



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL
HUACHINANGO *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy,
1922) (Pisces: Lutjanidae), EN PUNTA PÉRULA,
JALISCO.**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
PRESENTA:

CARMEN ZAMORA MUCIÑO-ARROYO

Zapopan, Jalisco

noviembre del 2005.



BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL HUACHINANGO *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae), EN PUNTA PERULA, JALISCO.

Por

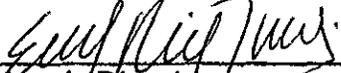
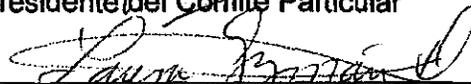
CARMEN ZAMORA MUCIÑO-ARROYO

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de

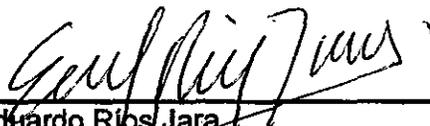
**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(ÁREA DE ECOLOGÍA)**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DICIEMBRE DE 2005**

Aprobada por:

 Dra. Elaine Espino Barr Asesora del Comité Particular	<u>28 Nov 2005</u> Fecha
 Dr. Francisco Ramos Solano Asesor del Comité Particular	<u>30 NOV 2005</u> Fecha
 M. en C. Elba Guadalupe Robles Sinodal del Comité Particular	<u>29 Nov 2005</u> Fecha
 Dra. Anne Santerre Lucas Sinodal del Comité Particular	<u>29 Nov 2005</u> Fecha
 Dr. Eduardo Ríos Jara Presidente del Comité Particular	<u>29 Nov 2005</u> Fecha
 Dra. Laura Guzmán Dávalos Presidente del Comité Académico del Posgrado	<u>29 Nov 2005</u> Fecha

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas y Ambientales
Posgrado en Ciencias Biológicas
Orientación Ecología



Dr. Eduardo Rios Jara
Director de Tesis
Departamento de Ecología
CUCBA-Universidad de Guadalajara



Dra. Elaine Espino Barr
Asesora Externa
Centro Regional de Investigaciones Pesqueras-INP
Manzanillo, Colima



Dr. Francisco Ramos Solano
Asesor Externo
Hospital de Especialidades
Centro Medico de Occidente del IMSS

INDICE

1.- RESUMEN	1
2.- INTRODUCCIÓN	2
3.- JUSTIFICACIÓN	6
4.- OBJETIVOS	7
5.- HIPÓTESIS	8
6.- MARCO TEÓRICO.	9
6.1.- Taxonomía	
6.2.- Reproducción	
7.- ÁREA DE ESTUDIO	17
8.- MÉTODO	21
8.1.- Toma de las muestras	
8.2.- Estructura de la población	
8.3.- Análisis de las gónadas	
8.3.1.- Preparación	
8.3.2.- Análisis histológico	
8.3.3.- Madurez	
8.4.- Índice gonadosomático.	
8.5.- Fecundidad	
8.6.- Ciclo reproductivo	
8.6.1.- Histología del ovario	
8.6.2.- Histología del testículo	

9.- RESULTADOS.	29
9.1.- Análisis morfométrico	
9.2.- Factor de condición	
9.3.- Análisis de gónadas	
9.3.1.- Análisis morfométrico de las gónadas y su relación con las medidas corporales.	
9.3.2.- Descripción de las gónadas.	
9.3.3.- Análisis microscópico del aparato reproductor de <i>L. peru.</i>	
9.4.- Índice gonadosomático	
9.5.- Fecundidad	
9.6.- El clima y su efecto con en el ciclo reproductivo.	
10.- DISCUSIÓN.	61
11.- CONCLUSIONES.	66
12.- RECOMENDACIONES.	68
13.- BIBLIOGRAFÍA.	69
14.- ANEXO.	76

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por brindarme la oportunidad de una formación académica sólida.

Al Departamento de Patología del Centro Médico de Occidente donde se llevó a cabo la histología.

Al Instituto Nacional de Pesca y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

A mi director de tesis, Dr. Eduardo Ríos Jara, por impulsar y alentar el desarrollo de la investigación y al Dr. Francisco Ramos por asesorarme en el trabajo de histología.

De igual forma agradezco al Dr. Eulogio Pimienta Barrios su apoyo y comprensión, así como al Dr. Emilio Michel, su orientación y consejos.

Mi más profundo agradecimiento a la Dra. Elaine Espino Barr por su dedicación y amistad que me permitió desarrollar el presente trabajo.

A mis maestros del postgrado en Ciencias Biológicas.

A mis compañeros y amigos por brindarme su interés y amistad.

A todas las personas involucradas en la realización de esta investigación. En especial al Sr. Margarito Flores y al Biol. Alejandro Ramos que me ayudaron en el muestreo. Arturo Santos Crespo realizó las correcciones finales al manuscrito.

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES
Y HERMANOS CON CARÍÑO

A MI ESPOSO, JOSE TADAMASA
Y MIS HIJOS, LAURA, YUMIKO Y ALBERTO

A MIS MAESTROS Y ASESORES CON AFECTO

Y A MIS COMPAÑERAS Y AMIGAS,
ISABEL HERNANDEZ T. Y
MARTHA EMILIA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Huachinango del Pacífico <i>Lutjanus peru</i> (Nichols y Murphy, 1922).	12
Figura 2.- Mapa de la zona de estudio (tomado de INEGI, 2000).	18
Figura 3. Diagrama de un pez y las mediciones tomadas (esquema tomado de Rodríguez-Gutiérrez, 1992).	23
Figura 4. Distribución de frecuencia de longitud total del huachinango <i>Lutjanus peru</i> durante el periodo de estudio (junio'99 a julio'00).	30
Figura 5. Relación entre longitud total y longitud horquilla del huachinango <i>Lutjanus peru</i> , en Punta Pérula de junio'99 a julio'00.	31
Figura 6. Relación entre la longitud total y la altura del huachinango <i>Lutjanus peru</i> en Punta Pérula, de junio'99 a julio'00.	32
Figura 7. Relación peso-longitud del huachinango <i>Lutjanus peru</i> en Punta Pérula de junio'99 a julio'00	32
Figura 8. Factor de condición mensual, promedios, máximos y mínimos.	33
Figura 9. Valores de la proporción mensual de machos, hembras e indeterminados, con un total de 285 organismos.	35
Figura 10.- Valores de la proporción de machos - hembras con el análisis histológico realizado a 285 organismos.	36
Figura 11.- Fotografías de los ovarios de huachinango <i>L. peru</i> , en tres fases de madurez: a) fase V, b) fase IV y c) fase II.	39
Figura 12.- Fotografías de testículos de huachinango <i>L. peru</i> en tres fases de madurez: a) fase V, b) fase III y c) fase II.	41
Figura 13.- Cortes histológicos (10X) de gónadas consideradas macroscópicamente como indeterminadas: a) macho y b) hembra.	42
Figura 14.- Gónada masculina juvenil (40X).	43
Figura 15.- Gónada femenina fase I, comienza la disparidad de tamaños (40X).	44
Figura 16.- Gónada femenina comenzando en fase III (40X).	44
Figura 17.- Gónada femenina en fase V (10X).	45
Figura 18.- Gónada masculina madura en fase III (10X).	46
Figura 19.- Ovario maduro en fase IV a) 10X y b) 40X	46
Figura 20.- Índice gonadosomático mensual: a) hembras y b) machos.	51
Figura 21.- La temperatura promedio del mar y el Índice gonadosomático durante el periodo de estudio	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Valores promedio de las variables morfométricas del huachinango <i>Lutjanus peru</i> en Punta Pérula, Jalisco.	29
Tabla 2.- Descripción de valores de tendencia central de la longitud total del huachinango <i>Lutjanus peru</i> en Punta Pérula, Jalisco.	30
Tabla 3.- Valores mensuales de machos, hembras e indeterminados, n=285, sexados mediante observación macroscópica de las gónadas.	34
Tabla 4.- Valores mensuales de machos y hembras observados mediante el análisis histológico realizado en 285 organismos.	35
Tabla 5.- Clave de identificación macroscópica de las fases de desarrollo de las gónadas de peces.	37
Tabla 6.- Fases de madurez macroscópica de 285 muestras gonadales de machos y hembras.	38
Tabla 7.- Clave de identificación microscópica de las fases de desarrollo de los ovarios de <i>Lutjanus peru</i> .	47
Tabla 8.- Fases de madurez microscópica en hembras de <i>L. peru</i> , de acuerdo a la clave de propuesta en la tabla 7.	48
Tabla 9.- Clave de identificación microscópica de las fases de desarrollo de los testículos de <i>Lutjanus peru</i> .	50
Tabla 10.- Fases de madurez microscópica de machos de <i>Lutjanus peru</i> en Punta Pérula, Jalisco.	51
Tabla 11.- Épocas de desove de algunos lutjánidos en México y otras regiones de América.	54
Tabla 12.- Fecundidad y su relación con el largo (cm) y peso (g) de cinco organismos de <i>Lutjanus peru</i> .	52

1.- RESUMEN

Se analizaron 1,364 ejemplares de huachinango *Lutjanus peru*, capturados mensualmente en las costas de Punta Pérula, Jalisco desde mayo de 1999 a julio del 2000. Se tomaron datos morfométricos de la longitud total, longitud estándar, longitud horquilla, altura y peso eviscerado en ambos sexos, para la determinación de las relaciones morfométricas y se obtuvo el factor de condición. El promedio de longitud estándar mensual estuvo comprendido entre 20.52 y 43.30 cm, el organismo más pequeño fue de 19 cm y el más grande de 99.2 cm. La relación talla peso fue de tipo isométrico. La proporción sexual macroscópica (machos: hembras) fue de 1.2:1.0 con una muestra de 285 organismos. Los organismos con gónadas inmaduras (175) predominaron en el total de ejemplares colectados. De acuerdo al análisis histológico, la proporción de machos y hembras fue de 1.14:1.0. El Índice Gonadosomático mensual, muestra un aumento en septiembre/marzo-junio. La talla de primera madurez (L_{50}) es a los 30 cm de longitud total. Se proponen dos claves de identificación microscópica para el análisis histológico de machos y hembras de huachinango, el análisis de las muestras hace evidente que los machos comienzan la producción de espermatozoides a más temprana edad. No se encontró relación entre la temperatura y la época de reproducción.

2.- INTRODUCCION

Los lutjánidos son peces demersales característicos de regiones tropicales y templadas, se les encuentra a grandes profundidades o en arrecifes y rocas de afloramiento, los juveniles y algunos adultos pueden encontrarse también en estuarios (Allen, 1987; Anderson, 1987). En México se capturan de forma artesanal para fines comerciales y recreativos. Son capturados con líneas de anzuelos, palangre, redes de enmalla o agalleras, trampas, arpón y ocasionalmente por redes de arrastre, dependiendo de la zona de pesca.

En los últimos años se han incrementado los permisos de pesca, ocasionando un aumento significativo en la presión por pesca. Por ello, se hace necesario el monitoreo continuo de las poblaciones de lutjanidos para un adecuado manejo de sus pesquerías (Esquivel y Plascencia, 1999; Ríos-Jara *et al.*, 2004).

En nuestro país, las especies que integran este recurso se conocen como pargos o huachinangos y están representadas por catorce especies; doce de ellas del género *Lutjanus* además de las especies *Ocyurus chrysurus* y *Hoplopagrus guntheri*. En el Pacífico se encuentran ocho especies de *Lutjanus* distribuidas desde Baja California Sur hasta las costas de Perú (Allen, 1987). En la costa de Jalisco, la especie *Lutjanus peru* es la más importante.

Muchos estudios realizados sobre la familia Lutjanidae se han centrado en los parámetros de edad y crecimiento poblacional (Cassie, 1956; Johnson, 1983; Nelson y Manooch, 1982; Edwards, 1985; Ramos-Cruz, 1996; Cruz-Romero *et al.*, 1996a; Goodyear, 1997; Manooch, 1986; Espino-Barr *et al.*, 1988; Rojas-Herrera, 2001), y la alimentación (Parrish, 1987 y 1989; Saucedo-Lozano, 2000; Rojas-Herrera, 2001).

Otros estudios han aportado información sobre la biología reproductiva que en algunos casos son validados con estudios histológicos (Grimes y Huntsman, 1980; González y Lugo, 1997; Everson *et al.*, 1989; McPherson *et al.*, 1992).

La reproducción en este grupo es el resultado de un estado de madurez en el que muchos factores se interrelacionan, encontrándose dos patrones de desove: el restringido y el secuencial, que pueden asociarse a organismos continentales o insulares. Sin embargo, hay una consistente evidencia de que las especies de la familia Lutjanidae son desovadores de lotes o seriales; y en algunas especies actualmente se dice que son desovadores múltiples. Las hembras grandes pueden desovar en mayor cantidad y más veces que las pequeñas (Grimes y Huntsman, 1980); DeMartini y Fountain (1981).

Los lutjánidos son longevos y pueden alcanzar grandes tallas (Polovina y Ralston, 1987). El dimorfismo sexual sólo se ha reportado en dos especies del Indo-Pacífico (género *Pristipomoides*); además, el tamaño y color de las gónadas varían de acuerdo al estado de maduración. Las gónadas se localizan debajo de la vejiga natatoria y presentan varios estadios o distintos grupos de óvulos en desarrollo; ésto representa un reto para la determinación de la fecundidad, que puede variar para la misma especie en diferentes localidades. Son especies gonocóricas, es decir que el sexo permanece inalterable a través de la vida del pez (Grimes, 1987). La madurez sexual ocurre cuando alcanzan 40 o 50% del máximo de longitud, encontrándose diferencias entre latitudes así como entre especies insulares y continentales (Grimes, 1986). Los lutjánidos, se caracterizan como organismos de estrategia "r" de vida, ya que crecen y maduran rápidamente y son altamente fecundos (Carter y Perrine, 1994).

La reproducción está positivamente relacionada con la temperatura del agua y el fotoperíodo. Una población grande o mediana de animales acuáticos comprende cierto número de grupos de desove entre los que existe algún grado

de intercambio reproductivo. En las zonas tropicales, los periodos de desove son más extensos que en las zonas templadas debido a variaciones climáticas relativamente pequeñas, por ello los recursos alimenticios se destinan una parte al crecimiento y otra a la reproducción. Por otro lado, las marcas de crecimiento reportadas para muchas especies tropicales han sido relacionadas con la actividad reproductiva (Polovina y Ralston, 1987).

El manejo adecuado del aprovechamiento de una especie depende del conocimiento y entendimiento de los mecanismos, factores y parámetros que participan en el fenómeno reproductivo. El factor de condición, indica el grado de bienestar del organismo en relación con el cambio de corpulencia en su vida. Además, para comprender la dinámica poblacional de la especie se requiere conocer: la primera madurez o la talla a la cual desova por primera vez el 50 % de los juveniles; la fecundidad se usa para calcular el potencial reproductivo de una población y la proporción de sexos señala el equilibrio existente entre machos y hembras, a diferentes edades o en forma general en una población. Otro indicador importante es que el índice gonadosomático que estima la actividad reproductiva a través de la relación entre el peso de la gónada con el peso corporal o bien con la longitud total de cada organismo. El análisis histológico gonadal, sirve para establecer de forma precisa los estadios de madurez individual, y complementar así un mayor conocimiento de la biología reproductiva de esta especie.

Existen varios criterios para determinar la madurez del ovario, usualmente se toman como base los siguientes términos: estado I como inmaduro, estado II en desarrollo o desarrollándose, estado III como maduro y estado IV como gastado o en reposo, dentro de los cuales se encuentran oocitos previtelogénicos, vitelogénicos e hidratados (Everson *et al.*, 1989).

El análisis histológico del desarrollo gonadal permite obtener información veraz sobre el tipo de células reproductivas en ambos sexos de forma individual

y establece diferencias sutiles de folículos postovulatorios y la presencia de ovocitos atrésicos. Esto conduce a describir la maduración de los ovocitos con respecto a su desarrollo morfológico.

El efecto de la pesca en la población es una reducción del potencial de desove y no del reclutamiento, es decir, se afecta el número de peces a futuro, más que aquellos que pasan a la fase explotable en un periodo dado. El uso racional y responsable de los recursos dependerá de entender la forma en que los peces se alimentan, crecen y se reproducen.

En la costa de Jalisco, y en particular en Punta Pérula, se captura el huachinango (*Lutjanus peru*) durante todo el año. No existe reglamentación, ni regulación de épocas de pesca o tallas mínimas; tampoco existe suficiente vigilancia. El arte de pesca que se utiliza es la red agallera de 3 ½ pulgadas de luz de malla, que es selectivo a organismos de 25 a 40 cm. El conocimiento del ciclo reproductivo del huachinango permite evaluar si este arte de pesca impacta en la población en las tallas maduras o inmaduras.

3.- JUSTIFICACION

La captura de huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Jalisco, aunque tiene tradición de muchos años, está documentada desde 1964 con 6 toneladas. A partir de ese año los anuarios estadísticos de pesca muestran que la captura aumentó progresivamente hasta 2907 toneladas en 1981 (SIC, 1964; Ramírez-Granados, 1977; DEPESCA, 1980 y 1981; SEPESCA, 1982, 1985a, b, c; SEMARNAP, 1997-2000). De allí en adelante, la pesca de huachinango tiene un descenso hasta llegar a un aparente equilibrio alrededor de 500 toneladas. En 1999 se registraron 545 toneladas y en el 2000, 422 toneladas (SEMARNAP, 1999 y 2000).

El huachinango (*Lutjanus peru*) forma parte del consumo humano y es un componente muy importante de la pesquería artesanal en Jalisco. Sin embargo, los estudios son escasos y no se cuenta con datos suficientes sobre su ciclo reproductivo para la región. Dada su importancia comercial, es necesario tener información sobre su biología reproductiva que permita sentar las bases para un manejo racional del recurso.

4.- OBJETIVO GENERAL

Examinar el desarrollo gonadal para determinar la madurez y la fecundidad, junto con algunos parámetros morfológicos que sirvan de referencia en la biología reproductiva del huachinango *Lutjanus peru*.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1. Obtener datos biométricos para conocer la estructura de la población y su morfometría.
- 4.2. Determinar el estado de madurez gonadal por medio del análisis histológico.
- 4.3. Estimar el índice gonadosomático y talla de primera madurez.
- 4.4. Determinar la época de reproducción y relacionarla con factores ambientales.

5.- HIPÓTESIS

Para el correcto manejo de un recurso pesquero es necesario conocer su ciclo de vida. Entre los parámetros poblacionales importantes se encuentra el ciclo reproductivo: época de reproducción, tallas de primera madurez, proporción de sexos y tallas más vulnerables a la pesca.

Se plantean tres hipótesis a continuación:

1.- Existe una relación isométrica entre talla y peso del huachinango *Lutjanus peru* que determina el desarrollo corporal y el desarrollo gonadal, luego entonces, se puede encontrar una relación reproductiva (IGS) que puede documentarse con cambios en el peso de la gónada en relación al peso del pez (IGS).

2.-La talla de primera captura es mayor a la talla de primera maduración.

3.-La temperatura del agua tiene una relación estrecha con el ciclo reproductivo.

6.- MARCO TEÓRICO

La información más completa sobre la biología de la familia Lutjanidae se encuentra recopilada por Polovina y Ralston (1987). Además, otros datos sobre *Lutjanus peru* pueden encontrarse en Allen (1985).

Otros trabajos importantes sobre lutjánidos, donde se plantean generalidades metodológicas y nuevos cuestionamientos son: Carter y Perrine (1964) sobre la estrategia "r" de *Lutjanus jocu* y su conducta de agregación para el desove en Belice; Davis y West (1993) acerca de la madurez, estacionalidad reproductiva y frecuencia del desove en *Lutjanus vittus* en el Norte de Australia. DeMartini y Lau (1998) tomaron el criterio morfométrico para estimar la madurez sexual en *Etelis carbunculus* y *Pristipomoides sieboldii* en Hawaii. Everson *et al.* (1989) realizaron mediciones a los oocitos de la hembra para determinar por medio de histología, la madurez sexual en *Aprion virescens* y *Etelis coruscans*, dos lutjánidos de Hawaii. Destaca el trabajo realizado por Emata *et al.* (1999) que induce el desove de *Lutjanus argentimaculatus* en tanques de concreto. La biología reproductiva de *Rhomboplites aurorubens* de Carolina del Norte por Grimes y Huntsman (1980) y al sur de EUA, de la misma especie, Cuellar *et al.* (1996). McPherson y Squire (1992) realizaron un trabajo sobre reproducción de tres especies de *Lutjanus* (*L. sebae*, *L. malabaricus* y *L. erythropterus*) de la gran barrera de arrecifes de Australia. La ovogénesis de *Lutjanus purpureus* en Venezuela por González y Lugo (1997). La maduración testicular y ovárica de *Lutjanus fulviflamma* en Kenya por Kaunda-Arara y Nitba (1997). El factor de condición de *Chrysophrys auratus* en Nueva Zelanda por Cassie (1957).

En general, los estudios sobre gónadas masculinas de peces son escasos, por lo que destacan los trabajos de Grier y Taylor (1998) quienes usaron el criterio histológico para el estudio de la maduración y regresión testicular en el robalo; además del estudio efectuado por Billard *et al.* (1982), sobre el control endocrino de la espermatogénesis en teleósteos.

Existen algunos trabajos publicados sobre el crecimiento y la edad de *Lutjanus peru* en el Pacífico mexicano que utilizan el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Castro, 1981; Ruiz-Luna *et al.*, 1985; Cruz-Romero *et al.*, 1991; González-Ochoa, 1997). La ecuación que Espino-Barr *et al.* (1998) presentan para esta especie en la costa colimense es: $L_t = 55.8 * [1 - e^{-0.14(t + 0.1)}]$. La determinación de edad 0 la calculó Szedlmayer y Conti (1999) en 17.4 mm, edad en que se recluta a la zona demersal.

Algunos estudios se han enfocado en la mortalidad, como los de Rocha-Olivares, 1998 y Espino-Barr, 2000 que la calcularon $Z = 0.345$ el primero y $Z = 1.5$ el segundo, esta última por ser una especie altamente capturada.

Otros trabajos en Colima, han estudiado tres especies de *Lutjanus* incluyendo a *Lutjanus peru* (Cruz-Romero *et al.*, 1991, 1996b y 2000), desde el punto de vista pesquero y de la dinámica de la población.

En el trabajo del ciclo reproductor de *Lutjanus peru* de Ocegueda *et al.* (1981) se presenta una tabla de madurez gonádica con seis estadios macroscópicos para las poblaciones de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Reyna (1993) describió cinco estadios de madurez y Lucano-Ramírez *et al.* (2001b), siete, ambos con organismos de la pesca comercial de Jalisco.

6.1.- Taxonomía

Descripción de la especie *Lutjanus peru*

La familia Lutjanidae se encuentra dividida en tres subfamilias: *Etelinae*, *Apsilinae* y *Lutjaninae* (Allen, 1985). Está compuesta por 17 géneros y 103 especies según Allen (1987). El género *Lutjanus* está formado por 65 especies, se distribuye en cuatro grandes zonas: 1) el Este del Pacífico, costas de América; 2) el Indo-Pacífico; 3) el Este del Atlántico; y 4) el Oeste del Atlántico (Allen, 1985).

El género se identifica por tener un cuerpo alargado, lateralmente comprimido y fusiforme, la aleta caudal presenta una furca de moderada a marcada. El cuerpo cubierto con escamas ctenoides. La base de las aletas dorsal y anal escamosa. Son característicos el número de espinas y radios en las aletas: aleta dorsal X-XI espinas, 11-16 radios; aleta anal con III espinas y 7-11 radios; aletas pectorales 15-19 radios. Se pueden encontrar de 42 a 57 escamas en la línea lateral y no más de 13 braquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial, presentan un preopérculo aserrado. La cara es alargada y su boca relativamente grande y protractil, los maxilares con dientes cónicos dispuestos en una o más hileras, y una serie exterior de dientes caninos. Tienen dientes viliformes sobre el vómer en forma de triángulo o diamante (Allen, 1987 y Thomson *et al.*, 1979). La maxila se inserta total o parcialmente bajo el hueso preorbital al cerrarse la boca y cuatro arcos branquiales (Anderson, 1987). Tienen patrones de coloración característicos del rosado al rojo (Moreno, 1993).

La mayoría de los adultos se encuentran en arrecifes y fondos rocosos asociados al fondo marino en aguas tropicales y subtropicales. Hay especies dulceacuícolas (*Lutjanus fuscescens*, *L. foldiei* y *L. maxweberi*), y de aguas profundas hasta 550 m (*L. synegris*) (Anderson, 1987), y en algunas etapas juveniles se encuentran en esteros de aguas someras y salobres con manglares (*L. novemfasciatus*) (Allen, 1985). Su alimentación es de hábitos nocturnos y consiste de peces y crustáceos como camarones y cangrejos (Saucedo-Lozano *et al.*, 1999 y Rojas-Herrera, 2001).

En el Pacífico mexicano se han encontrado ocho especies del género *Lutjanus*: *L. argentiventris*, *L. colorado*, *L. inermis*, *L. jordani*, *L. novemfasciatus*, *L. viridis*, *L. guttatus* y *L. peru*, que se localizan desde Baja California, México hasta las costas de Perú (Allen, 1987; Allen y Robertson, 1994). De acuerdo a la FAO esta región corresponde a las áreas 77 y 87a (Chirichigno *et al.*, 1982; Fischer *et al.*, 1995).

La posición taxonómica de *Lutjanus peru*, según Nelson (1984) es:

Phylum	=	Chordata
Superclase	=	Gnathostomata
Clase	=	Osteichthyes
Subclase	=	Teleostei
Superorden	=	Acanthopterygii
Orden	=	Perciformes
Suborden	=	Percoidei
Familia	=	Lutjanidae
Género	=	<i>Lutjanus</i> Bloch, 1790
Especie	=	<i>peru</i> (Nichols y Murphy, 1922)

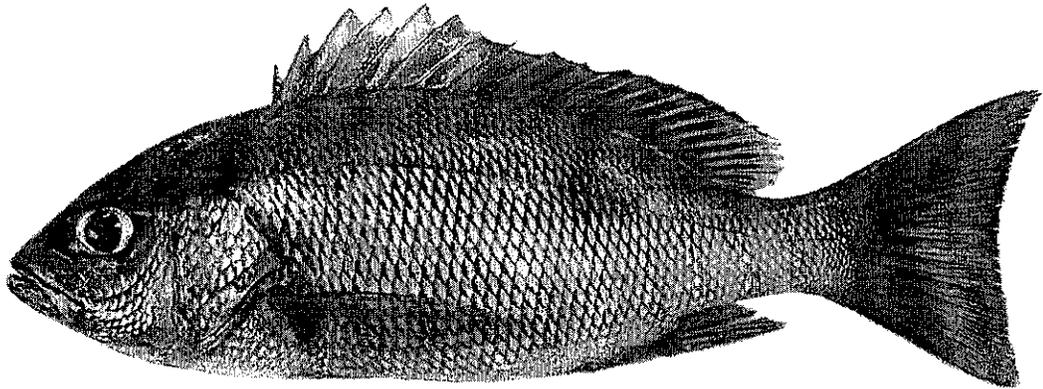


Figura 1.- Huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).

Los caracteres diagnósticos de la especie son: aleta dorsal con X espinas y 13-14 radios; aleta anal con III espinas y 8 radios cuya segunda espina es ligeramente menor pero más fuerte que la tercera; aleta caudal moderadamente furcada y con el borde terminal ligeramente negro. Las escamas por encima de la línea lateral se encuentran dispuestas en series oblicuas y debajo de la línea lateral en posición paralela. La mandíbula inferior se proyecta ligeramente, el maxilar apenas alcanza la región anterior del ojo. La

mandíbula superior con pequeños dientes caninos, ausentes en la inferior; dientes viliformes en el vómer, paladar y lengua, los del vómer dispuestos en un parche con forma de diamante ligeramente prolongados hacia atrás, de tal suerte que los márgenes posteriores son cóncavos. Preopérculo finamente aserrado. Interorbital muy convexo. Diez espinas branquiales en la rama descendente del primer arco branquial, la mayor es la mitad de larga que el diámetro del ojo. La coloración es de un rojo vivo con un lunar oscuro y tenue en la axila (Nichols y Murphy, 1922).

6.2.- Reproducción

Madurez gonádica en hembras.

Durante el desarrollo embrionario las células germinales migran para formar parte de la gónada, pero solo comienzan su desarrollo en oogonias cuando la diferenciación sexual se lleva a cabo. Durante el cambio, las células intersticiales producen hormonas sexuales en respuesta al mensaje hormonal de la glándula pituitaria.

Las células germinales primordiales pasan por la mitosis para producir poblaciones de oogonias dentro del epitelio germinal del ovario. Las oogonias son pequeñas con un núcleo grande y poco citoplasma, también se dividen por mitosis para producir oocitos, los cuales eventualmente maduran en huevos. El oocito primario es similar a la oogonia, pero no se divide más, ellas entran a la fase de crecimiento en el cual el contenido citoplásmico aumenta rápidamente con las glicoproteínas producidas en el hígado que vienen formando la llamada vitelogenina. En este punto es llamado oocito secundario y se distingue por la reducción del número cromosómico que ha pasado por la meiosis; en el transcurso de la segunda fase, el segundo cuerpo polar degenera, mientras que el otro persiste en el pro-núcleo del oocito conteniendo los cromosomas haploides. La segunda fase de la meiosis se retrasa durante la madurez del huevo y se completa solo después de la fertilización.

El segundo oocito se encuentra en el epitelio ovárico y rodeado por células de la teca, las cuales proveen de la vitelogenina y otros materiales que incorporan dentro de la yema; cuando alcanza su máximo tamaño es liberado al lumen del ovario (Bowers *et al.*, 1992; Barbieri *et al.*, 1994; Pordom, 1995).

El estado de Atresia

La atresia es considerada como una degeneración del oocito y ocurre durante la estación de desove o al término de la estación, cuando los oocitos son reabsorbidos. Es importante saber que algunos estados de atresia folicular son muy similares en apariencia a estados posteriores de folículos postovulatorios.

La atresia puede servir como una marcación de la cesación del desove y ser usada para determinar el periodo óptimo de estimación de biomasa. Puede ser esencial para separar hembras inmaduras de aquéllas en condiciones de post-desove.

La degeneración del ovocito o atresia se ha dividido en 4 fases o estados secuenciales de acuerdo a la nomenclatura y definición de características de Bretschneider y Duyuene de Wit (1947) y Lambert (1970) y según detalles descritos por Hunter y Macewicz (1985) y Hunter *et al.* (1986).

- 1) Estado Alfa atresia. Presenta hipertrofia de las células de la capa granulosa del folículo.
- 2) Estado Beta atresia. Presenta la mayor degeneración y reabsorción del folículo (células de la granulosa y células de la teca).
- 3) Estado Gama atresia. Regresión de la teca y células de la capa granulosa continua ,reduciendo la capa del folículo.

- 4) Estado Delta atresia. Se reduce aún más el tamaño del folículo y aparece un pigmento café-amarillo en las secciones de las células granulosa.

Madurez gonádica en machos.

No todos los autores están de acuerdo en que las células somáticas o células de Sertoli sean homólogas en peces, y se sugiere que el término célula cisto es más aceptable (célula somática intralobular) según Roosen-Runge (1977), Billard *et al.* (1982).

En la periferia del testículo se encuentran racimos de espermatogonias primarias y secundarias entre el epitelio germinal que forma lóbulos. Las espermatogonias son células germinales que contienen nucleolo y que experimentan mitosis antes de entrar a la meiosis; durante la maduración la producción de esperma ocurre en los espermatocistos. Cuando el esperma madura se acumula en la región central o lumen. Se observa un aumento del lumen con la presencia del esperma maduro.

Para establecer los diferentes estados de desarrollo del testículo se tomó como base los descritos por Grier y Taylor (1998) en el robalo común (*Centropomus undecimalis*), usando el epitelio germinal como continuo o discontinuo que describe 5 clases, tomando en consideración el crecimiento lobular durante la producción de esperma, se proponen para *Lutjanus peru* la siguiente clasificación:

Estado I: La Clase de Retroceso se caracteriza por la presencia de espermatogonia primaria o espermatogonia primaria y secundaria dentro de lóbulos testiculares. Es posible que algunos espermatocistos puedan formarse, pero sus células germinales son necróticas. Hay ausencia de espermatocistos con espermatocitos secundarios, espermátidas, o esperma maduro.

Estado II: En la Clase de Maduración Temprana el epitelio germinal comienza a ser activo desde la periferia hacia el centro a través de la elongación de los lóbulos. Inicialmente, con la presencia de espermatogonias en racimos que progresivamente se extienden por todos los lóbulos hasta los ductos.

Estado III: La Clase de Maduración Media comienza cuando las células germinales, tanto espermatogonia o espermatocisto y sus células de Sertoli asociadas forman un epitelio germinal continuo en la periferia del testículo hasta los ductos. La población de espermatogonia primaria en los lóbulos se reduce. Un epitelio germinal compuesto sólo de regiones con células de Sertoli alternadas con células germinales (como espermatogonias primarias o desarrollando esperma en espermatocitos) es un epitelio discontinuo. Algunos lóbulos cambian su función de producción de esperma a almacenaje de esperma. Las células de Sertoli son también difíciles de distinguir de las células myoides intersticiales.

Estado IV: En la clase de Maduración tardía. Durante la maduración un epitelio germinal discontinuo llega a establecerse inicialmente cerca de los lóbulos donde la función de los lóbulos cambia de producción de esperma a un momentáneo almacenaje. El proceso de maduración no es uniforme ya que no todos los lóbulos entran a la maduración en sincronía.

Estado V: Clase de Regresión. Lo que distingue a la regresión de la maduración tardía es el decremento testicular en la altura y el ancho. Un decremento en el número disperso de espermatocitos resulta en una reducción de la producción de esperma. La presencia de granulocitos que provienen de los vasos sanguíneos que pueden fagocitar el esperma es característica de esta etapa.

7.- AREA DE ESTUDIO

México está ubicado entre las regiones Neártica y Neotropical, caracterizándose como una zona de transición climática, estas regiones incluyen al sudoeste de los Estados Unidos de Norteamérica, todo México y gran parte de Centro América. El Pacífico mexicano se divide en tres regiones: Costa Occidental de la Baja California, Golfo de California y Pacífico Centro Sur. Nuestro país posee 11,592.72 km de costas, de los que 8,475.06 km corresponden al litoral del Pacífico (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1989).

El Estado de Jalisco se encuentra en la Zona Pacífico Centro Sur. Zona que presenta características típicamente tropicales, es decir, su temperatura promedio anual es de 25 °C, con una oscilación de 10 grados, precipitación pluvial en verano y evaporación moderada; en el litoral prevalecen la salinidad entre 34 y 34.5 ppm y oxígeno superficial entre 3.5 y 4.5 ml/l (Rodríguez de la Cruz, 1988).

La zona costera del estado de Jalisco tiene su latitud más al norte en los 20° 39', en el Río Ameca, que es el límite con el estado de Nayarit en la porción superior de Bahía Banderas. La latitud mas sureña se encuentra en los 19° 11', en el Río Cihuatlán, el cual es el límite con el estado de Colima.

Jalisco cuenta con un litoral cercano a 342 km y una plataforma continental estrecha de entre 7 y 10 km de ancho, su costa está formada por litoral rocoso, playas arenosas, bahías y ensenadas (INEGI, 1995). De acuerdo a los criterios económicos, la costa de Jalisco abarca 5 municipios: Cihuatlán, La Huerta, Tomatlán, Cabo Corrientes y Puerto Vallarta, que en conjunto tienen una extensión de 13,196 km², y corresponden a la sexta parte del territorio del estado. Según las nuevas normas establecidas por el Gobierno del Estado, el litoral se divide en costa Norte (Puerto Vallarta, Cabo Corrientes y Tomatlán) y Costa Sur (La Huerta y Cihuatlán).

Además, la planicie costera se puede dividir en dos entidades fisiográficas: Bahía de Banderas, que se extiende desde Punta Mita en Nayarit, hasta Cabo Corrientes en Jalisco. La otra corresponde a la porción septentrional de la planicie costera sudoccidental que corre de noreste a sureste a partir de Cabo Corrientes, predominando al norte playas arenosas que bordean numerosos esteros y lagunas. En la porción central se presentan acantilados rocosos en los que se forman pequeñas bahías y ensenadas con playas arenosas. Esta heterogeneidad en la fisiografía representa una gran variedad de hábitats que implica un gran valor intrínseco en cuanto a riqueza natural y diversidad biológica.

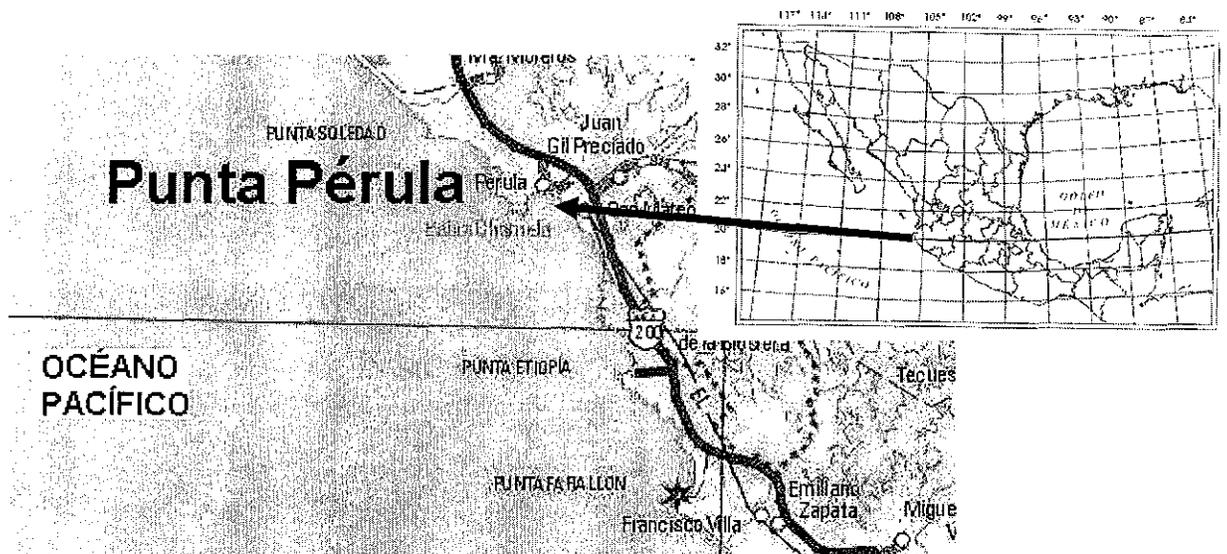


Figura 2.- Mapa de la zona de estudio (tomado de INEGI, 2000).

El clima a lo largo de la zona costera de Jalisco es predominantemente cálido-subhúmedo. La temperatura media anual es mayor de 22 °C. Las temperaturas máximas (29° - 30 °C) ocurren entre mayo y agosto y las mínimas (18° - 20°) en enero y febrero. La precipitación media anual fluctúa entre 800 y 1,500 mm; las principales lluvias ocurren entre junio y septiembre y las mínimas en febrero, marzo y abril. Los vientos dominantes en la zona costera del estado provienen en dirección Oeste-Noreste y se presentan principalmente en la

temporada seca (noviembre a mayo). También se presentan vientos en dirección Este-Sureste durante la época de lluvia (Macías *et al.*, 1985).

La costa de Jalisco tiene una orografía irregular y montañosa. Se presentan también algunos planos costeros adyacentes al mar con altitud menor a 20 metros. Con excepción de algunas áreas con valles costeros más extensos, después de los 20 metros de altitud la configuración general es de pendientes abruptas formando colinas y líneas montañosas a lo largo de la mayor parte de la costa. Las colinas y montañas llegan frecuentemente a la línea de costa, formando acantilados, bahías y playas de diversa longitud y conformación. Esta característica se refleja en el fondo marino, donde están presentes zonas de topografía accidentada y zonas de fondos planos. No existen estudios geológicos detallados sobre esta zona. Sin embargo, de acuerdo a las características generales de la costa del Pacífico Mexicano, la plataforma continental es angosta y muchas veces rocosa. En un trabajo de hidroacústica realizado en la costa de Colima, encontraron que la plataforma continental tenía entre 5 y 13 km de amplitud (Macías *et al.*, 1985).

Típicamente la zona costera de Jalisco, hasta Punta Maldonado, Guerrero presenta una plataforma continental estrecha y escarpada, de fondos rocosos y flancos que descienden abruptamente con sedimentos terrigenos cercanos a la costa y pocos sistemas lagunarios importantes, lo que dificulta en gran parte la pesca con redes de arrastre (Wyrcki, 1965).

Por lo que respecta a las corrientes marinas y de acuerdo a Wyrcki (1965), las corrientes superficiales en el Océano Pacífico Tropical siguen una pauta variable, que en términos generales responde al sistema de vientos en tres períodos diferentes: el primer período, entre agosto y diciembre, cuando la Contracorriente Ecuatorial fluye alrededor del Domo de Costa Rica y penetra en la corriente Ecuatorial del Norte, entre los 10 y 20 grados de latitud Norte, esto

es entre los estados de Jalisco y Chiapas, así como algunos países de América Central.

El segundo período entre enero y abril, se caracteriza por la fuerza de la corriente de California, que fluye hacia el Sur de una manera divergente, pero llegando hasta los 15 grados de latitud, frente a las costas del estado de Chiapas; las corrientes superficiales en esta época tienen una velocidad de 15 cm/seg (Wyrcki, 1965).

Por último, se distingue un tercer período de mayo a julio, en que la corriente de California es aun fuerte, dando lugar a una convergencia intertropical cerca de los 10 grados de latitud norte con la corriente contra Ecuatorial. Posteriormente ésta fluye hacia el norte desde América Central hasta Bahía de Banderas, Jalisco. En este periodo el sistema de corrientes tiene una velocidad de 20 cm/seg (Wyrcki, 1965).

8.- MATERIAL Y MÉTODOS

8.1.- Toma de las muestras.

Los pescadores de la costa de Jalisco utilizan embarcaciones de fibra de vidrio de 5 a 7 m de eslora con motor fuera de borda (55 hp) convencional, para la pesca artesanal. Los organismos se capturan con diferentes artes de pesca según la preferencia o experiencia del pescador. Se utiliza la línea de mano con uno o dos anzuelos. también la red agallera o escamera de 200 a 400 m de largo y 3 ½ pulgadas de tamaño de malla. En algunas ocasiones utilizan el palangre escamero, que consiste de una línea madre o principal del cual penden hasta 150 anzuelos a una profundidad de 20 a 30 m.

Para el presente trabajo se colectaron organismos enteros y eviscerados de la captura comercial de Punta Pérula, Jalisco. Los pescadores acostumbran eviscerar (quitar las vísceras) para retardar el efecto de descomposición de los huachinangos, por lo cual se les pidió que participaran en el trabajo de investigación, manteniendo los peces enteros hasta obtener las medidas morfométricas y retirar las vísceras.

Se realizaron muestreos mensuales con una duración de cuatro a siete días durante un año, de mayo de 1999 a julio del 2000, de la captura obtenida de las embarcaciones de pesca comercial artesanal en la región de Punta Pérula, Jalisco. Sin embargo, no se obtuvieron datos en mayo y julio de 1999 y en mayo y junio del 2000 debido a la ausencia de huachinangos en las capturas, relacionadas principalmente con las condiciones climáticas prevaletentes en esta época del año (marejadas, tormentas y mal tiempo en general). En esta época del año la pesca artesanal de la región suele disminuir debido al mal tiempo.

Las muestras se tomaron siempre del mismo sitio: 19° 36' 52.3" N y 105° 12' 04.4" O, ubicado mediante un geoposicionador satelital (G.P.S.). Las redes se colocaron durante la tarde y se recogieron a la mañana siguiente, Por lo que los especímenes se capturaron durante la noche o la madrugada.

En la playa se tomaron los siguientes datos biométricos de cada organismo: 1) longitud total (LT); 2) longitud estándar (LE); 3) longitud horquilla (LH); y 4) altura (A) con un ictiómetro de 1 metro de largo y 0.5 mm de precisión. Se utilizó una balanza de campo Ohaus, modelo scout de 10 kg y/o 5 kg con una precisión de 1 g para obtener el peso total (PT) y peso eviscerado (PE). Las vísceras obtenidas fueron colocadas en bolsas de plástico con etiquetas.

8.2.- Estructura de la población.

Se elaboró una base de datos con las estimaciones de longitud, peso y altura corporal mensual tomados en playa. A continuación se describen estas medidas (Figura 3):

- 1) Longitud total (LT), es la distancia desde la punta de la mandíbula hasta la porción distal de la aleta caudal.
- 2) La longitud estándar (LE), se toma la distancia de la punta de la mandíbula a la base de la aleta caudal.
- 3) Longitud horquilla (LH), es la distancia de la punta de la mandíbula a la horquilla de la alta caudal
- 4) La altura (A), es la distancia del punto medio dorsal al punto medio ventral pasando por el opérculo.
- 5) Peso eviscerado y peso entero sólo en aquellos destinados a la histología.
- 6) Peso de las gónadas.

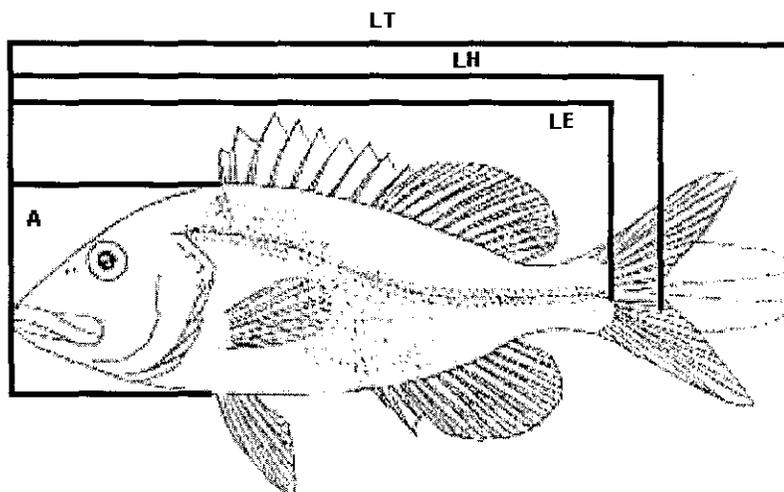


Figura 3.- Diagrama de un pez y las mediciones tomadas (esquema tomado de Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Se realizó un análisis de regresión entre el peso total y la longitud total de cada mes, para obtener el modelo de relación potencial (Ricker, 1975), por medio de la fórmula:

$$PT = a * LT^b$$

O en logaritmo

$$\ln PT = \ln a + b * \ln LT + \ln e$$

Donde:

PT= peso total del organismo

LT = longitud total

a = factor de condición u ordenada al origen

b = factor alométrico o pendiente

e = factor de error estadístico

Ln = logaritmo natural

En un segundo modelo de relación lineal se analiza la longitud total y longitud estándar.

$$LT = a + b*LE + e$$

Donde:

LT = longitud total del pez

LE = longitud estándar

a y b = parámetros de la relación lineal

e = factor de error

Estos modelos explican las relaciones entre las variables y la forma en que se da el crecimiento.

Factor de condición mensual.

Para describir el estado de los individuos se calculó el factor de condición mensualmente utilizando valores de peso y longitud total, manteniendo constante la pendiente "b" obtenida para todo el año. Las variaciones en el factor de condición representan los cambios ocurridos en la condición física de los organismos debido a diferencias en madurez gonadal, desove, escasez de alimento y temperatura.

8.3.- Análisis de las gónadas.

Se procesaron 285 gónadas para la obtención de los cortes histológicos. Las gónadas se sexaron primeramente mediante observación macroscópica como machos, hembras e indeterminados, sin tomar en cuenta el tamaño y peso de los organismos. Se identificó el sexo (M = macho, H = hembra) por medio del color, textura y forma de la gónada cuando éste fue evidente y se

tomó como indiferenciado (I = indiferenciado) cuando existía la duda, en este último caso se trataba de gónadas pequeñas.

8.3.1.- Preparación:

En la Estación Biológica de Punta Pérula de la Universidad de Guadalajara, se procedió a separar las gónadas de las vísceras, las cuales se fijaron en formaldehído al 10%. Posteriormente, se extrajo el tejido graso adyacente y se estimó el peso de las gónadas utilizando dos balanzas marca Ohaus, con capacidad de 5 y 10 kg y precisión de 0.01 y 0.001 g, respectivamente. Para los casos de gónadas muy pequeñas, se tomó la primera lectura que se mantuvo estable en la balanza debido a la volatilización del formol.

8.3.2.- Análisis histológico:

El trabajo del procesamiento histológico de las gónadas se llevó a cabo en el Centro Médico de Occidente del Instituto Mexicano del Seguro Social en la Unidad de Guadalajara del Departamento de Patología. Las muestras fueron sometidas previamente a un tratamiento que comprende las siguientes etapas:

- a) Fijación: las muestras fueron fijadas en formaldehído al 10% en el lugar del muestreo (mencionado arriba).
- b) Disección: Las gónadas fueron seccionadas obteniéndose cortes transversales de 5 mm de ancho aproximadamente y para gónadas muy pequeñas se escogieron 3 secciones, anterior, media y posterior. Para gónadas desarrolladas se obtuvieron cortes en el centro de ambas gónadas.
- c) Deshidratación: Las secciones fueron colocadas en papel encerado y delgado, quedando empaquetadas para ser introducidas en alcohol butílico en concentraciones progresivas de 70 %, 80%, 90% y 100%.

- d) Inclusión: Se incluyeron en parafina cuyo punto de fusión osciló entre los 56^o C y 58^o C.
- e) Corte: Se hicieron cortes con un microtomo de rotación y se obtuvieron cortes con un grosor de aproximadamente 5 micras.
- f) Tinción: se manejó el método de hematoxilina-eosina.
- g) Montaje: Se utilizaron portaobjetos y cubreobjetos de tamaño estándar y como medio de montaje se utilizó resina sintética diluida con xilol al 60% .

Nota: Debido al tamaño de las muestras, no fue necesario lavar las muestras antes de deshidratarlas, como marca el método convencional.

Las observaciones de las laminillas se realizaron en un primer análisis con un microscopio compuesto Carl Zeiss estándar con aumentos de 10x y 40x en el objetivo y 10x en el ocular. Se tomaron fotografías de los cortes histológicos más representativos de cada estado de desarrollo de machos, hembras e indeterminados, con una cámara NikonFTN adaptada al ocular del microscopio.

8.3.3.- Madurez.

La determinación de la talla media de primera madurez (L_{50}) es aquella donde el 50% del grupo está maduro y la longitud a la que el 100% de los organismos están participando en el proceso reproductivo. Se obtuvo mediante la distribución de frecuencias relativas de machos y hembras por clase de talla.

8.4.- Índice gonadosomático.

El índice gonadosomático (IGS) fue usado para determinar la madurez gonadal. Este índice señala las variaciones del peso de la gónada en relación al peso del pez y muestra el patrón estacional de madurez (Balbontin y Fisher, 1981). El índice fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IGS = (Pg/ Pp) \times 100$$

Donde :

Pg = peso de la gónada (g)

Pp = peso del pez (g)

8.5.- Fecundidad.

Para obtener la fecundidad se estimó primero el peso de la gónada de cinco organismos de diferentes tallas, utilizando una balanza digital marca Ohaus, Con capacidad de 5 Kg. Y precisión de 0.01 g. De cada gónada se obtuvo una muestra de 1 gramo y se desprendieron los óvulos añadiendo agua destilada para uniformizar la muestra. Posteriormente mediante una pipeta de 5 mililitros se obtuvieron submuestras de 2 mililitros, las cuales se colocaron en una cámara Bogorov para su observación (10X) en el microscopio estereoscópico (marca Carl Zeiss modeló Stemi 2000). Los óvulos de cada submuestra fueron contados en dos ocasiones. Las submuestras se filtraron utilizando un tamiz con luz de malla de 64 micras para eliminar el exceso de agua y estimar posteriormente su peso en una balanza analítica de cuatro dígitos de precisión (marca Ohaus). La fecundidad se calculó mediante la fórmula:

$$F = nG/g$$

Donde:

F = fecundidad

G = peso total de la gónada

g = peso de la submuestra

n = número de óvulos en la submuestra

8.6.- Ciclo reproductivo

8.6.1.- Histología del ovario.

Tomando en cuenta los estadios de desarrollo descritos por Lucano-Ramírez et al. (2001c), se realizaron observaciones bajo el microscopio (10 y 40X) para ubicar cada laminilla en el estado de desarrollo correspondiente. Se contó y midió el diámetro de los ovocitos, el cual se promedió, expresándolo en milímetros. Se observaron también las características y estructuras de la gónada.

8.6.2.- Histología del testículo.

Se analizaron las laminillas de las muestras tomadas de testículos en diferentes estados de desarrollo, procediendo a ubicar cada una en el estado de madurez correspondiente, de acuerdo a los estadios propuestos por Lucano-Ramírez et al. (2001c),

9.- RESULTADOS

9.1. Análisis morfométrico

Los valores promedio de las variables morfométricas obtenidas durante los muestreos mensuales (mayo, 1999 a julio, 2000), se observan en la Tabla 1. Cabe señalar que el número de organismos (n) varía cada mes de acuerdo a la pesca obtenida en los días de muestreo. Los organismos con mayor longitud y peso se encuentran en agosto de 1999 y febrero del 2000; por otro lado, los de menor longitud y peso se encuentran en octubre y noviembre de 1999.

Tabla 1.- Valores promedio de las variables morfométricas del huachinango *Lutjanus peru* en Punta Pérula, Jalisco.

Mes	LT (cm)	LH (cm)	LE (cm)	A (cm)	PE (g)	n
Jun-99	34.21	32.21		10.88	552.26	93
Ago-99	51.08	48.39	43.30	13.86	1778.90	31
Sep-99	29.24	27.28	23.12	7.52	138.00	119
Oct-99	26.51	24.76	20.77	6.88	230.30	424
Nov-99	25.41	23.74	20.52	7.28	200.91	188
Dic-99	35.81	33.39	29.13	9.81	814.11	27
Ene-00	27.18	25.49	21.59	7.68	275.95	37
Feb-00	49.75	46.15	40.26	13.16	1494.12	26
Mar-00	35.84	33.30	28.25	10.35	701.86	113
Abr-00	32.37	30.22	26.09	8.55	490.51	227
Jul-00	37.38	34.75	30.02	10.18	663.34	79

LT = Longitud total
LH = Longitud horquilla
LE = Longitud estándar

A = Altura
PE = Peso eviscerado
n = número de organismos

La distribución de frecuencias de la longitud total (LT) indica que la mayor parte de los organismos se sitúan en un intervalo de 25 a 40 cm y son menos abundantes los de tallas mayores a 60 cm (Figura 4). Se encontró que el organismo más pequeño registrado fue de 19.5 cm con un peso de 360 g, y el más grande un macho de 99.3 cm, con un peso de 5,3 g (caso excepcional). En

el Anexo II se incluyen las frecuencias de talla por mes. La Figura 4 también presenta la curva de la frecuencia acumulada en porcentaje del número de individuos de cada clase de talla. Allí se puede observar que el 55 % tiene tallas de 30 cm/ ó menores.

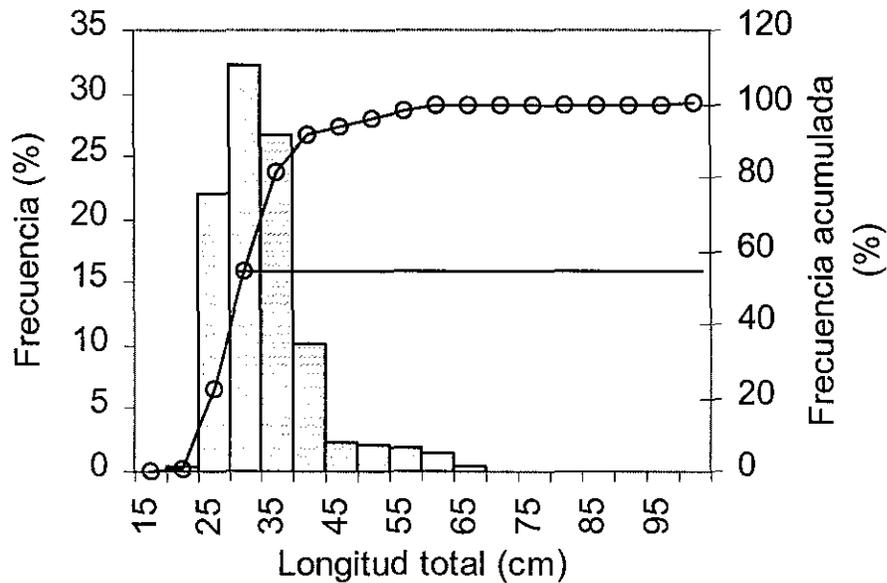


Figura 4.- Distribución de frecuencia de longitud total del huachinango *Lutjanus peru* durante el periodo de estudio (junio'99 a julio'00).

Para conocer las variaciones de la longitud total se calcularon la moda, la mediana y la desviación estándar (Tabla 2). En los meses de septiembre y noviembre los valores de la moda y mediana son mayores a la media. En los demás meses estos son valores muy cercanos entre si. Los valores de la moda y la mediana fueron diferentes mes a mes.

Tabla 2.- Descripción de valores de tendencia central de la longitud total del huachinango *Lutjanus peru* en Punta Pérula, Jalisco.

Mes	Promedio (cm)	Moda (cm)	Mediana (cm)	Desviación estándar
Jun-99	34.21	35.00	33.50	3.53
Ago-99	51.08	48.00	51.50	11.92
Sep-99	29.24	36.00	29.50	6.21
Oct-99	26.51	24.50	25.75	3.56
Nov-99	25.41	26.00	25.45	2.35
Dic-99	35.81	33.50	33.50	8.06
Ene-00	27.18	26.30	26.30	2.79
Feb-00	49.75	47.60	47.70	7.46
Mar-00	35.84	31.00	32.10	8.65
Abr-00	32.37	30.00	31.10	5.34
Jul-00	37.38	37.00	37.00	3.88

En el análisis que explica las relaciones morfométricas, se utilizó la longitud total como la variable independiente. La relación entre la longitud total y longitud horquilla se presenta en la Figura 5; se incluyen los valores observados y calculados además de la ecuación que mejor se ajusta a esta relación ($p > 0.05$). Destaca el punto que representa al organismo de mayor longitud (99.3 cm LT). La ecuación es $LH = 0.306 + LT * 0.924$, $r = 0.991$, con un total de 1,364 organismos. Con este análisis de regresión lineal se demuestra que existe una relación de tipo isométrico entre ambas variables, ya que la pendiente $b = 0.924$ es cercana a 1 (no es estadísticamente diferente a 1).

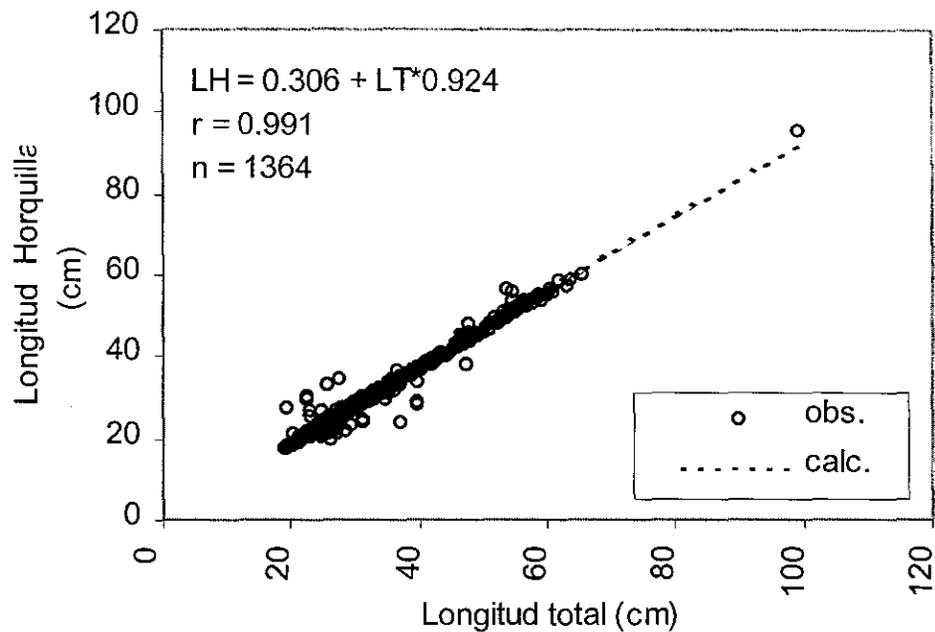


Figura 5.- Relación entre longitud total y longitud horquilla del huachinango *Lutjanus peru*, en Punta Pérula de junio'99 a julio'00.

Al analizar la relación entre la altura y la longitud total de los organismos durante el periodo de estudio se obtuvo la ecuación: $A = 0.03 + LT \cdot 0.269$, $r = 0.933$, la cual demuestra que los datos responden a la variación inicial encontrada como se muestra en la Figura 6, con una significancia de 0.05 y con una dispersión de los datos alrededor de la recta de regresión calculada. En este caso, también se encuentran relacionados entre sí con un crecimiento proporcional.

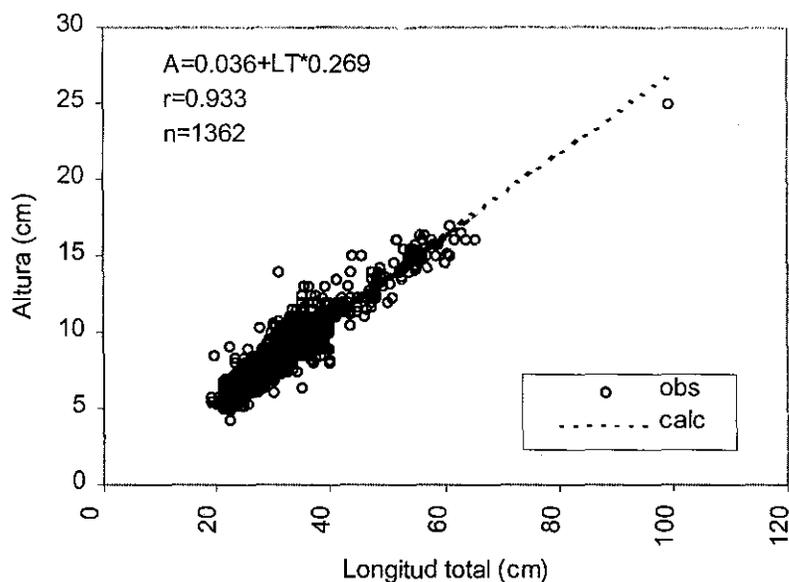


Figura 6.- Relación entre la longitud total y la altura del huachinango *Lutjanus peru* en Punta Pérula, de junio'99 a julio'00.

La relación entre el peso total y la longitud total se ajusta a una ecuación de tipo exponencial, donde el peso de los organismos aumenta de la siguiente manera: $PT = 0.014*LT^{2.973}$, $r = 0.979$. Se considera que un pez crece proporcionalmente, es decir, de forma isométrica cuando el valor de la proporción largo-peso se encuentra entre 2.5 y 3.5 (Ehrhardt, 1981). De acuerdo al factor alométrico, expresado por la pendiente, en este caso 2.97 (cercano a 3), el análisis de *t* student encontró que no hay diferencia significativa y que el crecimiento puede considerarse isométrico.

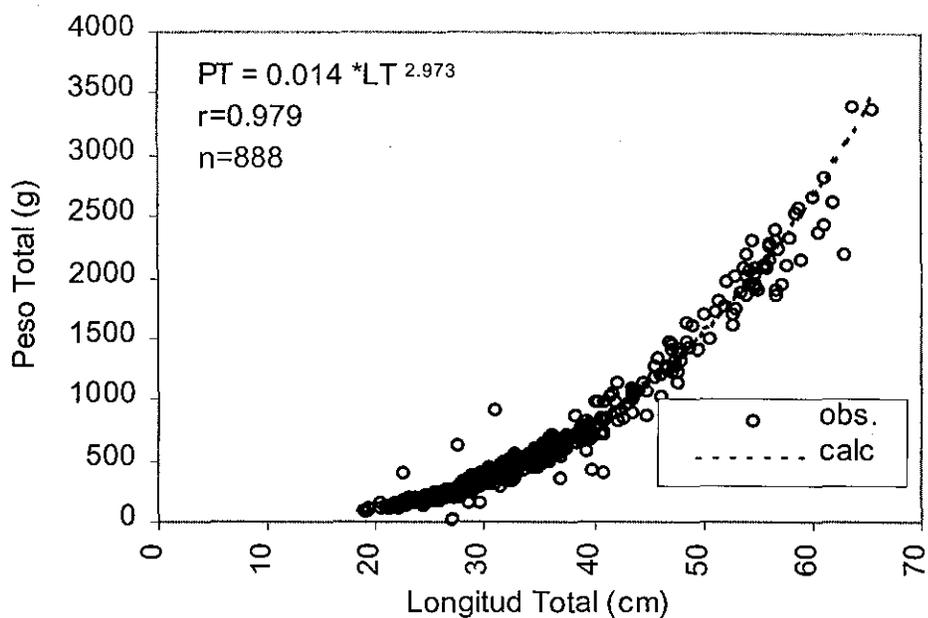


Figura 7.- Relación peso-longitud del huachinango *Lutjanus peru* en Punta Pérula de junio'99 a julio'00

9.2.- Factor de condición mensual.

La Figura 8 muestra el factor de condición mensual calculado para *Lutjanus peru* durante el periodo de estudio. Los valores indican una dispersión mayor en octubre y noviembre de 1999, además de marzo y abril de 2000. Los valores mínimos (mayor talla con respecto a su peso) se presentaron en noviembre de 1999 y en marzo y abril de 2000. El mes con mayor peso en relación a la talla fue septiembre, aunque diciembre y enero tienen una distribución mas compacta

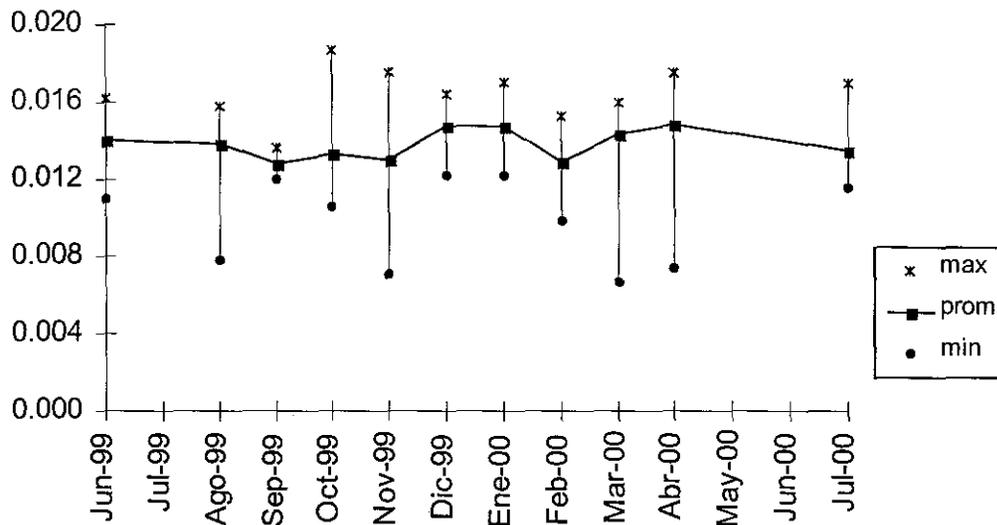


Figura 8.- Factor de condición mensual, promedios, máximos y mínimos.

9.3.- Análisis de gónadas.

La técnica de observación directa macroscópica de las gónadas inmaduras para la determinación del sexo del huachinango es muy limitada ya que, en la mayoría de los casos, no fue posible determinar si se trataba de macho o hembra, quedando como indeterminado.

9.3.1.- Análisis morfométrico de las gónadas y su relación con las medidas corporales.

Las gónadas se sexaron mediante observación macroscópica como machos, hembras e indeterminados, sin tomar en cuenta el tamaño y peso de los organismos (Tabla 3). Posteriormente, cuando se realizó el análisis de histología gonadal los indeterminados pudieron ser sexados.

Tabla 3.- Valores mensuales de machos, hembras e indeterminados, sexados mediante observación macroscópica de las gónadas n=285.

MES	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS	TOTAL
SEP	21	14	3	38
OCT	4	7	41	52
NOV	0	2	15	17
DIC	0	0	20	20
ENE	0	0	15	15
FEB	7	6	4	17
MAR	16	9	24	49
ABR	1	3	43	47
JUL	11	9	10	30
TOTAL	60	50	175	285

La proporción de machos : hembras fue de 1.2 : 1.0, lo que significa que por cada 120 machos hay 100 hembras. Los organismos indeterminados se encuentran en mayor proporción en casi todos los meses. La presencia de machos es mayor en septiembre y en marzo. Las hembras son abundantes en septiembre, marzo y julio (Figura 9).

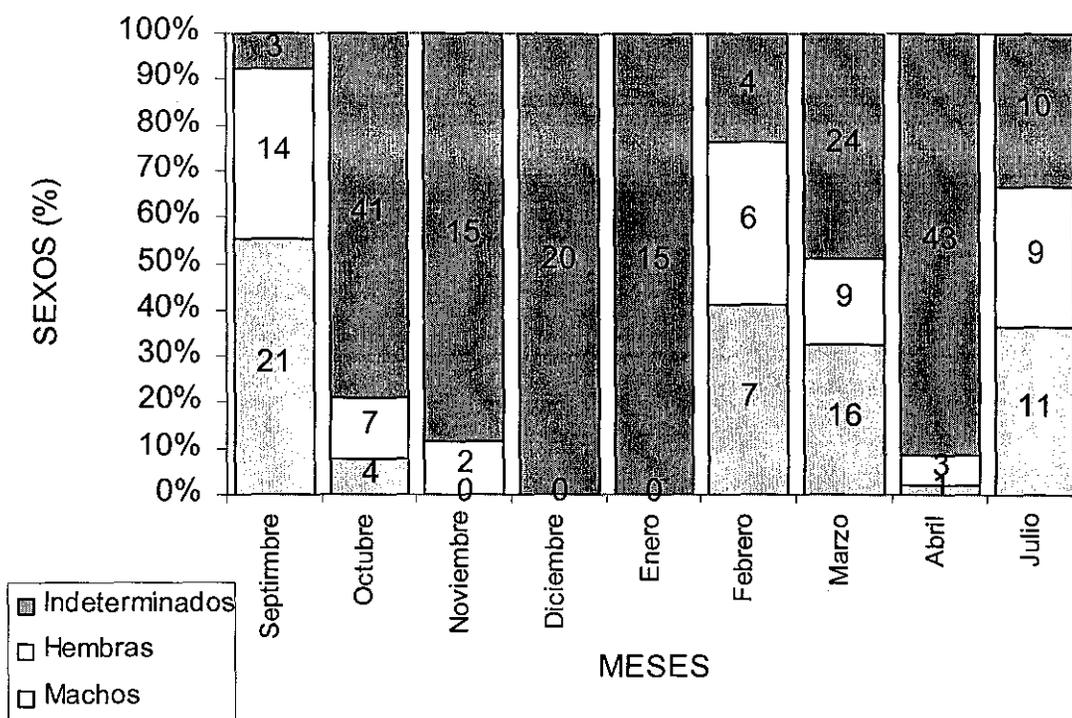


Figura 9.- Valores de la proporción mensual de machos, hembras e indeterminados, con un total de 285 organismos.

Al realizar la histología de las gónadas se encontró que los machos , fueron más abundantes en los meses de septiembre, octubre, febrero, marzo y julio (Tabla 4).

Tabla 4.- Valores mensuales de machos y hembras observados mediante el análisis histológico realizado en 285 organismos.

MES	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL
SEP	22	16	38
OCT	28	24	52
NOV	10	7	17
DIC	5	15	20
ENE	5	10	15
FEB	10	7	17
MAR	32	17	49
ABR	22	25	47
JUL	18	12	30
TOTAL	152	133	285

Con el análisis histológico, la proporción total de machos-hembras fue de 1.14 : 1.0 lo que significa que por cada 114 machos hay 100 hembras. La Figura 10 describe los cambios en el año.

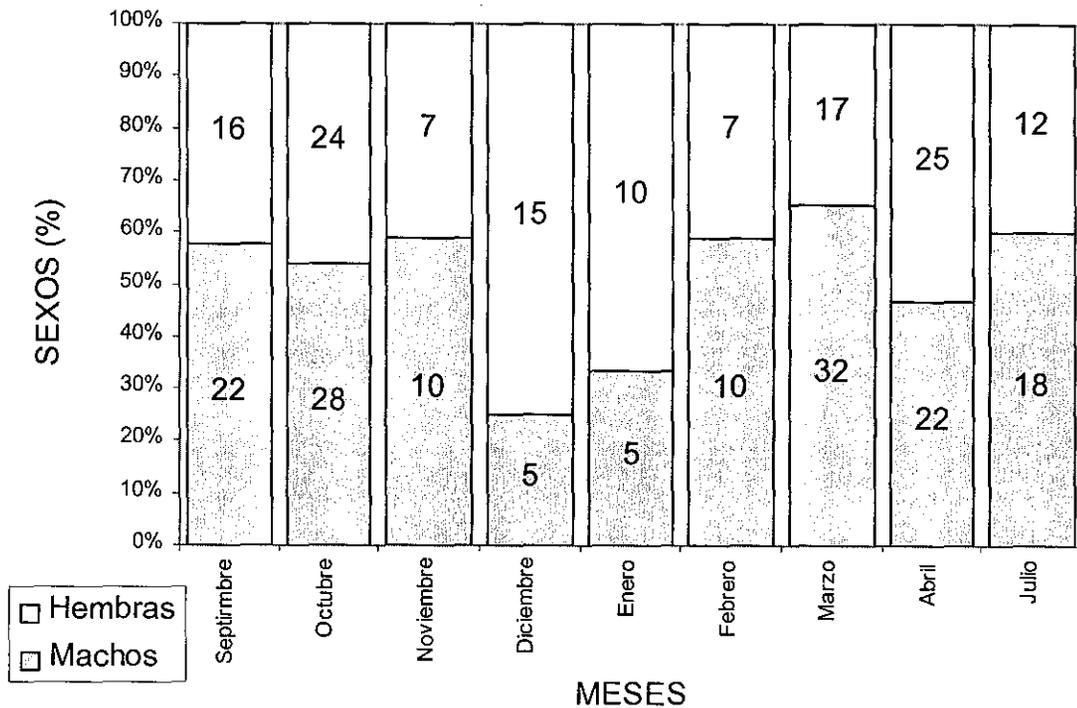


Figura 10.- Valores de la proporción de machos - hembras con el análisis histológico realizado a 285 organismos.

9.3.2.- Descripción de las gónadas.

Las gónadas del huachinango son estructuras pares tanto en machos como en hembras, con una ligera diferencia de tamaño entre la gónada derecha e izquierda de un mismo individuo. Tanto ovarios como testículos se encuentran suspendidos por debajo de la vejiga gaseosa y en ambos se localiza un cordón

blanco que parte de la región anterior de la gónada hacia una estructura lobulada roja que a su vez se une al corazón. Este cordón, visto al microscopio, muestra una gran cantidad de células sanguíneas, y probablemente sirve de guía y alimento al crecimiento de la gónada.

Madurez Gonadal

Existen varias propuestas para establecer una escala de madurez gonadal macroscópica en peces. Holden y Raitt (1975) y Finucane y Collins (1984) proponen cinco fases; mientras que Sokolov y Wong (1973) proponen seis fases. Tomando como base los criterios de los anteriores autores en la Tabla 5 se presenta la descripción de las gónadas de *L. peru* para cada fase observada en el presente estudio.

Tabla 5.- Clave de identificación macroscópica de las fases de desarrollo de las gónadas de peces.

FASE	ESTADO	DESCRIPCIÓN
I	Indefinido	Las glándulas sexuales son filamentos muy finos, no es posible diferenciar machos y hembras
II	Inmaduro	Inicia desarrollo de las gónadas, los ovarios son blancos y cilíndricos. Los testículos son aplanados y van de translúcidos a blanquecinos. Sin irrigación sanguínea evidente.
III	Madurando	Gónadas bien diferenciadas. Los ovarios cilíndricos, alargados y gruesos, óvulos no evidentes, con tejido conectivo, comienza la irrigación vascular lateral. Testículos de color blanco a marfil, comienza el desarrollo de los tres lóbulos hasta completarse. Estadio de larga duración.
IV	Maduro	El desarrollo de las glándulas muy avanzado. Ovarios de color amarillo a cafésoso. Óvulos grandes e irrigación vascular lateral desarrollada. Testículos de color marfil con tres lóbulos triangulares en toda su extensión, cubren la mayor parte de la cavidad abdominal.
V	Desovando	Ovarios de color café claro a brillante. Productos sexuales listos para ser expulsados y salen a la más leve presión. Venas bien desarrolladas irrigando toda la gónada. Testículos de color blanco-perlado, sale esperma al presionar levemente.
VI	Posdesove	El producto ha sido expulsado. Glándulas sexuales flácidas, inflamadas. Óvulos residuales se reabsorben y comienza la recuperación.

Usando la clave de la Tabla 5 se realizó la identificación macroscópica de las gónadas. El resultado de esa identificación se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6.- Fases de madurez macroscópica de 285 muestras gonadales de machos y hembras.

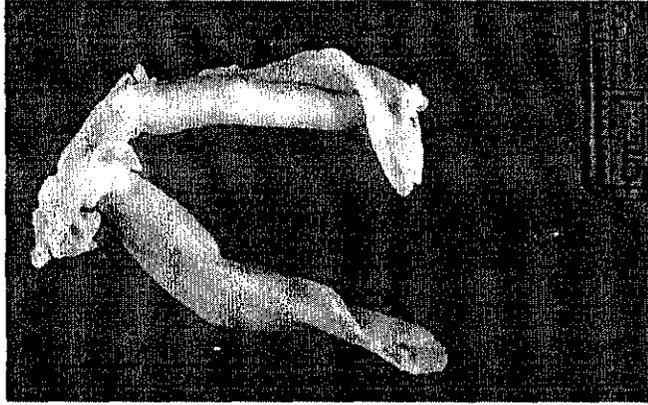
MES	INDET		HEMBRAS				MACHOS					TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	II	III	IV	V	VI	
FASE												
SEP	3	2	3	4	5	0	6	9	2	4	0	38
OCT	41	4	2	1	0	0	3	0	0	1	0	52
NOV	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
DICI	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
ENE	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
FEB	4	4	2	0	0	0	3	3	1	0	0	17
MAR	24	4	1	2	2	0	6	1	0	9	0	49
ABR	41	2	0	0	3	0	0	0	0	1	0	47
JUL	12	7	0	0	0	0	9	2	0	0	0	30
Total	175	25	8	7	10	0	27	15	3	15	0	285

Características macroscópicas de las gónadas de huachinango.

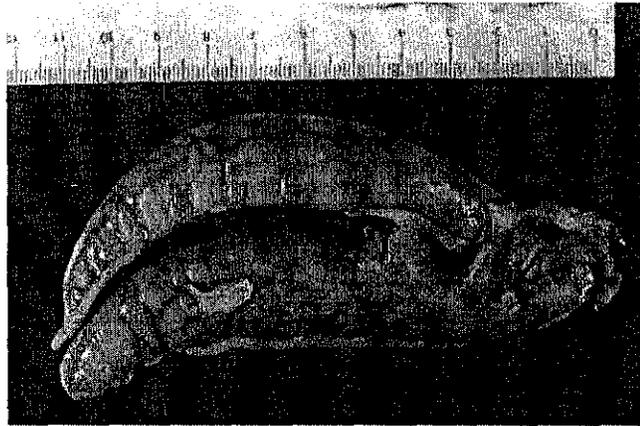
Ovarios: Los ovarios son alargados, cilíndricos y lisos (Figura 11). Ambos se unen en la parte posterior de la cavidad abdominal, constituyendo el oviducto por donde se liberan los ovocitos hacia la abertura urogenital. Los lóbulos aumentan de tamaño con la madurez y cambian de color desde blanco hasta amarillo cafésoso. Se aprecia una arteria ventral, de la cual se derivan irrigaciones secundarias laterales con tejido adiposo que puede variar según la época del año, independientemente del tamaño de la gónada.

En la Figura 11 se pueden observar 3 fotografías de gónadas femeninas de tres tamaños: a) fase II, b) fase IV y c) fase V. En la primera fotografía se aprecia la notoria vascularización que contrasta con la fase II, donde no existe. Tanto el tamaño como la coloración tienen un cambio progresivo.

a)



b)



c)

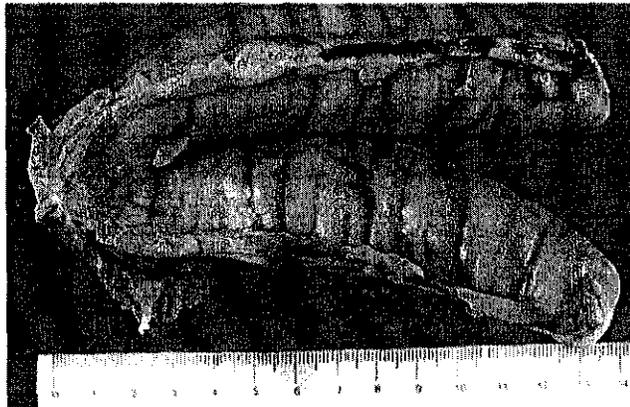


Figura 11.- Fotografías de los ovarios de huachinango *L. peru*, en tres fases de madurez: a) fase II, b) fase IV y c) fase V

Testículos: Los testículos se encuentran suspendidos de la parte dorsal media de la pared del cuerpo, cuando están inmaduros son planos y translúcidos, al madurar se vuelven blanquecinos. Durante el desarrollo pueden distinguirse tres lóbulos en un corte transversal (Figura 12a). Las estructuras gonadales se unen a la abertura urogenital.

En la Figura 12 se observan 3 fotografías de testículos en tres tamaños: a) fase II, b) fase III y c) fase V. En estas fotografías se puede apreciar que en la fase II y III aun no se encuentran los lóbulos desarrollados, mientras que en la fase V los tres lóbulos están ya bien definidos. La coloración también es características de maduración; es decir las gónadas son más amarillas cuando existe más desarrollo.

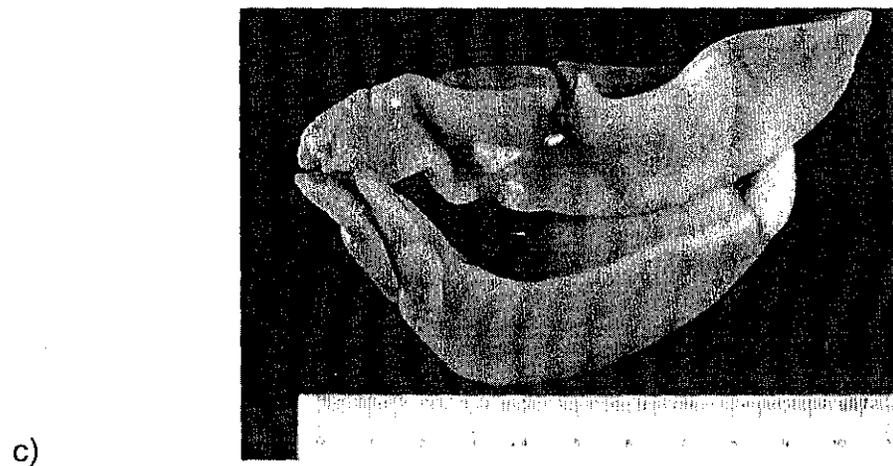
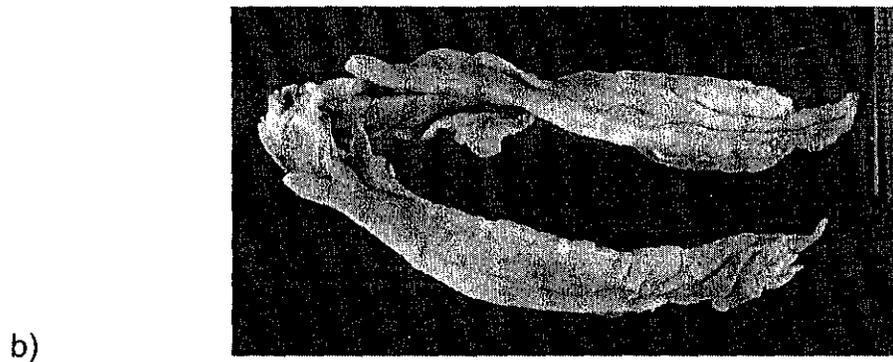
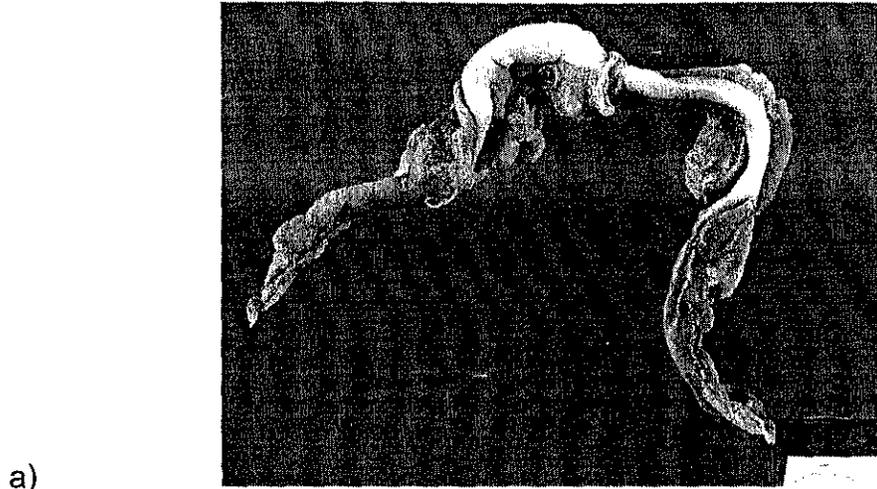


Figura. 12.- Fotografías de testículos de huachinango *L. peru* en tres fases de madurez: a) fase II, b) fase III y c). fase V

9.3.3.- Análisis microscópico del aparato reproductor del huachinango.

Mediante la observación de los cortes histológicos, fue posible identificar a los indeterminados ya sea como machos o hembras. La Figura 13 a) y b) muestran ejemplos de a) gónadas femenina y b) gónada masculina, que fueron consideradas como indeterminadas macroscópicamente.

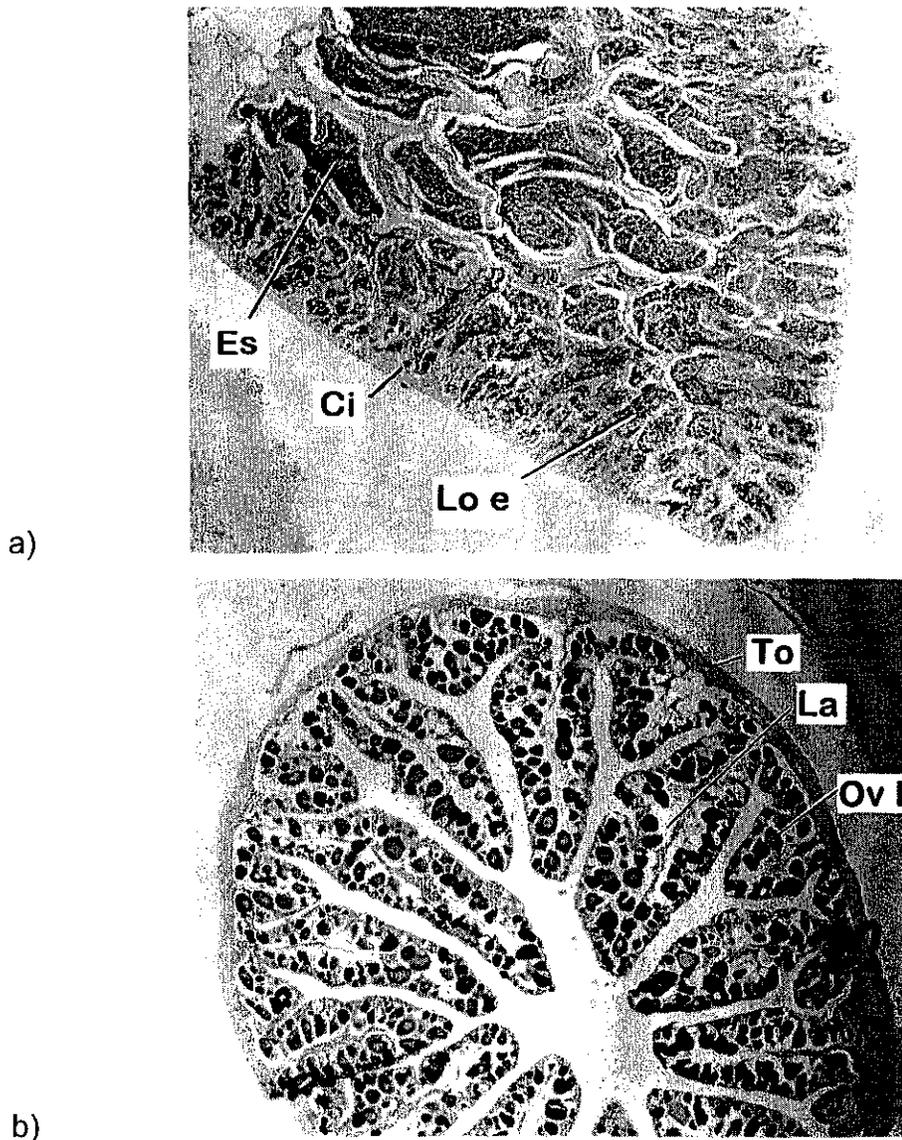


Figura. 13.- Cortes histológicos (10X) de gónadas consideradas macroscópicamente como indeterminadas: a) macho y b) hembra. Es = esperma; Ci = cisto; Lo e = lóbulo elongado; To = túnica ovígera; La = lamela; Ov I = ovogonia en fase I o cromatina nucleolo.

Los cortes histológicos, realizados en algunas gónadas consideradas macroscópicamente como indeterminados, muestran que en el caso del testículo se puede observar que se empiezan a producir cistos de espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios en puntos determinados de la pared externa de la gónada hasta cubrirla, como se muestra en la Figura 14.

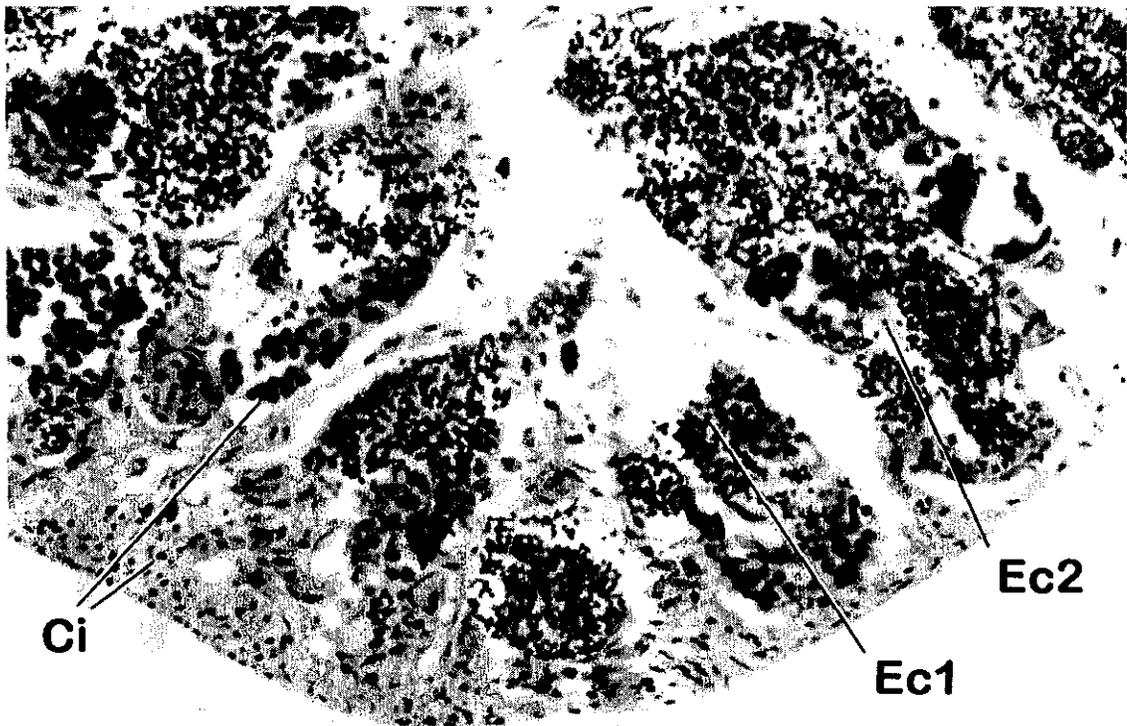


Figura. 14.- Gónada masculina juvenil (40X). Ci = cistos; Ec1 = espermatocitos primarios; Ec2 = espermatocitos secundarios.

En la gónada femenina no se encuentran señales de madurez aunque hay diferentes tamaños de ovocitos (Figura. 15). En los ovarios de hembras jóvenes los ovocitos mantienen un tamaño homogéneo. Sin embargo, en las gónadas que van aumentando en peso y talla, se encuentra una disparidad en el tamaño de los ovocitos. Se desconocen los mecanismos que influyen en la alteración del desarrollo de los ovocitos; es posible que al aumentar la gónada de tamaño

se produzcan nuevos ovocitos que difieren de los primeros cuyo desarrollo está más avanzado. Las lamelas se elongan hasta el centro del ovario

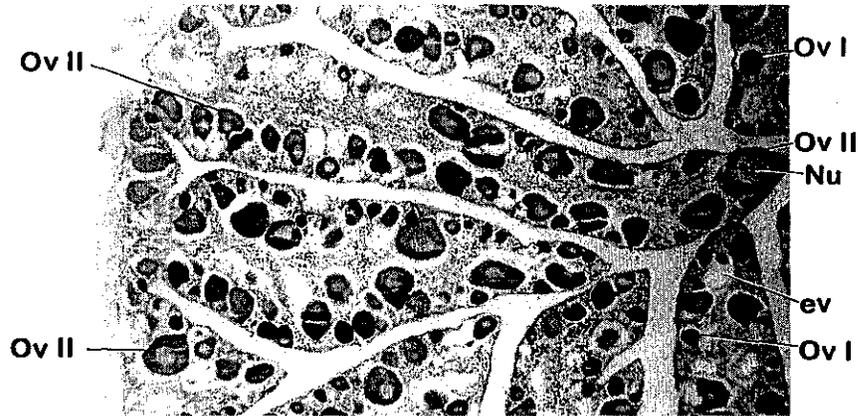


Figura. 15.- Gónada femenina fase I, comienza la disparidad de tamaños (40X). Ov I = ovogonia en fase I o cromatina nucleolo; Ov II = ovogonia en fase II u ovogonia perinuclear; Ov III = ovogonia en fase III o vitelogenesis 1; Nu = núcleo; ev = espacio vacío

La presencia de ovocitos en varios estados de desarrollo sugiere un desove fraccionario, como se muestra en las laminillas de hembras con estados intermedios de desarrollo. Se encontraron ovocitos maduros acompañados de otros poco desarrollados (Figura 16).

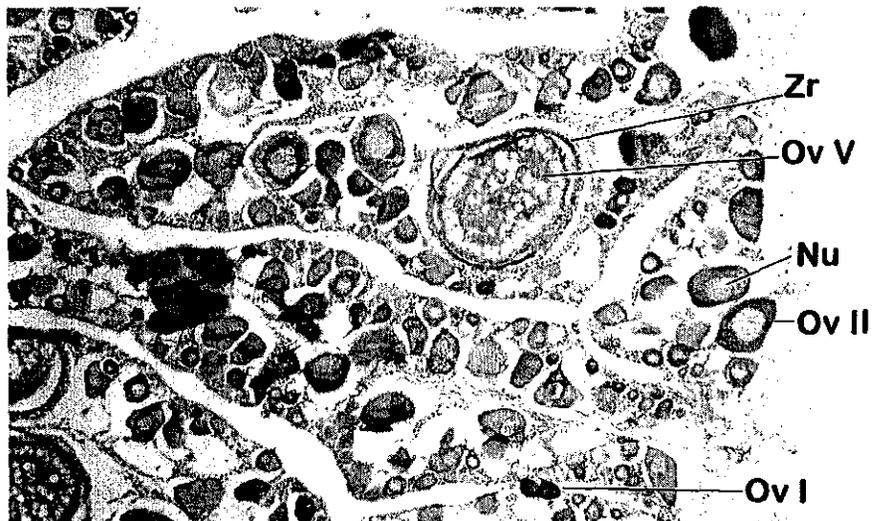


Figura. 16.- Gónada femenina comenzando la fase III (40X). Ov I = ovogonia en fase I o cromatina nucleolo; Ov II = ovogonia en fase II u ovogonia perinuclear; Ov V = ovogonia en fase V o maduro e hidratado; Nu = núcleo; Zr = zona radiada.

Sin embargo, en hembras maduras con una gran cantidad de ovocitos vitelogenésicos, se observan pocos ovocitos que comienzan su desarrollo (de menor tamaño), lo cual sugiere que el ovario sufre un desgaste masivo durante la época de desove que debería estar seguido de un lapso de descanso o de recuperación (Figura 17).

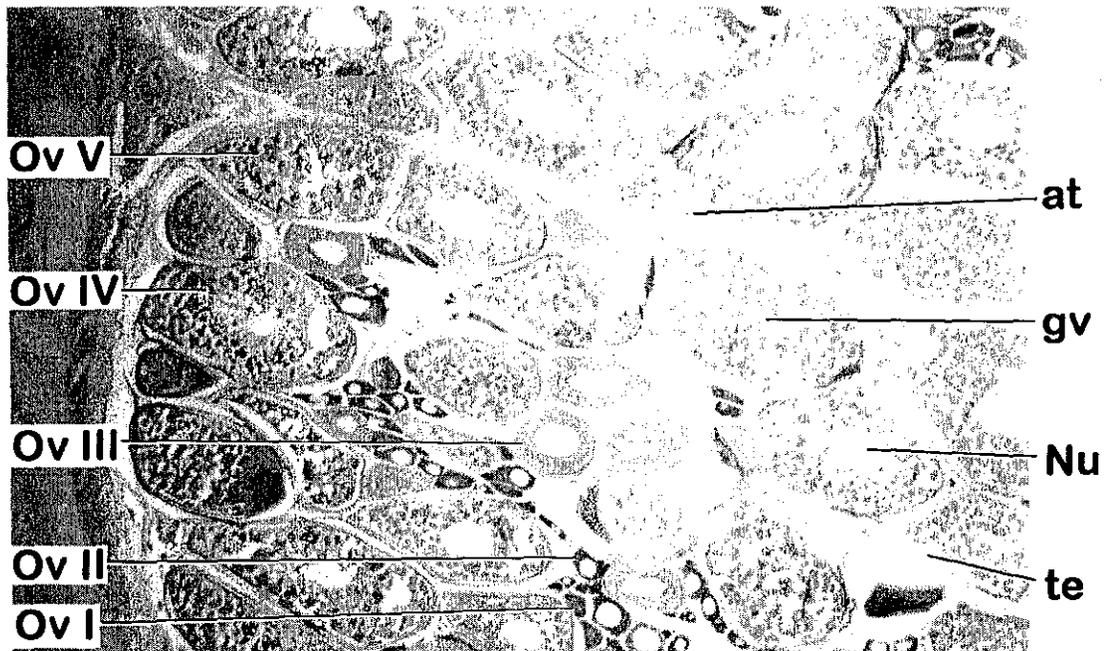


Figura. 17.- Gónada femenina en fase V (10X). Ov I = ovogonia en fase I o cromatina nucleolo; Ov II = ovogonia en fase II u ovogonia perinuclear; Ov III = ovogonia en fase III o vitelogenesis 1; Ov IV = ovogonia en fase IV o vitelogenesis 2; Ov V = ovogonia en fase V o maduro e hidratado; at = atresia; gv = gránulos de vitelo; Nu = núcleo; te = teca.

En el caso del testículo, una vez que ha empezado a producir células espermáticas, continúa su desarrollo hasta producir esperma, por lo que se encuentran individuos que, aún cuando el testículo no está completamente desarrollado (no presenta los tres lóbulos característicos), se produce esperma que se localiza en el lumen o centro de la gónada (Figura. 18). Esto hace suponer que la maduración de las hembras lleva más tiempo.

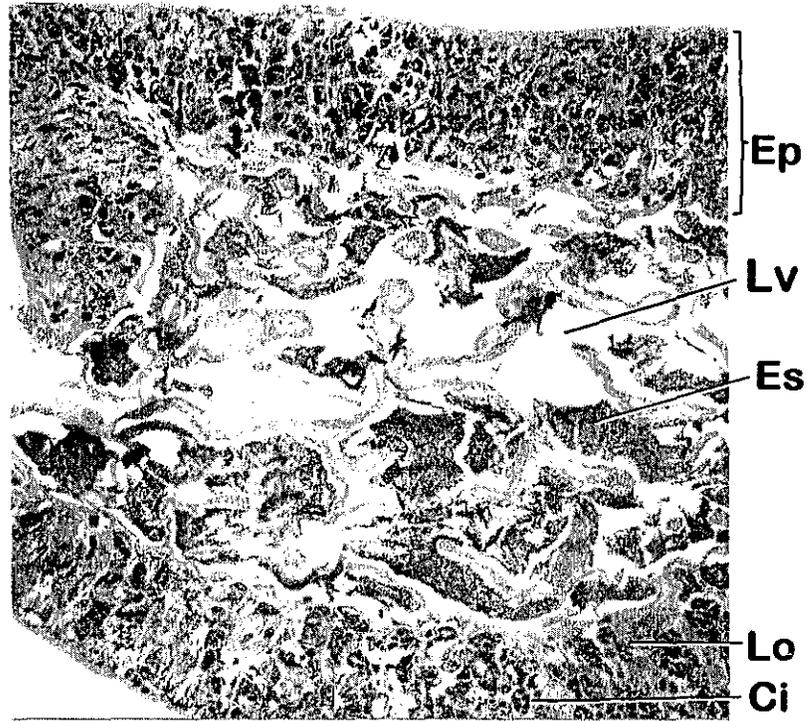


Figura 18.- Gónada masculina madura en fase III (10X). Ep = epitelio continuo característica de la fase III; Lv = lumen vacío; Es = espermatozoide; Lo = lóbulo; Ci = cisto.

El lumen en la gónada masculina aumenta de tamaño conforme la producción de esperma se acumula y deja espacios cuando los espermatozoides son expulsados, como en la Figura 18.

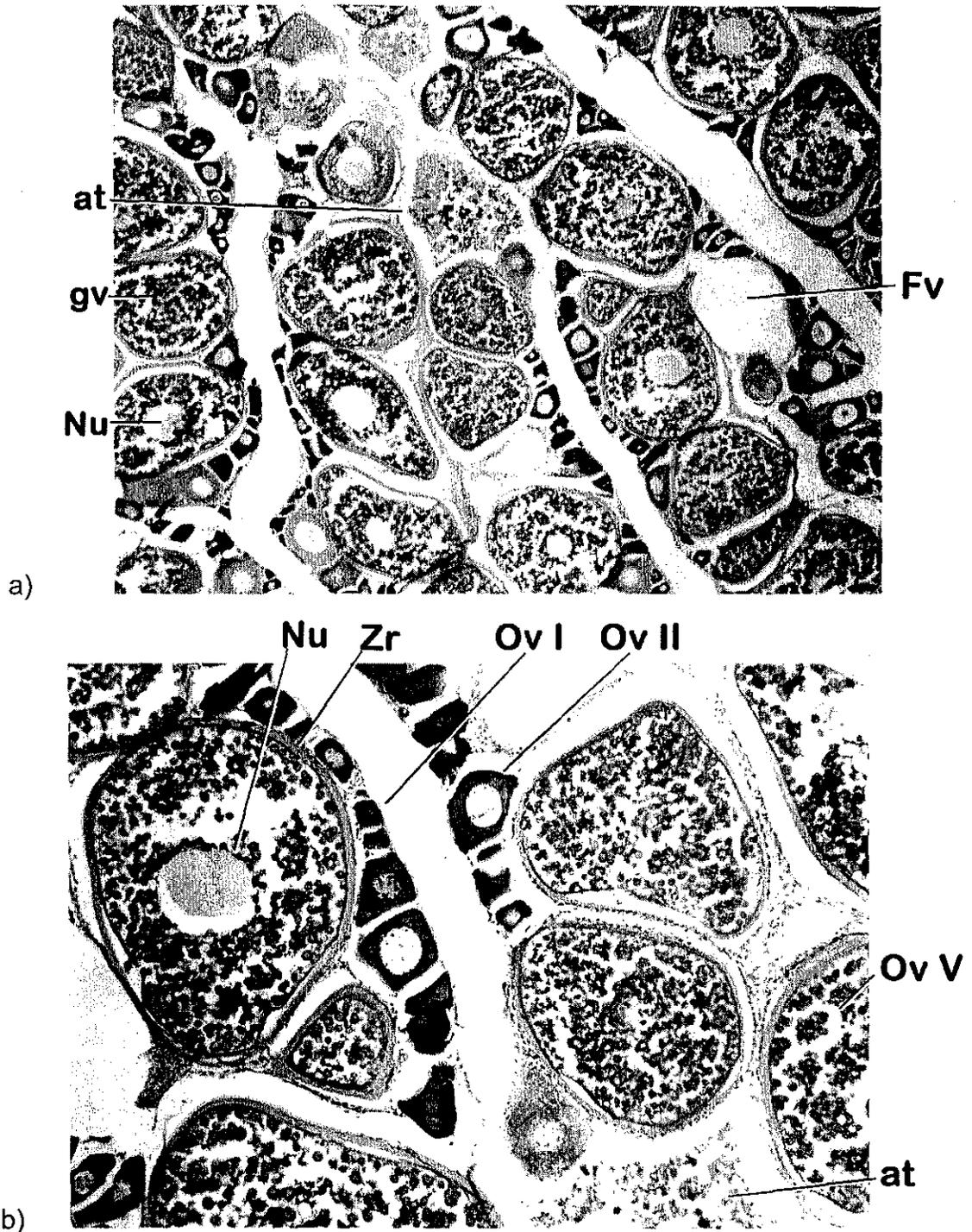


Figura 19.- Ovario maduro en fase IV a) 10X y b) 40X. Ov I = ovogonia en fase I o cromatina nucleolo; Ov II = ovogonia en fase II u ovogonia perinuclear; Ov V = ovogonia en fase V o maduro e hidratado; at = atresia; gv = gránulos de vitelo; Nu = núcleo; Fv = folículo vacío; Zr = zona radiada.

En cuanto al ovario, se observan espacios dejados por el ovocito maduro que se ha desprendido, tanto en los que empiezan madurando con pocos ovocitos hasta los ovarios desarrollados, donde casi todos los óvulos están yemados. En estados tempranos e intermedios del ovario no se encontraron datos de reabsorción, ni de atresia. Pero sí se encontró atresia en ovarios maduros (Figura 19).

9.3.4.- Propuesta de clave para la identificación de los estados de madurez para hembras de *Lutjanus peru*.

Se tomó como base los estudios realizados en otras especies de *Lutjanus* y la información recabada por Lucano-Ramírez (2001a, b y c) en la costa sureste de Jalisco, así como las mediciones de los ovocitos observados en gónadas de los especímenes recolectados en Punta Pérula. Asimismo se tomaron los criterios de Hay *et al.* (1987).

En la Tabla 7 se presenta una propuesta de clave para identificar microscópicamente las gónadas del huachinango *Lutjanus peru*

Tabla 7.- Clave de identificación microscópica de las fases de desarrollo de los ovarios de *Lutjanus peru*.

FASE	ESTADO	DESCRIPCIÓN
I	Cromatina nucleolo (rango de 20-60 micras)	Ovocitos en primera fase de crecimiento. Las oogonias o pequeñas células se tiñen de hematoxilina y adquieren una coloración morada. Su consistencia es densa y compacta presentan núcleo grande y poco citoplasma. Se encuentran dispersos en el estroma y pueden o no encontrarse definidas las lamelas. Túnica ovárica delgada.
II	Perinucleolar (rango de 70-130 micras)	Los ovocitos presentan un núcleo con 8 ó 10 nucleolos que se encuentran inicialmente al centro para luego situarse a un lado de la periferia del núcleo. Lamelas ovigeras definidas y en aumento y la pared folicular comienza a formarse. La túnica ovárica aumenta de tamaño.
III	Vesículas vitelinas (rango de 135-280 micras)	Los ovocitos aumentan de tamaño y aparecen las vesículas de vitelo primero en la periferia del citoplasma y luego alrededor del núcleo. Toma la célula una forma más redondeada con una coloración más clara, de morado a lila.
IV	Vitelogénesis (rango de 260 a 305 micras)	El tamaño de los ovocitos aumenta dramáticamente con las inclusiones de lípidos . Se manifiesta la zona radiada como una franja o cinturón alrededor de la célula y la capa de la granulosa comienza a hacerse visible. En un estado avanzado los gránulos de vitelo cubren todo el ooplasma, la coloración cambia de lila a rosa.
V	Maduro o desovando (rango de 310-490 micras)	Los gránulos de vitelo cubren el núcleo y comienzan a fusionarse, la zona radiada se separa del resto de la célula formándose un espacio entre ellas.

Tabla 8.- Fases de madurez microscópica en hembras de *L. peru*, de acuerdo a la clave de propuesta en la tabla 7.

MESES	ESTADOS DE DESARROLLO					Total
	I 20-65	II 70-135	III 135-280	IV 260-305	V 310-400	
Ovocitos (μ)						
SEPTIEMBRE	4	3	2	2	5	16
OCTUBRE	15	4	0	2	3	24
NOVIEMBRE	5	0	1	1	0	7
DICIEMBRE	11	4	0	0	0	15
ENERO	10	0	0	0	0	10
FEBRERO	0	2	5	0	0	7
MARZO	8	1	3	1	4	17
ABRIL	12	12	1	0	0	25
JULIO	5	4	3	0	0	12
TOTAL	70	30	15	6	12	133

9.3.5.- Descripción microscópica del desarrollo del testículo de *L. peru*.

Existen dos tipos de estructuras testiculares en peces: la tubular sin lumen y el tipo lobular con un lumen central que recibe el esperma liberado de los cistos, los cuales permanecen estacionarios a lo largo del lóbulo durante la espermatogénesis. Los dos eventos más importantes son la espermatogénesis y la espermiación. En la estructura lobular las células germinales están dispersas a lo largo de los tubos y los cistos permanecen más o menos en el mismo lugar desapareciendo luego para dar lugar a los espermatozoides que son liberados al centro del lumen.

El huachinango presenta el tipo lobular con un intrincado sistema de paredes delimitando espacios por medio de células somáticas de tejido intersticial (incluye membrana basamenta) y células germinales (espermatogonias). Se sugiere que el esperma migra hacia los vasos deferentes donde parece almacenarse momentáneamente, luego el esperma liberado es expulsado a través de la papila genital (eyaculación).

En la periferia del testículo se encuentran racimos de espermatogonias primarias y secundarias entre el epitelio germinal que forma lóbulos. Las

espermatogonias son células germinales que contienen nucleolo y que experimentan mitosis antes de entrar a la meiosis. Durante la maduración la producción de esperma ocurre en los espermatocistos y se acumula en la región central o lumen.

Se encontraron cinco fases de desarrollo en el testículo de huachinango, usando el epitelio germinal como continuo o discontinuo. Hay un crecimiento lobular durante la producción de esperma y no se observó regresión del testículo.

El análisis microscópico de las muestras recolectadas propone el siguiente patrón de estados de desarrollo en forma específica para *Lutjanus peru*. Los testículos muy pequeños ya tienen producción de espermatogonias en sitios localizados en la periferia, aún cuando fueron considerados como indeterminados en el análisis macroscópico.

Se propone una clave de identificación de acuerdo con las observaciones realizadas en los cortes histológicos de muestras recolectadas (Tabla 9).

Tabla 9.- Clave de identificación microscópica de las fases de desarrollo de los testículos de *Lutjanus peru*.

FASE	ESTADO	DESCRIPCIÓN
O	En desarrollo	El tejido testicular presenta la formación de lóbulos incipientes y se distingue con claridad el lumen o región central, pero sin ninguna muestra de actividad. No presenta cistos.
I	Inmaduro	Comienzan a distinguirse los lóbulos con algunos cistos localizados en la periferia del tejido testicular que pueden ser espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios. Pero la producción de espermatidas y espermatozoides es escasa o nula. Por lo general, el centro o lumen se encuentra vacío.
II	Maduración temprana	Los lóbulos comienzan a elongarse y presentan un epitelio germinal activo que va de la periferia al centro. Los cistos presentan espermatogonias en racimos, espermatocitos primarios y secundarios hasta alcanzar la producción de esperma, presente al centro del espacio testicular que es más amplio. Los lóbulos son de diferente tamaño.
III	Maduración intermedia	Se forma un epitelio germinal continuo desde la periferia hasta los ductos, pero es más grueso y denso que el estado anterior, con formación de espermatogonias, espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios, espermatidas y espermatozoides en gran abundancia entre los ductos y al centro del lumen.
IV	Maduración tardía	El epitelio germinal se vuelve discontinuo, por un lado los lóbulos internos se elongan para contener desde la periferia al centro la producción de espermatozoides, funcionando más como almacén y por otro lado se encuentran espermatocitos primarios, secundarios y esperma. Parece disminuir el número de espermatogonias. El centro o lumen del testículo se encuentra ampliamente dilatado y completamente lleno de esperma. Pueden encontrarse glóbulos rojos.

Al identificar las muestras recolectadas con la clave propuesta en la Tabla 9, se obtuvo como resultado la Tabla 10. Los organismos que registraron en esta tabla son todos machos. Los organismos que se hallaron en estadio 0 no presentaron ningún tipo de célula reproductora, es decir, no mostraron ningún cisto. Los organismos que se presentaron en estadio IV fueron organismos de diferentes tallas. Se nota que en septiembre y marzo se encontraron mayor cantidad de organismos maduros

Tabla 10.- Fases de madurez microscópica de machos de *Lutjanus peru* en Punta Pérula, Jalisco.

MESES	ESTADOS DE DESARROLLO						
	0	I	II	III	IV	V	T
SEPT	0	0	5	3	14	0	22
OCT	8	7	0	3	10	0	28
NOV	2	5	1	2	0	0	10
DIC	0	5	0	0	0	0	5
ENE	1	3	1	0	0	0	5
FEB	0	1	1	5	3	0	10
MAR	3	7	3	3	16	0	32
ABR	7	8	3	1	3	0	22
JUL	0	0	4	10	4	0	18
TOTAL	21	36	18	27	50	0	152

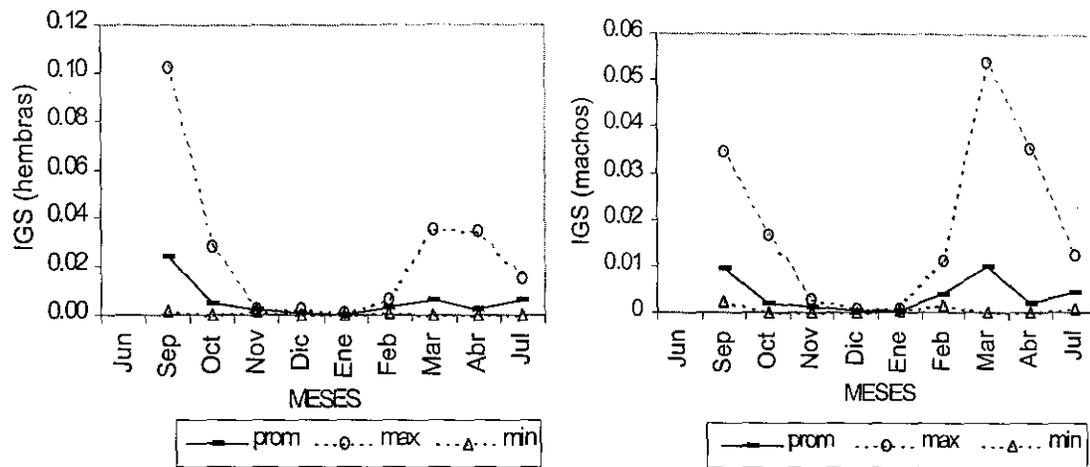
Integrando la información de diversos autores, se conformó la tabla 11 únicamente con épocas de desove para la familia Lutjanidae tanto en México como otras regiones tropicales del mundo.

Tabla 11.- Épocas de desove de algunos lutjánidos en México y otras regiones de América.

Especie	Localidad	Época de desove	Autor
<i>L. guttatus</i>	Golfo de Nicoya, Costa Rica	Abril y octubre	Rojas, 1997
<i>L. peru</i> <i>L. guttatus</i> <i>L. argentiventris</i>	Colima, México.	Julio y noviembre	Cruz-Romero <i>et al.</i> , 1991
<i>L. peru</i>	Guerrero, México.	Mayo y septiembre	Ruiz-Luna <i>et al.</i> , 1985 Rocha-Olivares y Gómez Muñoz, 1993
<i>L. peru</i>	B:C:S., México.	Verano	Reyna-Trujillo, 1993
<i>L. peru</i>	Guerreo, México.	Marzo, agosto, septiembre, 1993; abril, mayo, julio, agosto, 1994	Santamaría-Miranda, 2003
<i>L. peru</i>	Michoacán, México.	Abril y septiembre	Ruiz <i>et al.</i> , 1982; Ruiz, 1983
<i>L. peru</i>	Michoacán, Guerrero y Oaxaca, México.	Abril y septiembre	Aguilar, 1986
<i>L. peru</i>	Michoacán, México.	Fines de mayo y noviembre	Madrid, 1990
<i>L. peru</i>	B.C.S., México.	Noviembre a abril	Ochoa <i>et al.</i> , 1991
<i>L. peru</i>	Sur de Jalisco, México.	Otoño	Lucano-Ramírez <i>et al.</i> , 2001c
<i>L. argentimaculatus</i>	Río Magaba, Filipinas	Abril a octubre (en tanques)	Emata <i>et al.</i> , 1999
<i>Aprion virescens</i> <i>Etelis coruscan</i>	Hawai, EUA	Mayo-octubre (Aprion) Junio-noviembre (Etelis)	Everson <i>et al.</i> , 1989
<i>L. jocus</i>	Belize	Enero, no esta restringido al verano, primavera y otoño	Carter y Perrine, 1994

9.4.- Índice Gonadosomático.

Los resultados se presentan con el promedio, máximo y mínimo mensual de machos (Figura 10a) y hembras (Figura 10b) por separado. Los valores máximos, del IGS mostraron dos épocas; septiembre y marzo-abril. Los valores mínimos noviembre, diciembre y enero. En promedio, pueden definirse las temporadas de septiembre y marzo-abril como las de mayor actividad reproductiva. Debido a que presentan gónadas más pesadas.



a) b)
 Figura 20.- Índice gonadosomático mensual: a) hembras y b) machos.

9.4.- Fecundidad

La fecundidad se define como el número de huevos maduros encontrados en el ovario de la hembra justo antes del desove, mientras que la fertilidad es el número de huevos desovados. La fecundidad de la hembra de 34 cm contiene muy pocos huevos (3,877) comparándola con la hembra de 55.8 cm (1,450,485). Las diferencias en el número de huevos potencialmente producidos sugiere que existen desoves fraccionarios en organismos con el mismo peso corporal y las diferencias en el peso de los huevos responde a diferencias en la vitelogenesis. Existe la problemática de no poder definir con facilidad el estadio de los huevos al contarlos, por ser demasiado pequeños. Aún así, se puede observar que la fecundidad aumenta conforme aumenta la talla de las hembras.

En la Tabla 12 se resumen los resultados de fecundidad, donde se observa que la fecundidad va aumentando con el peso de la gónada.

Tabla 12.- Fecundidad y su relación con el largo (cm) y peso (g) de cinco organismos de *Lutjanus peru*.

Largo total (cm)	Peso del pez (g)	Peso gónada (g)	Huevos (número)	Peso huevos (g)	Fecundidad (ovocitos/gónada)
34.1	560	0.24	1,000	0.0619	3,877
52.0	1764	53.00	1,776	0.0738	1,275,447
55.8	2092	53.54	2,000	0.0738	1,450,485
56.2	2250	50.10	1,000	0.0664	754,518
56.8	2224	56.35	1,600	0.0737	1,275,447

9.5.- El clima y su efecto con en el ciclo reproductivo.

Los océanos participan en la regulación del clima, por la distribución del calor solar a través de las corrientes oceánicas y por la evaporación como parte del ciclo hidrológico global. Los océanos tienen dos zonas de vida; la costera y el mar abierto. La zona costera es el agua somera, relativamente caliente, rica en nutrimentos que representa el sitio de trabajo de las grandes pesquerías.

La temperatura es un factor climático que puede ser influyente en la reproducción, sin embargo no fue coincidente el aumento en el índice gonadosomático durante los meses del incremento de la temperatura del agua como se muestra en la Figura 21, por lo tanto debe ser otro el factor ambiental involucrado.

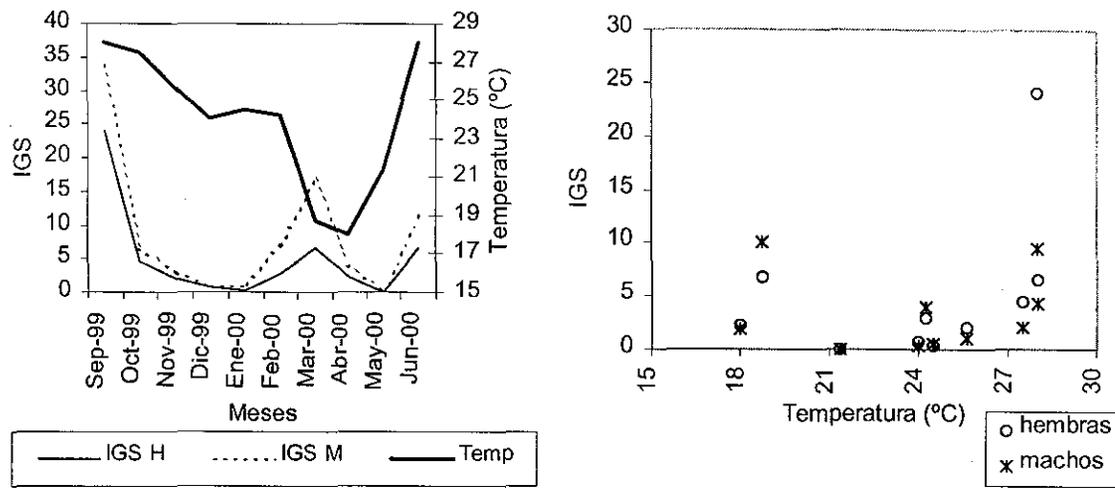


Figura 21.- La temperatura promedio del mar y el Índice gonadosomático durante el periodo de estudio

10.- DISCUSION

La pesca de escama en Punta Pérula; Jalisco captura especímenes de *Lutjanus peru* de 19 a 60 cm aunque con mayor frecuencia en los intervalos de 25 a 40 cm de longitud total. Algo similar sucede en Baja California Sur, con organismos de 26 a 38 cm (Rocha-Olivares,1991). Esto indica que son los organismos jóvenes los que conforman la población presente en la zona estudiadas, Los ejemplares de mayor tamaño pueden encontrarse a mayores profundidades o moverse estacionalmente, como lo sugiere Madrid (1990), en su trabajo realizado en las costas de Michoacán y Sinaloa, aún cuando no se han realizado trabajos de marcaje y recuperación. Los movimientos migratorios explicarían por qué no se obtuvieron muestras mensuales de todas las tallas. Sin embargo, los organismos de mayor talla se encuentran en los meses de agosto y febrero, de ahí las variaciones en los valores de tendencia central, que muestran que los intervalos de talla no son constantes durante todo el año. Espino-Barr *et al.* (2001) encontraron cambios en la talla, que pueden explicarse por las variaciones del clima: organismos grandes con El Niño y pequeños con La Niña.

Se establecieron las relaciones morfométricas del huachinango de Punta Pérula que son la base para determinar el tipo de crecimiento. Con el análisis de la regresión lineal se encontró que es isométrico al igual que Espino-Barr *et al.* (1998) con huachinangos de la costa de Colima. Sin embargo, Rocha-Olivares y Muñoz (1991) y Rocha-Olivares (1998) aunque obtienen resultados similares con huachinangos de la costa de Baja California, interpretan la relación de longitud total-peso, como significativamente diferente de 3, sugiriendo un crecimiento alométrico negativo. Ruiz-Luna *et al.* (1985) sugieren que *Lutjanus peru* no tiene un crecimiento totalmente isométrico como el que describe el modelo idealizado de von Bertalanffy, aunque sí se acerca bastante al mismo. En general estos estudios obtienen pendientes con valor cercano a

la unidad cuando la regresión se realiza con unidades iguales (peso-peso o longitud-longitud) y es bastante cercana a 3 en el caso de la relación peso-longitud. De acuerdo a Grimes (1987) cuando las especies de hábitats rocosos presentan tasas de crecimiento entre 0.1 y 0.19, el crecimiento inicialmente es rápido y disminuye con la edad cuando alcanza las tallas máximas. En el caso de *Lutjanus peru* se calcula que su talla máxima se encuentra entre los 95 y 100 cm de largo. Edwards (1985) sugiere que las especies tropicales tienen un mayor gasto metabólico que las especies de aguas templadas, por lo cual no alcanzan grandes tallas.

Las diferencias entre las poblaciones de huachinango estudiados en el pacífico mexicano pueden ser entendidas en función a la variación en la respuesta a la temperatura y aprovechamiento de comida y quizás también a la luz, oxígeno y otras variables importantes en peces, como lo expone Weatherley (1990) quien menciona la plasticidad en su crecimiento que puede ser demostrada bajo ciertas condiciones experimentales. Así, esta propiedad de crecimiento variable puede ser referida como "plasticidad" atribuida a las diferencias en las condiciones de vida.

En el estado de Colima, se obtuvieron datos biométricos y muestras de escama recolectadas durante un año, para estimar el parámetro de crecimiento para *Lutjanus peru* y se sugiere una talla mínima de primera madurez a los 30 cm de longitud total (Espino-Barr, 1996), cuando el 25% de los organismos han alcanzado la primera madurez. Rocha-Olivares (1998) refiere que la mayoría de los huachinangos de sexo indeterminado macroscópicamente son inferiores a 25 cm, infiriendo que la talla de primera madurez puede encontrarse entre los 25 y 30 cm que correspondería a una edad entre los 2 y 3 años edad, calculada por la lectura de los otolitos. En el análisis macroscópico los organismos entre los 30 y 34 cm se encuentran en la talla de primera madurez.

Según los datos recopilados por Grimes (1987), la predominancia de los machos sobre las hembras es un fenómeno frecuentemente observado en los lutjanidos, esto se ha documentado en 27 de 55 especies a nivel mundial. Así, Cruz-Romero (1988) reporta en Colima la proporción de machos-hembras como 1: 0.94, y Cruz-Romero et al. (1991) de 1: 1. En Baja California Sur, la distribución de machos y hembras fue de 1:0.85 pero para tallas arriba de 70 cm la proporción cambió a 1: 1.97 (Rocha-Olivares, 1998). En el presente trabajo, los machos siempre fueron predominantes tanto en la evaluación macroscópica (1.2:1) como cuando se realizó la identificación histológica de los indeterminados (1.14:1). La desviación en la proporción de sexos puede responder a diferencias en las tasas de crecimiento y mortalidad entre machos y hembras.

Para identificar el estado de madurez gonadal macroscópico, existe en la literatura una gran cantidad de propuestas, por lo cual se decidió adaptar una clave especializada para *Lutjanus peru*, con las observaciones realizadas en campo, proponiendo VI estados de desarrollo que describen las gónadas de machos y hembras en forma conjunta. De acuerdo a esto, se identificaron 285 muestras, siendo mayor el número de indeterminados. Los meses de noviembre, diciembre y enero prácticamente solo se encontraron organismos indeterminados, es decir, las tallas más chicas. En cambio, en los meses de septiembre y marzo se encontraron organismos de todos los estadios, lo cual concuerda con los dos periodos de desove reportados por Cruz-Romero (1996) en Colima; uno en septiembre y otro en abril.

Muchos estudios han indicado que los lutjánidos son desovadores múltiples, con base en la distribución multimodal talla-frecuencia de ovocitos, soportados en las técnicas histológicas, donde se puede determinar con mayor certeza la presencia de ovocitos yemados así como identificar a los inmaduros. Es por ello que son considerados de estrategia "r" (Carter y Perrine, 1994).

Tradicionalmente la reproducción de lutjánidos ha sido correlacionada positivamente con temperatura y fotoperiodo (Grimes y Huntsman, 1980; Carter y Perrine, 1994), Sin embargo, se sugiere que el factor climático de precipitación pluvial y sus consecuentes aportes de agua fluvial (y nutrientes) es el factor que dispara este proceso. Lo anterior hace pensar que el medio tendrá suficiente plancton (alimento) para las larvas.

En el presente trabajo se observó que la temperatura promedio mensual no se corresponde (directa o indirectamente) con el índice gonadosomático promedio mensual, rechazando la tercera hipótesis propuesta en el siguiente trabajo y respaldando las observaciones de Grimes y Huntsman (1980) y Carter y Perrine (1994).

Los resultados de fecundidad de *Lutjanus peru* en Punta Pérula deben tomarse con reservas, ya que se realizó en pocos organismos, pero aún así se observó una diferencia potencial en la fecundidad de las diferentes tallas. Es notable que un organismo de 34 cm tenga 3,877 óvulos, mientras que uno de 57 cm tenga un número mucho mayor (1.2 millones). Rojas-Herrera (2001) menciona que en esta especie es muy difícil obtener la fecundidad, por el alto grado de reabsorción de los ovocitos que se produce a lo largo del desarrollo gonádico y por su desove parcial. En este caso, el conteo se hizo únicamente de los ovocitos maduros, lo que desecha aquellos que son muy pequeños, y explica el resultado tan bajo del organismo de 34 cm. Asimismo es posible que el método introduzca parcialidad por aquella persona que haga el conteo. Rojas (1996-1997) encontró 1.3 millones en un organismo de 56.9 cm y Cruz-Romero *et al.* (1991), 1.1 millones en uno de 48.5 cm en el caso de *L. guttatus*. Para *L. argentiventris*, Cruz-Romero *et al.* (1991) encontraron 356 mil ovocitos en un organismo de 47 cm. Foucher y Beamish (1980) mencionan que el número de ovocitos potenciales no es fijo en la primera madurez. Se recomienda incrementar el número de organismos analizados de *L. peru* para obtener una mejor estimación de su fecundidad.

La pesca ribereña más importante en Jalisco es del huachinango *L. peru*, por ser la especie que mejor se cotiza, junto con el lunarejo *L. guttatus*. Los que mayor precio alcanzan son aquellos de talla "platillera", de 28 a 34 cm, por lo que la pesca está dirigida a la captura de estas tallas. De acuerdo al presente estudio, la talla de primera madurez indica que solo el 50 % alcanzó a reproducirse una sola vez. Los organismos que se están reproduciendo al 100% son solamente 18 % y cuentan con más de 40 cm de longitud. Tradicionalmente este aspecto es un punto de referencia para la administración y regulación de la pesquería. Sin embargo, debe discutirse si lo que afecta realmente a la población es la captura de los juveniles o si debería restringirse la captura de las tallas mayores que corresponden a aquellas hembras que desovan un volumen mucho más grande de huevos como lo muestra el análisis de fecundidad. De esta manera, posiblemente la captura de tallas mas pequeñas, incluyendo la talla "platillera" podría tener menor efecto que la pesca sobre las tallas grandes, con mucho mayor fecundidad potencial.

11.- CONCLUSIONES

De mayo 1999 a julio 2000 se obtuvo una muestra de 1,364 organismos de huachinango *Lutjanus peru*, a partir de los cuales se realizó un análisis morfométrico en el que se encontró que la relación entre la longitud total (LT) y longitud horquilla (LH) fue $LH = 0.306 + LT * 0.924$; la de longitud total vs altura (A) fue de $A = 0.036 + LT * 0.269$; la de peso total (PT) vs longitud total fue $PT = 0.014 * LT^{2.973}$. En los tres casos existe una proporcionalidad: en el primer y tercer caso es isométrico.

El factor de condición mensual mostró una mayor dispersión en octubre y noviembre de 1999 y en marzo y abril de 2000, lo que concuerda con los valores más altos de este factor y con los de reproducción.

La proporción sexual macroscópica entre machos y hembras fue de 1.2:1.0, con una muestra de 285 organismos; y con el análisis histológico, la proporción de machos y hembras fue de 1.14:1.0.

Para el análisis de las gónadas tanto macroscópica como microscópica se proponen claves de identificación con cinco fases de desarrollo en hembras tomando como en cuenta el tamaño de los ovocitos y la descripción histológica. Se comprobó que el desarrollo de los ovocitos es asincrónico. En los machos se encontraron cuatro fases, usando el epitelio germinal como continuo o discontinuo para el crecimiento lobular durante la producción de esperma.

Los valores máximos del IGS (índice gonadosomático) mostraron dos épocas (septiembre y marzo-abril), que concuerdan con las épocas detectadas histológicamente como de mayor actividad reproductiva, de acuerdo al factor de condición, con lo cual se comprueba que son desovadores múltiples.

Aun cuando las muestras de fecundidad son escasas, a mayor peso y talla, la producción de huevos aumenta. Sin embargo, existen diferencias debido a los desoves recientes.

La talla de primera madurez se registro en hembras de 34 cm de longitud total y en machos posiblemente de 30 cm.

La talla promedio de primera captura es menor a la talla de primera madurez, capturándose un 54 % de menos de 30 cm. El 85 % de la captura está conformada de organismos de menos de 35 cm y solo el 18 % son organismos 100 % maduros.

Se encontró que el aumento de la temperatura del agua no interviene en el proceso reproductivo. Es necesario analizar el posible efecto de otras variables ambientales, sobre la reproducción de *Lutjanus peru*.

12.- RECOMENDACIONES

Es necesario revisar las estrategias de administración y manejo del recurso. Tradicionalmente se imponen tallas mínimas de captura, protegiendo a los juveniles; también es muy común establecer vedas durante las épocas de desove. En la costa de Jalisco, se utilizan redes de 3.5 y 4 pulgadas para la pesca de esta especie, la primera captura organismos, de 25 a 30 cm y la segunda de 30 a 35 cm. de longitud total. Como el mercado está dirigido a los organismos "platilleros " (de 30 cm), es difícil cambiar la demanda que promueve este método de pesca, aunque pueden limitarse las redes de 3 y 3.5 pulgadas de tamaño de malla.

Como una estrategia adicional puede investigarse la posibilidad de regular la captura de organismos de tallas mayores, por ejemplo, limitando la captura de aquellos de más de 60 cm, que son los mas fecundos y que aportan mas al acervo genético y a la conservación de la especie.

Además ya que se trata de una pesquería multiespecífica con métodos de pesca poco selectivos hacia la especie objetivo, es difícil imponer una veda. Pero se puede pensar en limitar zonas de captura y crear rotación de zonas de pesca. En cualquier caso, es muy importante discutir estos resultados y recomendaciones con los usuarios del recurso y consensar los posibles lineamientos de regulación.

13.-BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G.R. (1985). FAO Species catalogue. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125):208 p.
- Allen, G.R. (1987). Synopsis of the circumtropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae): In: J.J. Polovina and S. Ralston (eds), Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, Boulder, pp. 33-87.
- Allen, G.R. and Robertson, D.R. (1994). Fishes of the Tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu. 332 pp.
- Anderson, W.D., Jr. (1987). Systematics of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes: Ppercoidei), the snappers. In : J.J. Polovina and S Ralston eds. Tropical Snappers and Grupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 1-3.
- Balbotín, F. y Fischer, W. (1981). Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Cuba. 3:43-86.
- Barbieri, L.R., Chittenden, M.E. Jr., and Lowerre-Barbieri, S.K. (1994). Maturity, spawning, and ovarian cycle of Atlantic croaker *Micropogonias undulatus*, in the Chesapeake Bay and adjacent coastal water. Fishery Bulletin 92: 671-685.
- Billard, R., Foster, A. and Breton, C.W.B. (1982). Endocrine control of spermatogenesis in Teleost Fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:65-79.
- Bowers, M.J. (1992). Annual reproductive cycle of oocytes and embryos of yellowtail rock fish *Sebastes flavidus* (Family Scorpaenidae). National Marine Fisheries Service NOAA. Fishery Bulletin, U.S. 90:231-242.
- Bretschneider, L.H. and Duyvene deWit, J.J. (1947). Sexual endocrinology of non-mammalian vertebrates. Monographs on the progress of research in Holland during the war. Vol II, Elsevier. USA 79: 547-560
- Carter, J. and Perrine, D. (1994). A spawning aggregation of dog snapper, *Lutjanus jocu* (Pisces: Lutjanidae) in Belize, Central America. Bulletin of Marine Science 55:1,228-234.
- Cassie, R.M. (1956). Age and growth of the snapper *Chrysophrys auratus* Foster, in the Hauraki Gulf. Reprinted from the transactions of the Royal Society of New Zeland, Vol 84, part 2, p. 329-339
- Cassie, R.M. (1957). Condition factor of Snapper, *Chrysphrys auratus* Foster, in Hauraki Fulf. Reprinted from New Zealand Journal of Sc. And Tech. 38(4):375-388.
- Castro, D.F. (1981). El huachinango en la Bahía de San José B.C.S., determinación de edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). U.A.S., Rev. Ciencias del Mar 1: 4-8.
- Chirichigno, N., W. Fischer, C.W. Nawen (comps.), (1982). INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial

- para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. Roma
FAO/PNUD, SIC/82/2: 588p.
- Cifuentes-Lemus, J.L., Torres, G.P., y Farías M. (1989). El Océano y sus recursos (XI) La Pesca. La Ciencia desde México (81). SEP, CONACYT, Fondo de Cultura Económica. 189 p.
- Cruz-Romero, M., Espino-Barr, E., Mimbela, L.J., Garcia-Boa, A., Obregón, A.L.F., y Giron, B.E. (1991). Biología reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe Final de CONACYT, clave PO2PCCPR892739.
- Cruz-Romero, M., Chávez, E.A., Espino-Barr, E. y Garcia-Boa, A. (1996a). Assessment of a snapper complex (*Lutjanus spp*) of the Eastern Tropical Pacific, p.:324-330. In: F. Arreguín-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos & D.Pauly (eds.). Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf. Proc. 48, 449p.
- Cruz-Romero, M., E., Espino-Barr, y A. Garcia Boa. (1996b). Diagnóstico de la pesquería ribereña. SEMARNAP/IPN/ CRIP-Manzanillo, Colima, México. Documento Interno. 42 p.
- Cruz-Romero, M., E. Espino-Barr, P. Del Monte Luna, A. Garcia-Boa, A. Ayala Cortés, J.J. González Ruiz y S. Sánchez González. 2000 Huachinango del Pacífico. 297-326. In: Cisneros-Mata, M.A., L. Beléndez M. (Ed.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. INP- SEMARNAP. 1047 p.
- Cuellar, N., Sedberry, G.R., and Wyanski, D.M. (1996). Reproductive seasonality, maturation, fecundity, and spawning frequency of the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, off the southeastern United States. Fishery Bulletin 87: 877-888.
- Davis, T.L.O. and West, G.J. (1992). Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. Fishery Bulletin. 90(2):395-403.
- Davis, T.L.O. and West, G.J. (1993). Maturation, reproductive seasonality, fecundity, and spawning frequency in *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North west Shelf of Australia. Fishery Bulletin. 91: 224-236.
- DeMartini, E.E., and Fountain, R.K. (1981). Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus*: Attributes representative of serial spawning fishes. Fishery Bulletin. 79:547-560.
- DeMartini, E.E. and Lau, B.B. (1999). Morphometric criteria for estimating sexual maturity in two snappers, *Etelis carbunculus* and *Pristipomoides sieboldii*. Fishery Bulletin 97:449-458.
- DEPESCA, 1980. Anuario estadístico de Pesca 1978. Departamento de Pesca, 361p.
- DEPESCA, 1981. Anuario estadístico de Pesca 1980. Departamento de Pesca, 800p.
- Edwards, R.R.C. (1985). Growth rates of Lutjanidae (snappers) in tropical Australia waters. J. Fish. Biol. 26:1-4

- Ehrhardt, N. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a. Parte. Estimación de parámetros poblacionales. México, D.F. 150p
- Emata, A. C., Damaso, J.P. and Eullaran, B.E. (1999). Growth, maturity and induced spawning of mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*, broodstock reared in concrete tanks. Israel J. of Aquaculture Bamidgeh. 51(2): 58-64.
- Esquivel, M.A. y Plascencia E. (1999). Análisis de la problemática de la pesca costera de los estados de Jalisco y Colima, México. Tesis de Lic., U. de G., 240pp.
- Espino-Barr, E. (1996). Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), en las costas de Colima, México. Tesis de Maestría, UNAM, Fac. Ccias, México, D.F., 73p.
- Espino-Barr, E. (2000). Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis doctoral, Fac. de Veterinaria, Universidad de Colima, México, 120 p.
- Espino, Barr. E., Cruz Romero, M., García-Boa, A. (1998). Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en la costa del estado de Colima. Avances de Investigación Agropecuaria 7(1):10p.
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M. y Garcia-Boa, A. (2001). Tendencia de la talla del huachinango *Lutjanus peru* en Colima, México, de noviembre de 1982 a diciembre de 1997. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera 15:147-150.
- Everson, A.R., Williams, H.A. and Ito, B.M. (1989). Maturation and reproduction in two Hawaiian *Eteline* snappers, uku, *Aprion virescens*, and onaga, *Etelis corusca*. Fishery Bulletin. 87: 877-888.
- Finucane, J.H. and Collins, L.A. (1984). Reproductive biology of cero. *Scomberomorus regalis*, from the coastal waters of South Florida. NE Gulf Science 7: 101-107
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneides, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (ed.), (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III, pp 644-1813.
- Foucher, R.P., and Beamish, R.J., (1980). Production of no viable oocytes by Pacific Hake (*Merluccius productus*). Can J. Fish Aquat. Sci., 44: 1496-1502.
- González-Ochoa, O. A., (1997). Edad y crecimiento de *Lutjanus peru* en la costa Sur de Jalisco. U. de G., Tesis Profesional. 80p.
- González, L.W. y Lugo, T. (1997) Ovogénesis de *Lutjanus purpureus* Poey, 1867 (Pisces: Lutjanidae) de la región oriental de Venezuela. Biol. Invest. Mar. Cost. Santa Martha, Colombia. 26:53-60.
- Goodyear, P. (1997). Fish age determined from length: an evaluation of three methods using simulated red snapper data. Fishery Bulletin 95:39-46.
- Grier, H.J. and Taylor, R.G. (1998). Testicular maturation and regression in the common snook. Journal of Fish Biology. 53: 521-542.

- Grimes, C. B. and Huntsman, G.R. (1980). Reproductive biology of the vermillion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from North Carolina and South Carolina. Fisheries Bulletin U.S. 78:137-146.
- Grimes, C. B. (1987). Reproductive biology of the lutjanidae: a review. In J.J. Polovina and S. Ralston (eds). Tropical snappers and grupers: biology and fisheries management, p. 239-294. Westview Press, Inc., Boulder, Colorado.
- Hay, D.E., Outram, D.N., Mckeown, B.A., and Hurlburt, M. (1987). Ovarian development and oocyte diameter as maturation criteria in Pacific Herring (*Clupea harengus pallasii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 44: 1496-1502.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (1975). Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2.- Métodos para investigar los recursos y su aplicación. ONU/FAO. Doc. Tec. sobre pesca, No. 115. rev. 1. 207p.
- Hunter, J.R., and Macewicz, B.J., (1985). Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin. 83, No 2: 119-136.
- Hunter, J.R., Macewicz, B.J., and Silbert, J.R. (1986). The spawning frequency of Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis* from the South Pacific. Fishery Bulletin. 90:231-242.
- Hunter, J.R., and Macewicz, B.J., (1987). Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. National Marine Fisheries 79-94.
- INEGI (1995). Los municipios de Jalisco. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México. México, D.F.
- INEGI (2000). Imagen cartográfica digital. Condensados estatales. Topográficos Serie II, CD.
- Johnson, A.G. (1983). Age and growth of Yellowtail snapper from South Florida. Transaction of the American Fisheries Service 112:173-177.
- Kaunda-Arara, B. and Nitba, M.J. (1997). The reproductive biology of *Lutjanus fulviflamma* (Forsskal, 1775) (Pisces: Lutjanidae) in Kenya inshore marine waters. Hydrobiologia 353:153-160.
- Lambert, J.G.D. (1970). The ovary of the guppy, *Poecilia reticulata*. The granulosa cells as sites of steroid biosynthesis. Gen. Comp. Endocrinol. 15:464-476
- Lucano Ramírez G., M. Villagrán Santa Cruz, S. Ruiz Ramírez y T. López Murillo, 2001a. Características reproductivas del huachinango, capturado por la pesca artesanal, en la costa sur de Jalisco, México. Ciencia y Mar Vol V(15):21-28
- Lucano Ramírez G., M. Villagrán-Santa Cruz, S. Ruiz-Ramírez y T. López-Murillo, 2001b. Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae). Ciencias Marinas 27(3):335-349
- Lucano Ramírez G., M. Villagrán-Santa Cruz, S. Ruiz-Ramírez, 2001c. Cambios estructurales en las gónadas de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae), en la costa sur de Jalisco, México. Bol. del Centro de Investigaciones Biológicas 35(3):295-316

- Macías Z., R.; Santana H. H. y Valdez F. J.J. (1985). Informe final del Proyecto Prospección Hidroacústica en el litoral del estado de Colima. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo, Col., 46p.
- Madrid V., J. 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis de maestría. UNAM, México. 179 p.
- Manooch, C.S., (1986). Age and growth of snappers. In J.J. Polovina and S. Ralston, eds. Tropical snappers and grupers: biology and fisheries management, p 329-374. Westview Press, Inc., Bpulder Colorado.
- McPherson, G.R. and Squire, L. (1992). Age and growth of three dominant Lutjanus species of the Great Barrier Reef. Inter-Reef Fishery. Asian Fisheries Science. 5:25-36.
- McPherson, G.R., Squire, L., and O'Brien, J., (1992). Reproduction of three dominant Lutjanus species of the Great Barrier Reef. Asian Fisheries Science. 5:15-24.
- Moreno, H. D., (1993). Catálogo de la Familia Lutjanidae (Pisces: Perciformes) peces de importancia comercial, en la región sur de la Costa del Estado de Jalisco, México. Tesis UdG.
- Nelson, R.S., and Manooch III, Ch. S., (1982). Growth and mortality of red snapper in the west-central Atlantic Ocean and Northern Gulf of México. National Marine Fisheries. III:465-475.
- Nelson, J.S. (1984). Fishes of the world. 2nd. Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, N.Y. 523 pp.
- Nichols, J.T., and Murphy R.C. (1922). On a collection of marine fishes from Peru. Bull. Am. Mus.. Natl. Hist. 46(9): 501-516.
- Ocegueda, A., Ruiz, H., Guzmán, M. y Coronel, S. (1981). Ciclo reproductor del huachinango Lutjanus peru (Pisces: Lutjanidae) del Pacífico sur de México. ICMYL, UNAM, 13 p. (inédito)
- Ochoa, B.R.S., García G.M., y Martínez R.R., (1991). La actividad reproductiva de Lutjanus peru (Perciformes: Lutjanidae) en las costas de San José del Cabo, BCS. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. Sn. Nicolás de las Garzas, N.L., México. Pag. 40.
- Parrish J.D., (1987). The trophic biology of snappers and grupers. In: Polovina and Ralston (eds)., Tropical and grupers. Westview Press/Boulder and London. 405-465 p.
- Parrish, F.A., (1989). Identification of habitat of juvenile snappers in Hawaii. Fishery Bulletin. 97: 626-635.
- Polovina, J.J. and Ralston, S. (1987). Tropical Snappers and Groupers. Biology and Fisheries Management. London. Westview Press/Boulder and London 659 pp.
- Pordom, C.E. (1993). Genetics and fish breeding. Chapter two; Sexuality and Reproduction. Ed. Chapman and Hall. Reprinted 1995. p. 12-24.
- Ramírez-Granados, R., 1977. Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima. DEPES. Tomo 2, México, D.F., 269-368p.

- Ramos-Cruz S. (1996). Evaluación de la pesquería de lutjánidos (pargos y huachinango) en el área costera de Salinas Cruz, Oaxaca, México. Boletín Informativo. CRIP-Salinas Cruz. Oax., 13p.
- Reyna, M.T. (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 UdG.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can. (191): 1-382
- Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., Juárez-Carrillo, E. y López-Uriarte, E. (2004). Recursos pesqueros de la costa de Jalisco y Colima. Universidad de Guadalajara. 75 p.
- Rocha-Olivares, A. y V.M. Muñoz (1991). Relación entre el crecimiento individual y el de los otolitos del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en la Bahía de la Paz, B.C.S. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. S. Nicolás de los Garza, N.L., México. 28p.
- Rocha-Olivares A. (1998). Age, growth, mortality, and population characteristics of the Pacific red snapper, *Lutjanus peru*, off the southeast coast of Baja California, México. Fishery Bulletin. 96:562-574.
- Rojas M., J.R. (1996-1997). Fecundidad y épocas de reproducción del "pargo mancha" *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1):477-487
- Rojas-Herrera, A. A. (2001). Aspectos de la dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis doctoral de la Universidad de Colima, 193p.
- Rodríguez-Gutiérrez, M. (1992). Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Ed., 79 p.
- Rodríguez de la Cruz, M.C. (1988). Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaría de Pesca. 237 p.
- Roosen-Runge, E.C. (1977). The process of spermatogenesis in animals Cambridge University Press. Cambridge, New York, Melbourne
- Ruiz-Luna A. E., Girón E. J., Madrid J.V., y González A.B. (1985). Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nicholas y Murphy, 1922). Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología, Morelia Mich., México. 188-201p.
- Saucedo Lozano, M., 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis MC, PICP, U de C., 68p.
- Saucedo-Lozano M., González-Sansón G., Chiappa-Carrara X. (1999). Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes en la costa de Jalisco y Colima, México. Ciencias Marinas 25(3): 381-400.

- SEMARNAP 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEMARNAP, 1998. Anuario Estadístico de Pesca 1997. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEMARNAP (1999). Anuario Estadístico de Pesca 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241pp.
- SEMARNAP (2000). Anuario Estadístico de Pesca 1999. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, 241 p.
- SEPESCA (1982). Análisis de cifras estadísticas pesqueras correspondiente al periodo 1968-1979, y su representación en cuadros y gráficas. Avance de trabajo (Tomo 2). Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca. 668 p.
- SEPESCA (1985 a). Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 513p.
- SEPESCA (1985 b). Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 327p.
- SEPESCA (1985 c). Anuario Estadístico de Pesca 1982. Secretaría de Pesca. 338p.
- SIC (1964). Estadísticas pesqueras concentradas. Dirección General de Pesca e Industrias conexas, Secretaría de Industria y Comercio, México, D.F., 171 p.
- Sokolov, V y Wong R., M.I. (1973). Programa general para la investigación de los peces pelágicos del Golfo de California, Prog. De Investi. Y Fom. Pesq. PNUD/FAO. México. CEPM, 3:51p.
- Szedlmayer, S.T. and Conti J. (1999). Nursey habitat, growth rates, and seasonality of age-0 red snapper, *Lutjanus campechanus*, in the northeast Gulf of México. Fishery Bulletin . 97: 626-635.
- Thomson, D.A., Findley, J.T. and Kerstitch, A.N. (1979). Reef Fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California Wiley, New York, 302 p.
- Weatherley, A.H., (1990). Approaches to Understanding Fish Growth. Transactions of the American Fisheries Society 119:662-672.
- Wyrtki, K. (1965). Summary of the physical oceanography of the eastern Pacific Ocean. Institute of marine Research, U. of Calif., San Diego, Ref. 65-10, 78 pp.

14.- ANEXOS

Anexo 1

Tallas y estadios de madurez gonadal, según Lucano-Ramírez *et al.* (2001).

Verano: El intervalo de tallas para las hembras fue de 150 a 360 mm y sólo presentaron gónadas en estadio I (gónadas inmaduras). En los machos el intervalo de tallas fue de 150 a 330 mm. Se observaron los estadios de madurez I (gónadas inmaduras), madurez II (gónadas en desarrollo) y madurez III (gónadas en maduración) en los intervalos de tallas de 150 a 270, 300 y 330 mm, respectivamente.

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

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

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

Cambios estructurales en las gónadas.

Verano: Las gónadas inmaduras presentaron ovocitos en la fase de inmaduros o llamados ovocitos cromatina nucleolo, los cuales presentan un núcleo grande y poco citoplasma. Dentro de los núcleos se observan algunas fibras de cromatina, el diámetro de los ovocitos osciló entre los 30 y 90 micras.

En los testículos en estadio I o inmaduros se observaron algunos cistos con pocas células reproductivas. En los estadios II y III se encontraron cistos con espermatozoides primarios, secundarios, espermatidas y algunos espermatozoides.

Otoño: Histológicamente fue posible observar en los ovarios de los estadios III y V todo el proceso de la vitelogénesis o maduración del ovocito, el cual estuvo representado por las fases I ovocito cromatina nucleolo, fase II ovocito en perinucleolo, fase III ovocito con vesículas de vitelo, fase IV ovocito en vitelogenesis primaria, fase V ovocito en vitelogenesis terciaria, fase VI ovocito en vitelogenesis terciaria y fase VII ovocito maduro, estas fases de desarrollo estuvieron representadas por ovocitos con diámetros desde 30 a 490 micras. Asimismo, en los testículos fue posible observar todo el proceso de la espermatogénesis, dentro de los cistos se encontraron células en diferente grado de desarrollo.

Invierno: Microscópicamente en los ovarios se observaron ovocitos cromatina nucleolo, en perinucleolo, con vesículas vitelinas, vitelogénesis primaria y vitelogénesis secundaria. Estos ovocitos presentaron diámetros desde 30 a 290 micras. En los testículos se observaron gran cantidad de espermatogonias.

Primavera: Microscópicamente las gónadas presentaron poco desarrollo en las células germinativas. En los ovarios sólo se encontraron ovocitos cromatina nucleolo con diámetros de 30 a 90 micras y en los testículos se observaron pocos cistos en desarrollo.

Distribuciones de frecuencia de tallas mensual

