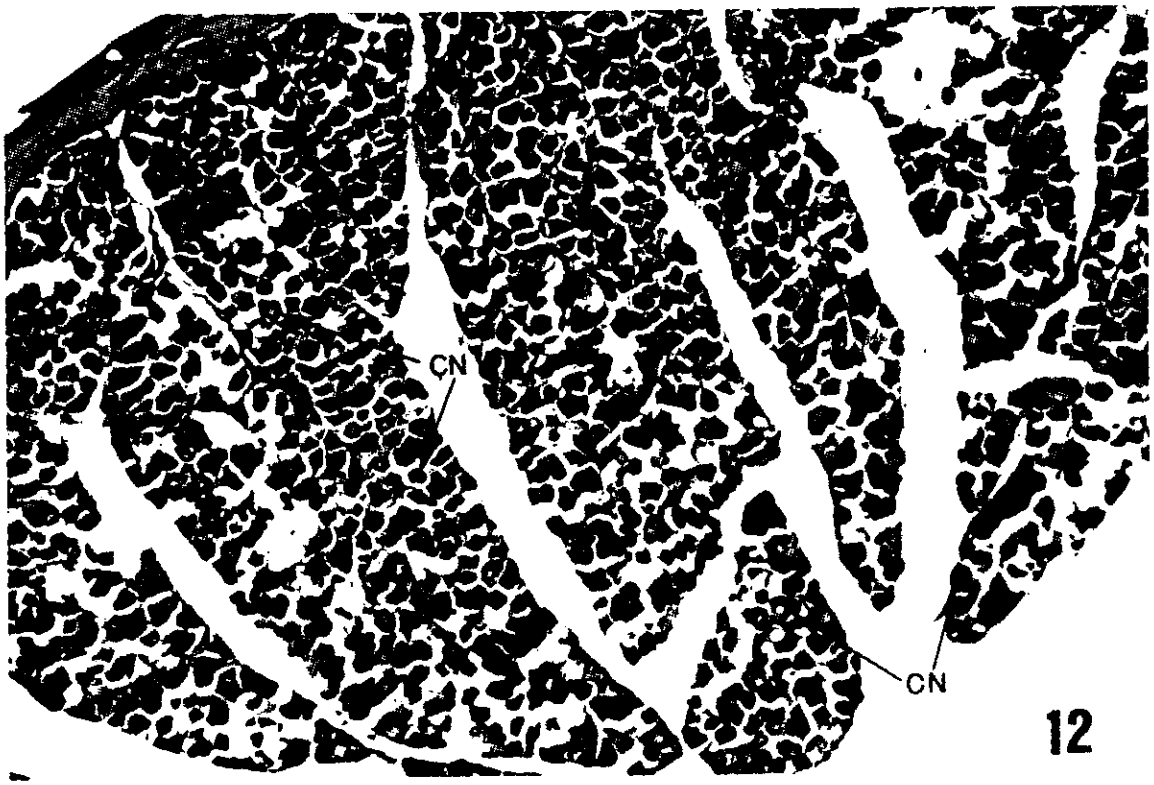
ESTADIO II **(en descanso)**

En algunas gónadas de este estadio, solo se presentó ovocitos cromatina nucleolo (Fig. 12) y en otras se observaron ovocitos en distintos grados de desarrollo (Fig. 13).

La túnica del ovario presentó un grosor de 187.61 μm en promedio; los ovocitos cromatina nucleolo (CN) con diámetro promedio de 48.16 μm similares a los descritos en el estadio anterior; los ovocitos en perinucleolo (OP) con 92.12 μm de diámetro en promedio, en los cuales los nucleolos se encuentran en contacto con la envoltura nuclear, el citoplasma es homogéneo y menos basófilo en comparación con los ovocitos cromatina nucleolo. En cuanto a las células foliculares, no se aprecian bien diferenciadas, solo en algunas partes se observan los núcleos de las células foliculares; los ovocitos en la fase vesículas de vitelo (VV) midieron 137.15 μm de diámetro, los nucleolos se observan en la periferia del núcleo pero en menor cantidad que en la fase anterior, en el citoplasma se presentan vesículas vitelinas, donde se define el inicio del vitelo primario; los ovocitos en vitelogénesis primaria (VP) presentaron un diámetro promedio de 184.63 μm, el núcleo presenta material acidófilo que consta de finos filamentos dispuestos regularmente, se distinguen varios nucleolos, el citoplasma es menos basófilo y en él se observa la aparición de algunos glóbulos de vitelo, lo que significa que inicia la formación del vitelo secundario; los ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS) midieron en promedio 307.21 μm de diámetro, se aprecian algunos nucleolos, el citoplasma se encuentra tapizado de gránulos de vitelo (vitelo secundario) esféricos (eosinófilos), inmediatamente por fuera del ovocito se encuentra una zona radiada muy delgada la cual presentó un grosor promedio de 9.75 μm, en algunos ovocitos se observan las células foliculares. Por lo regular las células foliculares y la zona radiada se presentaron bien definidas desde ovocitos con vesículas de vitelo hasta ovocitos en vitelogénesis secundaria. Además se encontraron algunos ovocitos atrésicos (A), los cuales se caracterizan por mostrar desarreglo celular en donde, las células foliculares y la zona radiada se introducen en el ovocito y el vitelo se reabsorbe (Fig. 13).

Figura 12. Estadio II (en descanso). Se observaron ovocitos cromatina nucleolo (CN). Este estadio se observó en las estaciones de verano, otoño e invierno. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

Figura 13. Estadio II (en descanso). Se observa ovocitos en diferentes fases de desarrollo: ovocitos cromatina nucleolo (CN), ovocitos en perinucleolo (OP), en vitelogénesis primaria (VP), y vitelogénesis secundaria (VS) y algunos ovocitos atrésicos (A). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.



12

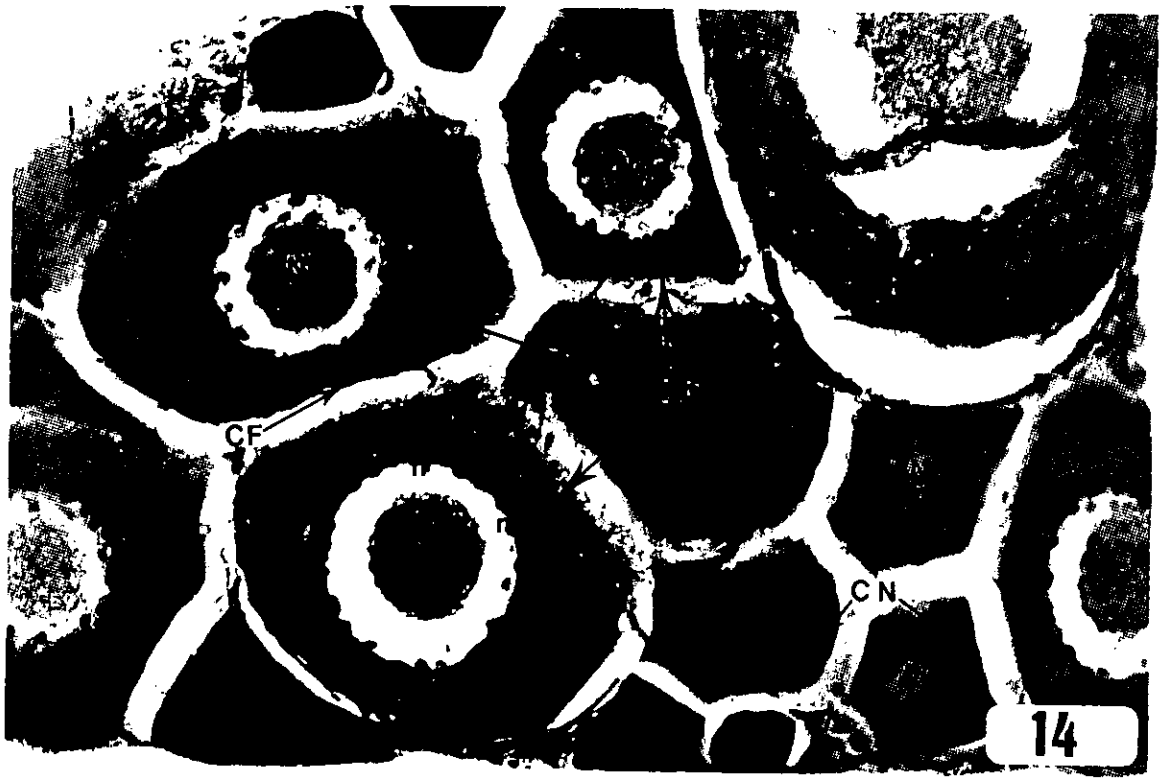
13

ESTADIO III **(en maduración)**

El grosor de la túnica del ovario midió en promedio 215.61μm. En este estadio se observaron la mayoría de las fases de desarrollo de los ovocitos como los describen Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984). Los ovocitos cromatina nucleolo (CN) presentaron diámetro de 59.19 μm, se observan en poca cantidad en comparación con los anteriores estadios; también se observaron ovocitos en perinucleolo (OP) 107.12 μm de diámetro (Fig. 14). La mayoría de los ovocitos que se presentaron fueron: los ovocitos con vesículas de vitelo (VV) que presentaron en promedio un diámetro de 158.54 μm; los ovocitos en vitelogénesis primaria (VP) presentaron diámetro de 198.35 μm en promedio (Fig. 15); los ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS) de 328.42 μm (Fig. 16); ovocitos en vitelogénesis terciaria (VT) midieron 320.66 μm de diámetro, se presentan algunas vesículas de vitelo y en algunas zonas se ve que algunos glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar (Fig. 17); los ovocitos maduros (M) midieron 306.18 μm de diámetro en promedio, no se aprecia el núcleo, se observan algunas vesículas vitelinas y los glóbulos de vitelo se encuentran totalmente fusionados (Fig. 18). Los ovocitos maduros se encuentran en el centro del ovario. Las células foliculares (CF) se observan, en una capa monoestratificada, los núcleos de estas células son pequeños y ovoides, la cromatina es escasa y dispuesta principalmente en la periferia; la zona radiada (ZR) tiene aspecto estriado debido a la presencia de canalículos que la atraviesan, esta zona se ve clara, en promedio presentó un grosor de 11.18 μm, además se observan los góbulos de vitelo (GV) los cuales forman en su totalidad el citoplasma del ovocito durante la fase de vitelogénesis secundaria (Fig. 19).

Figura 14. Estadio III (en maduración). Se observan ovocitos cromatina nucleolo (CN) en el interior del núcleo (N) se encuentran los nucleolos (n); también se localizaron ovocitos en perinucleolo (OP) con nucleolos bien definidos en la periferia del núcleo y algunas células foliculares (CF) rodeando al ovocito. Este estadio se presentó en la estación de otoño. Técnica H-E 200X.

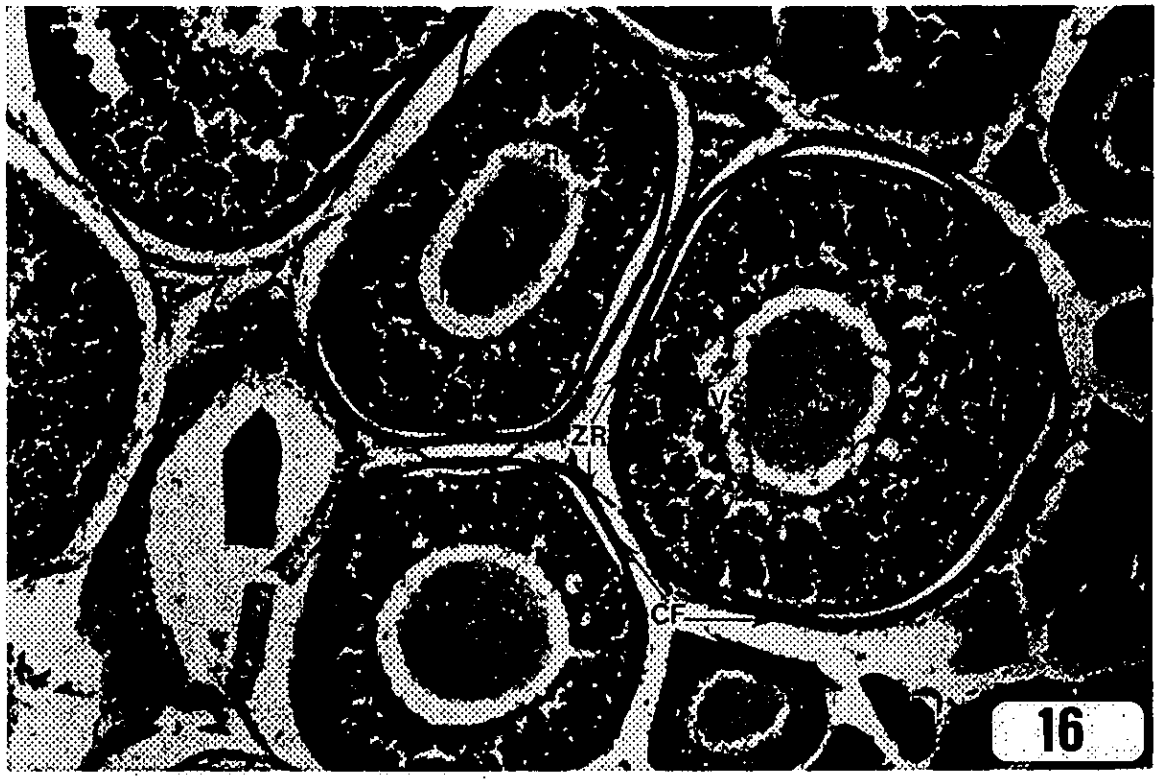
Figura 15. Estadio III (en maduración). Se observan ovocitos en las fases de vesículas vitelinas (VV) donde se hacen evidentes las vesículas de vitelo y ovocitos en vitelogénesis primaria (VP), que inician la formación de los glóbulos de vitelo (GV); la zona radiada (ZR) y la células foliculares (CF) se empiezan a distinguir. Técnica H-E 78.7X.


CF
CN
14

VP
15

Figura 16. Estadio III (en maduración). En los ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS) hay un gran acumulo de glóbulos de vitelo (GV), se localizan algunos nucleolos (n) en la periferia del núcleo (N), y se distingue la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). H-E 78.7X.

Figura 17. Estadio III (en maduración). Ovocitos en vitelogénesis terciaría (VT), los glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar en el centro, aún se distingue el núcleo (N) , la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.


VT
ZR
CF
16

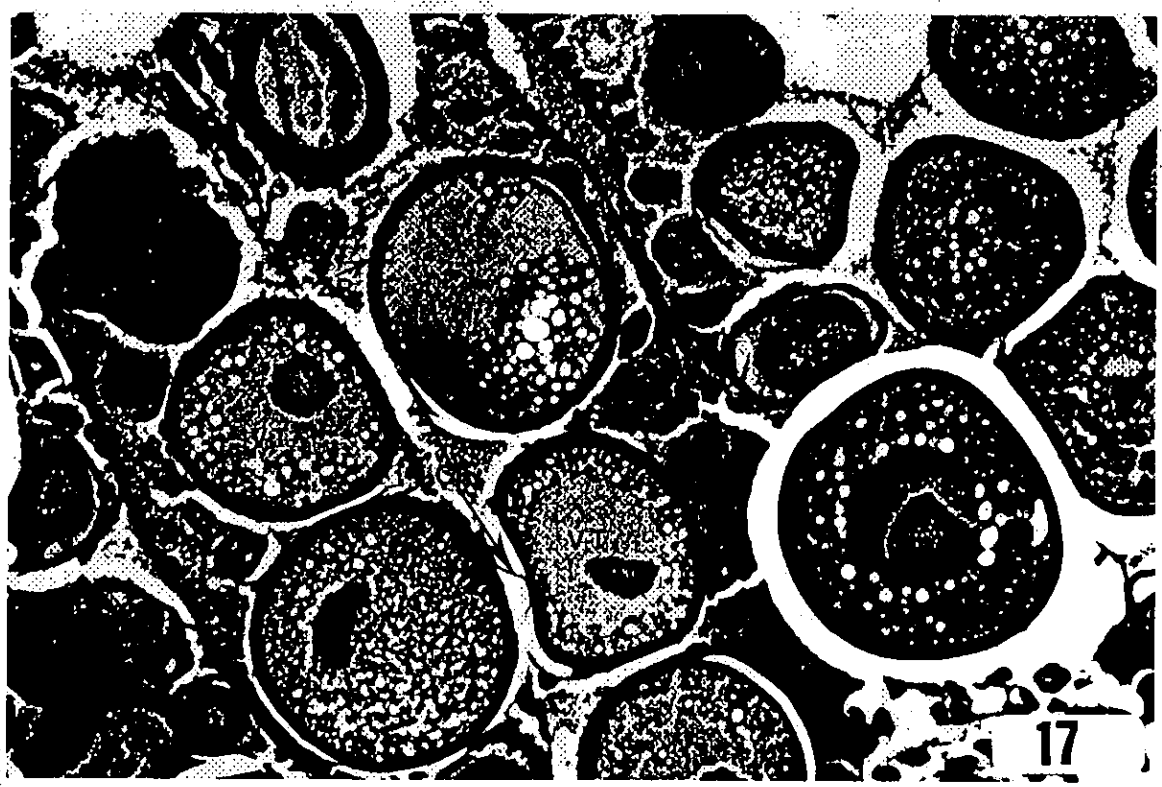
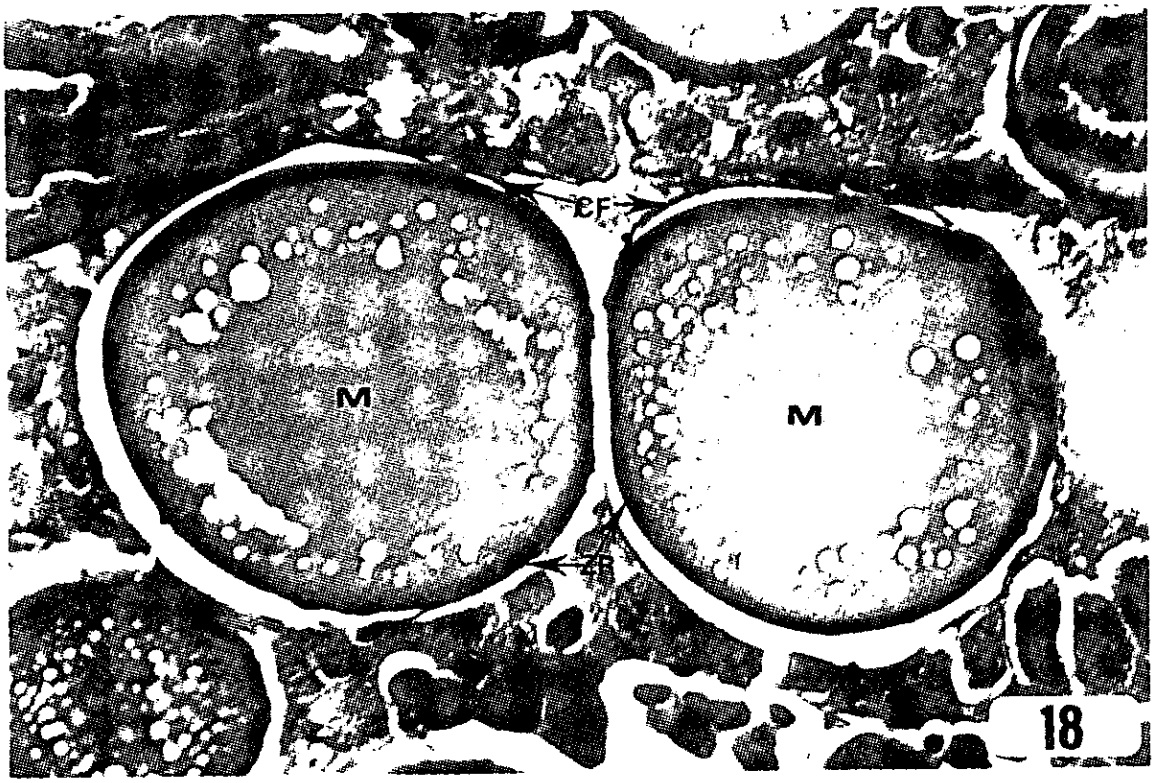
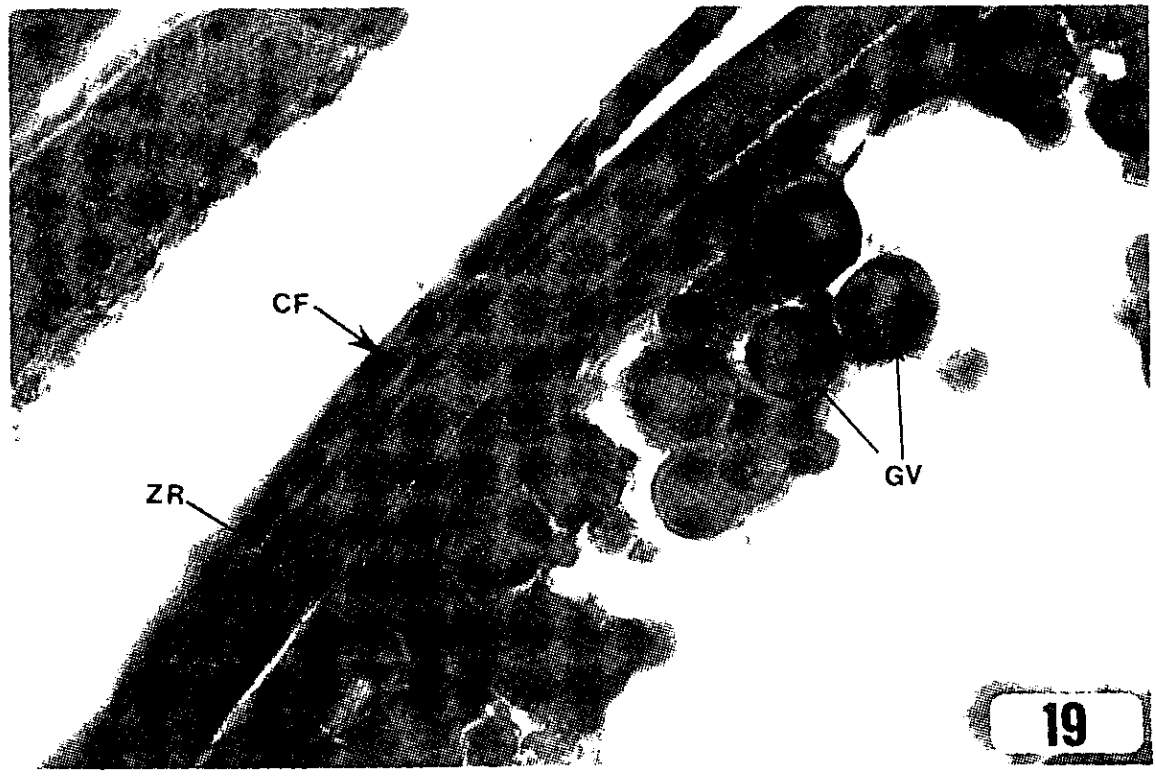

VT
17

Figura 18. Estadio III (en maduración). Los ovocitos maduros (M) presentan los glóbulos de vitelo fusionados y algunas vesículas de vitelo, son visibles la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X.

Figura 19. Acercamiento de las células foliculares (CF) y la zona radiada (ZR) que se observaron desde ovocitos con vesículas vitelinas hasta ovocitos maduros. Además en esta figura, se observan los glóbulos de vitelo (GV). Técnica de H-E 500X.


CF
M
M
18


CF
ZR
GV
19

ESTADIO V **(en reproducción)**

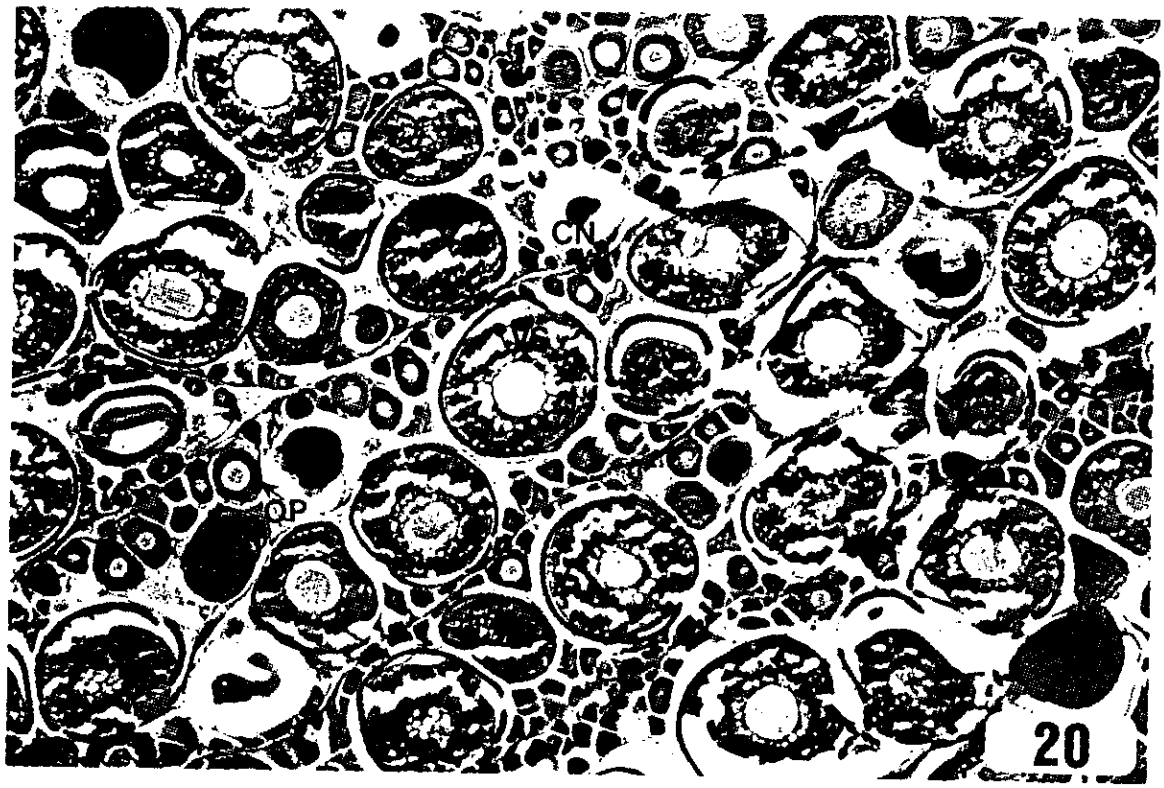
La túnica del ovario en promedio midió 216.51 μm de grosor. Los ovocitos cromatina nucleolo (CN) presentaron 73.16 μm de diámetro en promedio; los ovocitos en perinucleolo (OP) presentaron en promedio diámetro de 136.56 μm; los ovocitos en la fase de vesículas vitelinas (VV) 184.75 μm; los ovocitos en vitelogénesis primaria (VP) presentaron diámetro de 251.07 μm en promedio; en vitelogénesis secundaria (VS) de 381.58 μm de diámetro y fueron los que más abundaron (Fig. 20); los ovocitos en vitelogénesis terciaría (VT) midieron 380.38 μm de diámetro y por último los ovocitos maduros (M) 369.95 μm de diámetro (Fig. 21); la zona radiada de los ovocitos fue de 10μm y también se observan las células foliculares, cabe señalar que en las últimas dos fases de desarrollo de los ovocitos no se aprecian estas dos estructuras claramente como en las fases anteriores.

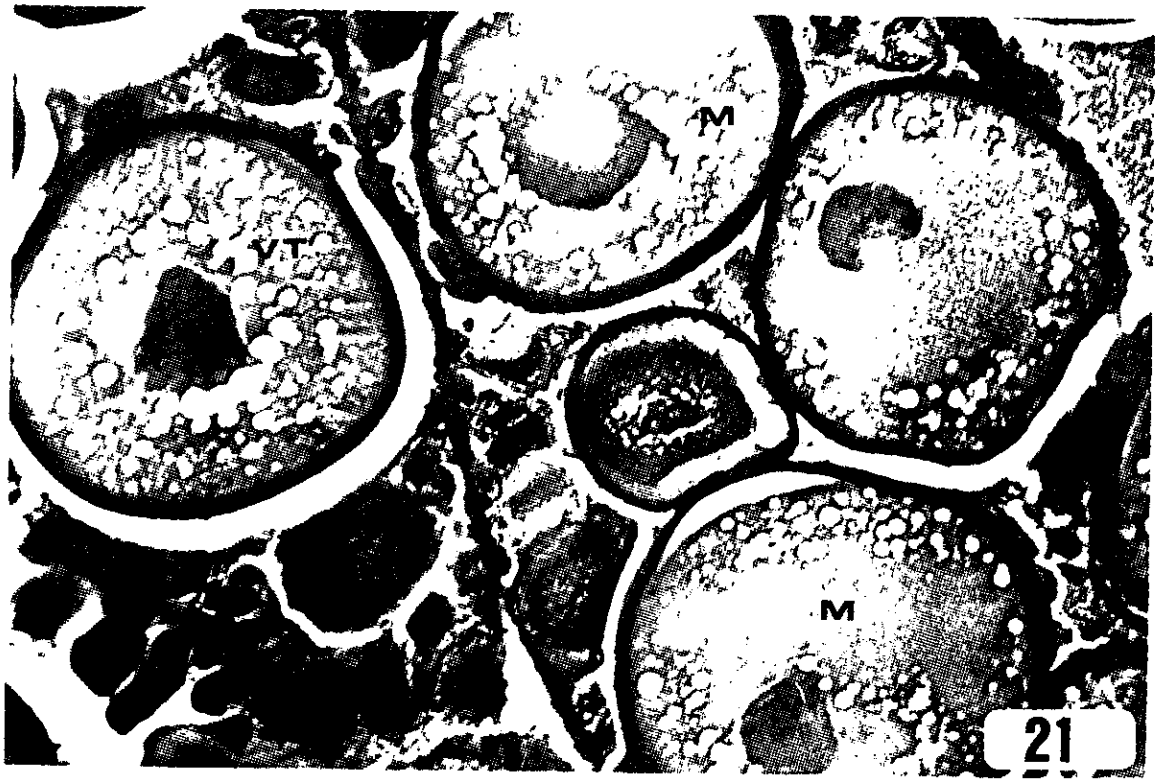
DIAMETRO DE LOS OVOCITOS Y GROSOR DE LA TUNICA OVARICA Y ZONA RADIADA DE *Lutjanus peru*

En el proceso de la vitelogénesis los ovocitos aumentan de tamaño según van pasando por las distintas fases de desarrollo. En el presente trabajo se observó que mientras más grande es la gónada, el diámetro de los ovocitos también se incrementa (Fig. 22). Se observó que en el estadio I solo se presentaron ovocitos cromatina nucleolo con promedio de 44.26 μm, en el estadio II se presentaron ovocitos desde cromatina nucleolo hasta ovocitos en vitelogénesis secundaria, llegando a medir los primeros 48.16 μm y los últimos 307.21 μm, aplicando el ANDEVA en este estadio, se observó diferencia significativa en las 5 fases de desarrollo de los ovocitos (Cuadro 4). Los ovarios del estadio III presentaron las 7 fases de desarrollo de los ovocitos, que incluyen desde ovocitos cromatina nucleolo hasta los maduros, llegando a presentar promedios de 59.19 μm a 306.18 μm. Sin embargo el promedio máximo (328.42 μm) se presentó en los ovocitos en vitelogénesis secundaria, el ANDEVA indicó que había diferencia significativa entre los distintos diámetros de los ovocitos. 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, el intervalo que se presento en los promedios fueron de 73.16 μm a 381.58μm, no representado este valor a los ovocitos maduros, también se presentó diferencia significativa con el ANDEVA entre los ovocitos de este estadio.

Figura 20. Estadio V (en reproducción). Panorámica del desarrollo ovárico, note los ovocitos en diferente fases de desarrollo, ovocitos cromatina nucleolo (CN), ovocitos en perinucleolo (OP), ovocitos en vesículas vitelinas (VV), ovocitos en vitelogénesis primaria (VP) y ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS). Este estadio se encontró solo en la estación de otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

Figura 21. Estadio V (en reproducción). Ovocitos en vitelogénesis terciaria (VT) y ovocitos maduros (M). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X.


CN
OP
20


M
VT
M
21

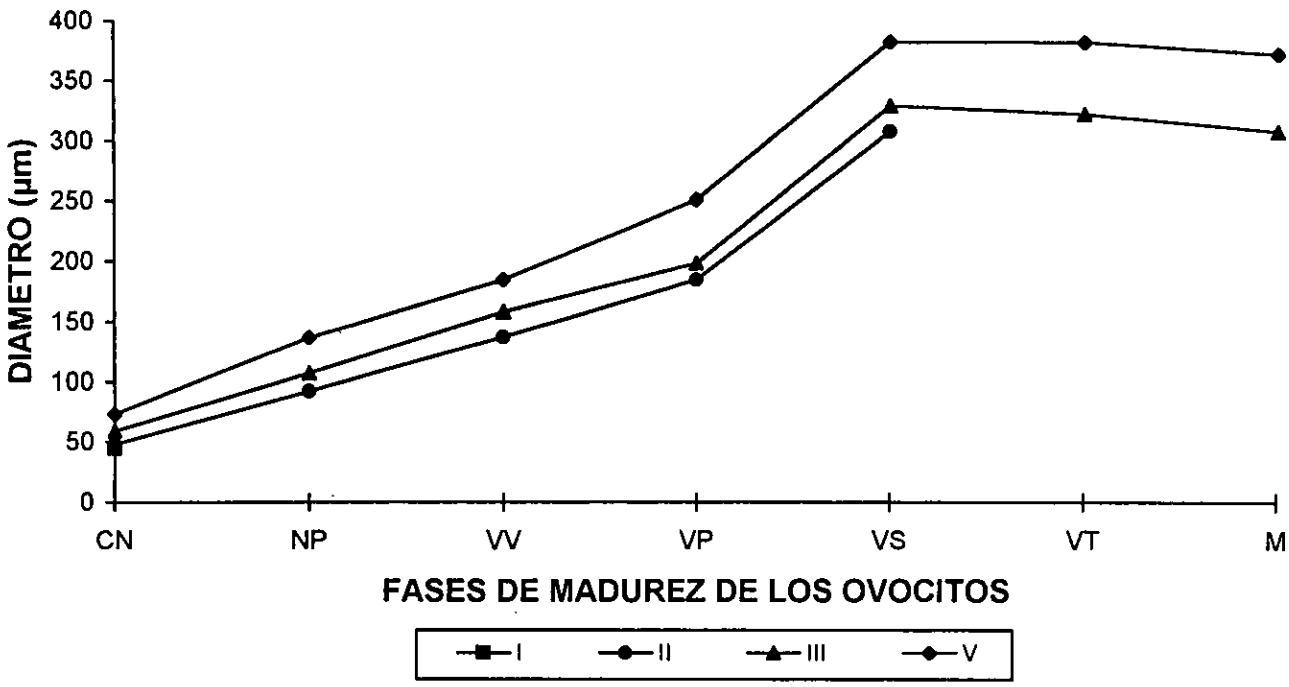


Figura 22. Diámetro de los ovocitos en las distintas fases de desarrollo para los diferentes estadios de madurez gonádica.
CN=cromatina nucleolo, OP=perinucleolo,VV=vesículas vitelinas,VP=vitelogénesis primaria, VS=vitelogénesis secundaria, VT=vitelogénesis terciaria, M=maduro

Cuadro 4. Comparación de medias ($\bar{x}$) en el diámetro de distintos ovocitos, en cada uno de los estadios de madurez gonádica mediante la prueba de comparación múltiple de Tukye.

	OVOCITOS EN FASE DE CROMATINA NUCLEOLO		OVOCITOS EN FASE DE PERINUCLEOLO		OVOCITOS EN FASE DE VESICULAS DE VITELO		OVOCITOS EN FASE DE VITELOGENESIS PRIMARIA	
ESTADIO	No.	$\bar{x}$(µm)	No.	$\bar{x}$(µm)	No.	$\bar{x}$(µm)	No.	$\bar{x}$(µm)
I	170	44.26 A						
II	100	48.16 A	50	92.12 B	50	137.15 B	50	184.63 A
III	100	59.19 B	50	107.12 B	50	158.54 B	50	198.35 A
V	100	73.16 B	50	136.56 B	50	184.75 B	50	251.07 B

	OVOCITOS EN FASE DE VITELOGENESIS SECUNDARIA		OVOCITOS EN FASE DE VITELOGENESIS TERCIARIA		OVOCITOS EN FASE DE MADURACION	
ESTADIO	No.	$\bar{x}$(µm)	No.	$\bar{x}$(µm)	No.	$\bar{x}$(µm)
I						
II	50	307.21 A				
III	50	328.42 A	30	320.66 B	30	303.13 B
V	50	381.58 B	30	380.38 B	30	369.95 B

No=tamaño de la muestra
A=no diferencia
B=diferencia

El diámetro promedio del total de ovocitos que se obtuvo en cada uno de los estadios de madurez gonádica se incrementa según madura la gónada (Fig. 23a). El promedio mínimo se presentó en los ovocitos del estadio I y el promedio máximo en el estadio V, el ANDEVA dio como resultado diferencia significativa en los distintos estadios $F_{(3,1186)}=115.86$; $p<0.001$; $\alpha=0.05$ (Cuadro 5), la túnica del ovario también incrementa su grosor a medida que la gónada va creciendo, los datos obtenidos reflejan lo anterior, así el valor mínimo se presentó en el estadio I y el valor máximo se observo en el estadio V (Fig. 23b). De acuerdo al ANDEVA , la diferencia es estadísticamente significativa $F_{(3,296)}=62.96$; $p<0.001$; $\alpha=0.05$ (Cuadro 5). En el grosor de la zona radiada se observaron promedios semejantes en los tres diferentes estadios (Fig. 23c) y por lo tanto el resultado del ANDEVA no fue significativo $F_{(2,56)}=2.64$; $p>0.188$; $\alpha=0.05$.

Cuadro 5. Comparación de medias ($\bar{x}$) en el grosor de la túnica ovárica y la zona radiada de los estadios de madurez mediante la prueba de comparación multiple de Tukey.

	TUNICA OVARICA			ZONA RADIADA		
ESTADIO	No.	$\bar{x}$(µm)		No.	$\bar{x}$(µm)	
I	100	88.77	B			
II	100	187.61	A	30	9.75	A
III	50	215.61	A	30	11.96	A
V	50	216.51	A	30	10.01	A

No=tamaño de la muestra
A=no diferencia
B=diferencia

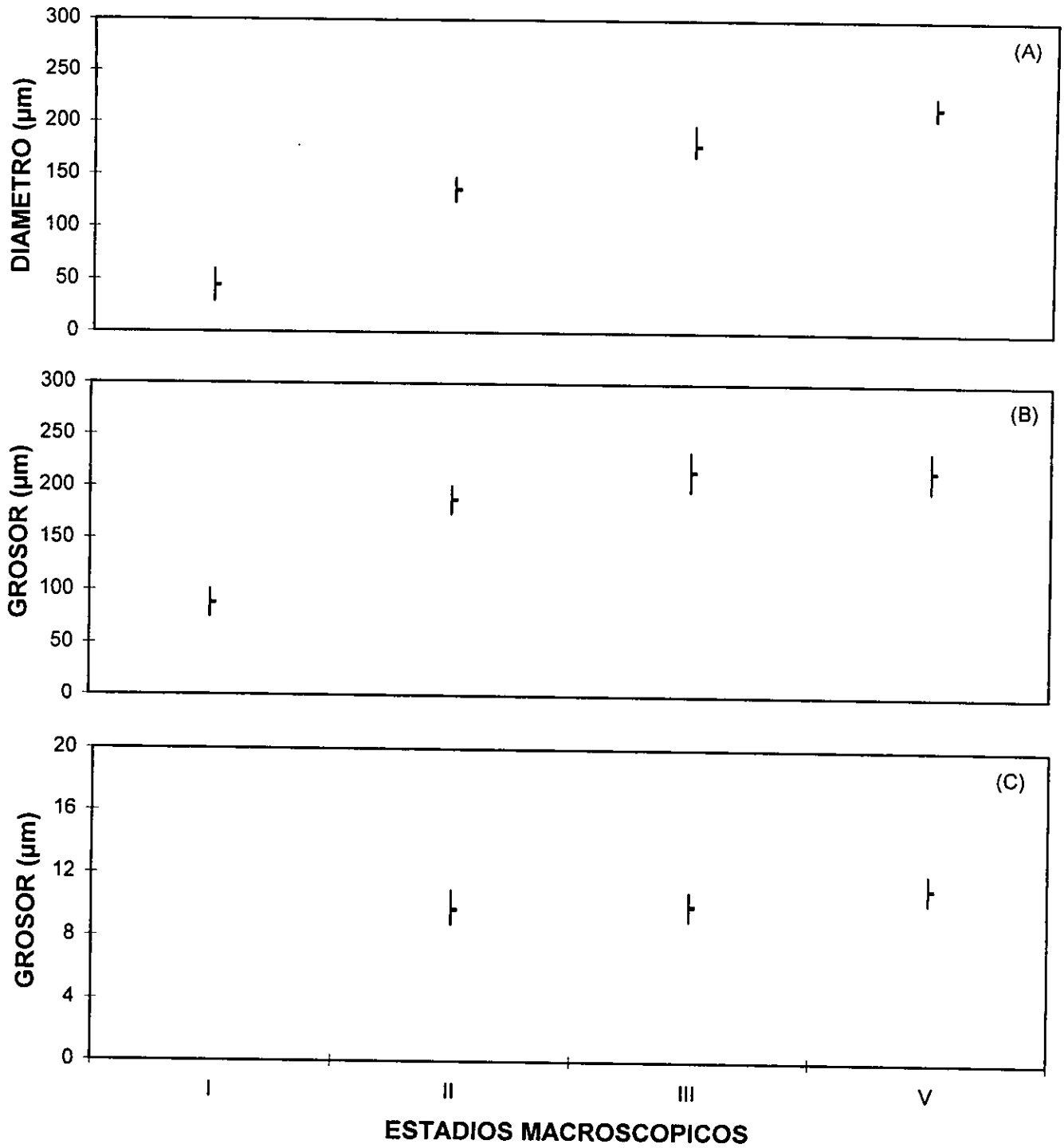


Figura 23. Variación en cada uno de los estadios de madurez gonádica en: A) diámetro de los ovocitos, B) grosor de la túnica ovárica y C) grosor de la zona radiada.

Con relación al número o porcentaje de ovocitos en cada uno de los estadios de madurez gonádica, se determinó que en el estadio I el 100% fueron ovocitos inmaduros o llamados cromatina nucleolo (CN). En el estadio II, el porcentaje en la fase 1 disminuye representando el 63.8% del total de ovocitos, esto se debe principalmente a que los ovocitos entran en un proceso de desarrollo y así las siguientes fases están representadas por un porcentaje menor al de los ovocitos inmaduros. En los estadios III y V, se observa todo el proceso de la ovogénesis, aunque las fases inmaduras del desarrollo de los ovocitos están representas por el mayor porcentaje, a la vez, un porcentaje considerable esta formado por ovocitos en proceso de maduración (fases vitelogénesis secundaria, vitelogénesis terciaria y ovocitos maduros) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de las diferentes fases de ovocitos encontrados en cada uno de los estadios de madurez gonádica.

		ESTADIOS MACROSCOPICOS			
		I	II	III	V
F	1	100	63.8	43.7	22.4
A	2		18.2	5.3	15.1
S	3		4.6	7.1	11.6
E	4		3.9	7.1	8.6
S	5		9.5	15.8	31.1
	6			10.5	6.1
	7			10.5	5.1

FASES=Fases microscópicas de los ovocitos

DESCRIPCION MACROSCOPICA DEL TESTICULO DE *Lutjanus peru*

Los testículos al igual que los ovarios se localizan ventralmente y adheridos a la vejiga natatoria, los testículos se unen al orificio urogenital, son del mismo tamaño y la coloración que se observa en todos los estadios de madurez es blanca, aunque en algunas ocasiones es un blanca nacarada, la cual, se observa principalmente en los estadios de mayor desarrollo. La textura del testiculo es lisa en todos los estadios de maduración. En un corte transversal, se puede apreciar una forma básica de triángulo o de corazón. También se presenta la grasa adherida al testículo y el límite entre uno y otro (grasa y testículo) en ocasiones es difícil de determinar, principalmente en los organismos que presentan gónadas inmaduras (Fig. 24).

Figura 24. Testículo de *L. peru*.

ESTADIO I **(inmaduro)**

Los machos en este estadio presentaron en promedio longitud patrón de 22.3 cm y peso eviscerado de 310.5 g. Los testículos midieron en promedio 5.3 cm, pesaron 0.3 g y el volumen fue de 0.3 cm^3. Los testículos presentaron forma triangular en un corte transversal, el color es blanco y presenta gran cantidad de grasa alrededor, cuando se coloca en el fijador (formol al 10% neutro), la gónada se puede distinguir fácilmente de la grasa, ya que el testículo presenta un color

blanquecino y la grasa tiende a tomar un color amarillento. Este estadio se presentó a lo largo del año de muestreo (Fig. 25a) (Cuadro 7).

ESTADIO II **(en descanso)**

En este estadio los machos en promedio midieron y pesaron 31.6 cm y 961.2 g. Los valores promedios de longitud, peso y volumen de los testículos fueron 6.7 cm, 2.2 g y 1.9 cm^3, respectivamente. Presentaron coloración blanca, forma triangular en un corte transversal y la grasa adherida se presenta en menor cantidad en comparación con el estadio anterior. Se observó este estadio en las temporadas de verano y otoño (Fig. 25b) (Cuadro 7).

ESTADIO III **(en maduración)**

Los machos en promedio midieron 35.1 cm y 1,017.5 g de peso. Los valores de longitud peso y volumen de los órganos reproductores se incrementan, obteniéndose valores promedios de 9.1 cm, 14.4 g y 18.5 cm^3. La forma de las gónadas es triangular, de color blanco y se observa poca grasa adherida a estos. Este estadio se presentó en las estaciones de verano y otoño (Fig. 25c) (Cuadro 7).

ESTADIO V **(en reproducción)**

La longitud y el peso de los organismos fueron 49.2 cm y 2,600.1 g respectivamente. Se observaron testículos muy grandes y las tres mediciones se incrementaron considerablemente, lograron doblar los valores del estadio anterior. Longitud de 14.9 cm, peso de 76.8 g y volumen de 69.9 cm^3. La forma del testículo es triangular y en ocasiones se observan algunos pliegues, el color es blanco nacarado y la grasa que se observaba en los estadios anteriores desaparece quedando solo el tejido que los une con la vejiga natatoria. Solo en la temporada de otoño se observo este estadio (Fig. 25d) (Cuadro 7).

ESTADIO VI **(después de la espermiación)**

Este estadio solo se observó en machos. La talla y el peso promedio registrados fueron 42.7 cm y 1,828.7 g. Los testículos se observaron casi del mismo tamaño, peso y volumen que los del estadio II. Los valores obtenidos fueron 8.2 cm de longitud, 4.5 g de peso y 2.9 cm^3 de

volumen. La forma es triangular, el color es blanco y se presentó poca grasa adherida. En el otoño solamente se presentó este estadio (Fig. 25e) (Cuadro 7).

Figura 25. Estadios macroscópicos del testículo de *L. peru*. a) inmaduro, b) en descanso, c) en maduración, d) en reproducción y e) después de la espermiación.

Cuadro 7. Características macroscópicas y promedios morfométricos de los testículos en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru*.

	ORGANISMO		TESTICULO				
ESTADIO	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Volúmen (cm^3)	Color	Forma
I	22.3	310.5	5.3	0.3	0.3	Blanco	Triángulo
II	31.6	961.2	6.7	2.2	1.9	Blanco	Triángulo
III	35.1	1,017.5	9.1	14.4	18.5	Blanco	Triángulo
V	49.3	2,600.1	14.9	76.8	69.9	Blanco	Triángulo
VI	42.7	1,828.7	8.2	4.5	2.9	Blanco	Triángulo

DESCRIPCION MICROSCOPICA DEL TESTICULO DE *Lutjanus peru*

En el testículo de *L. peru* se observó una membrana que lo rodea, esta es la túnica albugínea (TA), la cual esta formada por tejido conjuntivo que contiene fibras de colagena y vasos sanguíneos. Hacia el centro de la gónada se distinguen septos de tejido intersticial (TI) que forma los lóbulos y dentro de éstos se observan los cistos (Ci), en los cuales, se lleva acabo la espermatogénesis. Cuando se forman los espermatozoides, estos son liberados a la luz o centro del lóbulo y posteriormente migran hacia el conducto principal en donde se concentran en grandes cantidades. Por las distribución que presentan los cistos en el interior de los testículos este presenta un patrón de organización de tipo lobular (Fig. 26).

ESTADIO I **(inmaduro)**

En los testículos de este estadio la túnica albugínea es muy delgada. El tejido intersticial se encuentra en gran cantidad en todo el testículo, en la parte media de la gónada este tejido forma los lóbulos y en la parte central del órgano el tejido intersticial es más grueso que posteriormente forma los conductos principales en donde se concentraran los espermatozoides. Dentro de los lóbulos se ubican los cistos, los cuales se observan en pocas cantidades (Fig. 27).

ESTADIO II **(en descanso)**

En este estadio la túnica albugínea (TA) se engruesa y en promedio midió 17.09 μm. En la parte media y central de la gónada se observa que la cantidad de tejido intersticial (TI) disminuye en comparación con el estadio anterior, además los lóbulos se ven delimitados por el mismo tejido (Fig. 28). Los cistos que se localizan dentro de los lóbulos presentan diferentes células de la línea germinal en diferenciación, por sus características histológicas son tres tipos celulares los que se distinguen, los espermatocitos primarios(EP), secundarios (ES) y espermátidas (ED), además se observan grupos de espermatozoides (EZ) en la luz de los lóbulos y en el conducto principal (Fig. 29).

Figura 26. Corte transversal del testículo de *L. peru*. Se diferencia la túnica albugínea (TA), en el interior de los lóbulos los cistos (Ci) y tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 200X.

Figura 27. Estadio I (inmaduro). Se observan algunos cistos (Ci) y el tejido intersticial (TI). La túnica albugínea es delgada. Este estadio se presentó durante todas las estaciones del año. Técnica tricrómica de Gallego 78X.

Ci
Ci
Ci
Ci
TI
26

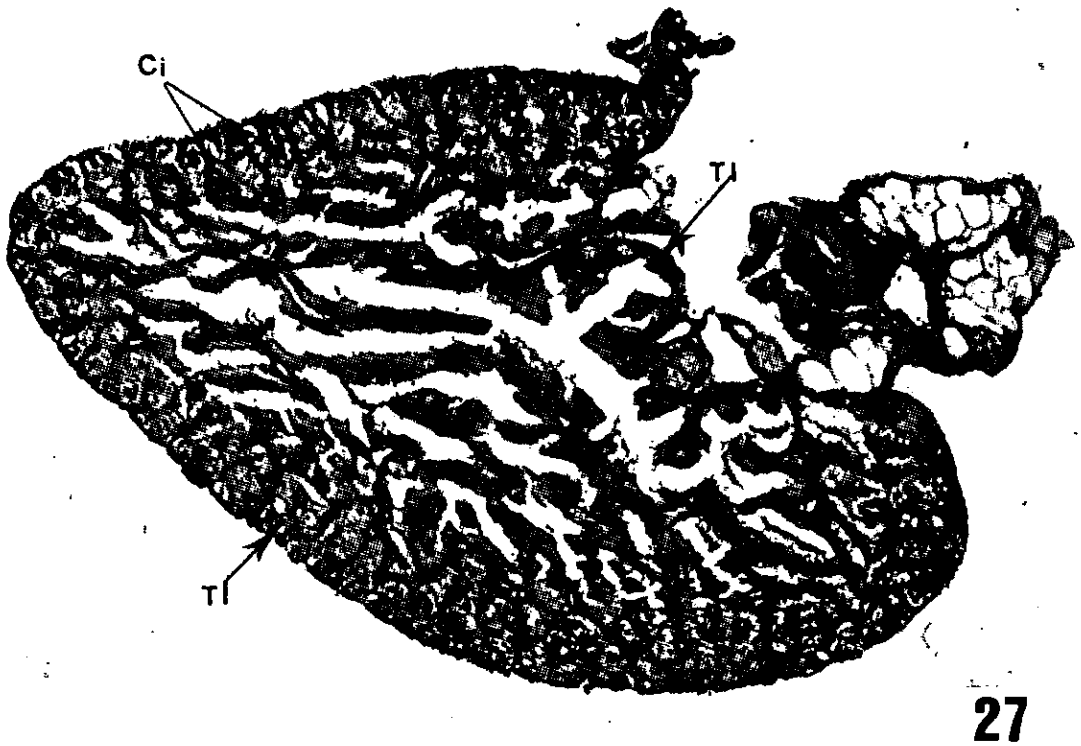
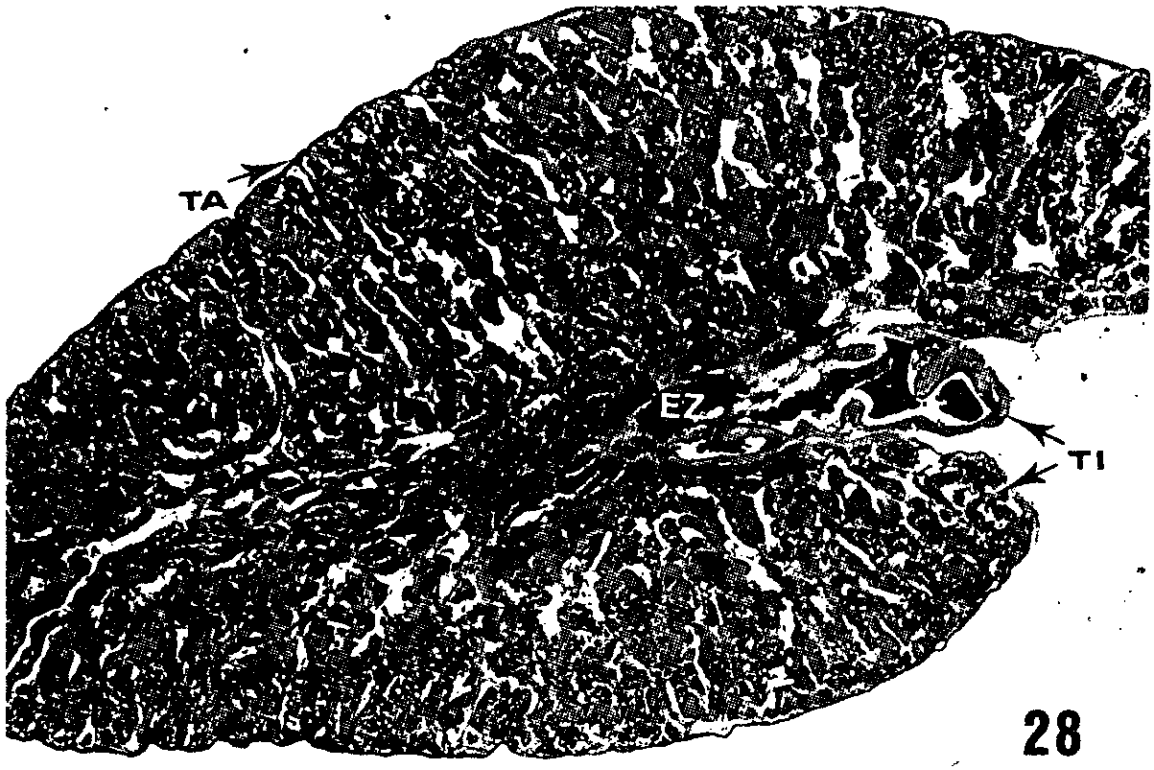

Ci
TI
TI
27

Figura 28. Estadio II (en descanso). Se observa la túnica albugínea (TA), algunos lóbulos con cistos en su interior en diferentes fases de desarrollo espermatogenético, tejido intersticial (TI) que limita los cistos y los túbulos principales en donde se concentran los espermatozoides (EZ). Este estadio se observó en verano y otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

Figura 29. Estadio II (en descanso). Acercamiento de los lóbulos, se aprecia tejido intersticial (TI), grupos de cistos (Ci) en distintas fase de desarrollo, espermatocitos primarios (EP), secundarios (ES) y espermátidas (ED), en el centro de los lóbulos se observan algunos espermatozoides (EZ). Técnica tricrómica de Gallego 200X.



28

29

ESTADIO III **(en maduración)**

El promedio en el grosor de la túnica albugínea en este estadio fue el máximo registrado en los distintos estadios de madurez gonádica, llegando casi a triplicar al del estadio anterior (45.02 μm). El tejido intersticial se encuentra distribuido igual que en el estadio anterior. En los lóbulos se presenta el proceso de la espermatogénesis, en donde se observan grupos de células en diferente grado de desarrollo, espermatocitos primarios, secundarios y espermátidas, en el centro de los lóbulos y en el conducto principal (Fig. 30). En algunas muestras, se observaron espermatozoides y algunas espermatogonias.

ESTADIO V **(en reproducción)**

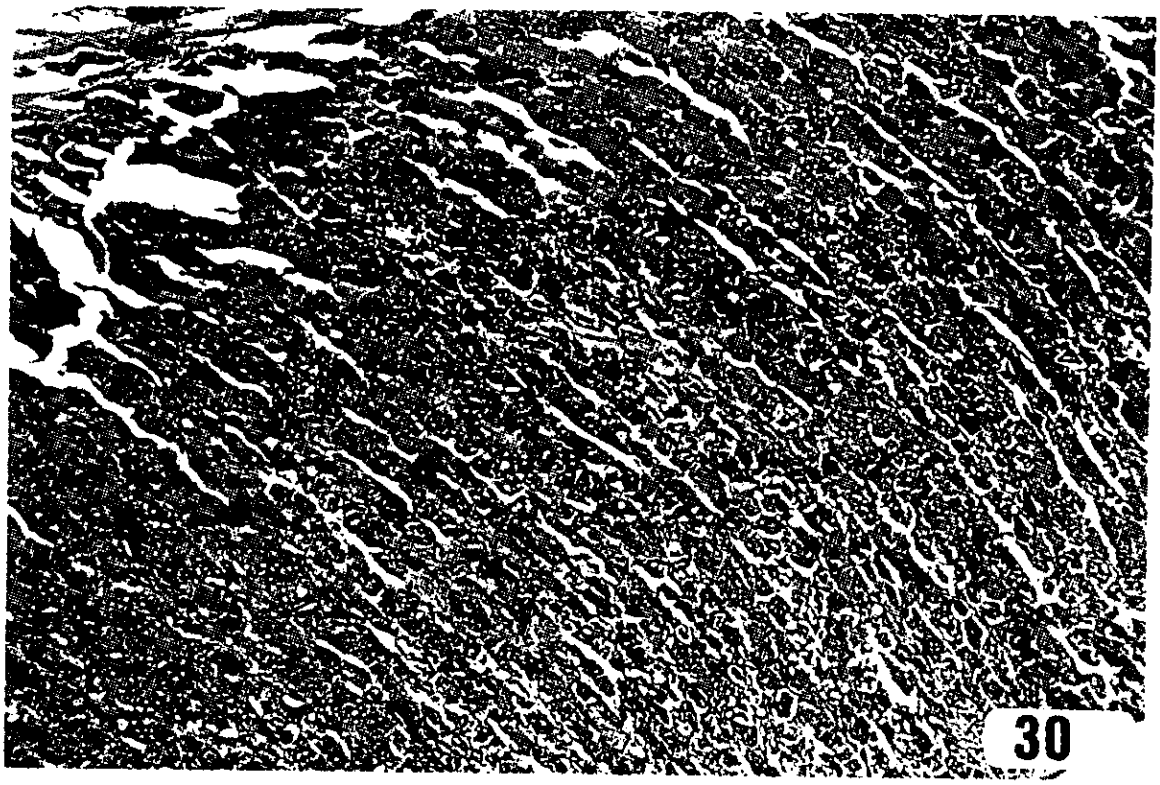
El grosor de la túnica albugínea en promedio midió 43.12 μm. La cantidad y arreglo del tejido intersticial sigue igual como se presentó en los estadios anteriores. Este tejido limita los lóbulos en donde se observan cistos en diferente grado de desarrollo celular, algunos cistos se encuentran vacíos (CV), lo que significa que los espermatozoides (EZ) migraron primero al centro del lóbulo (Fig. 31) y posteriormente se dirigieron hacia los conductos principales, en donde se concentran en grandes cantidades (Fig. 32).

ESTADIO VI **(después de la espermiación)**

El promedio del grosor de la túnica albugínea (TA) en este estadio fue de 38.19 μm. En la parte media de la gónada la cantidad de tejido intersticial es poca en comparación al que se observa en la parte central. Los lóbulos, presentan poco desarrollo celular y en los conductos principales la cantidad de espermatozoides (EZ) se ve reducida considerablemente (Fig. 33). Se observan espermatogonias y se distinguen algunos cistos.

Figura 30. Estadio III (en maduración). Panorámica del testículo en donde se aprecian los cistos con diferente desarrollo. Este estadio se presentó en otoño. Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

Figura 31. Estadio V (en reproducción). Acercamiento en donde se observan la túnica albugínea (TA), los lóbulos con cistos que presentan distintas fases de desarrollo: espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES) y espermátidas (ED), además hay cistos vacíos (CV). Este estadio se presentó solo en la estación de otoño. Técnica tricrómica de Gallego 200X.

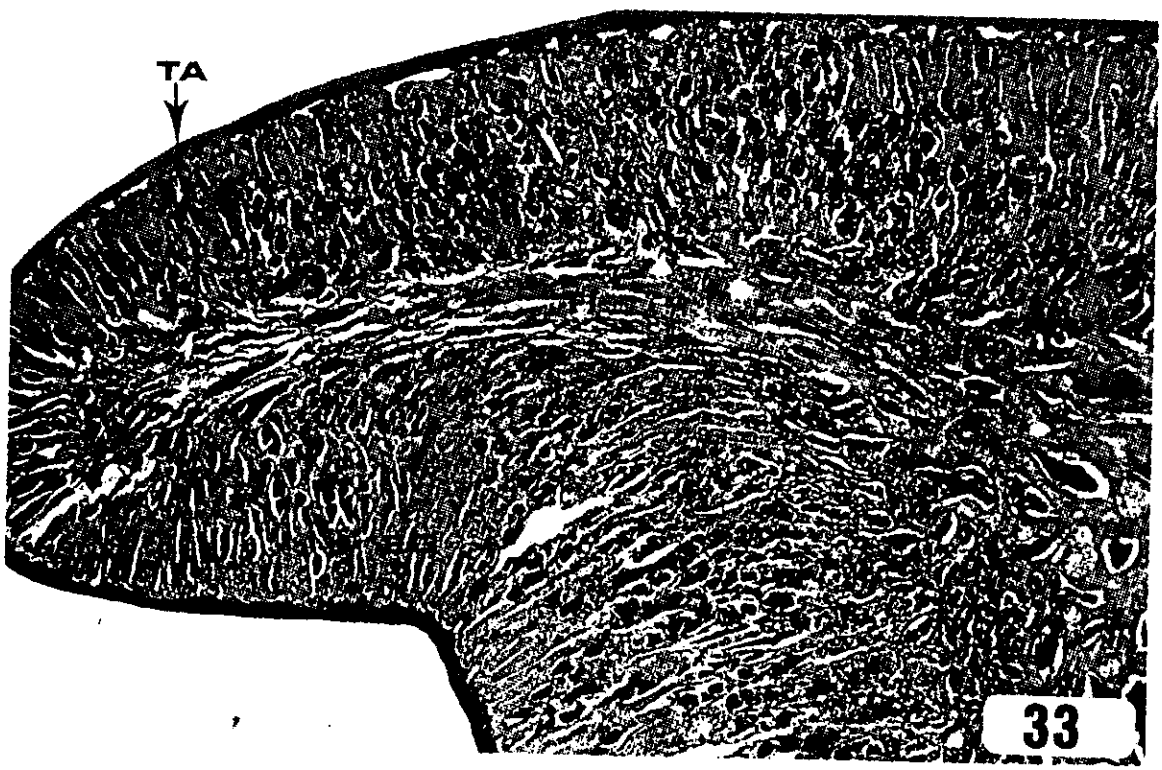

30

ED
OV
31

Figura 32. Estadio V (en reproducción). El centro del testículo esta lleno solo de espermatozoides (EZ) y presentó poco tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 78.7X.

Figura 33. Estadio VI (después de la espermiación). Se observa la túnica albugínea (TA), espermatogonias (EG) y en el centro del testículo se observan espermatozoides (EZ) y tejido intersticial (TI). Técnica tricrómica de Gallego 31.2X.

EZ
32


TA
33

GROSOR DE LA TUNICA ALBUGINEA DE *Lutjanus peru*

El grosor máximo (44.62 µm) se observó en el estadio III y el mínimo (17.16 µm) en el estadio II (Fig. 34), al aplicar el ANDEVA entre los estadios de madurez, se observa que hay diferencia significativa entre estos $F_{(3,176)}=78.03$; $p<0.001$; $\alpha=0.05$. Esta diferencia es provocada por el estadio II ya que hay una gran diferencia (mas del doble) entre los promedios de los estadios II y III. Posterior a esto, los tres siguientes estadios no presentan diferencia entre los promedios, aunque hay un descenso en el estadio VI, este no llega a ser significativo (Cuadro 8).

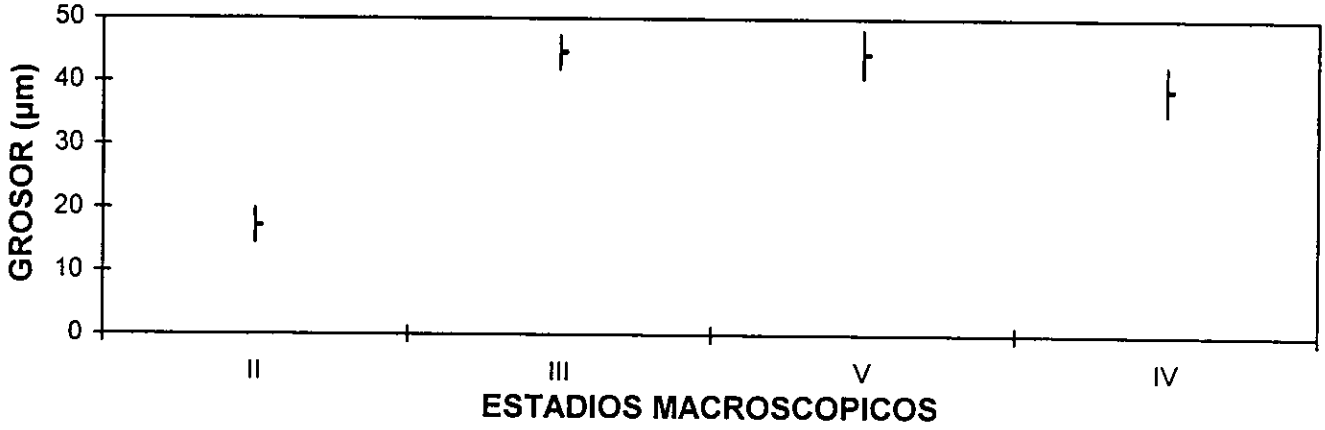


Figura 34. Grosor de la túnica albugínea en cada uno de los estadios de madurez gonádica de *L. peru*.

Cuadro 8. Comparación de medias ($\bar{x}$) para el grosor de la túnica albugínea en cada uno de los estadios de madurez mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey.

	TUNICA ALBUGINEA		
ESTADIO	No.	$\bar{x}$(µm)	
II	60	17.09	B
III	60	45.02	A
V	30	43.12	A
VI	30	38.19	A

No. numero
A=no diferencia
B=diferencia

TALLA DE MADUREZ GONADICA

El análisis entre la longitud del cuerpo y los estadios de madurez gonádica en cada una de las estaciones del año, se observó, que el intervalo de tallas fue mayor que 15 cm y menor que 48 cm. Estacionalmente, en el verano se presentó los tres primeros estadio de madurez (inmaduros, en descanso y en maduración) en las tallas de 15 a 36 cm, en el otoño las tallas se incrementan (intervalo de 15 a 48) y también el grado de madurez de las gónadas, se encuentran organismos desde inmaduros (estadio I) hasta después de la espermiación (estadio VI), en invierno las tallas disminuyen (intervalo de 18 a 39) y también el grado de madurez de las gónadas, se observa solo los estadios I (inmaduros) y II (en descanso) pero este último se representó en tallas grandes y por último en la primavera (intervalo de 15 a 36) se encontraron solo organismos en estadio I (inmaduros) (Fig. 35). La relación entre los estadios macroscópicos de madurez gonádica, las tallas y las características microscópicas observadas en cada estadio, se puede decir que la talla a la que alcanza la madurez los huachinangos capturados comercialmente esta en un promedio de 33 cm de longitud patrón para hembras y 30 cm para machos.

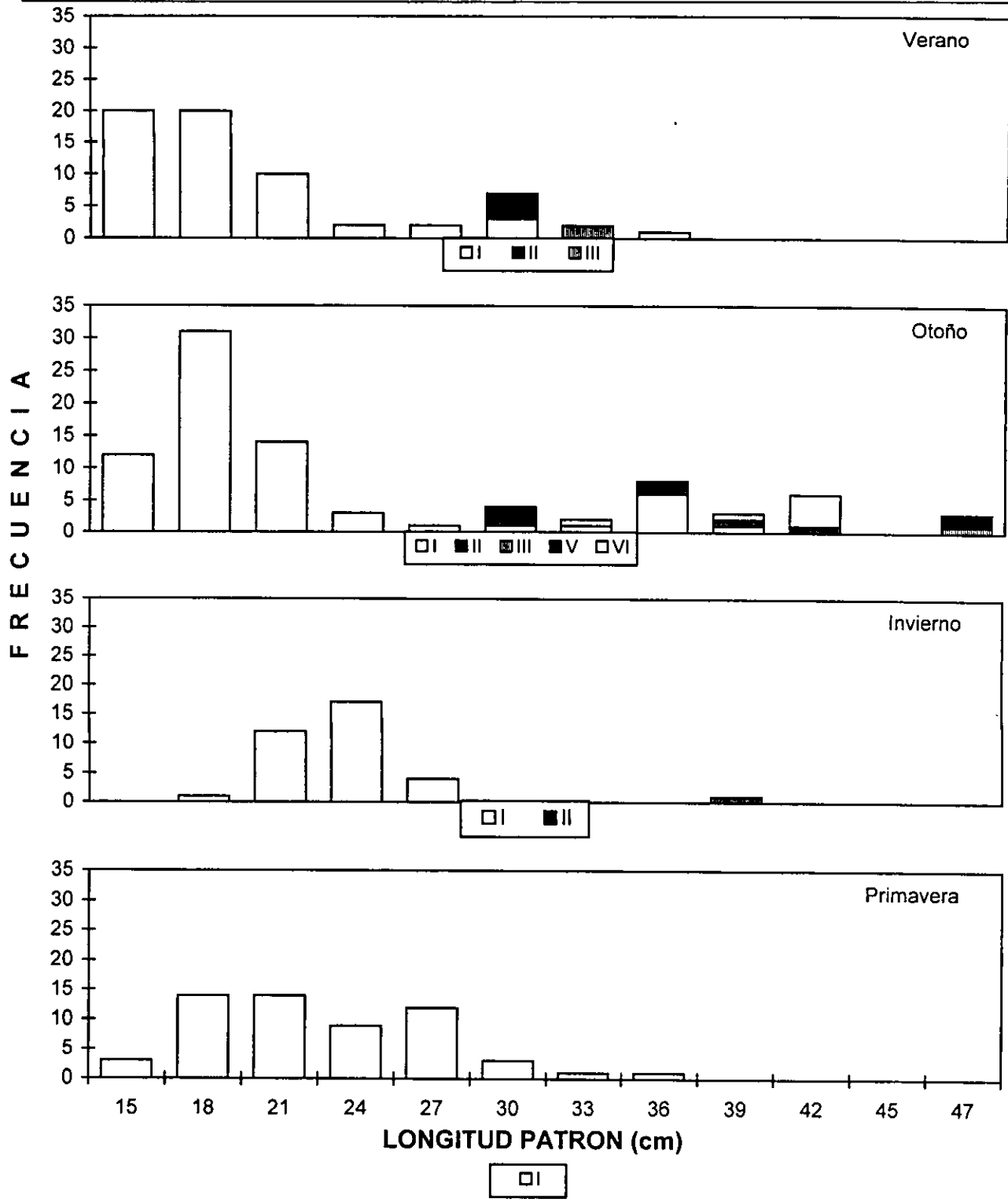


Figura 35. Distribución estacional de la frecuencia de tallas y estadios de madurez gonádica en el total de organismos muestreados de la captura comercial en la costa sur de Jalisco.
I=inmaduro, II=en descanso, III=en maduración, IV=maduro, V=en reproducción y VI=desovado o después de la espermiación.

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, los huachinangos muestreados de la pesca comercial presentaron tallas mayores a los 15 cm de longitud patrón y en todos los individuos fue posible diferenciar el sexo. Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1997), con la especie *L. peru* de Guerrero, pudieron diferenciar el sexo en organismos de 13.9 cm de longitud de la horquilla, esta talla es menor a la observada en este trabajo, corresponde aproximadamente a 12 cm de longitud patrón, sin embargo, se desconoce si en individuos que alcanzan la talla de 12 cm se pueden distinguir el sexo, ya que en este trabajo el arte de pesca empleado capturó únicamente organismos mayores a los 15 cm.

Uno de los factores importantes en la reproducción es el porcentaje de hembras y machos que conforman la población y en este estudio la proporción de sexos que se encontró de *L. peru* en la costa sur de Jalisco fue de 1:1 hembra por macho. Este resultado fue observado por otros autores, por ejemplo, Reyna-Trujillo (1993), en un estudio realizado para *L. peru* en Baja California Sur. Mientras que Cruz-Romero, *et al.* (1991), para la misma especie en las costas de Colima encontraron una proporción de 1:0.68. Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1997), encontraron un mayor número de hembras que de machos (2.35:1) para la especie *L. peru* en la costa de Guerrro. A su vez Wright *et al.* (1986), en la especie *L. bohar* localizado en la isla Tigar (Nueva Guinea), encontraron una proporción de 1.3:1 hembras por machos. Mientras, que Manickchand (1987), en *L. synagris* en Trinidad, no encontró diferencia en la proporción sexual. Algunos autores como Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1997), mencionan que la diferencia en la proporción de sexos puede deberse a que en algunos casos las hembras tienen mayor supervivencia que los machos o a las diferencias que existen en la distribución y hábitat que prefiere cada sexo.

Algunos autores han mencionado promedios de tallas y pesos en la especie *L. peru* en distintos sitios de muestreo. Aguilar-Salazar (1986) en Michoacán obtuvo un promedio de 23.48 cm de longitud patrón (dichos organismos provinieron de la pesca comercial). Al comparar este promedio con el obtenido en el presente trabajo de 24.5 cm de longitud patrón, se observa que son promedios muy similares, en donde el arte de pesca empleado y las características del

hábitat en las dos entidades son de características semejantes. Madrid-Vera (1990) en Michoacán realizó muestreos con la misma especie, procedente de la pesca comercial, obtuvo talla promedio de 47.0 cm y peso de 312.8 g, comparando los resultados promedios, se puede mencionar que la talla registrada por Madrid-Vera (1990) es diferente al del presente trabajo. Sin embargo, de manera contrastante no sucede lo mismo con el promedio del peso (446.26 del presente trabajo), ya que el promedio que menciona éste autor es menor al del presente trabajo, además, él mide el peso total, por lo tanto, se esperaría que el promedio del peso también fuera mayor al del presente. Por otro lado se esperaría que si la talla es mayor, también el peso lo fuera, la causa de esta diferencia se desconoce.

Los valores mínimo y máximo encontrados tanto en longitud como en peso (15.5 cm a 50 cm y 50 g a 2,600 g) del huachinango en la costa sur del estado de Jalisco, son similares a los intervalos que han encontrado autores como Ruiz *et al.* (1983) en Michoacán que encontraron intervalo de talla de 22.2 cm a 43 cm, Cruz-Romero *et al* (1991) en Colima, obtuvieron intervalos de 10 cm a 58 cm y 29 g a 4,100 g. y Díaz-Uribe (1994) en Baja California Sur de 16.9 cm a 76 cm y de 59 g a 4,000 g. Algunos intervalos son mayores a los de este trabajo, esto debido a la diferencia geográfica o que los muestreos no se hicieron con organismos de procedencia comercial y utilizaron distintos artes de pesca para tener una muestra más diversa.

La población de *L. peru* de la costa sur del estado de Jalisco presenta un tipo de crecimiento isométrico con valor de b (2.95) muy cercano a 3, lo que significa que mientras la longitud (variable independiente) aumenta en orden de magnitud una unidad, el peso (variable dependiente) aumentará tres unidades. Ruiz *et al.* (1983) obtuvieron un valor de b igual a 2.87 para la especie *L. peru.* Wright *et al.* (1986) en otra especie de lutjanido (*L. bohar*) obtuvieron un valor de b igual a 3.01. McPherson *et al.* (1992) encontraron valores cercanos a 3 (3.10, 2.83 y 2.87) para las especies de *L. sebae*, *L. malabaricus* y *L. erythropterus,* respectivamente, además de que estos últimos autores mencionan que el crecimiento es de tipo alométrico positivo (igual a crecimiento isométrico). Para la especie de pargo *Ocyurus chrysurus*, Johnson (1983) menciona que el valor de b es igual a 2.76. El valor de b en este trabajo no difiere a los encontrados para otras especies de la familia Lutjanidae ya que los valores de b oscilaron entre 2.76 y 3.10,

además es bien sabido que la mayoría de las especies de peces presentan un tipo de crecimiento isométrico (Grimes, 1987).

En el presente estudio se obtuvo el índice de fecundidad de *L. peru*, en donde se encontró una amplia diferencia en el número de huevos. En una gónada de 17 g de peso se contaron aproximadamente 32,795 huevos, mientras que en otra gónada que pesó cerca de los 60 g se contabilizó un total de 549,543 huevos, se mencionan los pesos de las gónadas, para tener un punto de referencia de la cantidad de huevos en relación con los pesos de los órganos. González, *et al.* (1979), encontraron una media estimada de 603,225 huevos por hembra en la especie *L. griseus*. Grimes (1987), hace una recopilación de datos de fecundidad en los pargos y observa que hay una gran variación en la cantidad de huevos, encontrando desde 8,170 en la especie *R. aurorubens* en Norte América hasta 9'320,000 en *L. campechanus* al sur de Norte América y el Golfo de México, dichas diferencias están sujetas a un número de variables como el tamaño de los organismos, el grado de desarrollo de la gónada, el peso de la misma, el grado de desarrollo de los huevecillos que son contados, entre otras, además es evidente que existen diferencias intra e interespecificas.

El índice gonadosomático (IGS) se basa en la relación que hay entre el peso de la gónada respecto al peso del organismo y explica el grado de desarrollo de la gónada, ya que éstas alcanzan el máximo valor antes que el organismo expulse las células reproductoras (Rodríguez-Gutiérrez, 1992), además este índice puede ratificar el período de reproducción en algunas especies. El IGS ha sido empleado por varios autores para determinar el periodo de reproducción de algunas especies de lutjanidos. En este trabajo el valor máximo alcanzado en el IGS se presentó en la temporada de otoño (principalmente en el mes de noviembre). Este valor es semejante a los encontrados por otros autores, en donde la mayoría de estos, presentan el máximo punto del IGS en las temporadas de verano y otoño. Grimes y Huntsman (1980) en Carolina del Norte y Sur en *R. aurirubens* dan a conocer valores altos del índice, de abril a mayo (primavera) y en septiembre (verano). Reyna-Trujillo (1993) en Baja California Sur en la especie L. peru menciona que el periodo de reproducción ocurre de julio a septiembre (verano) y Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1995) en Guerrero con L. guttatus se presenta en noviembre (otoño).

En cuanto al índice ponderal, en la temporada de otoño se encontró el punto máximo en hembras y machos, este índice explica principalmente el grado de bienestar que va en relación con el cambio de la corpulencia durante su vida, indicando los puntos máximos ó la época en que los organismos están en el mejor momento para entrar en el período de reproducción (Rodríguez-Gutiérrez, 1992). En algunas ocasiones este índice es utilizado para marcar los posibles periodos de reproducción. Sin embargo, el peso y las características macro y microscópicas de las gónadas pueden dar resultados más certeros que el simple hecho de tomar los datos solo de talla y peso de los organismo, que están considerados en este índice.

Al igual que en muchas especies marinas, *L. peru* presenta un patrón de desarrollo de los ovocitos de tipo asincrónico. Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1997), también observaron que en *L. peru* presentó el tipo de desarrollo asincrónico de los ovocitos. Reyna-Trujillo (1993), en la misma especie en Baja California Sur, menciona textualmente que el desarrollo de los ovocitos es de tipo sincrónico, sin embargo, las fotografías que se presentan en este trabajo se observa claramente que los ovocitos tienen un desarrollo asincrónico. Davis y West (1992) al Noroeste de Australia describen el desarrollo asincrónico en *L. vittus.* Se conoce que la mayoría de los peces óseos presentan desarrollo asincrónico en los ovocitos y principalmente las especies que habitan en áreas tropicales.

La túnica ovárica de *L. peru* no ha sido descrita por otros autores. En este trabajo al igual que en Cerisola (1984) en la especie *Sicyases sanguineus* se observa que el tejido interno de la túnica ovárica penetra a la cavidad del ovario y forma las lamelas en cuyo interior se lleva a cabo el desarrollo de los ovocitos. Aunque González *et al.* (1979) en *L. griseus,* en Cuba, no describe histológicamente la túnica ovárica, menciona que el ovario en esta especie presenta una pared delgada cuyo grosor osciló entre 90 y 310 µm, medidas semejantes a las presentadas en *L. peru* en donde el grosor varió entre 52 y 392 µm.

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 conjuntarse en una sola ya que la única diferencia entre éstas es la cantidad de glóbulos de vitelo que se observan en el interior de los ovocitos. En estas siete fases fue posible observar todo el proceso de ovogénesis. González, *et al.* (1979) encontraron solo 5 fases de madurez de los ovocitos 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) la observaron 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, suponemos que 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, 1995). Cruz-Romero, *et al.* (1991) mencionan que los ovocitos maduros de las especies de pargos estudiados en Colima, presentaron diámetros desde 350 hasta 550 µm, la primera medida es semejante a los promedios obtenidos en el presente trabajo de 303.13 a 369.95 µm (estadio 3 en maduración y 5 en reproducción respectivamente). Cabe señalar que se encontraron ovocitos que no alcanzaron la madurez (vitelogénesis secundaria) y presentaron 381.29 µm de diámetro, el cual fue mayor al de los ovocitos en vitelogénesis terciaria y maduros, esto se debe, a que en esta fases (vitelogénesis secundaria), se presentan espacios vacíos entre los glóbulos de vitelo, debido quizá al procesamiento histológico. Aunque la disminución de estos dos últimos diámetros se consideran como errores, no se descartaron, ya que se conoce muy poco del desarrollo y diámetros promedios de los ovocitos en los huachinangos. Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo se contrastan con los descritos por Cruz-Romero *et al.* (1991) a pesar de que los datos provienen de diferente especie de pargo. Lo anterior se debe considerar con reserva, pero válido, ya que a la fecha no se encontraron estudios de esta clase en *L. peru*.

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 (como espermatogonias, espermatocitos primarios, espermatocitos 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 en sus trabajos son diferentes al género *Lutjanus,* sin embargo al encontrar pocos estudios sobre la histología del testículo estos trabajos se utilizaron como referencia.

La información acerca del testículo, que se describe en el presente estudio es básica y se puede tomar como referencia para siguientes estudios en donde podrá detallarse con mayor precisión y claridad las características de los distintos tipos celulares del testículo en diferentes especies de peces.

En el testículo se encontraron zonas o elementos de tejido conectivo que se dirigen hacia el centro del estroma y lo dividen en varios lóbulos, y cada uno de estos está subdividido en muchos 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. 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 menciona Billard (1986).

Conjuntando las características macroscópicas, microscópicas y los valores del índice gonadosomático del huachinango *L. peru* de la región sur del estado de Jalisco se considera que esta especie se reproduce en el otoño (septiembre-diciembre). Algunos trabajos realizados en el Pacífico Mexicano han encontrado estaciones reproductivas parecidas a la que aquí se señala, Díaz-Uribe (1994) en la especie *L. peru*, en Baja California Sur, observa que la temporada de reproducción ocurre en verano y es cuando arriban los organismos de tallas grandes. Reyna-Trujillo (1993), también en Baja California Sur, concluye que los huachinangos se reproducen de julio a septiembre, aunque histológicamente no identificó ovocitos maduros. Cruz-Romero, *et al.* (1991) para la especie *L. peru* en la costa de Colima, dan a conocer que el período de reproducción es entre agosto-septiembre, pues encontraron hembras con ovocitos en fase de maduración (IV) y reproducción (V). Santamaría-Miranda y Rojas-Herrera (1995) observaron que *L. peru* se reproduce en noviembre en las aguas de Guerrero. Al parecer los huachinangos del Pacífico de México se reproducen entre los meses de julio a diciembre. Sin embargo, no se puede descartar que se presenten periodos cortos reproductivos fuera de estos meses, ya que el tipo de reproducción en los Lutjanidos es continua a lo largo del año (Grimes, 1987). Además se

conoce que las especies tropicales tienen periodos largos de reproducción por la gran cantidad de alimento disponible a lo largo del año, aunque, se pueden encontrar temporadas en donde una gran cantidad de organismos presenten características reproductoras.

En cuanto a la talla que presentan los huachinangos cuando logran la madurez gonádica, en el presente trabajo se observó que los machos alcanzan primero la madurez que las hembras, esto es, en promedio a los 30 cm de longitud patrón los machos presentaron gónadas maduras, mientras que las hembras a los 33 cm. Díaz-Uribe (1994), en la especie *L. peru*, en las bahías de La Paz y la Ventana, en Baja California Sur, encontró tallas en adultos de 25 cm a 80 cm de LT y los juveniles de 15 cm a 40 cm de LT, se observó un traslape bastante grande en las tallas entre estas dos etapas; el autor identificó a los organismos juveniles y adultos únicamente con características morfocromáticas que presentaron las gónadas según la escala empírica de Nikolsky (1963). Sin embargo, es necesario que en algunas ocasiones se investiguen las características microscópicas de las gónadas, ya que en ocasiones se observan individuos de tallas grandes con gónadas pequeñas y viceversa y la histología puede ayudar a identificar folículos pos-ovulatorios, los cuales indican que dichos organismos ya se reprodujeron. A pesar de las diferencias geográficas Wright, *et al.* (1986) observaron que las hembras de *L. bohar* en Nueva Guinea, alcanzan la madurez sexual a los 37 cm de longitud furcal (LF) y la mayoría de éstas son sexualmente maduras a los 45 cm de LF. La primera talla es semejante a la encontrada en el presente trabajo para las hembras. En este trabajo la madurez sexual se registró en tallas menores en los machos que en las hembras, esta misma observación fue hecha por Manickchand (1987) en *L. synagris* de Trinidad, quien menciona que en los machos alcanzaron la madurez sexual cerca de los 25 cm de longitud total (LT), mientras que las hembras la alcanzaron a los 31 cm de LT. También señala que la talla en donde se observan gran número de machos y hembras maduras, presentan tallas entre los 37 y 41 cm de longitud total respectivamente. Este autor menciona que además de que los machos maduran primero que las hembras, estos al parecer crecen mas rápido alcanzando la talla óptima para reproducirse.

CONCLUSIONES

La proporción entre hembras y machos de huachinangos capturados comercialmente al sur de la costa de Jalisco fue de 1:1.

Las longitudes patrones y los pesos eviscerados promedios en la pesca comercial de huachinango fue de 24.5 cm y 446.26 g para el total de organismos, y los promedios para cada sexo fue de 24.12 cm y 438.12 g para los machos y 24.91 cm y 455.32 g para las hembras.

La relación funcional entre la longitud patrón y el peso eviscerado de la población de *Lutjanus peru*, reflejó el tipo de crecimiento isométrico, con un valor de b cercano a 3 y basado en los altos valores de los coeficientes de regresión y de determinación.

Con base en la clasificación macroscópica de desarrollo gonadal descrita por Nikolski (1963), se identificaron 4 estadios (I, II, III, V) de madurez gonádica para las hembras y 5 estadios (I, II, III, V, VI) para los machos de *L. peru*.

El estadio I (inmaduros) se presentó en las cuatro estaciones del año tanto en hembras como en machos. El estadio II (en descanso) se presentó en verano, otoño e invierno. El estadio III (en maduración) se presentó en verano y otoño. Y el estadio V en ambos sexos y el estadio VI solo en machos se presentaron en otoño.

Tomando en cuenta las clasificaciones del desarrollo de los ovocitos de Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984) , se observó el proceso de ovogénesis en siete fases diferentes de crecimiento de los ovocitos, y de la atresia ovárica.

Los intervalos en los diámetros promedios de los ovocitos en distintas fases de desarrollo fueron: Cromatina nucleolo de 44.3 y 73.2 µm, Perinucleolo de 92.1 a 136.6 µm, Vesículas de vitelo de 137.2 a 184.8 µm, Vitelogénesis primaria de 184.6 a 251.1, Vitelogénesis secundaria de 307.2 a 381.6 µm, Vitelogénesis terciaria de 320.6 a 380.3 µm y Maduros de 303.1 a 369.95 µm.

Los promedios obtenidos de la túnica ovárica en los diferentes estadios fueron: 88.7 µm en el estadio I, 187.6 µm en el estadio II, 215.6 µm en el estadio III y 216.5 µm en el estadio V.

El tipo de desarrollo de los ovocitos de *L. peru* es asincrónico.

El arreglo interno del testículo es de tipo lobular, en cuyo interior se agrupan los cistos en donde se observa el proceso de la espermatogénesis. Los espermatozoides son liberados en el centro del lóbulo y posteriormente migran al conducto principal.

Se identificaron espermatogonias, espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios, espermatidas y espermatozoides.

Los promedios obtenidos de los grosores de la túnica albugínea en los distintos estadios de madurez fueron: 17.09 µm en el estadio II, 45.02 µm en el estadio III, 43.12 µm en el estadio V y 38.19 µm en el estadio VI.

Los ovarios y testículos muestreados en otoño presentaron características histológicas de maduración, los ovocitos maduros y espermatozoides se concentraron en el centro de la gónada.

Con el trabajo histológico, los promedios obtenidos en el índice gonadosomático e índice ponderal, se concluye , que la población de *L. peru* (huachinango) que se distribuye en la costa sur de Jalisco, se reproduce durante la temporada de otoño y específicamente en el mes de noviembre cuando se encontró gónadas en etapas reproductoras.

La talla de madurez encontrada al sur de la costa de Jalisco fue de 33 cm de longitud patrón para las hembras y 30 cm para los machos. Además con esto se concluye que los machos maduran primero que las hembras.

Los promedios de talla patrón tanto de hembras (24.91 cm) como de machos (24.12) capturados comercialmente, están por debajo de la talla de madurez sexual.

RECOMENDACION

La mayoría de los lutjanidos pueden medir hasta 100 cm de longitud total (Allen, 1995). En lo que concierne a *L. peru* es una especie que llega a presentar dicha longitud, por las tallas encontradas en este trabajo y las que presentan otros autores como Cruz-Romero, *et al.* (1991) y Díaz-Uribe (1994) esta especie esta siendo capturada en los primeros años de su vida por los lugareños, motivo por el cual es necesario dar a conocer principalmente en las cooperativas pesqueras los resultados obtenidos en los trabajos en donde se muestrearon muchos organismos inmaduros tanto hembras como machos. Cruz-Romero, *et al.* (1991) también mencionan que el 62% de los lutjanidos colectados presentaron una talla menor a la encontrada para peces en su primera madurez gonádica. Las tallas de madurez que se presentan en este trabajo superan al promedio total obtenido (24.5 cm), esto equivale, a que gran parte de las tallas, principalmente las comerciales (platilleras) están por debajo de la talla mínima de madurez o en otras palabras, los organismos no alcanzan a reproducirse por lo menos una vez antes de ser capturados.

La talla y peso óptimos, que afectarían en menor grado a la población de huachinangos capturados comercialmente, serían aquellas que presentan tallas mayores a los 30 y 33 cm, ya que son estas las tallas en donde se observaron características reproductoras.

El periodo en que se recomienda la explotación de la especie, sería de enero a septiembre y dejar de capturar organismos en los meses de octubre a diciembre, dejando un margen más amplio al encontrado en este trabajo.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Salazar, F.A. 1986. Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico Mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) por el método de lectura de escamas. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 70pp.

Allen, G.R. 1987. Synopsis of the circuntropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae). *In*: Tropical snappers and grupers. Biology and Fisheries management. Edited by J.J. Polovina and S. Ralston. Westview Press/Boulder and London. 2:33-88.

Allen, G.R. 1995. Lutjanidos (Peces oseos). En: Guía FAO para la identificación de peces Pacífico Centro-Oriental. Vol. III, Vertebrados parte 2. Editado por Fischer, W., I. Krupp, W. Schueider, C. Somer, K.E. Carpenter, V.H. Niem. 1231-1244.

Anderson, W.D. 1987. Systematics of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes:Percoidei) the snappers. *In*: Tropical snappers and grupers. Biology and Fisheries management. Edited by . J.J. Polovina and S. Ralston. Westview Press/Boulder and London. 1:1-32.

Arnold, C.R., J.M. Wakeman, T.D. Williams and G.D. Treece. 1978. Spawning of red snapper (*Lutnajus campechanus*) in captivity. Aquaculture. 15:301-302.

Braekevelt, C.R. and D.B. McMillard. 1967. Cyclic changes in ovary of the broock stickleback *Eucalia incostans* (Kirtland). J. Morph. 123:373-396.

Billard, R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. Reprod. Nutr. Develop. 26(4):877-920.

Carrillo, M. 1987. Reproducción en acuicultura. CAICYT. Madrid. 321p.

Castro, C.F. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las zonas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Depto. de Pesca. México INP. Serie Científica 19:298.

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.

Collins, L.A., J.H. Finucane and L.E. Barger. 1980. Description of larval and juvenile red snapper, *Lutjanus campechanus*. Fish. Bull. 77:965-974.

Croker, R.A. 1962. Growth and food of the gray snapper, *Lutjanus griseus* in Everglades National Park. Trans. Am. Fish. Soc. 91:379-383.

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 de Investigación. 118pp.

Damas, T., N. Millares, M. Borrero y E. González. 1979. Fecundidad de biajaiba (*Lutjanus synagris*, Linnaeus 1758). Rev. Cub. Inv. Pesq. 4:18-30.

Davis, T.L.O. and G.J. West. 1992. Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Qouy and Gaimard) from the Nort West Shelf of Australia. Fish. Bull. 90:395-404.

Davis, T.L.O. and 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.

Díaz-Uribe, J.G. 1994. Análisis trofodinámico del huachinango (*Lutjanus peru*) en las bahías de La Paz y la Ventana, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias, CICESE. México. 57pp.

Duran-Magallanes, C.E. 1985. Estudio histológico del testículo del pez *Sphoeroides annulatus* (Botete). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 39pp.

Esparza-Flores, E., L. Peralta-Zamora y P. Rivas-Manzano. 1982. Manual de técnicas de histología. AGT Editor, S.A. México. 140 pp.

Everson, A.R., H.A. Williams and B.M. Ito. 1989. Maturation and reproduction in two hawaiian eteline snappers, uku, *Aprion virescens* and onaga, *Etelis coruscans*. Fish. Bull. 87:877-888

Franke, R. y A. Acero. 1992. Peces Lutjanidos del parque Gorgona Pacífico Colombiano (Osteichthyes:Lutjanidae). Rev. Biol. Mar, Valparaiso. 27(1):59-71.

García-Alarcón, A. 1995. Establecimiento del patrón reproductivo en hembras de *Oreochromis mossambicus* Peters, 1852 (Pisces:Cichlidae) cultivadas en estanques de concreto. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 66pp.

García, V.A. 1973. Modificación del sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la UNAM. 246p.

Grimes, C.B. and G.R. Huntsman. 1980. Reproductive biology of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from North Carolina and South Carolina. Fish. Bull. 78:137-146

Grimes, C.B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: A review. *In*: Tropical snappers and grupers. Biology and Fisheries management. Edited by J.J. Polovina and S.Ralston. Westview Press/Boulder and London. 5:239-294.

González, E., T. Damas, N. Millares y M. Borrero. 1979. Desove inducido en el caballerote (*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. Hislogical studies on the testis of *Tilapia leucosticta* and other species of the genus *Tilapia* (Pisces:Teleostei). Trans. Amer. Microsc. Soc. 88:211-231.

INEGI, 1994. Anuario estadístico del estado de Jalisco. INEGI, Gobierno del estado de Jalisco 346p.

Johnson, A.G. 1983. Age and growth of yellowtail snapper from South Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 112:173-177.

Lambert, T.C. and D.M. Ware. 1984. Reproductive strategies of demersal and pelagic spawning fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41:1565-1569

Legendre, M. and J.M. Ecoutin. 1989. Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture. Aquat. Living. Resour. 2:71-79.

Madrid-Vera, J. 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM. México.

Manickchand, D.S. 1987. Reproduction, age and growth of the lane snapper, *Lutjaus synagris* (Linnaeus), in Trinidad, West Indies. Bull. of Mar. Sci.. 40:23-28.

McPherson, G.R., L. Squire and J. O'Brien. 1992. Reproduction of three dominant Lutjanus species of the Great Barrier Reef inter-reef fishery. Asian Fish. Sci. 5:15-24.

Millares, N., M. Borrero, T. Damas Y E. González. 1979. Desove inducido en la biajaiba (*Lutjanus synagris* Linné, 1975). Rev. Cub. Inv. Pesq. 4(1):1-20.

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

Palacios-Ceballos, R. 1995. Estudio del patrón espermatogenico de la tilapia del nilo *Oreochromis niloticus* (Pisces Cichlidae). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 42pp.

Palazon, J.L. y L.W. González. 1986. Edad y crecimiento del pargo cebal, *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) (Teleostei: Lutjanidae) en la isla de Margarita y alrededores, Venezuela. Investigación Pesquera. 50(2):151-165.

Pozo, E. 1979. Edad y crecimiento del pargo criollo (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) en la plataforma nororiental de Cuba. Rev. Cub. Inv. Pesq. 4(2): 1-24.

Pozo, E. y L. Espizosa. 1982. Estudio de la edad y el crecimiento del pargo del alto (*Lutjanus vivanus* Cuvier, 1828) en la plataforma suroriental de Cuba. Rev. Cub. Inv. Pesq. 7(2): 1-23.

Rabalais, N.N., S.C. Rabalais and C.R. Arnold. 1980. Description of eggs and larvae of laboratory reared red snapper (*Lutjanus campechanus*). Copeia. 1980(4):704-708.

Randall, J.E. and V.E. Brock. 1960. Observations on the ecology of Epinepheline and Lutjanid fishes of the society islands, with emphasis on food habits. Trans. Am. Fish. Soc. 89(1):9-16.

Reyna-Trujillo, M.M. 1993. Desarrollo gonádico y época de desove del "huachinango" (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy 1922 (Pisces:Lutjanidae) en la Bahía de la Paz, B.C.S. México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.

Richards, W.J. and V.P. Saksena. 1980. Description of larvae and early juveniles of laboratory-reared gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) (Pisces,Lutjanaidae). Bull. of Mar. Sci. 30:515-522.

Rocha-Olivares, A. y V.M. Gómez-Muñoz. 1993. Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Perciformes:Lutjanidae) en la bahía de la Paz y aguas adyacentes, B.C.S., México. Ciencias marinas. 19:321-331

Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativas de la madurez gonádica en peces. AGT Editor. México. 79pp.

Rubio, R., P. Salahange y M. Betancourt. 1985. Relaciones de la edad con el largo, el peso y la fecundidad de la biajaiba (*Lutjanus synagris*) de la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Cub. Inv. Pesq. 10:78-90.

Ruiz, A., E. Giron, J. Madrid y A. González. 1983. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Zoología.

Ruíz-Dura, M.F. 1988. Fundamentos de embriología y fisiología de la reproducción. UNAM. México. 374pp.

Santamaría-Miranda, A. y A.A. Rojas-Herrera. 1995. Análisis de la variación morfológica del flamenco, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces:Lutjanidae) en el litoral de

Acapulco, Guerrero, México. Período 1993-1994. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Zoología. Morelia, Michoacán. 183pp.

Santamaría-Miranda, A. y A.A. Rojas-Herrera. 1997. Analisis 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. 170p.

Scott, A.P. and S.M. Baynes. 1980. A review of the biology, handling and storage of salmonid spermatozoa. J. Fish. Biol. 17:707-739

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981. Síntesis geográfica de Jalisco. 306p.

Singhagraiwant,T. and M. Doi. 1993. Induced spawning and larval rearing of the red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* at the eastern marine fisheries development center. Thai. Mar. Fish. Res. Bull. 4:45-57.

Suzuki, K. and S. Hoiki. 1979. Spawning behavior, eggs and larvae of the lutjanid fish, *Lutjanus kasmira*, in an aquarium. Jpn. J. Ichthyol. 26:161-166.

van Tienhoven, A. 1983a. Anatomy of the reproductive system. *In* Reproductive physiology of vertebrate. De. Ithala Comstock. 5:96-104

van Tienhoven, A. 1983b. The testis. *In* Reproductive physiology of vertebrate. De. Ithala Comstock. 6:137-141

Wright, A., P.J. Dalzell and H. Richards. 1986. Some aspects of the biology of the red bass, *Lutjanus bohar* (Forsskal), from the Tigar Islands, Papua New Guinea. J. Fish Biol. 28:533-544.

Yamamoto, K. and 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.

Zar, J.H. 1984. Bioestatistical analysis. 2a Edition Prentice Hall, New Jersey, 718p.

ANEXO

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS DE LAS GONADAS SEGUN NIKOLSKY, (1963).

ESTADIO I INMADUROS. Individuos jóvenes que aún no han alcanzado la madurez sexual. Gónadas de tamaño muy pequeño.

ESTADIO II EN DESCANSO. Los productos sexuales no han alcanzado a desarrollarse. Gónadas de tamaño pequeños. En los ovarios los huevos no se distinguen a simple vista.

ESTADIO III EN MADURACION. Las gónadas son de mayor tamaño, el peso de la gónada se incrementa rápidamente.

ESTADIO IV MADUROS. Los productos sexuales maduros. Las gónadas han alcanzado su máximo peso, pero los productos sexuales no salen al exterior cuando se aplica presión al vientre.

ESTADIO V EN REPRODUCCION. Los productos sexuales se expulsan en respuesta a un presión ligera en la región abdominal. El peso de la gónada disminuye rápidamente desde el principio del desove a su terminación.

ESTADIO VI DESOVADOS. Los productos sexuales han sido expulsados. La abertura genital está inflamada. Las gónadas tienen la apariencia de sacos desinflados. Los ovarios generalmente contienen unos cuantos huevecillos residuales y los testículos contienen algo de esperma.

ESTADIO VII EN DESCANSO. Los productos sexuales han sido expulsados. La inflamación alrededor de la abertura genital ha sido disminuida hasta desaparecer. Las gónadas han vuelto a tener un tamaño muy pequeño y no se distinguen huevecillos a simple vista.

FASES MICROSCOPICAS DEL DESARROLLO DE LOS OVOCITOS DE PECES CON BASE EN YAMAMOTO Y YAMAZAKI (1961).

FASE 1. CROMATINA NUCLEOLO. Se observan ovocitos pequeños dentro de las lamelas ovígeras, presentan poco citoplasma y un gran núcleo. Esta fase puede subdividirse en tres acorde a las características de los núcleos, esto es, pre-sináptico, sináptico y postsináptico.

FASE 2. PERINUCLEOLO TEMPRANO. El citoplasma se tiñe intensamente con hematoxilina, el núcleo es relativamente grande, adentro se encuentran muchos filamentos de cromatina distribuidos y principalmente los nucleolos se encuentran en la periferia del núcleo, los ovocitos se encuentran envueltos por una capa folicular delgada.

FASE 3. PERINUCLEOLO TARDIO. El citoplasma pierde su buena afinidad a la hematoxilina y tiende a ser teñido ligeramente por esta. Muchos nucleolo se encuentran en la periferia del núcleo, su forma es esférico o elíptica y presentan varios tamaños. El núcleo presenta cromosomas grandes que no son diferenciados. La pared folicular que rodea al ovocito se ve bien definida.

FASE 4. VESICULAS DE VITELO. Las vesículas se forman en el citoplasma, tienen aspecto de cuerpos pequeños situados en la región periférica del citoplasma. Las vesículas están acomodadas centripetamente, acompañadas de un crecimiento de alargamiento. La zona radiada es reconocida entre el citoplasma y la capa folicular, la zona radiada es una capa angosta, compacta y homogénea y se engruesa con el crecimiento del ovocito. Al inicio de esta fase el núcleo es esférico y contiene muchos nucleolos situados en la periferia, el núcleo es elíptico y ameboide.

FASE 5. VITELO PRIMARIO. Cuando las vesículas ocupan la mitad del citoplasma, los glóbulos aparecen entre las vesículas. La formación de los glóbulos sigue en el interior del citoplasma, los glóbulos son pequeños y esféricos. Las vesículas también incrementan en tamaño y número durante esta fase y ocupan las dos terceras partes del citoplasma. La

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

pared folicular se incrementa en grosor, específicamente crecen las células de la granulosa, los nucleolos se encuentran distribuidos alrededor del nucleolo.

FASE 6. VITELO SECUNDARIO. Los glóbulos rápidamente se acumulan en el citoplasma, esto se debe al rápido crecimiento del ovocito. Simultáneamente con este cambio, las vesículas se transforman gradualmente, presentando un arreglo de pocas hileras en la periferia del citoplasma.

FASE 7. VITELO TERCIARIO. Los glóbulos se incrementan en número y tamaño, los ovocitos son más grandes, las vesículas se distribuyen en la periferia formando una o dos hileras, se presentan pocos nucleolos de forma esférica localizados en el interior del núcleo.

FASE 8. NUCLEO MIGRATORIO. El núcleo se mueve hacia el polo animal de la célula. Alrededor del núcleo hay una sustancia viscosa, se presentan pocos nucleolos de forma redonda situados cerca de la membrana nuclear. Los glóbulos incrementan su tamaño. La zona radiada presenta una clara estriación radial.

FASE 9. PREMADURACION. Después de que el núcleo arriba al polo animal, la membrana nuclear desaparece rápidamente y no lentamente. El nucleolo toma una forma irregular y pierde su afinidad a la tinción y finalmente desaparece. En el polo animal se puede ver el micropilo.

FASE 10. MADURACION. Los huevos son de forma esférica, de color blanco y traslucidos. Los glóbulos de vitelo de gran tamaño están envueltos por citoplasma cortical el cual algunas veces es denso en el polo animal. La zona radiada se engrosa (13m) y el micropilo se puede ver en el polo animal.

FASES MICROSCOPICAS DEL DESARROLLO DE LOS OVOCITOS DE PECES CON BASE EN CERISOLA (1984).

OVOCITO 1. El núcleo es esférico y grande, la cromatina se dispone regularmente en forma de filamentos gruesos y cortos. En cuanto a los nucleolos, se encuentran en poca cantidad. El citoplasma es fuertemente basófilo y dispuesto en forma homogénea. Aún no se distinguen las envolturas típicas del folículo.

OVOCITO 2. El núcleo presenta una cromatina dispuesta en filamentos gruesos distribuidos regularmente y presenta varios nucleolos dispuestos en todo el núcleo, pero la mayoría de ellos se encuentran en contacto con la envoltura nuclear. El citoplasma es basófilo y homogéneo. En cuanto a las capas foliculares, solamente en algunos lugares se ven los núcleos de las células foliculares.

OVOCITOS 3. Presenta un núcleo grande y presenta varios nucleolos dispuestos principalmente en la periferia del núcleo, la mayoría de ellos unidos a la envoltura nuclear, el citoplasma tiene menor intensidad basofílica. Por fuera el ovocitos tiene una zona pelucida muy delgada, siendo a veces difícil de visualizar. También poco se observan las microvellocidades superficiales del ovocito. Las capas foliculares, forma una envoltura completa muy delgada.

OVOCITOS 4. El núcleo presenta un material acidófilo, se encuentran varios nucleolos que están generalmente adosados en la envoltura nuclear. El citoplasma es basófilo pero de menor intensidad que en los estadios anteriores, este citoplasma presenta pequeñas vesículas dispuestas en forma irregular y esparcidas constituyendo el inicio del vitelo primario. Por fuera del límite celular se dispone una zona pelucida por encima del ovocito, entre esta y las células foliculares se dispone una capa vellosa formada por filamentos gruesos, después se encuentran las células foliculares con su lámina basal, los núcleos de las células foliculares son pequeños y ovoides, la cromatina es escasa y dispuesta principalmente en la periferia.

OVOCITOS 5. El núcleo, de contorno muy irregular, la envoltura nuclear está presente en casi toda su extensión pero, en algunas zonas se encuentra difusa. El material nuclear esta dispuesto homogéneamente a manera de granulado fino, se encuentran de dos a siete los nucleolo. El citoplasma es débilmente basófilo y con la presencia de gran cantidad de vesículas claras. También en el citoplasma se distinguen la presencia de gránulos esféricos, eosinófilos, que se disponen entre las vesículas. La zona pelucida tiene un aspecto estriado, debido a la presencia de canalículos que la atraviesan. Las células foliculares está dispuesta en monocapa, sus núcleos son basófilos y en su interior se destaca la presencia de uno o dos nucleolos.

OVOCITOS 6. Pierde su forma esférica y se presenta ligeramente achatado en los polos, el núcleo presenta un material fino granuloso de carácter acidófilo que llena todo el núcleo, se ven pocos nucleolos cerca de la envoltura nuclear, el algunos ovocitos empieza el rompimiento de la envoltura y por lo tanto en algunas zonas se observa la carecía de una envoltura nuclear típica. El citoplasma presenta gran cantidad de vitelo de tipo secundario caracterizado por gránulos esféricos y siempre están presentes las vesículas claras de vitelo primario. La zona pelucida es gruesa y conserva su estriación. La capa de células foliculares está formado por un epitelio monoestratificado, los núcleos son grandes en proporción a la célula.

OVOCITOS 7.Corresponde al ovocito ovulado, la zona pelucida se presenta muy gruesa, su estriación no es tan clara como en los estadios anteriores, se ven pequeños orificios apilados en la parte superior correspondientes a los canalículos cortados en diferentes direcciones.

OVOCITOS 8. No presenta núcleo celular, en el citoplasma se observa abundante vitelo secundario distribuido en todas partes, también es posible distinguir pequeñas vesículas claras (vitelo primario). En general, en el citoplasma predomina el material vitelino que se presenta en forma de gránulos esféricos y poligonales.

ATRESIA FOLICULAR. Se refiere a los folículos ováricos con ovocitos maduros que no experimentaron ovulación y que van involucionando. Los folículos atrésicos presentan procesos de desintegración, esto consiste en que el ovocitos muestra alteraciones nucleares y citoplásmicas, una zona pelucida fragmentada y un inicio de la proliferación de las células foliculares.

FASES DE DESARROLLO DEL TESTICULO DE PECES CON BASE EN HYDER (1969).

FASE I. Solo se observan espermatogonias primarias y/o secundarias. No hay espermatocitos primarios o secundarios y no hay espermatozoides libres en el lumen de los lóbulos (símbolos +--)

FASE II. Se presentan: espermatogonias primarias y/o secundarias; espermatocitos primarios y/o secundario y/o espermatidas; pero no se presentan espermatozoides libres en el lumen del lóbulo. (símbolos = ++-)

FASE III. Se presentan: espermatogonias primarias y/o secundarias; espermatocitos primarios y/o secundarios y/o espermatidas; espermatozoides libres en el lumen del lóbulo. (símbolos = +++)

FASE IV. No se presentan espermatogonias primarias y secundarias; se presentan: espermatocitos primarios y/o secundarios y/o espermatidas; espermatozoides libres en el lumen de los lóbulos (símbolos = -++)

FASE V. No se presentan: espermatogonias primarios y/o secundarias, espermatocitos primarios y/o secundarios y/o espermatidas; y solo hay espermatozoides libres en el lumen del lóbulo. (símbolos = --+)

FASE VI. Ninguna de las tres fases de la espermatogénesis se presentan dentro de los lóbulos. (símbolos = ---)

FASES DE DESARROLLO DEL TESTICULO DE PECES CON BASE EN GUPTA (1975).

FASE 1. TESTICULOS INMADUROS. Los lóbulos de los testículos en este periodo contienen espermatogonias que es esférica y posee un núcleo pequeño, redondo, situado en el centro y teñido intensamente. Cada una de estas células dan origen a un grupo espermatogonial o cisto.

FASE 2 Y 3. TESTICULOS EN MADURACION. En los testículos inmaduros, es difícil distinguir los espermatocitos primarios y las generaciones de espermatogonias. Subsecuentemente, en el desarrollo de los testículos, los cistos de células espermatogonias se encuentran cerca de la periferia del lóbulo y la fase mas desarrollada como los espermatocitos primarios y secundarios y las espermatidas se encuentran en el interior. Con la maduración los espermatocitos y las espermatidas estas son mas numerosas y eventualmente el esperma aparece en gran cantidad. Los espermatocitos primarios y secundarios son mas pequeños que las células espermatogonias, y además tienen grupos de cromosomas.

FASE 4. TESTICULO MADURO. En el testículo maduro hay pocas espermatogonias que pueden observarse alrededor de la periferia de los lóbulos; además hay poca cantidad de tejido conectivo entre ellas. Se observa que los espermatozoides se tiñen intensamente alrededor de la cabeza y presentan una cola delgada.