



00366
*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología.
Universidad Nacional Autónoma de México.*



14

**"CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA DE
LAS ESPECIES *Hoplopagrus guentherii*, *Lutjanus argentiventris*,
Lutjanus colorado y *Lutjanus guttatus* DE LA BAHÍA DE
MAZATLÁN Y SANTA MARÍA LA REFORMA"**

TESIS

*Que para obtener el grado académico de
Maestro en Ciencias
(Biología Marina)
presenta:*

Alejandra Piñón Gimate

*Director de Tesis: Dr. Felipe Amezcua Martínez
Comité Tutorial: Dr. Juan Madrid Vera
Dr. Miguel Ángel Cisneros
Dr. Xavier Chiappa
Dr. Neil Duncan.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Noviembre de 2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN:

En La Bahía de Mazatlán y Santa María La Reforma las especies de pargos de importancia económica más encontrados son *Hoplopogrus guentherii*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus colorado* y *Lutjanus guttatus*. Se llevó a cabo un estudio de la biología de estas especies: abundancia y distribución estacional, índices de condición: peso relativo e índice hepatosomático, ciclos reproductivos (índice gonadal), fecundidad y longitud a la madurez sexual de las especies. Se llevaron a cabo colectas a lo largo de dos años de muestreo, desde octubre del 2001 hasta marzo del 2003, en la Bahía de Mazatlán mensualmente y en Santa María La Reforma de diciembre del 2001 a mayo del 2002; adicionalmente se obtuvieron muestras de las costas de Sinaloa obtenidas por medio de arrastres camaronereros, uno llevado a cabo en agosto del 2001; abril, mayo y agosto del 2002. Se obtuvieron un total de 1003 organismos de las cuatro especies. La abundancia relativa de las cuatro especies mostró incrementos en la primavera del 2002 con la mayor abundancia en el verano del mismo año disminuyendo en el invierno con la misma tendencia en el 2003. Los peces fueron medidos, pesados y disectados posteriormente en el laboratorio. Se tomó el peso del hígado y de las gónadas de las hembras, se obtuvieron cortes histológicos de las gónadas y se contaron los oocitos de las gónadas ya maduras. Los resultados mostraron que el promedio de la longitud fue mayor en el invierno mientras que la mayor desviación estándar se encontró en la primavera. La mayor abundancia en la primavera se relacionó con la presencia de organismos juveniles y adultos, la presencia de organismos adultos en el otoño e invierno se relacionó con picos máximos de la época de reproducción, sin embargo también en la primavera se observaron hembras en estadios avanzados de reproducción, esto para las cuatro especies. Así mismo se utilizó el índice gonadal y el índice hepatosomático para la descripción de los ciclos reproductivos, ya que el primero aumenta al comenzar el desarrollo de las gónadas de las hembras y el segundo disminuye en respuesta a la producción de ovovitelinas necesarias para el desarrollo de los oocitos. Se observó que *L. colorado* y *H. guentherii* tienen una estrategia diferente a la presentada por *L. argentiventris* y *L. guttatus* ya que en estas últimas especies no disminuye el índice hepatosomático debido a que la última fase del desarrollo vitelogénico es muy rápida y además es probable que los peces no dejen de alimentarse durante la reproducción. En la Bahía de Mazatlán el promedio de la longitud de las cuatro especies fue mayor que en Santa María La Reforma. La especie *L. guttatus* se encontró con una mayor abundancia a lo largo de las costas de Sinaloa con una longitud promedio de 10 cm. Con respecto al tipo de reproducción de estas cuatro especies se encontró que son desovadores continuos ya que se encontraron oocitos en diferente estadio de desarrollo, tal como se había reportado en la literatura.

Los cortes histológicos fueron utilizados para describir las características histológicas principales para cada uno de los estadios gonadales, se encontraron gónadas en previtelogénesis y vitelogénesis que incluye hasta el estadio VII, pero este último no se encontró el estadio VII que es cuando el oocito esta listo para ser expulsado de la gónada.

Solo se pudo obtener la fecundidad relativa de cada una de las hembras, se pudo observar que efectivamente las hembras de estas especies tienen un gran número de oocitos por arriba de miles de oocitos.

La talla a la madurez sexual coincidió con lo reportado en la literatura para *L. argentiventris* y *L. guttatus* y se aportó esta ecuación para *H. guentherii* y *L. colorado*, debido a que el recurso es altamente explotado se esperaban cambios en la talla a la madurez sexual, sin embargo no se observaron cambios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo académico.
NOMBRE: ALEJANDRO PINO ALONSO
FECHA: 06-10-03
FIRMA: ALEJANDRO PINO ALONSO

DEDICATORIA:

Les dedico este trabajo a mis padres que siempre han creído en mí y me apoyaron durante las etapas difíciles, no solo durante la elaboración de este trabajo sino a lo largo de mi vida.

Gracias a mis padres por darme las herramientas necesarias para llegar hasta donde ahora me encuentro, que si bien todavía me falta mucho por hacer, es un punto importante en mi formación como ser humano.

También les dedico este trabajo a mis abuelos, a lo que están y los que ya no están por ese amor incondicional.

A mis tíos y tías y sobre todo a mis primos aún cuando nos encontremos lejos.

Gracias Alejandro por haber entrado en mi vida haciéndome reír aún en los momentos más difíciles y apoyarme en todo momento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS:

Al Doctor Felipe Amezcua, mi tutor, que además de guiarme durante el desarrollo del trabajo ha sido un apoyo y buen amigo.

Al Doctor Juan Madrid como parte de mi comité tutorial durante estos dos años brindando siempre su apoyo y amistad.

Al Doctor Miguel Ángel Cisneros por haber sido parte de mi comité tutorial y ayudar a mejorar mi trabajo siempre con comentarios y sugerencias.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) el apoyo brindado con una beca-crédito durante los dos años en los que se llevó a cabo esta investigación, así mismo agradezco a la Dirección General de Estudios de Posgrado (DGAPA) el haberme otorgado una beca complementaria en este período. También agradezco al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por haberme brindado la oportunidad de ingresar en este plantel.

Al CRIP Mazatlán por la ayuda brindada para la obtención de muestras con el proyecto "Migración y reclutamiento de camarón azul en el Norte de Sinaloa y Sur de Sonora" y el "Programa Operativo Anual" de camarón.

A Ma. Clara Ramírez Jáuregui y Pedro Allende por el apoyo en la adquisición del material bibliográfico; a Carlos Suárez y German Ramírez por su ayuda computacional, a Margarita Cordero por su orientación y asistencia con todo lo relacionado al posgrado.

Agradezco a la M. C. Selene Abad por la elaboración de las láminas histológicas que forman parte de este trabajo, así mismo al Dr. Neil Duncan por su importante participación en parte de este proyecto prestando su laboratorio del que es responsable y por el conocimiento aportado.

Al Doctor Chiappa por sus acertados comentarios durante sus revisiones.

A mis compañeros del laboratorio que me ayudaron cuando fue necesario, a Iván, Armando, Zaira, Rigo, y sobre todo a Irazema, Dilian, Daniela y Karla en las que he encontrado apoyo, comprensión y amistad en las buenas y en las malas.

A todo el personal de instituto que he ido conociendo con el tiempo y que me han brindado su apoyo de alguna manera u otra.

Al Chuy y a todos los demás pescadores que me ayudaron en la obtención de muestras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Generalidades.....	5
1.2. Distribución y abundancia.....	7
1.3. Índices de condición.....	8
1.4. Reproducción.....	10
1.4.1. Índice gonadal.....	10
1.4.2. Estadíos gonadales.....	11
1.4.3. Longitud a la madurez sexual.....	12
1.4.4. Fecundidad.....	13
1.4.5. Otros estudios.....	14
1.5. HIPÓTESIS.....	16
Objetivos:.....	16
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
2.1. Área de estudio.....	17
2.1.1. Bahía de Mazatlán.....	17
2.1.2. Bahía de Santa María - La Reforma.....	19
2.1.3. Costa de Sinaloa.....	21
2.2. Procesamiento de muestras.....	23
2.3. Relación longitud-peso.....	23
2.4. Distribución estacional, localidad, temperatura y salinidad.....	24
2.5. Índices de condición.....	25
2.6. Reproducción.....	25
2.6.1. Índice gonadal.....	25
2.6.2. Estadíos gonadales.....	26
2.6.3. Longitud a la madurez sexual.....	29
2.6.4. Fecundidad.....	29
3. RESULTADOS.....	30
3.1. Relación peso-longitud.....	31
3.2. Abundancia relativa.....	31
3.3. Distribución estacional, localidad, temperatura y salinidad.....	35
3.3.1. <i>Hoplopagrus guentherii</i>	35
3.3.2. <i>Lutjanus argentiventris</i>	39
3.3.3. <i>Lutjanus colorado</i>	43
3.3.4. <i>Lutjanus guttatus</i>	45
3.4. Reproducción.....	51
Índice gonadal y estadíos gonadales.....	51
3.4.1. <i>Hoplopagrus guentherii</i>	52
3.4.2. Histología.....	59
3.4.3. Longitud a la madurez sexual.....	68
3.4.4. Fecundidad.....	71
4. DISCUSIÓN.....	73
4.1. Peso relativo, temperatura y salinidad.....	79

4.2.	REPRODUCCION.....	82
4.2.1.	Índice hepatosomático e índice gonadal.....	82
4.2.2.	Histología.....	84
4.2.3.	Longitud a la madurez sexual.....	84
4.2.4.	Fecundidad.....	85
5.	CONCLUSIONES.....	88
6.	LITERATURA CITADA.....	90
7.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	98
8.	ANEXOS.....	101

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Clasificación de los estadios gonadales según Rojas (1997) con modificaciones adecuadas para la familia Lutjanidae en el área de estudio. Se hace una breve descripción de la gónada para su identificación visual.	27
Tabla 2.- Estadios descritos por Broomage y Cumaratunga (1988), se describen las características más importantes para cada estadio y que hacen sencilla la determinación al microscopio óptico.	28
Tabla 3.- Número de organismos observados para cada especie. Se muestra la longitud total y peso total promedio de estos (con su desviación estándar) y los valores máximos y mínimos.	30
Tabla 4.- Número de hembras, machos, juveniles y total de organismos disectados a lo largo del estudio.	31
Tabla 5. Tabla de relación peso-longitud, por hembras, machos y la ecuación general. Por último la proporción de sexos. S/d= sin diferencias.	31
Tabla 6. Abundancia relativa por estación desde otoño del 2001 hasta primavera del 2003, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. A=Ausente. N= número de organismos. N%= abundancia relativa.	32
Tabla 7. Abundancia relativa mensual desde el mes de diciembre del 2001 hasta el mes de Mayo del 2002 en la Bahía de Santa María-La Reforma. A=ausente. N=número de organismos. N%=abundancia relativa.	33
Tabla 8. Número de organismos encontrados en los arrastres y su abundancia relativa. A=Ausente.	34
Tabla 9. Valores de longitud promedio y desviación estándar capturada por arte de pesca de <i>H. guentherii</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.	35
Tabla 10. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del peso relativo con respecto a la estación del año de <i>H. guentherii</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los números en negritas fueron los que presentaron diferencias significativas.	36
Tabla 11. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud con respecto a la temperatura de <i>H. guentherii</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Las diferencias significativas se encuentran en negritas.	38
Tabla 12. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud capturada por arte de pesca de <i>L. argentiventris</i> . Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	40
Tabla 13. Promedio de la longitud capturado por arte de pesca con su desviación estándar de <i>L. colorado</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.	44

Tabla 14. Valores obtenidos de la prueba de Tukey para el promedio de la longitud capturado por arte de pesca de <i>L. guttatus</i> . Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	46
Tabla 15. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del índice hepatosomático con respecto a las estaciones del año de <i>L. guttatus</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	47
Tabla 16. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud con respecto a la temperatura de <i>L. guttatus</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	49
Tabla 17. Valores obtenidos de la prueba de Tukey de la longitud promedio con respecto a la salinidad de <i>L. guttatus</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	49
Tabla 18. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del peso relativo con respecto a la salinidad de <i>L. guttatus</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.	51
Tabla 19. Fecundidad individual de diez organismos de distintas especies, con el diámetro promedio del oócito y su desviación estándar. El peso del organismo y la fecundidad relativa se presentan también en esta tabla.	71
Tabla 20. Talla a la cual se alcanza madurez sexual, en algunas especies de lutjanidos en varias localidades.	85

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Generalidades.

La familia Lutjanidae está constituida por 17 géneros y 103 especies, las cuales están confinadas principalmente en regiones tropicales y subtropicales (Grimes, 1987). La mayoría de los pargos son necto-bentónicos, comunes en mares tropicales, subtropicales y templados, desde aguas costeras hasta profundidades considerables sobre el talud continental. Algunas especies pueden habitar estuarios salobres, sobre todo en su fase juvenil; algunas forman cardúmenes. Todos son depredadores generalmente activos de noche, al amanecer y durante el crepúsculo, y se alimentan principalmente de crustáceos y peces demersales. Los pargos pueden alcanzar tamaños de más de 100 cm de longitud total y 40 kg de peso. En la pesquería comercial, recreacional y artesanal los pargos son capturados con anzuelos, redes de enmalle, trampas y arpón (Lucano, 1998).

Las características generales que distinguen a los peces de la Familia Lutjanidae son: cuerpo oblongo, moderadamente comprimido, cabeza grande, hocico puntiagudo; boca terminal bastante grande y levemente protráctil; maxilar más ancho posteriormente, la mayor parte de su borde superior oculto bajo el hueso preorbitario; dientes mandibulares generalmente en varias hileras, cónicos y aguzados; dientes también presentes en el techo de la boca (vómer y palatinos) (Fischer *et al.*, 1995).

Todas las especies de la familia Lutjanidae en México, que incluye a los huachinangos y pargos, son explotadas comercialmente (Allen y Talbot, 1985), y son de gran importancia económica actual (Thomson *et al.*, 1987; Amezcua-Linares, 1996; Rocha, 1998). Este recurso se explota durante todo el año siendo el estado de Guerrero la entidad que ocupa el primer lugar en la producción nacional (D. O. F., 2000). De acuerdo con este documento, Sinaloa ocupó el sexto lugar de importancia estatal en la producción de estas especies de 1986 a 1998, y en este estado el recurso esta aprovechado al máximo sustentable. Estos peces, enteros o fileteados, son transportados a ciudades del interior de la república y en algunos casos son

exportados (Rocha, 1998). La carne es muy estimada por su excelente sabor (Allen y Talbot, 1985).

El presente estudio trata sobre la biología reproductiva, distribución y requerimientos de hábitat de cuatro especies de la familia Lutjanidae, ya que el conocimiento de estos parámetros es muy importante para el manejo efectivo del recurso (Burke *et al.*, 1991; Amezcua, 2000).

En el área del Pacífico mexicano se encuentran las especies *Hoplopagrus guentherii*, *Lutjanus aratus*, *L. argentiventris*, *L. colorado*, *L. guttatus*, *L. novemfasciatus* y *L. peru*, de las cuales el presente estudio solo contempla a las especies que se encuentran en mayor abundancia que son:

<i>Hoplopagrus guentherii</i>	Gill, 1862
<i>Lutjanus argentiventris</i>	(Peters, 1869)
<i>L. colorado</i>	Jordan y Gilbert, 1882
<i>L. guttatus</i>	Steindachner, 1869

Hoplopagrus guentherii (pargo coconaco): Lo podemos encontrar sobre fondos rocosos en la vecindad de arrecifes coralinos, hasta los 50 m de profundidad. Tiene importancia en las pesquerías locales de subsistencia y se captura con líneas de mano, especialmente en áreas costeras (Fischer *et al.*, 1995).

L. argentiventris (pargo amarillo, pargo dorado, huachinango): Se encuentra en aguas someras con fondos rocosos y a veces arenosos; los juveniles forman cardúmenes, mientras que los adultos son solitarios y se ocultan en grietas y cuevas. Estos son capturados con redes agalleras, palangres, anzuelo y a veces con red de arrastre. Son de gran importancia económica y su carne es de muy buena calidad (Amezcua-Linares, 1996).

L. colorado (pargo colorado, pargo rojo): Habita en la zona costera, usualmente sobre el fondo y más frecuentemente en el borde de los cañones, desfiladeros y alrededor de islotes; forma cardúmenes que se encuentran en profundidades medias y someras. El arte de pesca que se utiliza para su captura es la red agallera, el trasmallo, la red de arrastre, palangre y anzuelo. Esta especie es de gran

importancia comercial teniendo un amplio mercado por la calidad de su carne (Amezcu-Linares, 1996).

L. guttatus (pargo lunarejo, pargo chivato, pargo flamenco, pargo colmillón): Se encuentra desde el Golfo de California a Perú. Es una especie costera: los adultos se encuentran en áreas someras y los juveniles en aguas profundas, sobre todo fondos rocosos y arenosos. Se captura con red de arrastre, agallera, cerco, palangre y anzuelo. Es de gran importancia económica ya que tiene amplio consumo y precios altos (Amezcu-Linares, 1996).

1.2. Distribución y abundancia.

Cambios en la abundancia y en la composición de las especies ocurren frecuentemente en las comunidades de peces que comparten áreas biogeográficas, como resultado de movimientos migratorios relacionados con cambios oceanográficos y climáticos (Madrid *et al.*, 1997). Los parámetros medioambientales tales como profundidad, corrientes, temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto afectan la distribución de los peces (Blaber y Blaber, 1980; Cushing, 1982; Mac Call, 1990; King, 1995). También la distribución de las especies cambia con respecto al área o localidad en la que se encuentren (Amezcu, 2000). Resulta importante examinar y evaluar los patrones de distribución de los peces en relación a estaciones del año (Marshall y Elliott, 1998). Si las características de la estación del año para la especie son óptimas se verá reflejado en términos de crecimiento, supervivencia y potencial reproductor (Gibson, 1994).

En su estudio en las Costas de Michoacán, México, Madrid *et al.* (1997), describen dos picos de abundancia para la especie *L. guttatus* y *L. novemfasciatus* relacionados con la estacionalidad. En el verano y en el invierno, *L. guttatus* se encontró abundantemente, mientras que *L. novemfasciatus* presentó su mayor abundancia en el invierno.

En el área de Playa Norte en Mazatlán, Sinaloa, García *et al.* (1985) encontraron que *H. guentherii* era abundante en los meses de junio a noviembre, por lo que según estos autores su presencia estaba relacionada con temperaturas entre 25° C y 27° C. Saucedo *et al.* (1998), para las Costas de Jalisco y Colima, describen la distribución batimétrica de juveniles de *L. peru* a lo largo de la columna de agua desde los 20 m hasta los 80 m, encontrando que los organismos se restringían a las profundidades de 20 y 40 m. También detectaron que hay una diferencia entre sitios de muestreo en cuanto a talla media y peso medio, y mayor homogeneidad dentro de sitios.

En condiciones experimentales el pargo *L. argentiventris* presentó diferente tasa de crecimiento individual dependiendo de la salinidad: a salinidades bajas (23 y 30 ppm) los juveniles crecieron más que los de salinidades altas (37 y 44 ppm) (Serrano, 1999).

Ramírez y Rodríguez (1990), reportaron abundancias de tres especies de Lutjánidos dependiendo de los meses del año en la Isla de Cerralvo, B. C. S. La especie *H. guentherii* se encontró abundantemente en los meses de marzo, abril y agosto disminuyendo su presencia en los meses de mayo, junio y octubre; *L. argentiventris* fue encontrada en las capturas de marzo a octubre, siendo más abundante en los cuatro primeros meses del muestreo; *L. peru* se encontró en los ocho meses que duró el muestreo y su mayor abundancia fue en los meses de octubre, noviembre, marzo y abril.

Maupomé (1989), encontró las mayores tallas de *L. guttatus* en el área de Caleta de Campos, Michoacán, mientras que en el área de Mazatlán se encontraron organismos más pequeños.

1.3. Índices de condición

Los factores de condición son usados como indicadores de la calidad del hábitat para una especie (Amezcuca, 2000). Un factor de condición generalmente toma en cuenta la longitud y el peso de los peces, ya que puede haber una gran variación en peso entre los peces de una misma longitud en la misma población o entre

poblaciones dependiendo de las condiciones fisiológicas o ambientales en las que se encuentren los organismos (Anderson y Neumann, 1996). Rojas (2001) y Amezcua y Nash (2001), utilizan los índices de condición, tales como el peso relativo, índice hepatosomático y el índice gonadal, en estudios que involucran cuestiones biológicas y/o ecológicas de especies acuáticas. El peso relativo (P_r), es un índice de condición y se refiere al peso observado de un pez dividido por el peso estándar (P_e) esperado a partir de una relación peso - longitud construida con datos de todos los organismos de la población estudiada. Si el peso observado es menor que el peso esperado se obtendrán valores de P_r muy bajos, lo que puede indicar que las condiciones de alimentación no son las adecuadas o debido a la época de reproducción (Amezcua y Nash, 2001). Los mismos autores encontraron que el peso relativo de especies del orden Pleuronectiformes varía en relación a la estación del año y al tipo de sedimento; los valores más altos relacionaron una alta calidad del hábitat con una elevada abundancia.

Madrid y Beltrán (2001), observaron para la especie *Coryphaena hippurus* el mayor valor del factor de condición en la primavera y explican que puede deberse a que se esté llevando a cabo la mayor actividad gonádica en esta estación.

El índice hepatosomático indica la condición del pez a corto plazo. El hígado es sensible a la tasa de alimentación en periodos cortos de tiempo (Anderson y Gutreuter, en Amezcua, 2000). En estaciones de reproducción en las especies de mares fríos y templados, al concluir la vitelogénesis se presenta una reducción de la masa del hígado debido a la disminución de la actividad funcional de éste órgano al cesar la producción de lípidos y ovovitelinas para la formación de la gota de grasa y los gránulos de vitelo de los oocitos (Rojas, 2001).

Rojas (2001), utiliza el índice hepatosomático para describir los ciclos biológicos de poblaciones de *L. guttatus* y *L. peru* en el litoral de Guerrero y observa que en estas especies la masa del hígado de las hembras ovígeras disminuye solo en los días del desove o inmediatamente después de éste.

Santamaría (1998), describe las fluctuaciones del índice hepatosomático de la especie *Lutjanus peru* encontrando un máximo en el mes de febrero y un descenso gradual hasta septiembre en la Costa Sur de Jalisco.

1.4. Reproducción.

1.4.1. Índice gonadal.

El índice gonadal se utiliza a menudo para describir el ciclo reproductivo de las especies en un año a intervalos mensuales (King, 1995). Con este índice es posible estimar el ciclo de madurez y la duración del proceso de desove. Los mayores valores del índice gonadal coinciden generalmente con el momento del desove (Rojas, 2001). Este índice resulta de la división del peso de la gónada entre el peso estándar del pez (P_e) multiplicado por 100 (Amezcuca, 2000).

El índice gonadal presentó un aumento progresivo con las estaciones de desove del pargo *L. guttatus*; los valores más bajos se observaron después de la estación de desove (Rojas, 1997).

Rojas (2001), encontró en su estudio que *L. guttatus* y *L. peru* presentan la misma tendencia al aumento en los valores medios del índice gonadal, coincidiendo con los resultados obtenidos de los estados de madurez observados en el análisis histológico.

Santamaría (1998), además de describir las fluctuaciones del índice hepatosomático, describe los cambios del índice gonadal de hembras y machos de *L. peru* a lo largo de dos años de muestreo, encontrando valores bajos durante casi todo el periodo excepto por los meses de enero, marzo y mayo que fueron mayores; los valores del índice hepatosomático coinciden con los valores del índice gonadal indicando una acumulación de energía en el hígado relacionada época de reproducción.

1.4.2. Estadíos gonadales.

Se sabe que las especies de la familia Lutjanidae son gonocóricas (sexos están separados), no hay evidencia histológica de lo contrario (Grimes, 1987). Los ovarios tienen la función de generar los óvulos, en los cuales ocurre la elaboración del material nutritivo (vitelo) esencial para el desarrollo embrionario (Lucano, 2001). En los peces los huevos contienen gran cantidad de vitelo; la producción y acumulación de vitelo se llama vitelogénesis. El desarrollo de los oocitos se divide generalmente en dos etapas de desarrollo: la previtelogénesis y la vitelogénesis (Lucano, 2001). Dentro de estas dos etapas algunos autores han descrito el desarrollo de las gónadas y los oocitos de los pargos hasta en ocho etapas de maduración.

Lucano (2001), describe histológicamente el desarrollo gonadal de las hembras de *L. guttatus*, señalando siete fases del proceso de ovogénesis: Fase I, oocito cromatina nucleolo; Fase II, oocitos en perinucleolo; Fase III, oocitos con vesículas vitelinas; Fase IV, oocitos en vitelogénesis primaria; Fase V, oocitos en vitelogénesis secundaria; Fase VI, oocitos en vitelogénesis terciaria y la Fase VII, correspondiente a los oocitos maduros.

Santa María (1998) describe histológicamente los estadíos gonadales de hembras de *L. peru* del estado de Guerrero y los divide en gónadas inmaduras, en desarrollo, desarrolladas, maduras y en desove.

Maupome (1989) hace una descripción histológica de *L. guttatus*, los estadios que describen van de la A hasta la G, con un diámetro promedio de oocitos desde 12 μ a 255 μ en estadio F.

En los pargos el desarrollo de los oocitos es asincrónico, por lo que se les conoce como reproductores continuos. La distribución del diámetro de los oocitos de lutjanidos dentro del ciclo reproductivo presenta marcada multimoda lo que indica en general un desarrollo múltiple durante la estación de reproducción (Grimes, 1987; Lucano, 1998).

Grimes (1987), recopila referencias acerca de las estaciones de desove, longitud a la madurez sexual y fecundidad de especies de esta familia.

1.4.3. Longitud a la madurez sexual.

La reproducción y el crecimiento están íntimamente ligados en el balance energético de los organismos (Sampson y Al Jufaily, 1999). Los peces han desarrollado una estrategia de vida con un balance entre el crecimiento rápido del cuerpo para disminuir la depredación y reproducirse pronto y con este fin aumentar el número de progenitores para futuras generaciones. En los peces jóvenes, los recursos energéticos están destinados principalmente al crecimiento somático y posteriormente al gonadal; esto tiene como resultado obtener la talla ideal para que la reproducción sea fisiológicamente posible (Lucano, 1998).

La madurez sexual en los peces grandes depende de la distribución de energía para el crecimiento somático y el reproductivo. La pesca puede afectar los parámetros reproductivos que se reflejan en la selección de una madurez temprana (Rijnsdorp, 1993). Los individuos de una misma población pueden diferir en el tamaño al cual obtienen la madurez sexual; sin embargo, en la estación reproductiva del año la proporción de organismos maduros por lo general se puede modelar como una función sigmoideal de la talla y la edad (Sampson y Al Jufaily, 1999).

Rojas (2001), reportó una longitud a la madurez sexual de 235 mm (longitud furcal) para *L. guttatus* y de 295 mm para *L. peru*. El desarrollo gonadal fue asincrónico para ambas especies con dos períodos de desove masivos que se prolongaron cuatro o cinco meses durante el verano y el otoño-invierno, en el estado de Guerrero.

Rojo *et al.* (1999), para las costas de Jalisco señalaron que la longitud a la primera reproducción de *L. argentiventris* en su estudio fue de 31.7 a 37 cm, mientras que para *L. guttatus* fue de 29 a 33 cm. Santamaría y Chávez (1999) reportaron una

longitud máxima de 87 cm y un peso máximo de 9.4 kg, con una edad a la primera reproducción de dos o tres años para *L. peru*, en Acapulco, Guerrero.

Vargas (1999), estudió parámetros biológico pesqueros de *L. peru* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Encontró que la diferenciación gonadal macroscópica ocurre en esta especie entre los 30 y 35 cm de longitud total.

1.4.4. Fecundidad.

Hay numerosas definiciones de fecundidad. Bagenal (1978), discute las diferencias entre estas y dice que la fecundidad se define como el número total de huevos encontrados en una hembra antes del desove. La fecundidad así definida se llama fecundidad absoluta. En especies tropicales, donde los desoves se siguen uno a otro continuamente la fecundidad sería aquella que incluyera los huevos de un solo desove (Bagenal, 1978). Sin embargo Saborido y Junquera (2003) explican que en especies que liberan los huevos parcialmente la fecundidad parcial se referiría a los huevos producidos en cada desove. La fecundidad de un individuo esta en función de la especie, talla y estado nutricional (Rijnsdorp, 1991) y se ha encontrado que tiene una relación aproximada con el cubo de la longitud del pez. Se ha encontrado que ésta se incrementa con la longitud y edad por lo que para poder comparar la fecundidad de los peces de diferente talla o de diferentes localidades muchos autores calculan la fecundidad relativa que es el número de huevos por unidad de peso (Saborido y Junquera, 2003).

La familia Lutjanidae es altamente fecunda con hembras de gran talla que producen 5 hasta 7 *10⁶ huevos, con valores mínimos y máximos muy amplios, dentro de la misma especie se presentan rangos muy distintos dependiendo de la localidad pero siempre del mismo orden de magnitud. El desove parece ocurrir durante la noche; algunas veces hay coincidencia con las mareas de primavera en la luna nueva y llena (Grimes, 1987).

La fecundidad máxima reportada para *Lutjanus campechanus* fue de 9.36×10^6 huevos para el Norte del Golfo de México; *L. peru* presentó valores en el número de huevos de 3×10^5 en hembras en estadio 3 y de 5×10^5 en estadio 5 (Lucano, 1998). Valverde y Boza (1999) obtuvieron un valor de $115\ 500 \pm 990$ de oocitos (fecundidad individual), con un diámetro promedio de 0.724 mm, obtenidos por inducción hormonal en la especie *L. guttatus*, en Punta Arenas, Costa Rica.

Rojas (1997), reporta que el menor número de huevos fue de 449 226 en una hembra de 31.9 cm y la hembra con mayor número de huevos midió 56.9 cm con 1363 500 huevos en hembras de *L. guttatus* del Golfo de Nicoya (fecundidad individual). Este autor reporta otros aspectos importantes del ciclo reproductivo tales como los mayores valores del índice gonadal (IG) que concordaron con las estaciones de desove, y los valores máximos del factor de condición, que coincidieron con los máximos valores del IG. El primer desove se presentó en el mes de abril. También reporta que los machos maduran entre 32 a 32.9 cm de longitud total y las hembras entre 33 a 33.9 cm de total; la talla mínima está en el intervalo de 31 a 31.9 cm. Además elaboró una tabla con las características macroscópicas de las gónadas asignando 6 estadios gonadales desde gónadas inmaduras hasta gónadas desovadas.

Maupome (1989) en su estudio reporta la fecundidad relativa al peso de la gónada de *L. guttatus*, encontrando un valor de 1359 oocitos promedio por gramo de peso.

1.4.5. Otros estudios.

Además de los estudios ya mencionados se han llevado a cabo otras investigaciones en especies de esta familia por autores tales como:

Flores (1992), describe crecimiento y parámetros poblacionales del pargo coconaco *H. guentherii* en la localidad de Mazatlán. En este trabajo reportan que las menores tallas fueron capturadas en noviembre con una longitud total de 145 mm y un peso de 135 gr y en septiembre con una longitud total de 157 mm y un peso de 80 gr. La máxima longitud observada fue de 70 cm en febrero con un peso de 2,570 gr y

noviembre con una longitud total de 66 cm y un peso de 5,500 gr. Rocha (1998) llevó a cabo estudios para *L. peru* en las Costas de Baja California. Gutiérrez (1990), en un estudio que describe el crecimiento de *L. peru* en Costa Rica, hace especial hincapié en la importancia que tiene conocer la biología del recurso para evitar la sobreexplotación. Ocampo (1992), describe edad y crecimiento de *L. argentiventris*, en Caleta de Campos, Michoacán; la talla máxima reportada por este autor es de 61 cm y el peso máximo de 3600 gr.

Madrid *et al.* (1997), describen las especies de peces de la plataforma continental de Michoacán dentro de las cuales se encuentra representada la familia Lutjanidae con las especies *H. guentherii*, *L. argentiventris*, *L. colorado*, *L. guttatus*, *L. inermis*, *L. novemfasciatus* y *L. peru*. Además, Madrid (1990) describe aspectos importantes de las especies *H. guentherii*, *L. argentiventris* y *L. guttatus* de las costas de Michoacán y la Bahía de Mazatlán, además de haber encontrado a la especie *L. colorado* en sus muestreos.

1.5. HIPÓTESIS.

Debido a que en la zona de estudio se presentan cambios estacionales en el hábitat de las especies de pargo, y aún cuando estas no realizan grandes migraciones estacionales, se esperaría encontrar cambios en la comunidad de estos lutjanidos a saber:

Diferencias en la abundancia relativa de las especies con respecto a la estación a lo largo del año.

Diferencias significativas en los índices de condición con respecto a la estación a lo largo del año, temperatura y salinidad.

Una relación inversa del índice hepatosomático y el índice gonadal.

Que el ciclo reproductivo se refleje en el índice gonadal a lo largo del año.

Objetivos:

Aportar información de la distribución y abundancia de las especies *Hoplopagrus guentherii*, *Lutjanus argentiventris*, *L. guttatus* y *L. colorado* en relación con las estaciones del año, a saber: primavera, verano, otoño e invierno.

Aportar información de las especies en tres localidades: Mazatlán, Bahía de Santa María-La Reforma y costas de Sinaloa.

Observar la relación entre el índice hepatosomático y el índice gonadal a lo largo del año.

Aportar información acerca de los ciclos reproductivos a lo largo del año, mediante el índice gonadal y los estadios gonadales determinados macroscópicamente e histológicamente.

Aportar información acerca de la fecundidad de estas especies.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. Área de estudio.

Este trabajo se llevó a cabo en tres áreas de estudio.

2.1.1. Bahía de Mazatlán.

En la Bahía de Mazatlán se llevaron a cabo muestreos del verano del 2001 a la primavera del 2003. Ésta se localiza entre los 23° 15' latitud Norte, 106° 25' longitud Oeste y los 23° 10' latitud Norte, 106° 30' longitud Oeste, 38 km al sur del trópico de Cáncer, por lo cual se considera zona subtropical. Tiene aproximadamente 13.5 km de línea de costa y está delimitada al oeste por la isobata de los 15 m (Alonso, 1998) (Figura 1). El clima de la región esta clasificado como de tipo A (w), cálido subhúmedo con lluvias en verano con precipitación pluvial media anual de 887.9 mm y una temperatura ambiente media anual es de 25° C (INEGI). La temperatura media superficial del agua en la Bahía de Mazatlán es de 25.5° C, la temperatura máxima registrada es de 32.2° C y la mínima de 14.4° C. La salinidad media superficial es de 34.9 psu y un mínimo de 5.8 psu (Alonso, 1998).

Algunos de los rasgos de esta área son una serie de promontorios rocosos que originan bahías protegidas del oleaje oceánico, entre las cuales se encuentra la Bahía de Cerritos, en Mazatlán y Punta Gorda en Mármol. En este litoral se localizan las Islas Pájaros, Venados, Lobos, Hermanos y Cardones (Pérez, 1995).

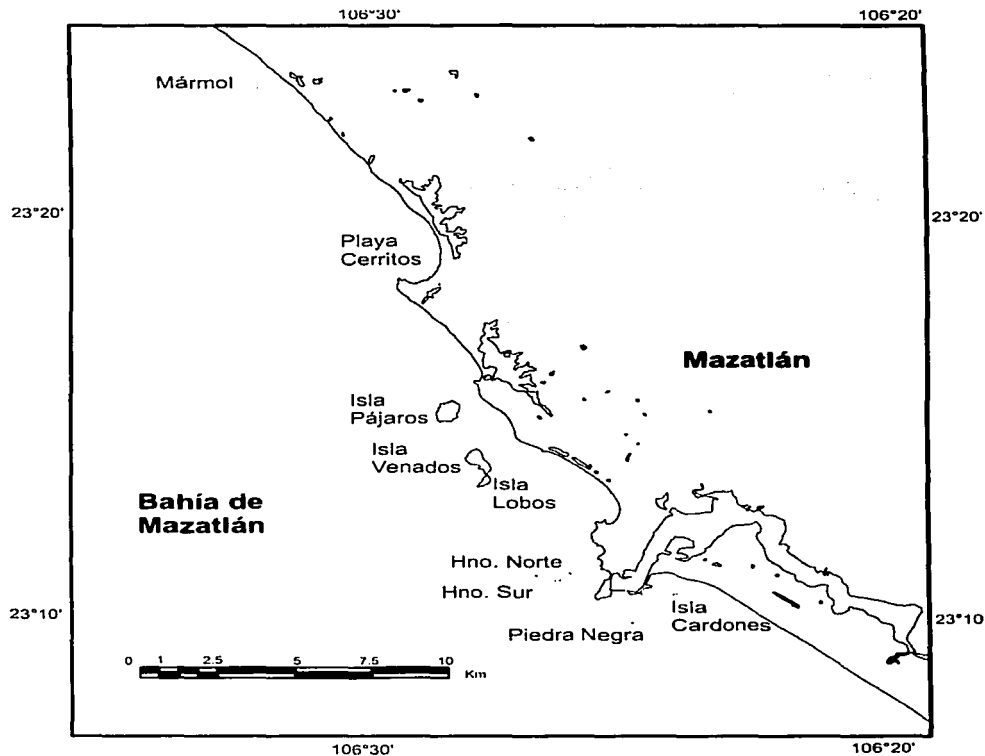


Figura 1.-Área de estudio correspondiente a la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

El muestreo en esta área fue como sigue:

- ◆ Se utilizaron los servicios de un pescador del área desde el mes de octubre del 2001 hasta el mes de mayo del 2003. Los peces muestreados fueron colectados con redes agalleras con luz de malla de 3', 4' y 6' (que seleccionan tallas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

relativamente grandes), y arpón. Se llevó a cabo la captura de organismos tanto juveniles como adultos que fueron disectados en el laboratorio.

- ♦ Se llevaron a cabo muestreos mensuales (desde septiembre del 2001 hasta marzo del 2002), en la embarcación UNA-MAS con redes de arrastre de 2', ya que se sabe que los pargos forman parte de la captura del camarón (Rocha, 1998; Rojo *et al.*, 1999; Vargas, 1999). Se tomaron datos de temperatura y salinidad con una sonda CTD (por sus siglas en inglés: conductividad, temperatura y profundidad) tipo minisonda -4a- marca Hydrolab.

- ♦ Se llevaron a cabo muestreos de las descargas comerciales en el embarcadero Playa Norte durante los meses de abril, mayo, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre del 2002; y febrero y marzo del 2003. La pesca se lleva a cabo con embarcaciones de madera con motor fuera de borda y el arte de pesca lo constituye la línea de mano. También se utilizan pangas de fibra de vidrio y el arte de pesca es la red agallera de luz de malla de 3' y 5' y liena. En el embarcadero Playa Sur se llevaron a cabo muestreos de las descargas comerciales durante los meses de mayo, junio y julio del 2002. La pesca se lleva a cabo en embarcaciones de fibra de vidrio y redes agalleras con una abertura de malla de 2.5' a 8'. En ambos embarcaderos se tomaron datos de longitud y peso de las especies de la familia Lutjanidae y cuando fue posible se obtuvieron organismos para su posterior disección en el laboratorio.

2.1.2. Bahía de Santa María - La Reforma.

También se llevaron a cabo muestreos mensuales en la Bahía de Santa María - La Reforma desde diciembre del 2001 hasta mayo del 2002. Esta se localiza entre los 25° 20' latitud Norte, los 108° 25' longitud Oeste y los 24 ° 40' latitud Norte, 107 ° 55' longitud Oeste. Está compuesta por un diverso mosaico de manglares, planos intermareales, marismas de agua dulce, extensas zonas salobres y marismas emergentes salobres. La profundidad máxima es de 24 m y la profundidad media

es de 7 m, se comunica al océano Pacífico a través de dos grandes bocas con más de 5 km de ancho y de 12 a 17 m de profundidad (Figura 2).

La Bahía se encuentra dentro de la llanura del Pacífico con un clima semiseco a seco muy cálido, con una temperatura media anual de 24.2 ° C y una precipitación promedio anual de 433.8 mm, con las mayores lluvias en verano y escasas en invierno. Es el sistema lagunar más grande del estado de Sinaloa y uno de los más importantes en la región por la gran diversidad de flora y fauna silvestre. Este sistema forma parte del corredor de aves migratorias de Norte América. Los tipos de vegetación son: bosques de manglar localizados al borde de la línea costera y bordes de algunas islas e islotes, selva baja espinosa que se encuentra en las Islas de Talchichitle y Altamura, así como algunos manchones muy cercanos a la costa; selva baja caducifolia que se localiza principalmente en la zona de cerril Angostura y Navolato. Otro tipo de vegetación existente son las asociaciones halófitas que están localizadas después de la vegetación de manglar, mezcladas con pastizales salinos o con suelos con alto contenido en sal. Comprende parte de los municipios de Angostura y Navolato. Las islas Talchichitle y Altamura dividen a la Bahía en dos: las Bahías de Santa María y Reforma (Garay, 2002).

Las estaciones de muestreo fueron designadas por el Centro Regional de Investigación Pesquera Mazatlán (CRIP), ya que los muestreos en esta área formaron parte del Proyecto Migración y reclutamiento de camarón azul en el Norte de Sinaloa y Sur de Sonora a cargo del Instituto Nacional de la Pesca (Figura 2). Las salidas se realizaron desde el mes de diciembre del 2001 hasta el mes de junio del 2002. Los muestreos se llevaron a cabo en pangas de las cooperativas pesqueras de Dautiyos y Altata. Cada panga debidamente equipada con redes suriperas de 2' y redes agalleras de 3' de 100 y 150 mts, que fueron arrastradas por espacio de 10 min. Se llevaron a cabo muestreos adicionales en los esteros de la Bahía, con atarraya (luz de malla 2') en el mes de Abril del 2002. Los peces muestreados fueron debidamente etiquetados, congelados y llevados al laboratorio

para su posterior disección. Se tomaron datos de temperatura y salinidad con un CTD tipo minisonda -4ª- marca Hydrolab.

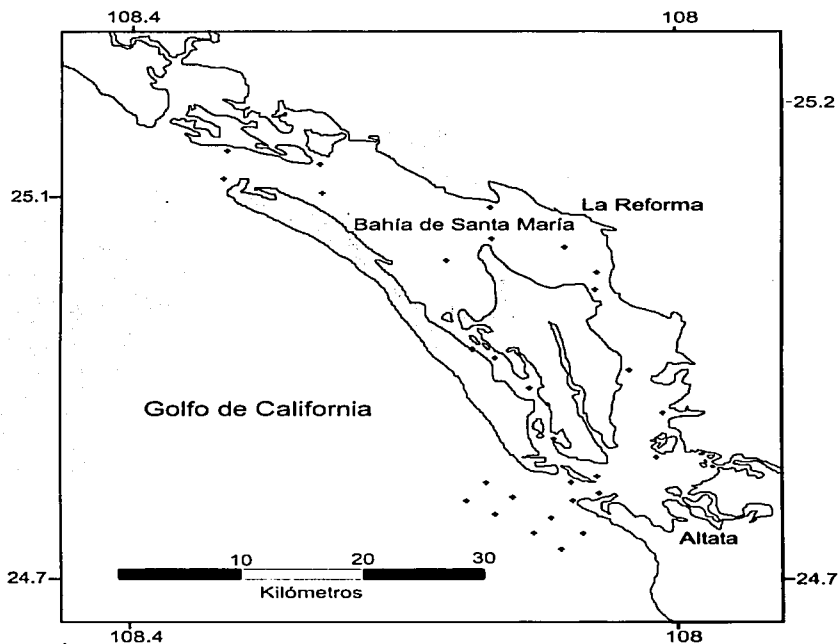


Figura 2.- Área de estudio correspondiente a la Bahía de Santa María La Reforma, los puntos muestran los sitios de colecta.

2.1.3. Costa de Sinaloa.

Se llevaron a cabo varios cruceros a bordo de embarcaciones camaroneras por el CRIP Mazatlán como parte del Programa Operativo Anual de camarón a lo largo de la costa de Sinaloa, en la plataforma del Pacífico desde los 25° 40' N, 109° 30' O a los 21° 54' N, 106° 03' O (Figura 3). Al oeste de la costa se encuentra el Golfo de

California y el Océano Pacífico más al sur. Se obtuvieron ejemplares de tres cruceros camaroneros. El primero en el mes de Agosto del 2001, el segundo en el mes de mayo del 2002 y el último en el mes de agosto del 2002. Estos cruceros se llevaron a cabo en embarcaciones comerciales con redes de 80 pies y 120 pies de longitud, y línea de 30 mm en el cono terminal. Se utilizó red de arrastre tipo camaronera con luz de malla de 2".

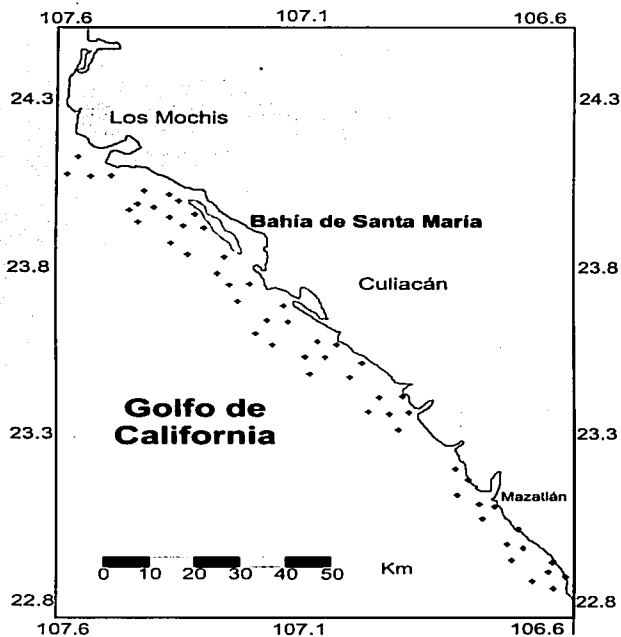


Figura 3.-Los puntos corresponden a los sitios en donde se llevaron a cabo los arrastres por el CRIP, Mazatlán.

2.2. Procesamiento de muestras

Los peces colectados fueron medidos (longitud total) con un ictiómetro (± 0.05), pesados en un balanza digital (0.1 – 2000 grs ± 0.05) y/o en una báscula comercial (100 – 20000 ± 50 gr) y disectados en el laboratorio.

El hígado fue extraído y pesado. El peso se utilizó para obtener el índice hepatosomático.

Se determinó el sexo de los organismos macroscópicamente. Las gónadas de las hembras fueron extraídas y pesadas, una se utilizó para cortes histológicos por lo que fue fijada en solución Davidsons (Anexo 1) y la otra para fecundidad que fue fijada en solución Gilsons (Anexo 3).

Para la captura de los datos se utilizó el programa Excel (Microsoft, 1994).

Se obtuvo la abundancia relativa de organismos para el área de Mazatlán y el área de Santa María por separado con la fórmula: $\%N=(N/NT) * 100$. Donde %N es el porcentaje de la abundancia relativa de los organismos, N el número de individuos de cada especie capturada (en este caso mensualmente) y TN el número total de individuos de todas las especies de peces (Aguilar *et al.*, 2001). La abundancia relativa así expresada es útil para comparársele mensualmente o estacionalmente debido a la dificultad que se presenta para obtener abundancias absolutas, es decir el número de peces por área (King, 1995).

2.3. Relación longitud-peso.

Se obtuvo la relación longitud-peso para cada especie. Cuando el peso del organismo aumenta de manera proporcional al largo, el crecimiento es isométrico (hay incremento en todas las dimensiones al mismo ritmo). Esta relación longitud (L) y el peso (P) se representa por la ecuación: $P=qL^b$, donde el exponente b es cercano a tres para el crecimiento isométrico; q es una constante de ajuste del modelo a los datos (King, 1995). Los parámetros de las ecuaciones longitud-peso para cada una de las especies se obtuvieron en el programa STATISTICA (StatSoft, 1996) por el método de ajuste no lineal.

Para cada especie, la longitud fue comparada entre sexos, para probar por dimorfismo sexual (análisis de covarianza), siendo el sexo la variable independiente, el logaritmo del peso la variable dependiente y el logaritmo de la longitud la covariable. Estas pruebas también se llevaron a cabo utilizando el programa STATISTICA (StatSoft, 1996). Las pruebas de normalidad y paralelismo fueron realizadas en el mismo programa.

2.4. Distribución estacional, localidad, temperatura y salinidad.

Se llevaron a cabo análisis de varianza de una vía para probar por diferencias significativas en la talla de captura dependiendo del arte de pesca. Cuando se encontraron diferencias significativas una prueba de Tukey fue necesaria para ubicar las artes de pesca que no presentaron diferencias significativas entre sí, ya que al no encontrarse diferencias significativas con respecto al arte de pesca se pueden explicar las diferencias por estacionalidad, temperatura y/o salinidad.

Se llevaron a cabo análisis de varianza de una vía para probar por diferencias significativas en el promedio de la longitud como variable dependiente en relación a la estación, temperatura y salinidad como variables independientes. Cuando se encontraron diferencias significativas una prueba de Tukey (mediante las diferencias significativas de honestidad (HSD)) fue realizada. Se graficó la frecuencia de observaciones de las longitudes por estación del año y se colocaron en los anexos como información adicional.

Se llevaron a cabo las pruebas de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y chi-cuadrada. La homogeneidad de varianzas se probó con el test C de Cochran (obtenida vs tablas). Las pruebas y análisis fueron realizados en el programa STATISTICA (StatSoft, 1996).

Se graficó el promedio de la longitud con respecto a la localidad, debido a que las capturas se llevaron a cabo con diferente arte de pesca no se hicieron análisis estadísticos en esta parte.

2.5. Índices de condición

El peso relativo P_r se calculó con la fórmula: $P_r = (P_o/P_e)$, en donde P_o es el peso observado y P_e es el peso teórico o el peso esperado obtenido de la ecuación longitud-peso para cada uno de los organismos.

El índice hepatosomático de los adultos (I H) se obtuvo con la relación:

$I H_r = (PH_i * 100)/P_e$, en donde PH_i es el peso del hígado individual. En este caso solo se tomó en cuenta el índice hepatosomático de los organismos que ya mostraban diferenciación sexual y que pudieron ser distinguidos entre hembras y machos, debido a que el índice hepatosomático ha sido relacionado directamente con la reproducción (Rojas, 2001).

Para cada una de las especies se llevaron a cabo análisis de varianza de una vía para probar las diferencias del peso relativo y el índice hepatosomático (de los adultos) como variables dependientes con respecto a la estación del año, temperatura y salinidad como variables independientes. Cuando se encontraron diferencias significativas se llevó a cabo la prueba de Tukey mediante las diferencias significativas de honestidad (HSD). La normalidad se probó mediante Kolmogorov-Smirnov y chi-cuadrada y la homogeneidad de varianzas con el test C de Cochran (obtenida vs tablas). Los análisis y las pruebas se realizaron en el programa STATISTICA (StatSoft, 1996).

2.6. Reproducción.

2.6.1. Índice gonadal.

Se pesaron las gónadas de las hembras únicamente, debido a que es más fácil revisarlas que las gónadas de los machos, y además se asume que hembras y machos se desarrollan al mismo tiempo (King, 1995). Estos datos fueron utilizados para obtener el índice gonadal relativo (I G), utilizado para describir el ciclo reproductivo de las especies estacionalmente. Tomando en cuenta que cada pez tendrá un desarrollo diferente, Legler (ver Murphy y Willis, 1996) desarrolló el

índice relativo gonadal (I G): $I G = (PG_i / P) * 100$, en donde PG_i es el peso de la gónada individual.

El índice gonadal promedio se graficó contra el promedio del índice hepatosomático para observar la relación de ambos a lo largo de las estaciones del año.

Para cada una de las especies se llevaron a cabo análisis de varianza de una vía para probar las diferencias del índice gonadal y el índice hepatosomático por separado como variables dependientes con respecto a la estación del año como variable independiente, en el programa STATISTICA (Statsoft, 1996); así como las pruebas de homogeneidad y normalidad.

2.6.2. Estadíos gonadales.

Los estadíos gonadales de las hembras se estimaron de acuerdo al método propuesto por Armstrong *et al.* (1994), pero con adaptaciones apropiadas a las características de esta familia descritas por Rojas (1997) y modificadas para este trabajo (Tabla 1).

Se obtuvo el porcentaje de estadíos gonadales por estación del año; estas gráficas fueron hechas en el EXCEL (Microsoft, 1994) y se muestran para cada una de las especies.

Tabla 1.- Clasificación de los estadios gonadales según Rojas (1997) con modificaciones adecuadas para la familia Lutjanidae en el área de estudio. Se hace una breve descripción de la gónada para su identificación visual.

Estadio	Descripción	Ovario
I	Virgen.	Desarrollo gonadal incipiente. Ovarios pequeños, delgados y transparentes. Muy juntos, uno mas largo que el otro, no hay formación de oocitos.
II	Madurando o desovadas en reposo (VI-II).	Lóbulos de tamaño similar en forma de "V". Comienza a aparecer color en la gónada debido a la irrigación sanguínea. Las gónadas en estadio VI-II tienen presencia de oocitos en reabsorción de diferente diámetro (250 micras-450 micras). Tanto en el estadio II como en el VI-II la gónada se aprecia particularmente flácida. Puede estar empezando la vitelogénesis.
III	Ovarios en madurez temprana.	Hay mayor irrigación sanguínea, por lo que el color de las gónadas es naranja, son cilíndricas y de igual tamaño. En ocasiones se pueden distinguir oocitos esféricos y opacos a simple vista. Los lóbulos gonadales se observan turgentes, especialmente en hembras que van a desovar por primera vez. Pueden observarse grupos de oocitos en diferente estadio de desarrollo.
IV y V	Ovarios maduros y en desove.	De color rojizo, turgentes, fuertemente vascularizadas. Ambos lóbulos son cilíndricos compactos. Los oocitos amarillentos se reconocen a simple vista, con un diámetro promedio de 400 micras. Si se oprime el abdomen sale una buena cantidad de oocitos fuertemente hidratados.
VI	Gónadas desovadas.	Ovarios flácidos, de color anaranjado opaco, en las paredes del lumen se encuentran vasos sanguíneos rotos y restos de oocitos de diferente diámetro, la pared gonadal se presenta notoriamente vascularizada. Hembras en este estado pasan rápidamente al estado VI-II.

Las descripciones basadas en características macroscópicas de las gónadas se pueden apoyar con estudios de mayor resolución y confiabilidad como el estudio de la morfología microscópica de las gónadas (Lucano, 1998). En este estudio se obtuvieron láminas de cortes histológicos de gónadas en diferentes estadios de

desarrollo de cuatro especies. Estas láminas histológicas fueron realizadas en el CIAD (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo), por un técnico histológico (la técnica se describe en el anexo 2). Los cortes fueron observados al microscopio óptico en el laboratorio de Reproducción del CIAD a cargo del Dr. Neil Duncan, mismo que asesoró las observaciones. Debido a que el proceso de desarrollo es asincrónico se determinó el estadio gonadal de acuerdo al estadio presente en mayor porcentaje (Saborido y Junquera, 2003). Los estadios gonadales fueron los propuestos por Broomage y Cumaranatunga (1988) y Tyler y Sumpter (1996) (Tabla 2). Cada lámina fue observada en aumentos de 4X, 10X y 40X.

Tabla 2.- Estadios descritos por Broomage y Cumaranatunga (1988), se describen las características más importantes para cada estadio y que hacen sencilla la determinación al microscopio óptico.

Estadio de desarrollo gonadal	Proceso
Previtelogénesis (P)	Estadio I, II y III. Altamente basifílico.
4	El núcleo se observa todavía de gran tamaño. Cambio a acidofílico.
5	El núcleo está en posición central, vesículas de vitelo son características.
6	El núcleo comienza a migrar.
7	El núcleo se encuentra en la periferia.

2.6.3. Longitud a la madurez sexual.

La longitud y/o edad media de la primera reproducción, puede ser definida como la longitud y/o edad a la cual el 50% de todos los individuos están sexualmente maduros (King, 1995). En este caso los organismos en estadio 4 (histológico) se consideraron como maduros y estadio 3 según la escala macroscópica. La fórmula del modelo sigmoideal que se utilizó fue la siguiente: $P = 1 / (1 + \exp [-r (\text{long} - L_m)])$, donde P es la proporción de organismos maduros a la longitud (long), r es la pendiente de la curva y L_m es la longitud que corresponde a una proporción de 0.5 (o 50%) en condición reproductiva (King, 1995).

Para obtener esta relación los organismos de cada especie fueron divididos en clases de talla de 5 mm comenzando con la talla más pequeña que presentara desarrollo gonadal. Los datos de longitud y proporción fueron obtenidos en el programa EXCELL y de ahí llevados al programa STATISTICA donde se obtuvieron los parámetros de la ecuación de la longitud a la madurez sexual de cada especie por ajuste no lineal (StatSoft, 1996).

2.6.4. Fecundidad.

Se utilizó el fluido de Gilson (anexo 3) para separar los huevos del resto del tejido de la gónada (Bromage and Cumaranatunga, 1988). Este método se manejó para las gónadas que ya se encontraban en estadios de madurez más avanzados (Lucano, 1998). Se recurrió a la técnica volumétrica descrita por Bagenal (1966) para estimar el número total de huevos en una gónada (la técnica se describe en el anexo 4).

Muchos autores han graficado la longitud contra la fecundidad (Bagenal, 1978) y concluyen que la fecundidad se expresa como: $F = aL^b$, en donde F es la fecundidad, L es la longitud y a y b son una constante y un exponente derivado de los datos, sin embargo el reducido número de datos no permitió obtener esta ecuación, pero si la fecundidad relativa a un gramo de peso de cada hembra mediante reglas de tres simples.

3. RESULTADOS.

Se midieron y pesaron un total de 1119 organismos, tanto juveniles como adultos. El total de los organismos por especie se muestra en la tabla 3, así como los datos de longitud promedio. En la tabla 4 se muestra el promedio del peso por especie, con sus valores máximos y mínimos. Es importante mencionar que aunque las especies *Lutjanus novemfasciatus* y *L. peru* no fueron objeto de estudio, sí se encontraron presentes a lo largo de los meses de muestreo. La primera se encontró en los meses de octubre y noviembre del 2001; enero, abril, junio, julio y agosto del 2002, y la segunda se encontró en los meses de noviembre del 2001, abril, mayo, octubre, noviembre del 2002 y febrero del 2003, por lo que son incluidas en esta tabla.

Tabla 3.- Número de organismos observados para cada especie. Se muestra la longitud total y peso total promedio de estos (con su desviación estándar) y los valores máximos y mínimos.

Especie	# de organismos	L T (cm)	L min- Lmax (cm)	P T (gr)	P min - P max (gr)
<i>H. guentherii</i>	214	33.4 ± 13.1	14.2 - 77	1,189.8 ± 1,375.4	51 - 9,600
<i>L. argentiventris</i>	374	24.4 ± 7.7	10.8 - 59	280.5 ± 368.3	30.8 - 2,850
<i>L. colorado</i>	93	40.4 ± 18.08	15.4 - 83	1,226.7 ± 1,376.1	51.4 - 6,000
<i>L. guttatus</i>	322	18.8 ± 9.9	5.2 - 54	172.3 ± 327.4	1.5 - 3,100
<i>L. novemfasciatus</i>	36	35.7 ± 11.94	16.2 - 58	829.1 ± 714.6	57.8 - 2,657
<i>L. peru</i>	80	31.17 ± 9.05	17 - 63	497.1 ± 594.8	50 - 3,120
Total	1119	-	-	-	-

La tabla 4 en la siguiente página muestra el número de organismos que fueron disectados, por sexos y los totales de cada especie.

Tabla 4.- Número de hembras, machos, juveniles y total de organismos disectados a lo largo del estudio.

Especie	Hembras	Machos	Juveniles	Total
<i>H. guentherii</i>	29	18	4	51
<i>L. argentiventris</i>	35	27	48	110
<i>L. colorado</i>	18	18	16	52
<i>L. guttatus</i>	40	35	147	222

3.1. Relación peso-longitud.

Se presenta una tabla con la relación peso-longitud obtenida para cada una de las especies, por hembras y machos por separado. Debido a que no se encontraron diferencias significativas en la relación peso-longitud entre estos se presenta la ecuación en general para la especie y por último la proporción hembras:machos (Tabla 5).

Tabla 5. Tabla de relación peso-longitud, por hembras, machos y la ecuación general. Por último la proporción de sexos. S/d= sin diferencias.

Especie	Hembras (♀)	Machos (♂)	Diferencias	General	Proporción de sexos (♀:♂)
<i>H. guentherii</i>	$P=0.02LT^{2.99}$	$P=0.01LT^{3.39}$	s/d ($F_{1,41}=0.9$, $p>0.05$)	$P=0.03LT^{2.91}$	1:0.6
<i>L. argentiventris</i>	$P=0.18LT^{2.96}$	$P=0.03LT^{2.86}$	s/d ($F_{1,69}=3.29$, $p>0.05$)	$P=0.02LT^{2.97}$	1:0.8
<i>L. colorado</i>	$P=0.02LT^{2.87}$	$P=0.01LT^{3.08}$	s/d ($F_{1,32}=0.39$, $p>0.05$)	$P=0.02LT^{2.88}$	1:1
<i>L. guttatus</i>	$P=0.02LT^{2.82}$	$P=0.02LT^{2.82}$	s/d ($F_{1,55}=0.69$, $p>0.05$)	$P=0.02LT^{2.96}$	1:0.9

3.2. Abundancia relativa.

Bahía de Mazatlán.

Se obtuvieron un total de 799 organismos en la Bahía de Mazatlán. Se observó que la abundancia relativa de las especies comenzó a aumentar a finales del invierno del 2001, incrementándose en la primavera y el verano (Figura 4). *L. colorado* tuvo una mayor abundancia relativa en la primavera del 2002 con un 4%. *L. argentiventris* tuvo una mayor abundancia relativa en el verano con un 25.03 % y

Hoplopagrus guentherii con un 15.27% (Tabla 6). Se observó una disminución a finales del otoño. A principios de la primavera del 2003 solo se encontró *L. guttatus*.

Tabla 6. Abundancia relativa por estación desde otoño del 2001 hasta primavera del 2003, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. A=Ausente. N= número de organismos. N%= abundancia relativa.

Especie	<i>H. guentherii</i>		<i>L. argentiventris</i>		<i>L. colorado</i>		<i>L. guttatus</i>	
	N	N %	N	N %	N	N %	N	N %
Otoño-01	10	1.251	10	1.251	2	0.250	A	A
Invierno-01	10	1.251	1	0.125	12	1.502	19	2.378
Primavera-02	17	2.128	79	9.887	32	4.005	37	4.631
Verano-02	122	15.269	200	25.031	26	3.254	25	3.129
Otoño-02	45	5.632	31	3.880	6	0.751	48	6.007
Invierno-02	5	0.6259	11	1.377	1	0.125	40	5.006
Primavera-03	A	A	A	A	A	A	10	1.252

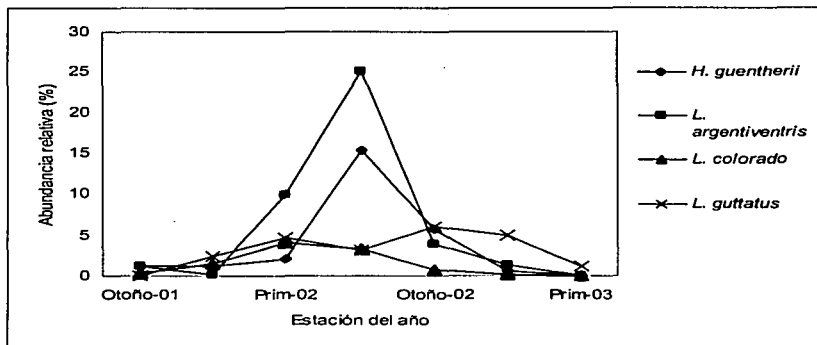


Figura 4. Abundancia relativa de cada especie desde otoño del 2001 hasta principios de la primavera del 2003, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Bahía de Santa María-La Reforma.

En esta Bahía la abundancia relativa de las especies se reportó mensualmente ya que solo se hicieron muestreos a lo largo de seis meses (Figura 5) con un total de 54

organismos. El mayor porcentaje de abundancia relativa lo presentó *L. argentiventris* con un 63% en el mes de abril seguido por la especie *L. colorado* en el mismo mes con un porcentaje de 24.07% (Tabla 7). Cabe señalar que en el mes de abril se llevó a cabo un muestreo más por lo que los datos que se presentan son meramente descriptivos y podrían estar influenciados por el tipo y número de muestreos.

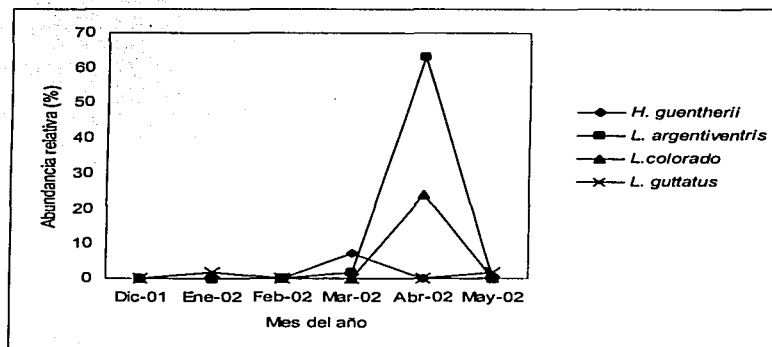


Figura 5. Abundancia relativa en Santa María desde el mes de diciembre del 2001 a mayo del 2002. El valor más elevado corresponde a *L. argentiventris* en el mes de abril.

Tabla 7. Abundancia relativa mensual desde el mes de diciembre del 2001 hasta el mes de Mayo del 2002 en la Bahía de Santa María-La Reforma. A=ausente. N=número de organismos. N%=abundancia relativa.

Especie	<i>H. guentherii</i>		<i>L. argentiventris</i>		<i>L. colorado</i>		<i>L. guttatus</i>	
	N	N %	N	N %	N	N %	N	N %
Diciembre-01	A	A	A	A	A	A	A	A
Enero-02	A	A	A	A	A	A	1	1.852
Febrero-02	A	A	A	A	A	A	A	A
Marzo-02	4	7.407	1	1.852	A	A	A	A
Abril-02	A	A	34	62.963	13	24.074	A	A
Mayo-02	A	A	A	A	A	A	1	1.852

Costas de Sinaloa.

Se reporta la abundancia relativa de las cuatro especies en tres cruceros a bordo de embarcaciones camaroneras que se llevaron a cabo a lo largo de las costas de Sinaloa (Tabla 8). En la figura 6 se puede observar que la mayor abundancia la presentó *L. guttatus* en agosto del 2001 con un 54% y a lo largo de los demás muestreos.

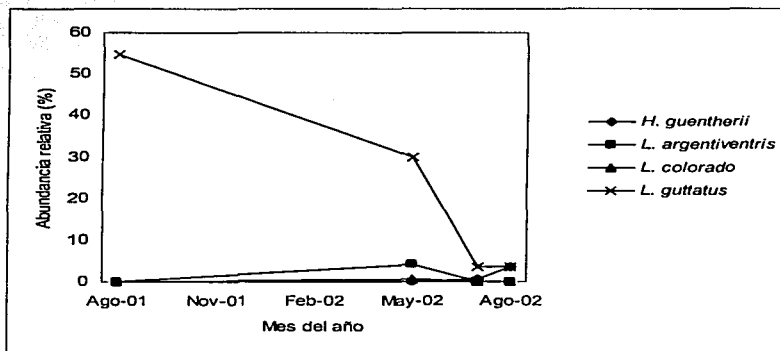


Figura 6. Abundancia relativa de las cuatro especies durante tres cruceros llevados a cabo en diferentes meses a lo largo de las costas de Sinaloa.

Tabla 8. Número de organismos encontrados en los arrastres y su abundancia relativa. A=Ausente.

Especie	<i>H. guentherii</i>		<i>L. argentiventris</i>		<i>L. colorado</i>		<i>L. guttatus</i>	
	N	N %	N	N %	N	N %	N	N %
Agosto-01	A	A	A	A	A	A	81	54.7
Mayo-02	A	A	6	4.05	1	0.67	44	29.7
Julio-02	1	0.67	A	A	A	A	5	3.37
Agosto-02	5	3.37	A	A	A	A	5	3.37

3.3. Distribución estacional, localidad, temperatura y salinidad.

3.3.1. *Hoplopagrus guentherii*.

3.3.1.1. Estación del año.

Los datos que se tienen de arte de pesca para esta especie incluyen organismos capturados con red agallera, arpón y línea en la Bahía de Mazatlán y red suripera en Santa María. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes artes de pesca utilizados en la Bahía de Mazatlán ($F_{2,43} = 2.84$ $p < 0.05$), por lo que estos son los datos que se utilizaron en los siguientes análisis de esta especie. En la Tabla 9 se muestra el promedio de la longitud capturado por arte de pesca con su desviación estándar en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Tabla 9. Valores de longitud promedio y desviación estándar capturada por arte de pesca de *H. guentherii* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Arte de pesca	Longitud total promedio (cm)
Agallera	39.34 ± 14.2
Arpón	39.74 ± 8.24
Línea	33.47 ± 9.16

Se observaron diferencias significativas ($F_{4,40} = 13.17$, $p < 0.05$), en el promedio de la longitud por estación del año, en la Bahía de Mazatlán. El promedio de la longitud del invierno del 2001 fue mayor a la del otoño. En la primavera del 2002 el promedio de la longitud fue menor, el promedio se incremento en el verano y nuevamente en el invierno (Figura 7).

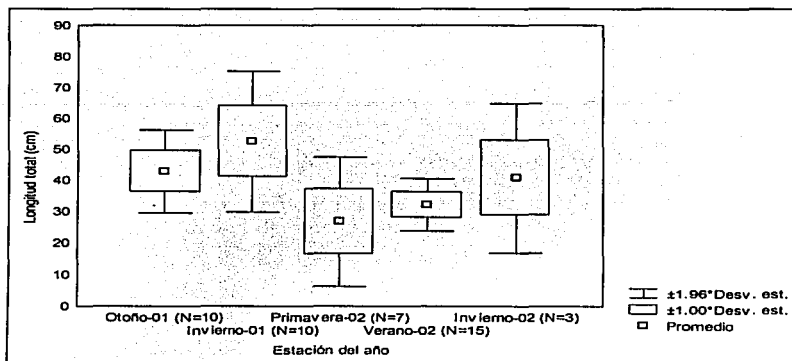


Figura 7. Promedio de la longitud por estación del año para *H. guentherii*, desde el otoño del 2001 hasta el invierno del 2002 en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El peso relativo también presentó diferencias significativas ($F_{4,40} = 9.49$, $p < 0.05$), con respecto a la estación del año. La prueba de Tukey (Tabla 10) demostró que los valores obtenidos en el otoño del 2001 presentaron diferencias significativas con respecto a los demás valores que no tuvieron diferencias (Figura 8).

Tabla 10. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del peso relativo con respecto a la estación del año de *H. guentherii*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los números en negritas fueron los que presentaron diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Estación/Peso relativo promedio	1.15	0.99	1.03	0.98	0.95
Otoño-01 (1)		0.0006	0.0259	0.0001	0.0019
Invierno-01 (2)	0.0006		0.8785	0.9547	0.8345
Primavera-02 (3)	0.0259	0.8785		0.4809	0.4655
Verano-02 (4)	0.0001	0.9547	0.4809		0.9692
Invierno-02 (5)	0.0019	0.8345	0.4655	0.9692	

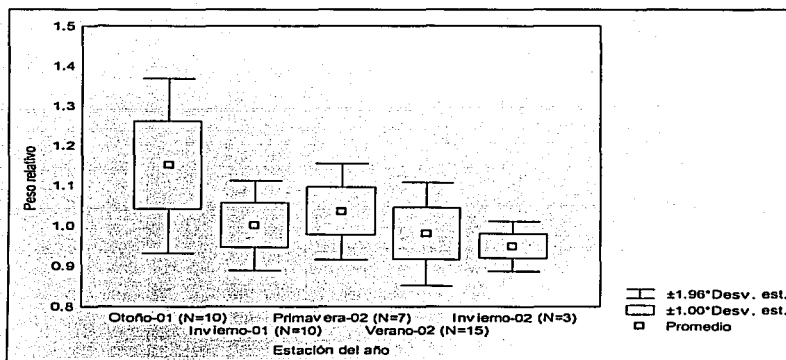


Figura 8. Promedio del peso relativo de *H. guentherii* con respecto a la estación del año en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El índice hepatosomático no presentó diferencias significativas ($F_{4,39} = 1$, $p > 0.05$) con respecto a la estación.

3.3.1.2. Localidad.

Debido a que los artes de pesca utilizados en Mazatlán y Santa María fueron distintos solo se presenta el promedio de tallas encontrado por localidad. En Santa María el promedio de la longitud encontrado fue de 21.47cm (± 8.26) con un menor promedio en la longitud que en Mazatlán con un promedio de 38.26cm (± 12.5) como se puede observar en la figura 9.

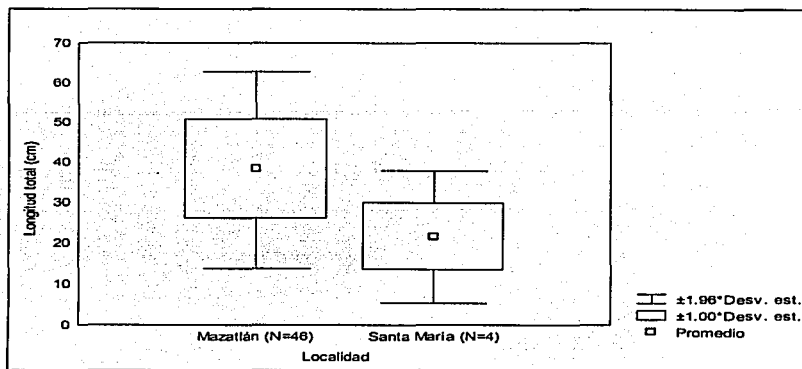


Figura 9. Promedio de la longitud de la especie *H. guentherii* con respecto a la localidad (N= número de organismos).

3.3.1.3. Temperatura y salinidad.

La media de la longitud mostró diferencias significativas con respecto a la temperatura ($F_{5,38} = 5.33$, $p < 0.05$). La prueba de Tukey (Tabla 11) mostró que el promedio de la longitud a 21° C fue significativamente mayor que a 22°, 28° y 29° C. El promedio de la longitud a 22° C fue significativamente menor que a 24° C (Figura 10).

Tabla 11. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud con respecto a la temperatura de *H. guentherii*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Las diferencias significativas se encuentran en negritas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Temperatura/ Longitud promedio	54.57 (cm)	26.53 (cm)	43.00 (cm)	33.90 (cm)	37.32 (cm)	36.73 (cm)
21° C (1)		0.0003	0.3499	0.1008	0.0185	0.0136
22° C (2)	0.0003		0.0297	0.9094	0.1608	0.2081
24° C (3)	0.3499	0.0297		0.8063	0.7851	0.7080
26° C (4)	0.1008	0.9094	0.8063		0.9956	0.9982
28° C (5)	0.0185	0.1608	0.7851	0.9956		0.9999
29° C (6)	0.0136	0.2081	0.7080	0.9982	0.9999	

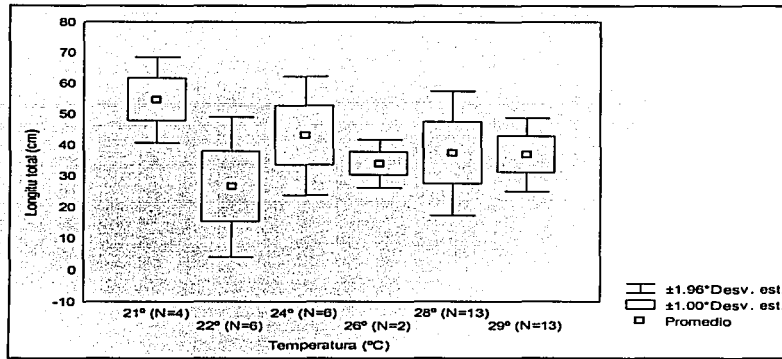


Figura 10. Promedio de la longitud con respecto a la temperatura en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de *H. guentherii* (N= número de organismos).

El peso relativo ($F_{5,38} = 0.73$, $p > 0.05$) y el índice hepatosomático ($F_{4,37} = 0.06$, $p > 0.05$) no presentaron diferencias significativas.

Las variaciones de la salinidad en las épocas en las que se encontró esta especie fueron mínimas por lo que no se llevaron a cabo análisis.

3.3.2. *Lutjanus argentiventris*.

3.3.2.1. Estación del año.

Se encontraron diferencias significativas en el promedio de la longitud por arte de pesca. Esta especie se capturó con línea, arpón y red agallera en la Bahía de Mazatlán, con cambio a lo largo de las costas de Sinaloa y atarraya en Santa María. Se probaron por diferencias significativas las artes utilizadas en Mazatlán. Se encontraron diferencias en las capturas con línea, con respecto al arpón y la red agallera, por lo que se utilizaron estos últimos datos para describir la distribución de esta especie a lo largo del año en la Bahía de Mazatlán (Prueba de Tukey, tabla 12).

Tabla 12. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud capturada por arte de pesca de *L. argentiventris*. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

Arte de pesca/ Longitud promedio	(1)	(2)	(3)
Agallera (1)	32.87 (cm)	30.51 (cm)	45.19 (cm)
Arpón (2)	0.4512	0.0002	0.0001
Línea (3)	0.0002	0.0001	

Se observaron diferencias significativas ($F_{3,54}=7.08$, $p<0.05$), en el promedio de la longitud de los organismos a lo largo de las estaciones. El promedio de la longitud en el otoño fue significativamente mayor al promedio de la longitud en la primavera del siguiente año. El promedio de la longitud en el verano fue significativamente mayor a la primavera (Figura 11).

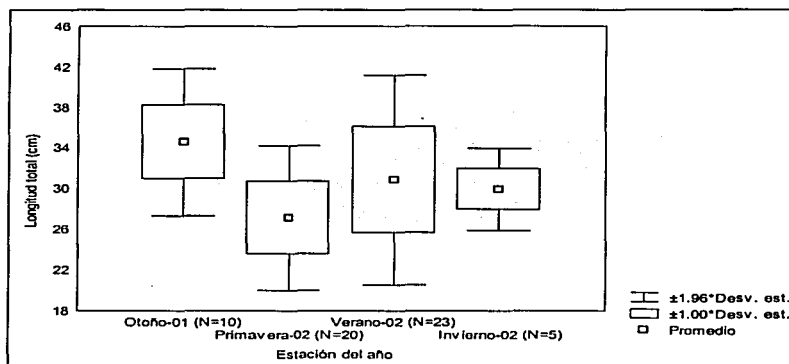


Figura 11. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año para *L. argentiventris*, desde el otoño del 2001 al invierno del 2002, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El promedio del peso relativo presentó diferencias significativas con respecto a la estación del año ($F_{3,54}=2.97$, $p<0.05$). En la figura 12 se observa que el mayor valor se encontró en el otoño del 2001 disminuyendo en primavera, verano e invierno del 2002 respectivamente con el que tuvo diferencias significativas.

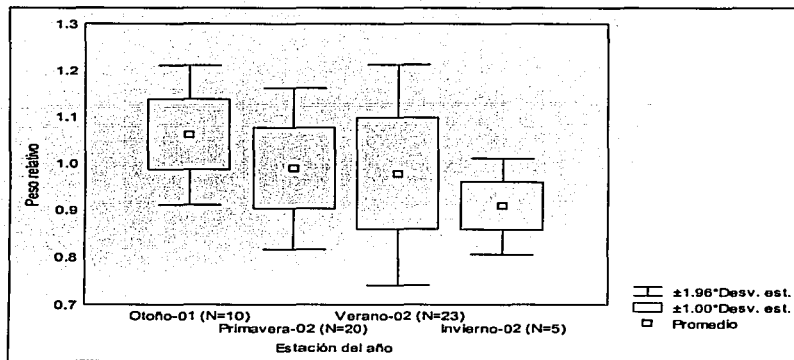


Figura 12. Promedio del peso relativo con respecto a la estación del año de *L. argentiventris* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El promedio del índice hepatosomático no presentó diferencias significativas ($F_{3,42} = 0.50$, $p > 0.05$), con respecto a la estación del año.

3.3.2.2. Localidad.

Se graficó el promedio de la longitud encontrada en Mazatlán (31.76cm \pm 7.8), en los arrastres camaroneros (18.04cm \pm 3.63) y en Santa María (17.1cm \pm 2.9) con los menores valores (Figura 13).

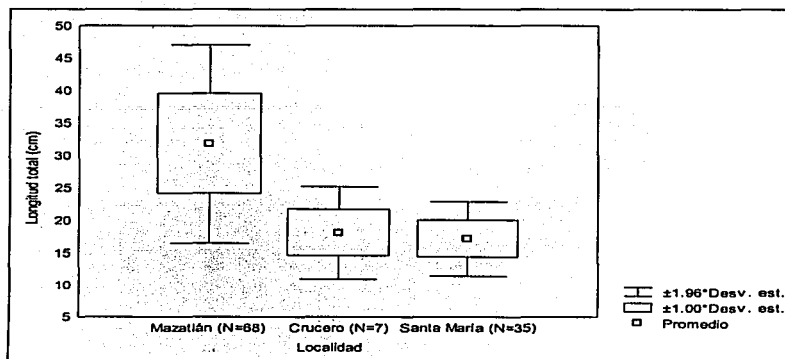


Figura 13. Promedio de la longitud con respecto a la localidad de la especie *L. argentiventris* (N= número de organismos).

3.3.2.3. Temperatura y salinidad.

Se encontraron diferencias significativas ($F_{5,52} = 29.117$, $p < 0.05$), en el promedio de la longitud con respecto a la temperatura. El promedio de la longitud aumentó al aumentar la temperatura, en la figura 14 se observa que el promedio de la longitud a 22° C es menor que el encontrado a 29° y 31° (Figura 13).

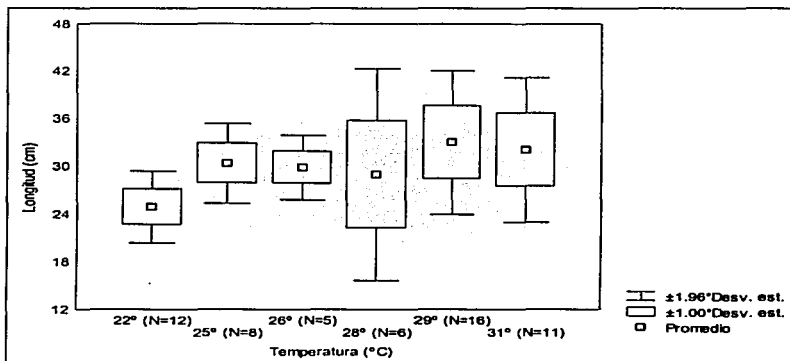


Figura 14. Promedio de la longitud con respecto a la temperatura en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de *L. argentiventris* (N= número de organismos).

El promedio del peso relativo y el índice hepatosomático no presentaron diferencias significativas ($F_{5,52} = 1.01$, $p > 0.05$; $F_{5,52} = 0.66$, $p > 0.05$), con respecto a la temperatura.

Con respecto a la salinidad se encontraron diferencias significativas en el promedio de la longitud ($F_{3,96} = 10.85$, $p < 0.05$). A una salinidad de 33 psu y 35 psu se encontró una longitud promedio menor que a 34 psu (Figura 15).

El peso relativo y el índice hepatosomático no presentaron diferencias significativas con respecto a la salinidad ($F_{3,95} = 0.958$, $p > 0.05$; $F_{3,95} = 1.33$, $p > 0.05$).

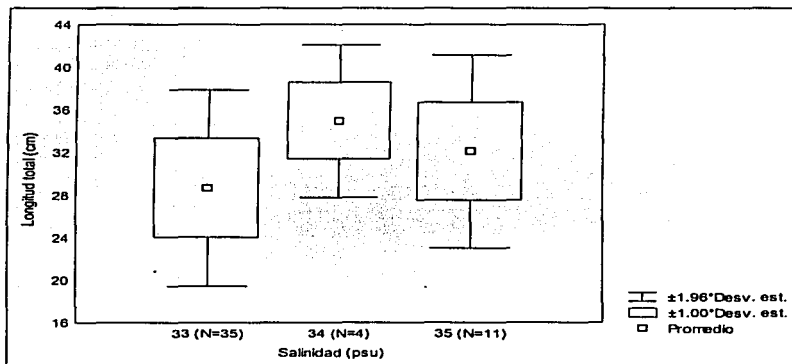


Figura 15. Promedio de la longitud con respecto a la salinidad en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de *L. argentiventris*, desde 33 psu a 35 psu (N= número de organismos).

3.3.3. *Lutjanus colorado*.

3.3.3.1. Estación del año.

Esta especie se capturó con arpón, red agallera y línea en la Bahía de Mazatlán y con atarraya en Santa María. No se encontraron diferencias significativas ($F_{2,34} = 3.15$, $p < 0.05$) en el promedio de la longitud capturado por arte de pesca. En la tabla 13 se muestra la longitud promedio capturada por arte de pesca con su desviación estándar.

Tabla 13. Promedio de la longitud capturado por arte de pesca con su desviación estándar de *L. colorado*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Arte de pesca	Mazatlán (Longitud total promedio cm)
Arpón	52.28 ± 12.3
Agallera	50.5 ± 8.16
Línea	67 ± 11.6

Esta especie no mostró diferencias significativas ($F_{3,30} = 0.48$, $p > 0.05$) en el promedio de la longitud con respecto a la estación del año como se puede observar en la figura 16.

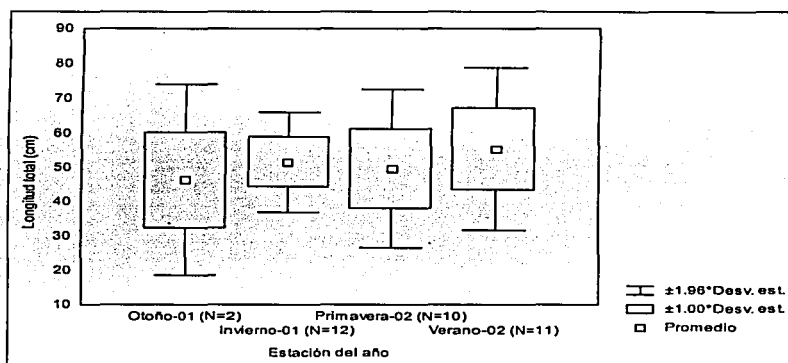


Figura 16. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año de *L. colorado*, desde el otoño del 2001 al verano del 2002, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

No se encontraron diferencias significativas en el peso relativo ($F_{3,30} = 2.89$, $p > 0.05$) o el índice hepatosomático ($F_{3,30} = 0.30$, $p > 0.05$) con respecto a la estación del año.

3.3.3.2. Localidad

Se presenta el promedio de la longitud con respecto a la localidad (Figura 17). La longitud promedio obtenida en Mazatlán fue de 52.66cm (± 11.12) y en Santa María fue de 20.34cm (± 3.85). Solo se encontró un ejemplar de esta especie durante los arrastres camaroneros.

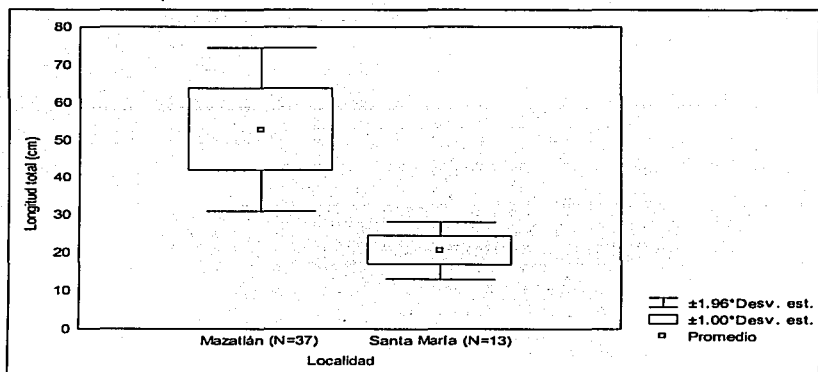


Figura 17. Promedio de la longitud por localidad de *L. colorado* (N= número de organismos).

3.3.3.3. Temperatura y salinidad.

La media de la longitud con respecto a la temperatura no mostró diferencias significativas ($F_{3,28} = 0.99$, $p > 0.05$). El peso relativo ($F_{3,28} = 2.29$, $p > 0.05$) y el índice hepatosomático ($F_{3,28} = 0.08$, $p > 0.05$) no presentaron diferencias significativas.

La salinidad en los muestreos en los que se capturo esta especie solo varió en una unidad (psu), no se encontraron diferencias significativas en el promedio de la longitud, peso relativo o índice hepatosomático con respecto a esta.

3.3.4. *Lutjanus guttatus*.

3.3.4.1. Estación del año.

Esta especie fue capturada con red arrastre, red agallera, línea y arpón en la Bahía de Mazatlán y con red de arrastre a lo largo de las Costas de Sinaloa. El promedio de la longitud mostró diferencias significativas ($F_{3,52} = 19.69$, $p < 0.05$) con respecto al arte de pesca. La prueba de Tukey (Tabla 14) manifestó que las diferencias significativas fueron en la red de arrastre con relación a la red agallera y línea, sin embargo no presentó diferencias con el arpón, por lo que los datos de estos arrastres son incluidos en los siguientes análisis de esta especie.

Tabla 14. Valores obtenidos de la prueba de Tukey para el promedio de la longitud capturado por arte de pesca de *L. guttatus*. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Arte de pesca/Longitud total promedio (cm)	15.71	32.71	25.43	34.76
Chango (1)		0.0002		0.0002
Agallera (2)	0.0002		0.3738	0.8740
Arpón (3)	0.1772	0.3733		0.2332
Línea (4)	0.0002	0.8740	0.2332	

No se encontraron diferencias significativas en el promedio de la longitud con respecto a la estación del año ($F_{5,50} = 79.013$, $p < 0.05$) (Figura 18).

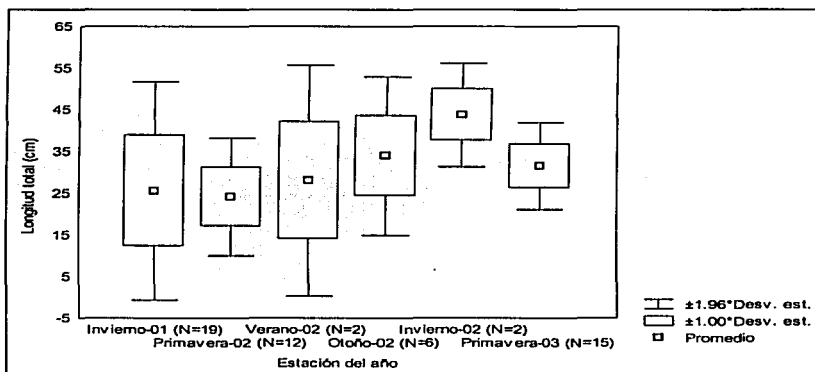


Figura 18. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año de la especie *L. guttatus* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El peso relativo de esta especie no presentó diferencias significativas con respecto a la estación del año ($F_{5,50} = 4.824$, $p < 0.05$).

El promedio del índice hepatosomático de los adultos presentó diferencias significativas ($F_{5,42} = 2.9164$, $p < 0.05$), con respecto a la estación del año (Figura 19). Se presentó un valor elevado en el invierno del 2001 que fue disminuyendo hacia el 2002. La prueba de Tukey señaló que el valor elevado del invierno-01 era significativamente diferente a los valores del otoño-02 y primavera-03. El valor de la primavera del 2002 fue diferente al obtenido en el 2003 (Tabla 15).

Tabla 15. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del índice hepatosomático con respecto a las estaciones del año de *L. guttatus* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Estación/I H promedio	1.01	0.94	0.65	0.75	0.49
Invierno-01 (1)		0.9557	0.0125	0.4595	0.0001
Primavera-02 (2)	0.9557		0.1079	0.7727	0.0011
Otoño-02 (3)	0.0125	0.1079		0.9679	0.5839
Invierno-02 (4)	0.4595	0.7727	0.9679		0.4799
Primavera-03 (5)	0.0001	0.0011	0.5839	0.4799	

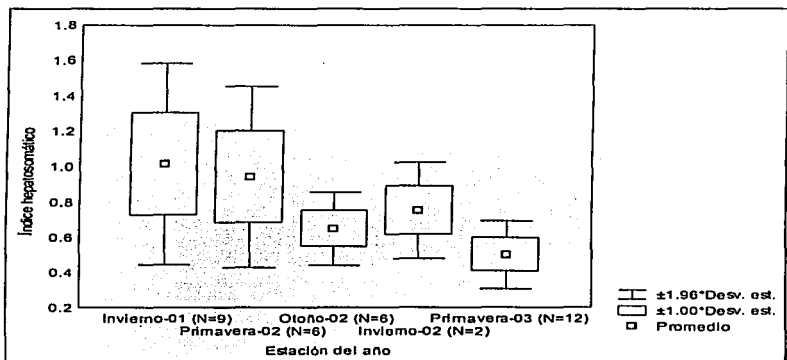


Figura 19. Promedio del índice hepatosomático con respecto a la estación del año de la especie *L. guttatus*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

3.3.4.2. Localidad.

Se presenta el promedio de la longitud en la figura 20. En el área de Santa María se encontró el menor promedio (13.03cm \pm 4.53) así como a lo largo de las costas de Sinaloa (11.56cm \pm 5.9), mientras que en Mazatlán el promedio fue mayor (28.44cm \pm 10.5).

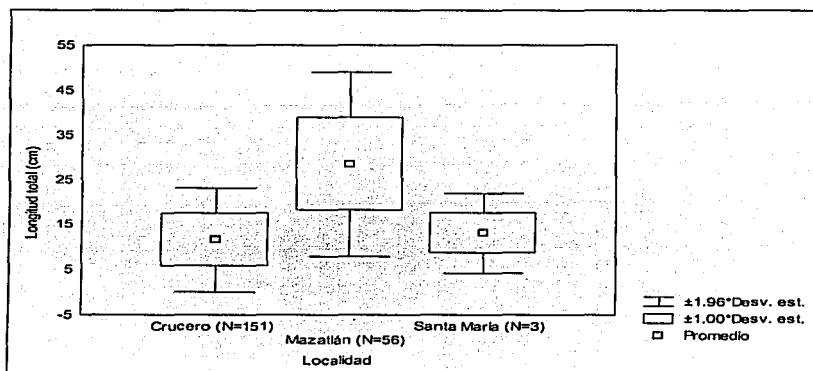


Figura 20. Promedio de la longitud con respecto a la localidad, de la especie *L. guttatus* (N= número de organismos).

3.3.4.3. Temperatura y salinidad.

Se encontraron diferencias significativas con respecto a la temperatura y el promedio de la longitud ($F_{4,33} = 2.08$, $p < 0.05$), (Figura 21).

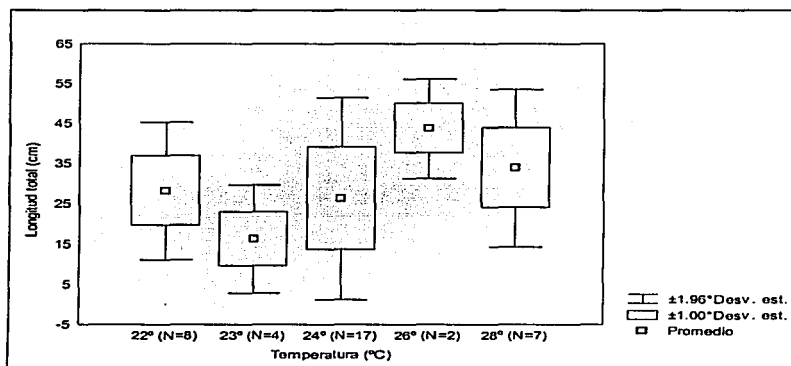


Figura 21. Promedio de la longitud de *L. guttatus* con respecto a la temperatura, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

La prueba de Tukey demostró que la diferencia se encontró en el promedio de la longitud a 26° C que fue significativamente mayor con respecto a los demás promedios (Tabla 16).

Tabla 16. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio de la longitud con respecto a la temperatura de *L. guttatus* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Temperatura/Longitud promedio	28.17 (cm)	16.22 (cm)	26.30 (cm)	43.70 (cm)	33.91 (cm)
22° C (1)		0.3990	0.9944	0.3927	0.8469
23° C (2)	0.3990		0.4719	0.0480	0.0973
24° C (3)	0.9944	0.4719		0.2325	0.5388
26° C (4)	0.3927	0.0480	0.2325		0.7967
28° C (5)	0.8469	0.0973	0.5388	0.7967	

La media del peso relativo no mostró diferencias significativas con respecto a la temperatura ($F_{4,30} = 0.71$, $p > 0.05$). La media del índice hepatosomático no presentó diferencias significativas con respecto a la temperatura ($F_{3,19} = 1.76$, $p > 0.05$).

El promedio de la longitud presentó diferencias significativas con respecto a la salinidad ($F_{3,37} = 6.88$, $p < 0.05$). En la tabla 17 se puede observar que el promedio de la longitud obtenido a las 33 psu fue significativamente menor que el promedio a 34 psu. La longitud promedio a 36 psu fue significativamente menor que a 34 y 37psu. Esto también se puede observar en la figura 22.

Tabla 17. Valores obtenidos de la prueba de Tukey de la longitud promedio con respecto a la salinidad de *L. guttatus* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Salinidad/Longitud promedio	24.47 (cm)	38.86 (cm)	20.68 (cm)	36.28 (cm)
33 psu (1)		0.0107	0.7424	0.0956
34 psu (2)	0.0107		0.0025	0.9690
36 psu (3)	0.7424	0.0025		0.0260
37 psu (4)	0.0956	0.9690	0.0260	

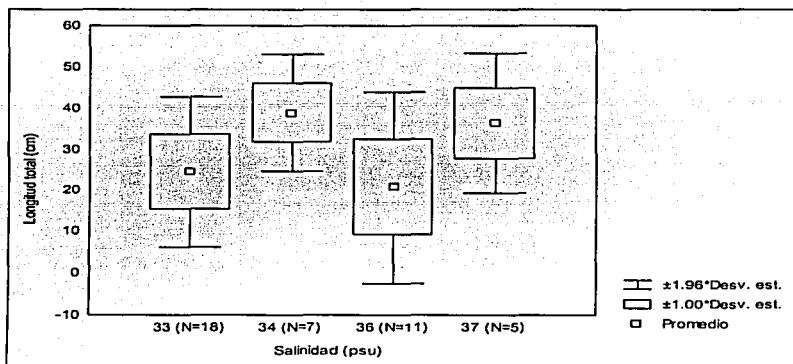


Figura 22. Se observa la media de la longitud de *L. guttatus* con respecto a la salinidad, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos). La media del peso relativo mostró diferencias significativas con respecto a la salinidad ($F_{3,34} = 3.66$, $p < 0.05$). En la figura 23 se puede observar que la mayor desviación estándar se encontró a las 36 psu, mientras que a las 37 psu solo se encontraron dos organismos con un peso relativo similar. El promedio del peso relativo a las 34 psu fue significativamente menor que a las 36 psu, mientras que a 33 y 37 psu el peso relativo no presentó diferencias significativas según la prueba de Tukey (Tabla 18).

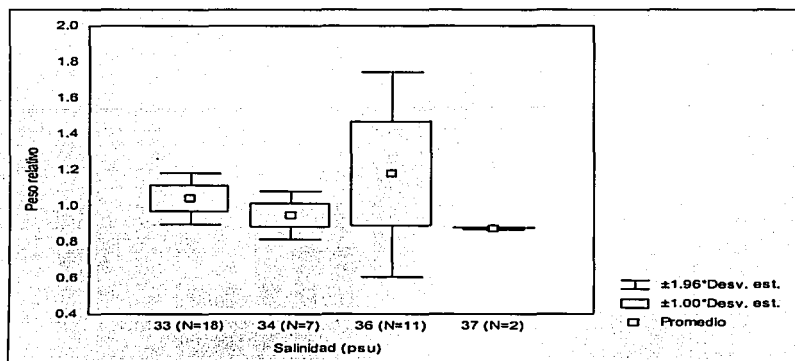


Figura 23. Promedio del peso relativo de *L. guttatus* con respecto a la salinidad, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Tabla 18. Valores obtenidos de la prueba de Tukey del promedio del peso relativo con respecto a la salinidad de *L. guttatus* en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. Los valores en negritas muestran las diferencias significativas.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Salinidad (psu)/ Peso relativo promedio	1.04	0.948	1.175	0.872
33 (1)		0.605	0.176	0.539
34 (2)	0.605		0.039	0.942
36 (3)	0.176	0.039		0.107
37 (4)	0.539	0.942	0.107	

La media del índice hepatosomático no presentó diferencias significativas con respecto a la salinidad ($F_{3,17} = 2.92, p > 0.05$).

3.4. Reproducción.

Índice gonadal y estadíos gonadales.

Se graficó el índice gonadal (I G) y el índice hepatosomático (I H) de las hembras contra las estaciones del año para cada una de las especies.

El porcentaje de estadíos gonadales corresponde a la determinación macroscópica.

3.4.1. *Hoplopagrus guentherii*.

No se encontraron diferencias significativas en el índice gonadal ($F_{3,21}= 1.25$, $p > 0.05$), ni en el índice hepatosomático ($F_{3,21}= 1.28$, $p > 0.05$) de las hembras con respecto a la estación del año. El índice hepatosomático presentó el máximo en el otoño coincidiendo con un valor mínimo del índice gonadal. El menor valor observado del índice hepatosomático se presentó en el verano del 2002. En el invierno del 2001 se observa un pico máximo del índice gonadal y una disminución del índice hepatosomático (Figura 24). El resto del año ambos valores se mantienen constantes.

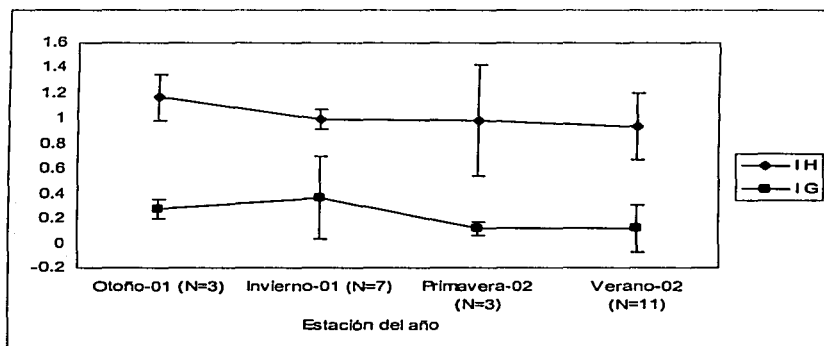


Figura 24. Promedio del índice hepatosomático (IH) y del índice gonadal (IG) desde el otoño del 2001 hasta el verano del 2002, para *H. guentherii*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

Para esta especie se encontraron los estadios de desarrollo gonadal del I al IV y el VI. En la figura 25 podemos observar que en el otoño del 2001 se encontró un 100% de gónadas en estadio II, mientras que en el invierno del mismo año solo un 57% se encontró en estadio I y II y un 14 % en estadio III, V y VI, respectivamente. En la primavera del 2002 el mayor porcentaje fue de organismos en desarrollo (I y II). En el verano del mismo año se encontró un menor porcentaje de estos estadios (52%) mientras que el otro 48 % fue de organismos por desovar o ya desovados (V y VI).

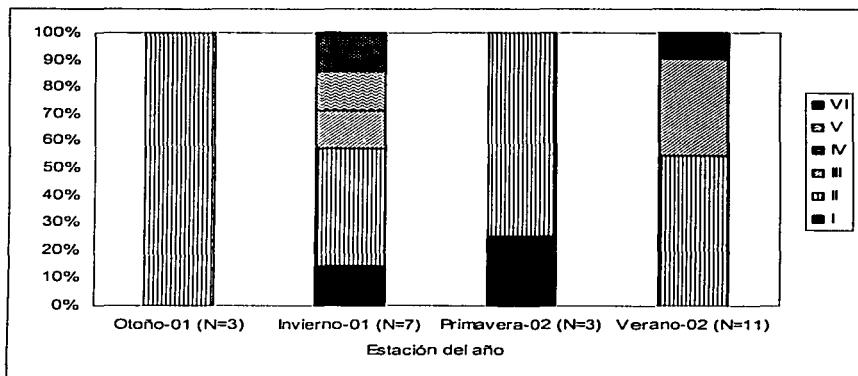


Figura 25. Porcentaje de estadíos encontrados en *H. guentherii*, desde otoño del 2001 hasta verano del 2002 en la bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

3.4.1.1. *Lutjanus argentiventris*.

No se encontraron diferencias significativas del índice gonadal ($F_{3,21} = 0.23$, $p > 0.05$) o el índice hepatosomático ($F_{3,21} = 1.04$, $p > 0.05$) con respecto a las estaciones del año. Se observó un pico en ambos índices en el otoño del 2001, ambos disminuyeron en la primavera del 2002, aumentando en mayor proporción el índice hepatosomático con un pico máximo en el verano y disminuyendo ambos nuevamente en el verano del 2002 (Figura 26).

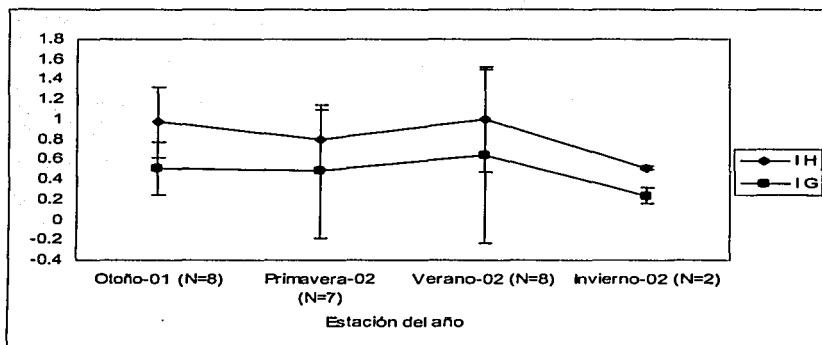


Figura 26. Promedio del índice hepatosomático (I H) y del índice gonadal (I G) desde el otoño del 2001 hasta el invierno del 2002, para *L. argentiventris*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

Para esta especie se encontraron los estadios gonadales del I al V (Figura 27). En el otoño del 2001 el mayor porcentaje fue del estadio II con un 38%, el estadio I con un 25% y el restante fue de organismos en estadios III, IV y V. En la primavera del 2002 se encontró el estadio II tuvo el mayor porcentaje con un 57.4% y los estadios I, III y V con un 14.2% respectivamente. En el verano del mismo año se encontró el estadio II y III con un porcentaje del 38% respectivamente. En el invierno el porcentaje de 100 % correspondió al estadio III.

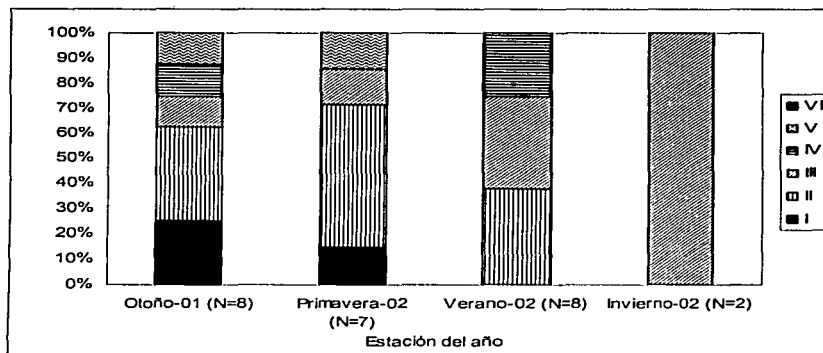


Figura 27. Porcentaje de estadíos encontrados de *L. argentiventris*, desde otoño del 2001 hasta verano del 2002 y el invierno del mismo año en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

3.4.1.2. *Lutjanus colorado*.

No se encontraron diferencias significativas en la media del índice gonadal ($F_{2,15}=1.062$, $p>0.05$) o índice hepatosomático ($F_{2,15}=1.88$, $p>0.05$) con respecto a la estación del año. Se encontró un valor mínimo del índice hepatosomático en el invierno que aumentó notablemente en la primavera y disminuyó nuevamente en el verano. Se observó que el índice gonadal tuvo un valor bajo en el invierno y este disminuyó al mínimo en la primavera. Se observó un gran incremento de este índice en el verano (Figura 28). En este caso la tendencia que se observó fue que cuando el índice hepatosomático presentó el pico máximo el índice gonadal presentó el mínimo valor.

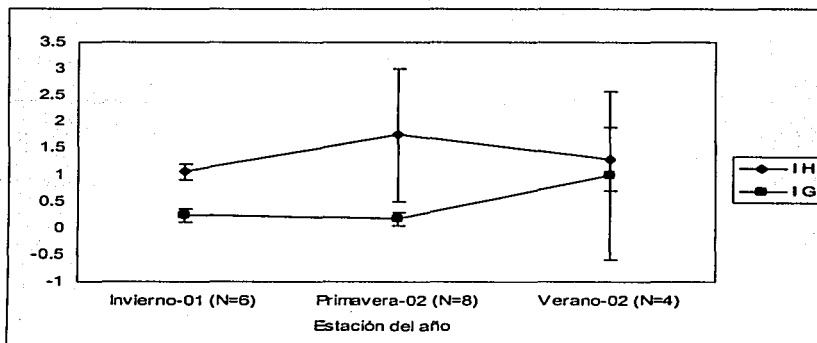


Figura 28. Promedio del índice hepatosomático (I H) y del índice gonadal (I G) desde el invierno del 2001 hasta el verano del 2002, para *L. colorado*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

En los organismos de la especie *Lutjanus colorado* se encontraron los estadios del II al VI (Figura 29). En el invierno del 2001 se encontró un 50 % de organismos en estadio II y un 50% de organismos en estadio VI. En primavera del 2002 se encontró el estadio II que representó el 75%, mientras que el restante un 12.5% correspondió a los estadios III y V correspondientemente. En el verano del mismo año el estadio II y IV tuvieron un porcentaje del 25% respectivamente, mientras que el estadio III tuvo un porcentaje del 50%.

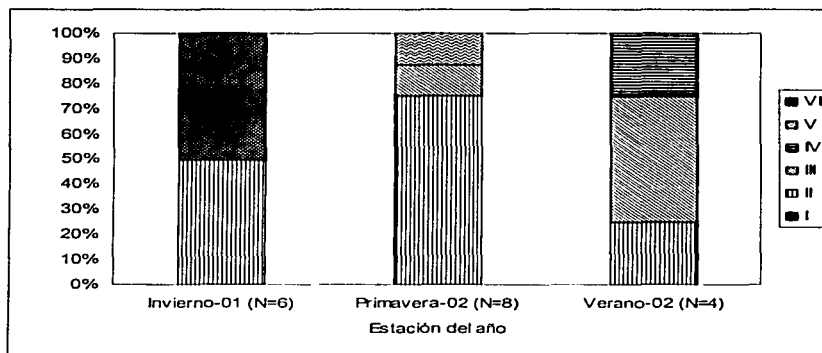


Figura 29. Porcentaje de los estadios encontrados a lo largo de los muestreos desde el invierno del 2001 hasta el verano del 2002 de *L. colorado*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

3.4.1.3. *Lutjanus guttatus*.

No se encontraron diferencias significativas con respecto al índice gonadal ($F_{3,20} = 1.54$, $p > 0.05$), pero si en el índice hepatosomático ($F_{3,20} = 8.26$, $p < 0.05$) respecto a las estaciones del año. En la figura 30 se puede apreciar que los máximos valores del índice gonadal se presentaron en el invierno del 2001 y la primavera del 2002, coincidiendo con los máximos valores del índice hepatosomático. Ambos índices presentaron valores mínimos en la primavera del 2002.

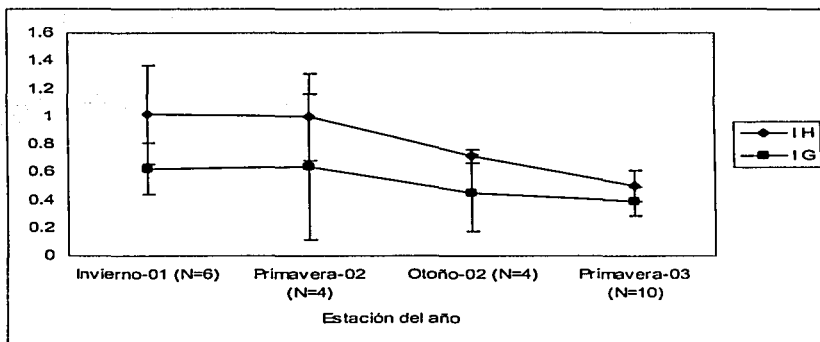


Figura 30. Promedio del índice hepatosomático y el índice gonadal a lo largo de las estaciones del año para *L. guttatus*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

El invierno del 2001 se observó un 50% de organismos en estadio VI mientras que el restante porcentaje fue de organismos en estadio II y V. En la primavera el mayor porcentaje lo presentó el estadio II con 75%, mientras que el restante 25% fue del estadio V. En el verano solo se encontró un organismo en estadio IV. En el otoño el 75% correspondió al estadio III y un 25% al estadio I. En la primavera del 2003 el mayor porcentaje correspondió a organismos en estadio III y solo un pequeño porcentaje (10%) al estadio I (Figura 31).

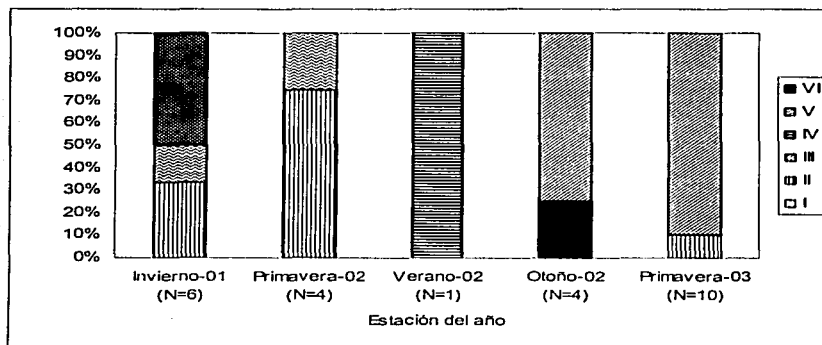


Figura 31. Porcentaje de los estadios encontrado a lo largo de los muestreos desde invierno del 2001 hasta la primavera del 2003 para *L. guttatus*, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).

3.4.2. Histología.

Se revisaron un total de 77 muestras hasta el 2 de mayo del 2003; 8 de *Hoplopogrus guentherii*, 13 de *Lutjanus argentiventris*, 10 de *L. colorado*, 38 de *L. guttatus*, 4 de *L. novemfasciatus* y 4 de *L. peru*.

Se hicieron las revisiones de las descripciones histológicas realizadas por varios autores tales como: Broomage y Cumaranatunga (1988), en trucha arcoiris; Santa María (1998), y Lucano (2001), para *L. peru*; Rojo (2001), para *L. guttatus* y *L. peru*, Tyler y Sumpter (1996), en teleosteos. Se encontró que la mejor descripción de los estadios correspondió a Broomage y Cumaranatunga y Tyler y Sumpter, por lo que a continuación se detallan los estadios de desarrollo descritos por estos autores con las modificaciones observadas para las especies estudiadas:

- ◆ **Oogénesis:** Fase constituida básicamente por lamelas ovígeras conteniendo células o folículos primarios y oocitos tempranos diferenciados por la presencia de núcleo, además de una fuerte presencia de oogonias las cuales son soportadas por el tejido conectivo del extremo de las lamelas ovígeras y pocos vasos sanguíneos. Los oocitos en esta etapa son pequeños y de forma irregular (diámetro <4 μ); el lumen entre las lamelas ovígeras es grande generalmente; se observa una zona basal que parte de la pared ovárica:

las zonas apicales de cada lamela terminan en el centro de la gónada. La irrigación ovárica es escasa y su pared es delgada. Los oocitos de menor desarrollo se encuentran en las orillas de los pliegues.

- ◆ **Previtelogénesis:** Oocitos tempranos y previtelogénicos están presentes en el interior de de las lamelas ovígeras que empiezan a perder su estructura compacta debido al desarrollo de las células del ovario. En este estadio son característicos los oocitos **II** y **III** (que corresponden a los perinucleolares), con diámetro entre 10 y 60 μ y oocitos I en menor cantidad. El citoplasma cambia de basifílico a acidofílico. La pared gonádica empieza a engrosarse; el lumen disminuye y el grado de repleción gonadal es mayor en comparación con el estadio anterior. Comienza la aparición de oocitos estadio 4.

- ◆ **Estadio de alveolos corticales:** Predominan oocitos en estadio **IV** caracterizados por la aparición de estructuras citoplasmáticas con contenidos proteicos (polisialoglicoproteínas), estas proteínas se desplazan a la periferia del oocito al comenzar la vitelogénesis y sirven para endurecer la envoltura vitelina después de la ovulación para evitar polispermia. Estos oocitos tienen mayor tamaño y núcleo pequeño. El grosor de las membranas de la pared ovárica de la gónada es mayor que en el estadio anterior. El diámetro va de 100 μ a 150 μ .

- ◆ **Vitelogénesis:** El paso del estadio IV al V esta caracterizado por la presencia del núcleo al centro del oocito con un gran número de nucleolos cerca de la membrana nuclear, siendo los más representativos con un diámetro de 200 a 250 μ . La aparición de vesículas de vitelo es también característica de este estadio. La mayoría de las vesículas tienen inclusiones basifílicas que se tiñen de rosa con hematoxilina. Se encuentran inclusiones de lípidos (posibles derivados de la vitelogenina) que no se tiñen. Al principio se encuentran dispersas y conforme se avanza en el desarrollo se van juntando al centro del oocito. También se encuentran oocitos en estadio I, II, III y IV. Es en este estadio cuando se pueden presentar atresias. El grosor de la pared ovárica va de regular a grueso. Las gónadas de esta categoría comparten características de las gónadas maduras, pero aparecen por primera vez oocitos hidratados y folículos postovulatorios recientes en pequeña cantidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El núcleo de los oocitos en estadio VI es más pequeño que aquellos del estadio V, para el final del estadio VI la vesícula germinal esta cercana a la membrana del oocito (núcleo). El diámetro se encuentra entre 300 y 400 μ .

◆ **Ovulación y artresia:** cuando el núcleo alcanza la periferia del citoplasma es conocido como estadio VII y es el oocito más grande en el ovario maduro ($> 450 \mu$). Estos oocitos son expulsados del ovario como resultado de influencias hormonales. Es común encontrar envolturas vacías de oocitos prehidratados así como toda la variedad de estructuras residuales. Oocitos no logrados o atrésicos aparecen en esta etapa. También inicia la actividad generadora de nuevas células tales como oogonias y oocitos tempranos incluso previtelogénicos.

No se observaron diferencias en los estadios entre las especies, sin embargo no se llevaron a cabo análisis particulares para comprobarlo. A continuación se hace una pequeña descripción de los estadios observados por especie basándose en la descripción anterior y la ilustración correspondiente.

3.4.2.1. *Hoplopagrus guentherii*.

Solo se encontraron gónadas en previtelogénesis de esta especie, el estadio más avanzado que se observó correspondió al estadio III, aunque se observaron también células germinales y oocitos en estadio II. El diámetro promedio observado de los oocitos observados fue de $55\mu (\pm 36)$, con un mínimo de 17.5μ y un máximo de 100μ (Figura 32).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figura 32. Corte histológico de una gónada en estadio III de *H. guentherii*. 40X.

3.4.2.2. *Lutjanus argentiventris*.

Se observaron gónadas en ovogénesis (Figura 33), en previtelogénesis (Figura 34), en estadio IV y estadio V. La figura 35 es una fotografía del estadio de alvéolos corticales (IV) en donde se puede ver el cambio del oocito de basifílico a acidofílico, y en donde se encuentran todavía oocitos en estadio III con un gran núcleo. En la figura 36 se advierten las vesículas de vitelo teñidas en color magenta y las inclusiones de lípido que no se tiñen, el núcleo se encuentra al centro y los nucleolos se ubican a la periferia del núcleo. El diámetro promedio de los oocitos en estadio II fue de 25μ , en estadio III fue de 84.4μ y los oocitos en estadio 4 y 5 fue de $314.7 \mu (\pm 45.3)$.

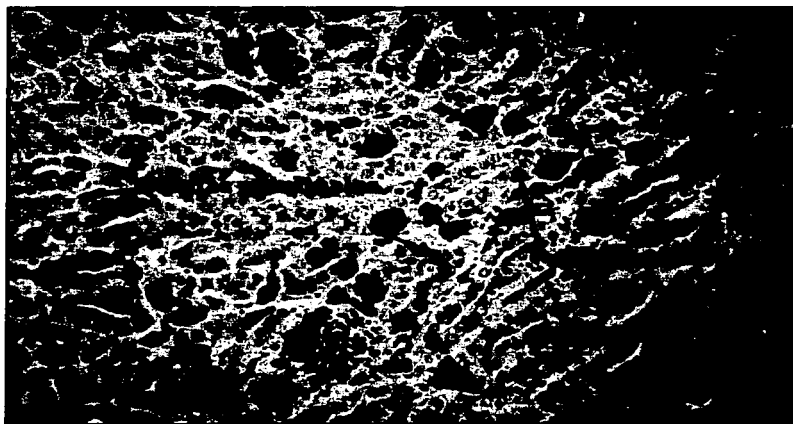


Figura 33. Corte histológico de una gónada en oogénesis de *L. argentiventris*. Se observa la presencia de células germinales. 40X.

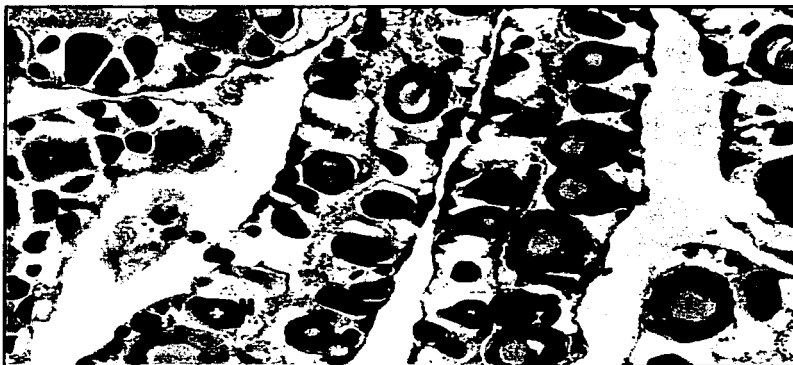


Figura 34. Corte histológico de una gónada en previtelogénesis de *L. argentiventris*. Se observa la presencia de oocitos en estadio II, III y IV. 40X.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

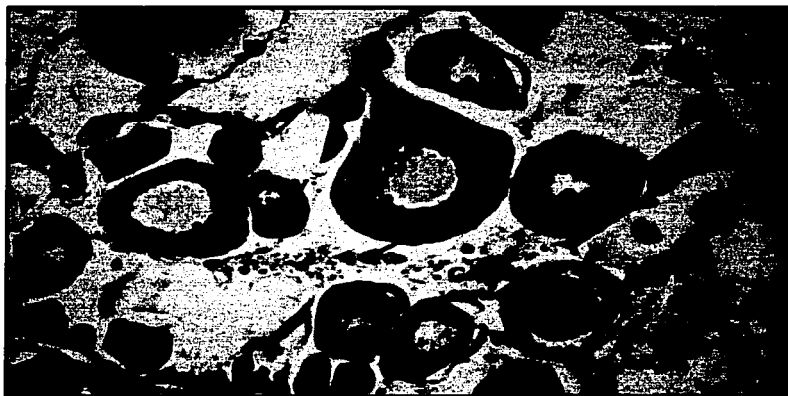


Figura 35. Corte histológico de una gónada en estadio IV (gránulos corticales) de *L. argentiventris*, se observa el cambio a acidófilico. 40X.

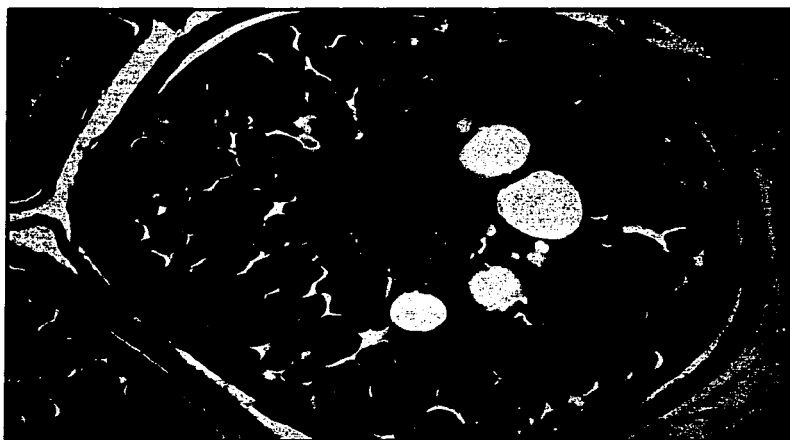


Figura 36. Fotografía de un oocito en estadio V de *L. argentiventris*, se observa el núcleo al centro característico de este estadio. 40X.

3.4.2.3. *Lutjanus colorado*.

Se observaron cortes de gónadas en previtelogénesis, en estadio 4 y en estadio 5, también se observaron oocitos en estadio 6. En la figura 36 se puede observar que el estadio que predomina es el III por lo que se determinó en previtelogénesis, pero se observan también oocitos que comienzan a desarrollarse a estadio IV. En la figura 37 se observa el estadio V caracterizado por las vesículas de vitelo y núcleo al centro, pero todavía se encuentran oocitos en estadio III y IV y comienzan a aparecer oocitos en estadio VI. En la figura 38 los oocitos en estadio VI son aparentes y su característica es el núcleo ya migrando hacia la periferia, también se observa que los gránulos de lípido comienzan a acumularse al centro del oocito. El diámetro promedio observado de los oocitos fue de $54.33 \mu (\pm 7.7)$. Solo se observó una lámina en estadio 5 con un diámetro promedio de los oocitos de $373 \mu (\pm 63.5)$.

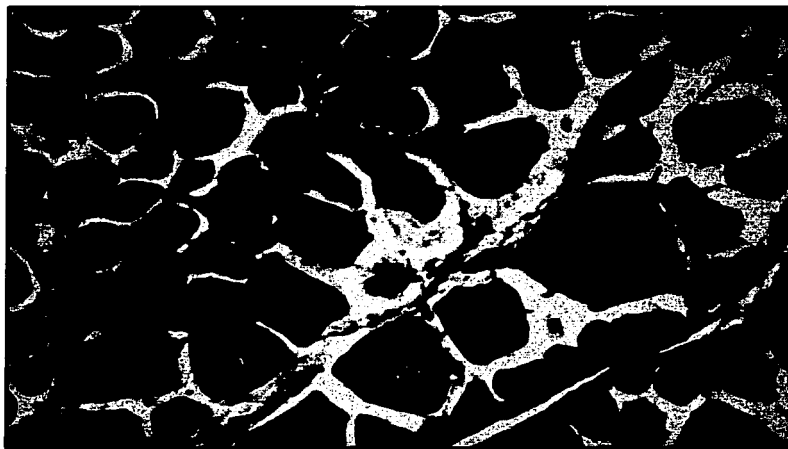


Figura 37. Corte histológico de una gónada en estadio III de *L. colorado*. 40X.

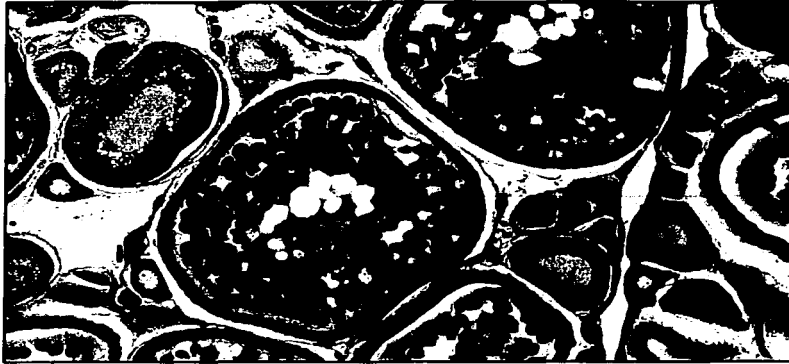


Figura 38. Corte histológico de una gónada en estadio V de *L. colorado*. Se observa la presencia de oocitos en estadio III, IV y V. 10X.

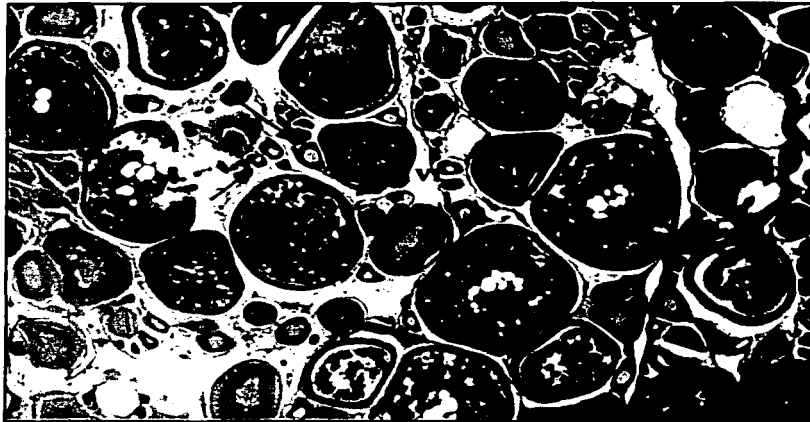


Figura 39. Corte de una gónada en estadio V. Se encontraron oocitos en estadio III, IV, V y VI en diferentes porcentajes. 4X.

3.4.2.4. *Lutjanus guttatus*.

Se encontraron láminas de gónadas en estadio previtelogénico, en estadio 4 y 5. En la figura 39 se puede observar una fotografía de una gónada en estadio IV con

presencia de oocitos en previtelogénesis y estadio V. Debido a que no se encontraron diferencias en los cortes de las diferentes especies no se considero necesario agregar fotografías de los demás estadios. El diámetro promedio de los oocitos en previtelogénesis y en estadio 4 fue de $57.7 \mu (\pm 13.9)$, los oocitos en estadio 5 tuvieron un promedio de $244.2 \mu (\pm 2.74)$.

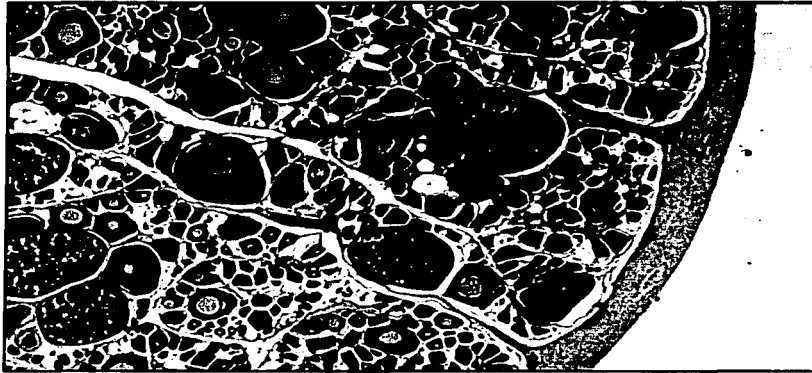


Figura 40. Corte histológico de una gónada en estadio IV de *L. guttatus*. Hay presencia de oocitos en estadio II al V y las vesículas de vitelo características de la vitelogénesis.

3.4.3. Longitud a la madurez sexual.

Se obtuvieron las longitudes a las cuales se observó que el 50% de los organismos estaban maduros. Se muestra la ecuación obtenida para cada una de las especies. La clasificación de las gónadas en estadios se llevó a cabo por el método macroscópico

3.4.3.1. *Hoplopagrus guentherii*.

La talla a la cual el 50% de las hembras presentó la madurez sexual fue de 34.86 cm de longitud total (R=100%), calculada mediante el modelo sigmoideal (Figura 40). La diferenciación sexual en estos organismos se observó a los 19 cm.

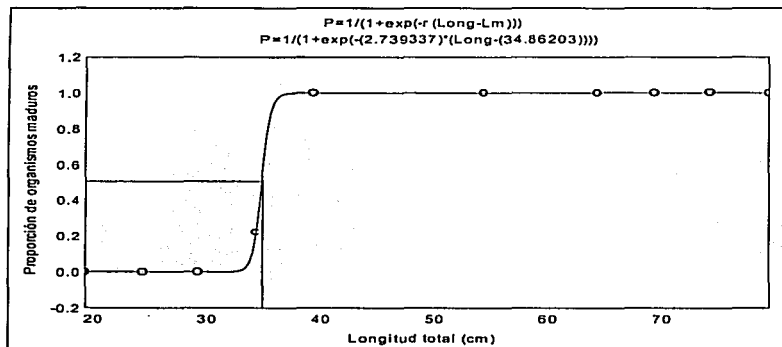


Figura 41. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *H. guentherii*.

3.4.3.2. *Lutjanus argentiventris*.

La talla a la cual el 50% de las hembras presentó la madurez sexual fue de 32.57 cm de longitud total (R=98.966%), calculada mediante el modelo sigmoideal (Figura 41). En esta especie se observó diferenciación sexual a los 13 cm.

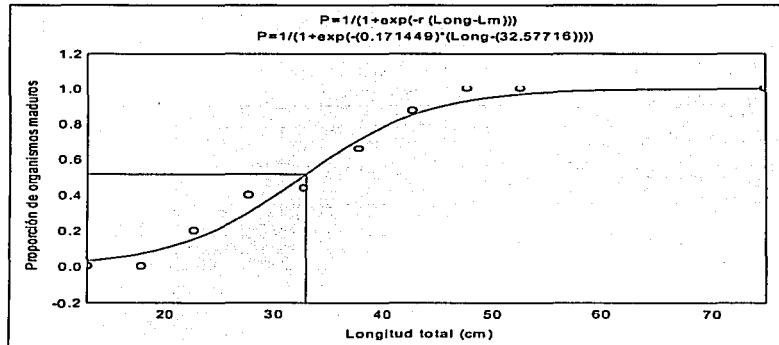


Figura 42. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *L. argentiventris*.

3.4.3.3. *Lutjanus colorado*.

La talla a la cual el 50% de las hembras presentó la madurez sexual fue de 31.87 cm de longitud total ($R=99.467\%$), calculada mediante el modelo sigmoide. La diferenciación sexual se presentó a los 24 cm ($n=1$), para poder obtener la curva se incluyeron los organismos de la clase de edad entre 20 y 25 cm y los de entre 25 y 30 cm y se tomaron como organismos en estadio I (Figura 42).

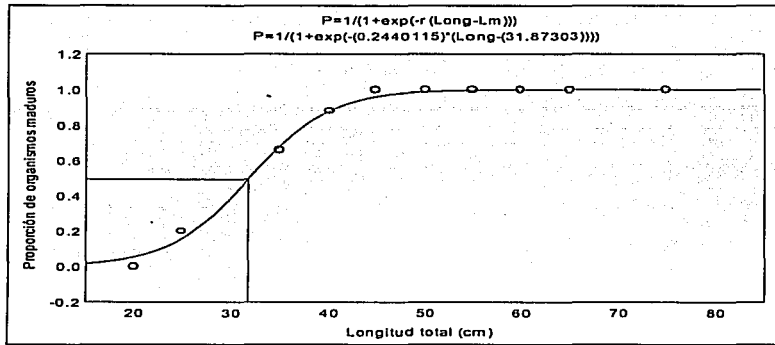


Figura 43. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *L. colorado*.

3.4.3.4. *Lutjanus guttatus*.

La talla a la cual el 50% de las hembras presentó la madurez sexual fue de 29.84 cm de longitud total ($R=99.83\%$), calculada mediante el modelo sigmoide. En esta especie se encontraron organismos desde 15 cm en los cuales ya había diferenciación sexual (Figura 43).

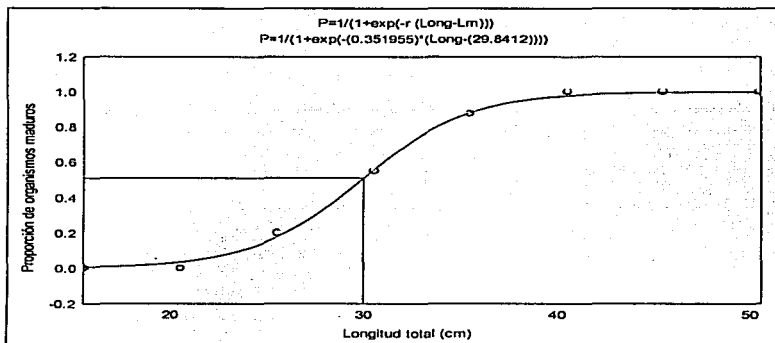


Figura 44. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *H. guentherii*.

3.4.4. Fecundidad.

Se obtuvieron y revisaron un total de 80 muestras de gónadas, de las cuales solo 11 presentaron oocitos maduros.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la revisión de las 11 muestras que se encontraron en estadios avanzados, el número de oocitos representa la fecundidad individual. Se logró obtener la fecundidad relativa para cada organismo como el número de oocitos por gramo de peso. Se observa que el organismo que presentó el mayor número de oocitos, fue la especie *L. colorado* y la mayor fecundidad relativa fue de la especie *L. guttatus*.

Tabla 19. Fecundidad individual de diez organismos de distintas especies, con el diámetro promedio del oocito y su desviación estándar. El peso del organismo y la fecundidad relativa se presentan también en esta tabla.

	Especie	# Oocitos	Diámetro (μ)	Peso (gr)	Fecundidad relativa
1	<i>Lutjanus argentiventris</i>	60,644	278 \pm 62	275.6	151.1
2	<i>Lutjanus argentiventris</i>	27,216	365 \pm 40	625.7	43.5
3	<i>Lutjanus argentiventris</i>	123,412.80	301 \pm 95	1043.9	118.65
4	<i>Lutjanus colorado</i>	1,495,040	373 \pm 64	5250	286.1

5	<i>Lutjanus guttatus</i>	7,295.75	319 ± 7	340.5	42.85
6	<i>Lutjanus guttatus</i>	8,847	200 ± 50	533.2	33.02
7	<i>Lutjanus guttatus</i>	19,862.5	-	495	81
8	<i>Lutjanus guttatus</i>	7,646	246 ± 70	689.6	11.1
9	<i>Lutjanus guttatus</i>	378,549	314 ± 60	700	541.2
10	<i>Lutjanus guttatus</i>	29,964	263 ± 50	939	64.1
11	<i>Lutjanus guttatus</i>	14,773	38 ± 40	1132	25.6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. DISCUSIÓN.

En estudios previos de peces autores como Madrid (1990), Rojas (2001) y Pérez-González (1995) han descrito los movimientos estacionales que realizan los organismos, explicando que estos cambios se deben a los cambios en los parámetros ambientales que pudieran resultar favorables a la alimentación, la protección (tanto de organismos adultos y juveniles) y la reproducción (también en relación al desarrollo de las futuras larvas). Es por esta razón que en la primera parte de la discusión se incluyen las tallas encontradas en la literatura, proporción de sexos, abundancia relativa estacional, distribución y la estacionalidad del ciclo reproductivo. Posteriormente se discutirán las estrategias reproductivas encontradas, así como la fecundidad y la longitud a la madurez sexual.

Se encontró una coincidencia de los datos obtenidos del peso y la longitud promedio de las especies estudiadas con lo reportado en la literatura por distintos autores. Para *Hoplopagrus guentherii* Flores (1992), describió una longitud de 14.5 a 70 cm y un peso de 80 a 5500 gr para el área de Mazatlán y Ramírez y Rodríguez (1990), reportaron una longitud de 33 a 61 cm para el área de Baja California. También coincide con lo reportado por Madrid (1990), que describe las longitudes encontradas de esta especie en la Bahía de Mazatlán (los valores mínimos fueron de 16 cm y 468 gr y la máxima fue de 70 cm) y las costas de Michoacán (la longitud mínima fué de 10.6 cm y una máxima de 41.2 cm y el peso mínimo fue de 3686 gr y el máximo fue de 10110 gr). El mismo autor reporta a *L. argentiventris* con una longitud mínima de 19 cm y 55 cm máxima con un peso de 98 gr y 2610 gr máximo para el área de estudio, mientras que la mínima encontrada en Michoacán fue de 24.7 cm y la máxima de 58.3 cm con un peso máximo de 2920 gr.

Para *L. argentiventris* Ocampo (1992), en Caleta de Campos Michoacán, encontró una longitud mínima de 7.05 cm y una máxima de 61 cm, con un peso mínimo de 65 gr y un máximo de 3600 gr. Rojo *et al.* (1999) encontró que *L. argentiventris*, en las captura con redes de enmalle en Bahía de Navidad, presentó una longitud mínima

de 19 cm y una máxima de 34.5 cm. Ramírez y Rodríguez (1990), para la Isla Cerralvo en B.C.S. reportan una longitud mínima de 25 cm y la máxima de 56 cm. Se aportó nueva información acerca de *L. colorado* ya que solo se tenían los datos reportados por Rojas (1997) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, con un espectro de tallas entre 16 y 56 cm de longitud total.

L. guttatus coincidió con lo descrito por Rojo *et al.* (1999) en la captura con redes de enmalle en Bahía de Navidad con una longitud mínima de 19 cm y una máxima de 40 cm. Madrid (1990) reporta una longitud y un peso mínimos de 143 mm y 45 gr con 790 mm y 5440 gr de longitud y peso máximos, para Caleta de Campos, Michoacán en donde la captura de esta especie es muy importante.

En el presente estudio se aporta información de tallas menores a los 14 cm para esta especie, ya que solo en el trabajo de Szedlmayer y Conti (1998) se habían muestreado organismos desde 1.7 a 12.4 cm de la especie *L. campechanus* que fueron considerados como juveniles de edad 0.

La relación peso-longitud no mostró diferencias significativas entre hembras y machos. Esto ha sido reportado en la literatura para especies de la misma familia (Rojas, 1997; Grimes 1987), siendo la inspección directa de las gónadas la única manera de distinguir entre hembras y machos debido a que no presentan dimorfismo sexual. Las ecuaciones de peso-longitud fueron similares a las reportadas en la literatura por autores tales como Madrid (1990), para la especie *H. guentherii* y Ocampo (1992) para la especie *L. argentiventris*. Se aportó nueva información acerca de *L. colorado*.

La proporción de sexos encontrada para las especies con una mayor proporción de hembras ha sido reportada en la literatura. Algunos autores como Pérez-González (1995) explica que en algunas especies las hembras son mas vulnerables a las capturas debido a que cuando se encuentran desarrollando las gónadas la movilidad es menor debido al espacio que ocupan en la cavidad abdominal. Sin embargo Rojas (2001), que encontró una proporción similar a la de *L. guttatus*, *L.*

argentiventris y *L. colorado* del presente trabajo, explica que esta proporción coincide con la proporción teórica de 1:1.

Los valores elevados de abundancia relativa de las especies a finales de la primavera y durante el verano coincidieron con lo reportado por otros autores. También *H. guentherii* y *L. argentiventris* presentaron diferencias estacionales en el promedio de la longitud, con los valores mas altos en el otoño e invierno y el menor promedio de la longitud en la época de primavera y verano para las especies *H. guentherii*, *L. argentiventris* y *L. guttatus*. García *et al.* (1985), en la Bahía de Mazatlán encontraron a *H. guentherii* frecuentemente en los meses de junio a noviembre, aunque también la encontraron en los muestreos hasta el mes de enero; mientras que *L. argentiventris* tuvo su mayor abundancia en el otoño. Ramírez y Rodríguez (1990), en la Isla de Cerralvo, B. C. S. reportaron a *H. guentherii* como abundante en los meses de marzo, abril y agosto disminuyendo su presencia en los meses de mayo, junio y octubre; para *L. guttatus* la mayor abundancia en los meses de abril, mayo y junio; y para *L. argentiventris* la abundancia fue desde la primavera, alcanzando el máximo en el verano. Madrid (1990), explica que la mayor abundancia de *H. guentherii* y *L. guttatus* en las costas de Michoacán, coincide con el final de la época de lluvias hasta el comienzo de la entrada de las corrientes de aguas frías (a finales del invierno y principios de la primavera) y explica que en estas épocas se lleva a cabo el proceso de reclutamiento y la época de desoves. El mismo autor explica que *L. guttatus* realiza movimientos de la profundidad a las zonas de desembocaduras de los ríos y que existe una estructuración por edades a medida que aumenta la profundidad por lo que los movimientos hacia los sitios de desove los realizarían los organismos maduros. Pérez-Gonzales (1995), observó que *Prionotus stephanophrys* y *Pomadasys panamensis* presentaron diferente estructura de tallas y abundancia en relación a la estación del año en el área de Mazatlán explicando que es posible que estos movimientos se originen en respuesta a variaciones de los parámetros ambientales, junto con diversos procesos y factores relacionados , como la reproducción, alimentación y

otros. Esto explicaría la presencia de organismos adultos en cierta estación del año tanto como para *H. guentherii* como *L. argentiventris*. Madrid (1990) dice que *L. argentiventris* vive en las zonas protegidas y arrecifales, en las cuevas que ahí se forman; además de que los hábitos alimenticios incluyen al bentos que se encuentra sobre la zona rocosa, como moluscos y otros invertebrados.

Rojas (1997), en el Golfo de Nicoya en Costa Rica, llevó a cabo un muestreo anual de enero de 1994 a enero de 1995 y reportó que en mayo se encontró la mayor abundancia de *L. colorado* lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo. A pesar de que esta especie ha sido reportada por autores como Pérez (1995) en Colima, Rojas (2001), en el litoral de Guerrero y Madrid (1990), no reportan su abundancia relativa o las tallas que son encontradas, así como su estacionalidad. Maupomé (1989) explica que algunas especies de esta familia se desplazan grandes distancias, probablemente durante el invierno buscan el alimento lejos de la línea de costa.

Aún cuando los reportes de abundancia concuerdan con lo encontrado en la literatura, sería conveniente llevar a cabo mas estudios acerca de la abundancia *in situ* de cada una de las especies estudiadas y determinar el esfuerzo pesquero que sobre estas especies se esta llevando a cabo. Rijnsdorp (1994) dice que la explotación reduce la abundancia de la población y provoca un cambio en la distribución de edades hacia peces mas pequeños y jóvenes. En este caso podemos observar que aún cuando este recurso es explotado las tallas reportadas en trabajos previos no han variado.

Otros autores que mencionan los movimientos realizados por especies de la familia Lutjanidae son tales como Doi y Singhagraiwan (1993 en Serrano-Pinto) que indican que el desplazamiento de especies de esta familia a lo largo del año difiere con las estaciones, dirigiéndose hacia la costa y estuarios de marzo a agosto, hacia afuera de la costa de septiembre a febrero. Lo mismo fue observado por Szedlmayer y Conti (1998) que observaron un descenso en la abundancia de organismos juveniles de ambientes relativamente planos y abiertos como resultado

de la migración de los organismos mas grandes a las estructuras arrecifales. Los mismos autores dicen que probablemente estos movimientos estén relacionados con protección de los organismos adultos, protección de las futuras larvas y además los cambios en la alimentación. Aún cuando no fue objeto de estudio la alimentación de los organismos otros autores tales como Gibson (1994) señalan que la distribución de los lenguados juveniles esta en relación a la dieta de los organismos que cambia con respecto a la localidad y la estación del año, lo que influencia la distribución de los organismos y que podría explicar también los movimientos de los pargos.

L. colorado y *L. guttatus* en los muestreos llevados a cabo en la Bahía de Mazatlán no tuvieron diferencias significativas estacionales en el promedio de la longitud. Debido a que el promedio de la longitud encontrado fue elevado para *L. colorado* se puede pensar que de la mayoría de los organismos fueron adultos, probablemente por una preferencia de los organismos adultos por las áreas de arrecifes rocosos que se forman alrededor de las islas en la Bahía de Mazatlán. Por el contrario se observó que el promedio de la longitud para *L. guttatus* fue muy amplio abarcando organismos juveniles y adultos, pero sin diferencias, en la Bahía de Mazatlán. Madrid (1990), ya había observado que esta especie se encuentra en áreas protegidas de la costa junto con juveniles de *L. argentiventris*. Pérez (1995), considera a *L. guttatus* dentro de las que se encuentran en ambientes de arrecife rocoso. Sin embargo organismos de entre 5 y 15 cm de esta especie fueron encontrados abundantemente durante los arrastres camaroneros a lo largo de las costas de Sinaloa. Los organismos de esta longitud reportados por Szedlmayer y Conti (1998), se encontraron en donde había sedimentos de arena fina y restos de conchas en ambientes planos y abiertos, por lo que se puede inferir que los organismos juveniles de *L. guttatus* tienen una mayor afinidad por ambientes de este tipo.

Como lo hemos mencionado previamente los ciclos de desove parecen estar relacionados íntimamente con la estacionalidad, por lo que a continuación se discuten las épocas de desove encontradas para cada una de las especies. Basados en los picos máximos del IG y los porcentajes de los estadios gonadales (además de lo mencionado anteriormente con respecto a la presencia de organismos adultos) se obtuvo que los desoves se estarían llevando a cabo de la siguiente manera:

- ◆ *Hoplopagrus guentherii* invierno y el verano.
- ◆ *Lutjanus argentiventris* verano y el otoño.
- ◆ *L. colorado* verano.
- ◆ *L. guttatus* en el invierno, comenzando probablemente en el otoño con otro pulso en la primavera.

Serrano-Pinto (1993) para *L. argentiventris* en abril-mayo y septiembre-noviembre y Cruz-Romero (1991 citado en Rojas, 2001) encontraron en el estado de Colima dos pulsos reproductivos para esta especie: uno durante la estación de lluvias que coincide con la presencia de altas temperaturas y ocurre en julio y noviembre, y otro más corto que abarca los cuatro primeros meses del año.

Rojas (2001) encontró que los valores máximos del índice hepatosomático se presentaron en abril, noviembre y diciembre de 1993 y en abril y octubre de 1994, uno o dos meses antes que el índice gonadal alcance su nivel máximo para *L. guttatus*, lo cual coincidiría con lo encontrado en este trabajo. Este mismo autor encontró que la marca opaca (en los otolitos) es en el periodo de desove en los meses menos cálidos. Maupome (1989) señala que los desoves mas importantes para esta especie suceden en verano-otoño con un pico de actividad en septiembre y nota que los machos están maduros en diciembre y las hembras hasta enero, por lo que en primavera reporta nuevamente actividad pero en menor grado.

Cushing (1975) y otros han sugerido que los ciclos del desove podrían estar ajustados para coincidir con picos en los ciclos de producción que proveen de alimento para las larvas. Grimes (1987) recopila en su artículo Biología Reproductiva de Lutjanidae referencias acerca de los patrones reproductivos de

especies de esta familia. Dos patrones fueron encontrados: una estación restringida (alrededor del verano) y desoves mas o menos continuos con picos de actividad reproductiva en la primavera y el verano. El primero es característico de especies que se encuentran en mares continentales y el segundo se ajusta a poblaciones que viven alrededor de islas, sin embargo algunas poblaciones de pargos que se ajustan al modelo de islas viven en aguas tropicales y templadas donde la producción es típicamente continua y de baja amplitud (Cushing, 1975 en Grimes) y la reproducción de los pargos ocurre mas o menos todo el año. Este autor explica que esta estrategia puede evitar la depredación si se desova en períodos largos de tiempo. Al parecer solo *L. colorado* se ajustaría al patrón de especies continentales desovando cerca de la época de lluvias mientras que las otras especies se ajustarían al patrón de islas desovando todo el año, sin embargo no se obtuvieron los datos en un ciclo anual para *L. colorado* por lo que haría falta llevar a cabo más investigación en este sentido.

4.1. **Peso relativo, temperatura y salinidad.**

Gibson (1994), señala que el alimento es uno de los factores más importantes en el crecimiento y uno de los factores que determinan la calidad del hábitat, con lo que se entiende que la tasa de crecimiento se vería incrementada si el alimento es mayor dando por resultado un peso relativo mayor que el esperado, lo cual estaría indicando una buena calidad del hábitat. Aun cuando en el presente trabajo no obtuvo la tasa de crecimiento se esperaría que un peso relativo por arriba del esperado (que sería 1) debería estar señalando condiciones que reflejen una buena calidad del hábitat que puede incluir alimento o como lo señalan Amezcua y Nash (2001) que encontraron que el peso relativo de algunas especies de lenguados presentaba valores óptimos cuando el sustrato era adecuado debido a la facilidad para capturar presas y la efectividad de los peces para enterrarse, siendo en estos sitios en donde la abundancia era más elevada.

Madrid y Beltrán (2001), señalaron que la especie *Coryphaena hippurus* presenta el valor mas elevado del factor de condición en la primavera y lo asocian a una

mayor actividad gonádica en esta estación. Tyler y Sumpter (1996), explican que en especies de peces que desovan una vez al año el peso de la gónada representa el 40% del peso del pez, pero en desovadores continuos el peso de las gónadas maduras es considerablemente menor (generalmente por debajo de 10%), por lo que en este caso el peso relativo podría estar más relacionado con la alimentación y desarrollo que con la reproducción.

Aún cuando se observó un elevado peso relativo de *H. guentherii* y *L. argentiventris* en el otoño del 2001, no se tienen suficientes evidencias de cual pudo haber sido la probable causa de esto, ya que como se discute a continuación, no se encontraron diferencias significativas en el peso relativo con respecto a la temperatura o la salinidad que son variables que podrían estar afectando la condición de los organismos.

García *et al.* (1985) relacionan la abundancia de *H. guentherii* con temperaturas entre 25° C y 27° C, en la Bahía de Mazatlán. En el presente trabajo se observó que el mayor número de organismos se encontró entre los 28 y 29° C. Debido a la desviación estándar que se presenta a los 22° C podemos inferir que se encuentran organismos tanto adultos como juveniles, y que esta especie puede ser euriterma. Madrid (1998) explica que los cambios en la abundancia y la distribución se dan en las especies euritermas. Gibson (1994) explica que los organismos gradualmente ajustan su distribución en respuesta a cambios en la temperatura

Gibson (1994) dice que los cambios en la temperatura tienen un marcado efecto en la tasa de alimentación lo cual se ve reflejado en el crecimiento. Esto podría estar sucediendo en *L. argentiventris* y *L. guttatus* que muestran una tendencia al aumento conforme aumenta la temperatura, sin embargo no se puede afirmar que los organismos estén creciendo debido a que el tipo de muestreo no ayuda para confirmar esto. Debido al mayor promedio de la longitud encontrado en temperaturas altas podemos pensar que los organismos adultos son los que se encuentran en estas temperaturas y se pudiera inferir que esto está asociado a la

época de reproducción aún cuando no se observaron diferencias significativas en el índice hepatosomático o con respecto a la temperatura.

Aún cuando se observaron cambios en el promedio de la longitud con respecto a la temperatura no se observaron cambios en el peso relativo, lo cual nos puede estar indicando que estas especies son euritermas y que se pueden desplazar a lo largo de diferentes gradientes de temperatura.

El promedio de la longitud con respecto a la salinidad solo se vio influenciado en *L. argentiventris* y *L. guttatus*. Pérez (1995) dice que *L. argentiventris* y *L. guttatus* son especies eurihalinas, por lo que soportan grandes rangos de salinidad. Sin embargo, puede ser que organismos de diferentes tallas tengan preferencias por determinada salinidad. Gibson (1994) explica que la salinidad tiene un pequeño efecto en la tasa de crecimiento y por lo tanto en la preferencia de los peces por determinada salinidad. Serrano (1999) encontró que en condiciones experimentales el pargo *L. argentiventris* tuvo diferente incremento en talla dependiendo de la salinidad: a salinidades bajas (23 y 30 ppm) los juveniles crecieron más que los de salinidades altas (37 y 44 ppm). Bœuf y Payan (2001) explican que la salinidad tiene algún efecto en la tasa de alimentación y por lo tanto en el crecimiento, por lo que sería posible que los organismos tengan preferencia por salinidades que les permitan crecer más. Los mismos autores explican que las larvas de algunas especies de peces teleósteos se desarrollan mejor en rangos elevados de salinidad, mientras que los juveniles en general se desarrollan mejor en aguas salobres como las de los estuarios y lagunas costeras. Esta podría ser una razón por la cual se encontraron en su gran mayoría organismos juveniles en Santa María.

En el presente trabajo se encontró a *H. guentherii*, *L. argentiventris*, *L. colorado* y *L. guttatus* en el sistema de Santa María, juveniles en su gran mayoría. Balart, et al. (1992) también reporta a *H. guentherii*, *L. argentiventris*, *L. colorado* y *L. guttatus* en el sistema lagunar formado por las Bahías de Ohuira, Topolobambo y Santa María. Pérez (1995) agrupa a esta especie dentro de aquellas que penetran en aguas continentales (aunque no describe en que fase). Debido a que no se llevaron

muestreos a lo largo del año los datos que se presentaron son meramente descriptivos, ya que también Rojas (1997) ha reportado que *L. colorado* en su fase adulta puede entrar ocasionalmente a los esteros para alimentarse. Tampoco se conoce a que edad o longitud penetran estos juveniles a los esteros, por lo que un estudio a lo largo de un año completo de muestreos sería recomendado.

Aún cuando los alcances de este estudio no nos permiten saber si los juveniles o los adultos se mueven entre ambos ambientes hay autores que han reportado y descrito como son algunos de los movimientos de especies de esta familia, por ejemplo Patterson (2001) explica que de *L. campechanus* la mayoría de los organismos juveniles muestran alta fidelidad al sitio en donde se encuentran, sin embargo los organismos adultos de tallas grandes se pueden mover grandes distancias en la escala de diez a cientos de km.

4.2. REPRODUCCION.

4.2.1. Índice hepatosomático e índice gonadal.

Se encontraron variaciones en el índice gonadal y el índice hepatosomático. Sin embargo las especies estudiadas mostraron patrones diferentes en cuanto a las tendencias del índice hepatosomático (I H) y el índice gonadal (I G). Mientras que *H. guentherii* y *L. colorado* muestran un valor elevado del IH con el mínimo valor del IG; *L. argentiventris* y *L. guttatus* muestran la misma tendencia en ambos valores. Se sabe que en algunas especies el peso del hígado disminuye cuando se esta llevando a cabo la reproducción (Amezcuca y Nash, 2001).

Como se había mencionado anteriormente en algunas especies de peces el peso del hígado disminuye en respuesta a la actividad de este órgano cuando produce ovovitelinias al empezar la vitelogénesis (Rojas, 2001). Rojas (2001) encontró que *L. guttatus* y *L. peru* mostraron un descenso en el peso del hígado durante el desove o inmediatamente después de este y explica que en las especies de mares tropicales el lapso que transcurre entre el término de la vitelogénesis y la expulsión de los

huevos es muy corto por lo que el peso del hígado se mantiene a lo largo de todo el proceso de la vitelogenénesis debido a la función de este órgano en la producción de lípidos y ovovitelinas para la formación de la gota de grasa y los gránulos de vitelo en los oocitos. Esto explicaría porque el índice hepatosomático y el índice gonadal muestran una tendencia similar a lo largo del año en *L. argentiventris* y *L. guttatus*. Sin embargo en *H. guentherii* y *L. colorado* se observó una tendencia a la acumulación de energías en el hígado con un descenso en el I H cuando comienza a incrementarse el I G, como se observó claramente en *L. colorado*. Rijnsdorp (1994) explica que el crecimiento somático, la maduración y la reproducción están íntimamente ligados en el presupuesto energético de los organismos; por lo que los efectos ambientales en la inversión reproductiva estarían relacionados en el ciclo anual de la alimentación y la reproducción, por lo que existirían dos extremos en las estrategias reproductivas: aquellos que tienen períodos largos de desove y que se alimentan mientras se están reproduciendo y los que se alimentan en cierta época acumulando energías para la época de reproducción. Esto explicaría el porque en las especies estudiadas se encontraron diferentes estrategias en la reproducción, pero debido a que no se tienen datos de alimentación durante la época de reproducción y no se encontraron diferencias significativas en el peso relativo durante la misma época solo se puede inferir que el gasto energético de cada una de las especies es distinto. Debido a que en este estudio no se llevaron a cabo estudios de alimentación no se puede saber en que época se estaban alimentando o no las especies, se debería de esperar que *H. guentherii* y *L. colorado* se alimenten en épocas previas a la época de reproducción con un peso relativo elevado y un índice hepatosomático de igual magnitud, mientras que para las otras dos especies se debería de encontrar alimento aún en la época de reproducción. Un modelo como el propuesto por Rijnsdorp que involucra el balance de la energía destinada a la soma y a la reproducción en todo caso resultaría interesante y tal vez pudiera contestar a la pregunta del porque de cuatro especies de la misma familia dos presentan la misma estrategia en contraparte a las otras dos especies.

4.2.2. Histología.

Grimes (1987), dice que las especies de pargos son desovadores continuos, lo cual se observa en la distribución del diámetro de los oocitos en *L. synagris* y *L. grisaseus*, que muestra una marcada polimoda, una característica tomada generalmente para indicar desoves múltiples o seriales por hembras individuales durante la temporada de reproducción. Debido a esta característica de los pargos el análisis de cortes histológicos para la determinación del estadio es recomendado. En el presente estudio se obtuvieron cortes de gónadas de las cuatro especies objeto de estudio, en donde se observó una marcada polimoda con oocitos en diferente estadio de desarrollo. Los datos obtenidos de la revisión histológica aportan nueva información sobre los estadios gonadales en estas cuatro especies, de las cuales solo se contaba con los datos obtenidos por Maupome (1989) y Rojas (2001) para la especie *L. guttatus*.

4.2.3. Longitud a la madurez sexual.

Los datos de longitud a la madurez sexual de *H. guentherii* (L=34.86 cm), *L. argentiventris* (L=32.6 cm), *L. colorado* (L=31.9 cm) y *L. guttatus* (L=30 cm) coincidieron con lo reportado por otros autores. En la tabla 16 se observan algunos de los valores reportados en la literatura. Es interesante notar que los datos de longitud a la madurez sexual de *H. guentherii* y *L. colorado* no pudieron ser comparados con estudios previos. Solo se encontró un estudio de *L. colorado* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica (Rojas, b1997) en donde este autor reporta que a partir de los 25 cm se observan organismos adultos lo cual coincide con el presente trabajo (24 cm) aunque este autor no muestra la longitud a la madurez sexual.

Tabla 20. Talla a la cual se alcanza madurez sexual, en algunas especies de lutjanidos en varias localidades.

Especie	Longitud	Lugar	Referencia
<i>L. argentiventris</i>	34.3 cm LT	Jalisco	Rojo <i>et al.</i> (1999)
<i>L. guttatus</i>	de 31.7 cm a 34.3 cm LT	Golfo de Nicoya, Costa Rica	Rojas (1997)
<i>L. guttatus</i>	31.5 cm LT	Jalisco	Rojo <i>et al.</i> (1999)
<i>L. guttatus</i>	21 y 24 cm LH	Guerrero	Rojas (2001)
<i>L. peru</i>	33 cm LT	Jalisco	Lucano (1998)
<i>L. guttatus</i>	>26.5 cm LT	Mazatlán, Sinaloa	Maupomé (1989)

En una base anual la energía dedicada al crecimiento y reproducción se encuentra incrementándose constantemente en función del tamaño del cuerpo. La estrategia reproductiva esta determinada por dos parámetros: la talla a la primera madurez sexual y la relación alométrica entre la inversión reproductiva y el tamaño del cuerpo. La importancia de esto radica en que una explotación reduce la abundancia de la población y por lo tanto causa un cambio en la distribución de las tallas y edades a peces mas pequeños y jóvenes tal, sin embargo no ha habido cambios en la talla a la primera madurez sexual. Rijnsdorp (1997) explica que aún cuando haya presiones de pesca sobre las poblaciones un cambio a nivel genético (lo cual influenciaría en una edad menor a la longitud sexual) lleva mucho tiempo ya que este autor recopila datos de al menos treinta años de muestreos y no observó cambios. Sin embargo esto no quiere decir que se deje de lado información tan importante como puede ser el esfuerzo pesquero que nos señale como es la explotación de este recurso.

4.2.4. Fecundidad.

Se observaron diferentes rangos de magnitud en los valores de fecundidad obtenidos de *L. argentiventris* con un valor mínimo de 2.72×10^4 y el máximo de 12.34×10^4 , *L. colorado* 14.95×10^5 y *L. guttatus* 7.3×10^3 a 37.8×10^4 . Grimes (1987)

encontró que los reportes de fecundidad son altamente inconsistentes, pero casi siempre se encuentran en el mismo orden de magnitud para la misma especie.

Serrano-Pinto (1993) reporta que el intervalo de fecundidad en hembras de 540 a 639 gr es de 1,000 a 15,725 huevos por hembra con porcentajes de eclosión de más de 89.26%; en hembras de tallas entre 240 a 565 mm la fecundidad es de 75,900 a 356,000 en *L. argentiventris*.

Rojas (1997) hace un cuadro comparativo de la fecundidad obtenida por varios autores para *L. guttatus*. Estos rangos van desde 7.8×10^5 para una hembra de 50.5 cm hasta 13.6×10^5 para una hembra de 56.9 cm en el área de Brasil. El mismo autor encontró un rango de 6.04×10^4 (hembra de 31.9 cm) a 13.63×10^5 (hembra de 56.9 cm), en el Golfo de Nicoya, mientras que Valverde y Boza encontraron un rango de 11.5×10^4 a 12.6×10^4 en la misma área por inducción hormonal. Maupome (1989) reporta un total de óocitos por hembra que va desde 2.4×10^4 (hembra de 59.3 cm) hasta 22.7×10^4 (hembra de 56 cm), en las costas de Michoacán y Mazatlán, con un valor de 1359.83 huevos promedio por gramo de peso.

Debido a que no se pudieron obtener datos de fecundidad para *H. guentherii*, se recomienda llevar a cabo un estudio en el cual se puedan obtener estos valores para ampliar el conocimiento de esta especie.

La fecundidad es el eslabón principal entre las estimaciones cuantitativas de huevos y larvas, la evaluación del tamaño de la población reproductora, la supervivencia y la determinación del número de individuos necesario para mantener una población a nivel sostenible (Saborido y Junquera, 2003); por lo que un estudio más amplio de la fecundidad de *L. argentiventris* y *L. colorado* es recomendado. De los resultados obtenidos solo se puede decir que efectivamente las hembras de las especies estudiadas son altamente fecundas con un gran número de huevos. Los datos obtenidos de fecundidad relativa, el número de huevos por unidad de peso, son útiles en la comparación de fecundidad entre individuos, poblaciones o especies (Saborido y Junquera, 2003). Sin embargo los mismos autores explican que hembras de la misma talla pueden diferir bastante en

la fecundidad, incluso la misma hembra suele tener diferentes fecundidades parciales (los huevos de un solo desove cuando son desovadores contínuos) dentro de la misma época de puesta, por lo que más datos sobre hembras de la misma talla de la misma especie son recomendados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. CONCLUSIONES

La mayor abundancia relativa de las especies durante la primavera coincidió con un proceso de reclutamiento y durante el verano coincide con la época de lluvias y reproducción.

En el invierno los organismos encontrados son en su mayoría adultos, lo cual coincide con otro pico en la época de reproducción.

La presencia de organismos adultos en las áreas someras de la Bahía de Mazatlán concuerda con las épocas de desoves. En general con un pico de desoves a finales del otoño e invierno y otro que coincide con el principio de la entrada de aguas cálidas y la época de lluvias.

El índice hepatosomático y el índice gonadal son adecuados para inferir la estacionalidad de los ciclos gonadales.

Se tuvieron problemas en la definición del peso relativo por lo que se considera que una redefinición es necesaria, sin embargo se considera el peso relativo puede ser un buen indicador de cómo influyen las condiciones del medio a los organismos.

Las cuatro especies son euritermas y se desplazan a lo largo de diferentes gradientes de temperatura.

Las cuatro especies son eurihalinas, solamente *L. guttatus* mostró preferencia por cierta salinidad, ya que la mayor desviación estándar del peso relativo se encontró a los 34 psu.

Al parecer en *L. argentiventris* y *L. guttatus* la temperatura tuvo un efecto de incremento del promedio de la longitud al incrementarse la temperatura, por lo que un estudio en este sentido es recomendado.

Se recomienda llevar a cabo muestreos a lo largo de un ciclo anual en la Bahía de Santa María-La Reforma para observar si los adultos entran ocasionalmente a

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

alimentarse o en época de desove y si los organismos juveniles se encuentran en los esteros ocasionalmente o a lo largo del año.

Para estudios posteriores se debería considerar la recomendación de Saborido y Junquera (2003) de solo cinco estadios macroscópicos lo cual facilitaría la determinación visual de los estadios, además de evitar confusiones cuando no se tiene experiencia.

Se observaron los estadios hasta el VI descritos por Tyler y Sumper (1996). La utilización de estos autores como guía en la identificación al microscopio es recomendada.

Las cuatro especies presentaron los mismos estadios histológicos reportados para los teleosteos, con desarrollo gonadal asincrónico y desoves parciales a lo largo del año, con varios picos de desove.

La fecundidad de las especies solo se pudo obtener de manera individual, por lo que un estudio mas amplio en este sentido se recomienda, aunque los datos de fecundidad relativa muestran que aún hembras de la misma talla pueden presentar diferencias en la fecundidad.

La curva sigmoide utilizada para describir la longitud a la madurez sexual fue adecuada. Estos datos son importantes en estudios de manejo del recurso, ya que es importante que los organismos se hallan reproducido al menos una vez antes de ser capturados con el fin de preservar el recurso.

Se aportó nueva información de las cuatro especies en el área de estudio.

Se aportó información desconocida para la especie *L. colorado*.

6. LITERATURA CITADA.

- Alvarez, F., y M. Flores. 1997.** *Cymothion exigua* (Isopoda: Cymothoidae) as parasite of *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) Manzanillo, Colima, México. *Revista De Biología Tropical* 45: 391-394.
- Allen, G. R., y F. H. Talbot. 1985.** Review of the snappers of the genus *Lutjanus* (Pisces: Lutjanidae) from the Indo-Pacific, with the description of a new species.
- Alonso, R. 1998.** Ocurrencia de Marea Rojas y Calidad del Agua en la Zona Sur de la Bahía de Mazatlán , Sinaloa, México., pp. 165, Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Posgrado Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán.
- Amezcuca-Linares, F. 1996.** Peces Demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México D.F.
- Amezcuca, M. F. 2000.** Distribution and Biology of the order Pleuronectiformes in the North Irish Sea in Relation to the Sediment type. pp. 294, PEMPL. University of Liverpool, Liverpool.
- Amezcuca, F. y Nash, R.D.M. 2001.** Distribution of the Order Pleuronectiformes in relation to the sediment type in the North Irish Sea. *Journal of Sea Research*, 45:293-301.
- Anderson, R. O., y R. M. Neumann. 1996.** Length, weight, and associated structural indices. pp. 447-482. *In* B. R. Murphy and D. W. Willis [eds.], *Fisheries Techniques*, 2nd ed. American Fisheries Society, Maryland.
- Bagenal, T. B. 1966.** The Ecological and Geographical Aspects of the Fecundity of Plaice. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 46: 161-186.

- Bagenal, T. B. 1978.** Aspects of Fish Fecundity, pp. 75-101. *In* D. S. Gerking [ed.], Ecology of Freshwater Fish Production. Blackwell Scientific Publications., London.
- Bagenal, T. B., y E. Braum. 1978.** Eggs and Early Life History., pp. 165-201. *In* T. B. Bagenal [ed.]. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. Blackwell Scientific., London, Edinburgh.
- Balart, E.F., Castro, J.L., y R.O. Torres. 1992.** Ictiofauna de las Bahías de Ohuira, Topolobambo y Santa María, Sinaloa, México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 7(2):91-103.
- Bell, T.A. y Lightner, D.V. 1988.** A handbook of normal penaeid shrimp histology. Special Publication of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, L.A.
- Blaber, S. J. M., y T. G. Blaber. 1980.** Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol* 17: 143-162.
- Burke, J. S., J. M. Miller, y D. E. Hoss. 1991.** Immigration and settlement pattern of *Paralichthys dentatus* and *P. lethostigma* in an estuarine nursery ground, North Carolina, U.S.A. *Netherlans Journal of Sea Research* 27: 393-405.
- Bromage, N., y R. Cumaratunga. 1988.** Egg Production in the Rainbow Trout, pp. 63-138. *In* J. F. Muir and R. J. Roberts [eds.], Recent Advances In Aquaculture. Timber Press., Portland, Oregon.
- Bœuf, G. & Payan, P. 2001.** Review: How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 130, 411-423.
- Cushing, D. H. 1982.** Climate and fisheries. Academic, London (Uk).
- Diario Oficial de la Federación. 2000.** Carta Nacional Pesquera 2000., pp. 128. SEMARNAP., México.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, y V. H. Niem. 1995.** Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental., Roma.

- Flores, M. 1992.** Crecimiento y parámetros poblacionales del pargo coconaco *Hoplopogrus guentherii*, Gill, 1862. (Pisces:Lutjanidae). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Garay, M.R. 2002.** Presupuesto global de la carga de nutrientes que reciben los sistemas lagunares costeros de Sinaloa, como herramientas para la gestión ambiental costera. Maestría en Ciencias (Química Acuática). Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, Sinaloa.
- García, M., T. Mendivil, O. Franco, y A. Vega. 1985.** Contribución al conocimiento de la Ictiofauna comercial capturada por la comunidad pesquera Playa Norte con un estudio de las relaciones biométricas de *Hoplopogrus guentheri.*, pp. 48. Memorias de Servicio Social. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa.
- Gibson, R. N. 1994.** Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands Journal of Sea Research 32: 191-206.
- Golden Software, I. 1995.** Surfer for Windows computer program, version 6. By Golden Software, I., Colorado.
- Grimes, C.B. 1987.** Reproductive Biology of the Lutjanidae: A Review. In Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. (eds J.J. Polovina & S. Ralston), pp. 239-294. West View Press., Boulder, Colorado.
- Gutiérrez, V. 1990.** Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de *Lutjanus peru* (Persiformes: Lutjanidae) en el Pacífico Noroeste de Costa Rica. Revista de biología tropical. San José. 38: 441-447.
- Horwood, J. W., M. G. Walker, y P. Witthames. 1989.** The effect of feeding levels on the fecundity of plaice (*Pleuronectes platessa*). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 69: 81-92.
- INEGI. 2002.** Anuario estadístico del Estado de Sinaloa. México, D.F. pp 3-26.
- King, M. 1995.** Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books, Oxford, England.

- Lagler, K. 1982.** Freshwater Fishery Biology. W.C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Lucano, R. G. 1998.** Ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1992) (Pisces: Lutjanidae) en la Costa Sur de Jalisco. Maestría en Ciencias (Biología Animal), Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Lucano, R. G., Villagrán-SantaCruz, Ruiz, R., y López, M. 2001.** Histología de los oocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces:Lutjanidae). Ciencias Marinas, 27(3): 335-349.
- Mac Call, A. D. 1990.** Dynamic Geography of Marine Fish Populations. University of Washington Press, Seattle.
- Madrid, J. 1990.** Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Maestría en Ciencias., UNAM, México, D.F.
- Madrid, J., P. Sanchez, y A. A. Ruiz. 1997.** Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. Estuarine Coastal and Shelf Science 45: 485-495.
- Madrid, J. y Beltrán, R. 2001.** Longitud, peso, y sexo del dorado *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenidae), del litoral de Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, México. Revista De Biología Tropical. 49(3-4):931-938.
- Marshall, S. y M. Elliott. 1998.** Environmental influences on the fish assemblage of the Humber estuary, UK. Estuarine Coastal and Shelf Science. 46: 175-184.
- Maupomé, C.A. 1989.** Aspectos Biológicos pesqueros del pargo del pacífico *Lutjanus guttatus* Steindchner 1869. Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México., México, D.F.
- Maury, O., D. Gascuel, F. Marsac, A. Fonteneau, y A. L. Rosa. 2001.** Hierarchical interpretation of nonlinear relationships linking yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) distribution to the environment in the Atlantic Ocean. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences/Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques. Ottawa ON. 58: 458-469.
- Microsoft. 1994.** Microsoft Excel computer program, version 5.0. By Microsoft.

- Millner, R., C. Whiting, M. G. Walker, y P. Witthames. 1991.** Growth increment, condition and fecundity in Sole (*Sole solea* (L)) from the North-Sea and Eastern English-Channel. Netherlands Journal of Sea Research. 27: 433-439.
- Nash, R. D. M., P. R. Witthames, M. Pawson, y E. Alesworth. 2000.** Regional variability in the dynamics of reproduction and growth of Irish Sea plaice, *Pleuronectes platessa*. Journal of Sea Research. 44: 55-64.
- Ocampo, G. G. L. 1992.** Edad y crecimiento del pargo coyotillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869). Tesis de Licenciatura, UNAM. México, D.F.
- Patterson, W.F., Watterson, J.C., Shipp, R.L., y Cowan, J.H. 2000.** Movement of Tagged Red Snapper in the Northern Gulf of Mexico. Transactions of the American Fisheries Society. 130:533-545.
- Pérez, T.L. 1995.** Sistemática y Biogeografía de peces del litoral de Colima, México, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, Mexico.
- Pérez-Gonzalez, R. 1995.** Crecimiento, alimentación y desarrollo gonadal de dos especies demersales dominantes en la plataforma continental del sur de Sinaloa, México: *Prionotus stephanophrys* (TRIGLIDAE) y *Pomadasys panamensis* (HAEMULIDAE). ICMYL, UNAM. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Rijnsdorp, A.D. 1994.** Population-regulating processes during the adult phase in flatfish. Neth. J. Sea Res, 32, 207-223.
- Rijnsdorp, A.D. & Vethaak, A.D. 1997.** Changes in reproductive parameters of North Sea plaice and sole between 1960 and 1995. ICES, 1997/U:14, 14.
- Rijnsdorp, A. D. 1993.** Relation between juvenile growth and the onset of sexual maturity of female North Sea plaice, *Pleuronectes platessa*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 1617-1631.
- Ramírez, R.M. y C. M. Rodríguez. 1990.** Specific composition of the small scale-fishery capture at Isla Cerralvo, Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR. La Paz. 5: 137-141.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Rocha, O. 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.
- Rocha, O. A. y V. M. Gómez. 1993.** Validación del uso de otolitos para determinar la edad del Huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz y aguas adyacentes, B.C.S. México. Ciencias Marinas. 19: 321-331.
- Rojas, H. 2001.** Aspectos de 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., pp. 194. Tesis de doctorado. Universidad de Colima. Tecomán, Colima, México.
- Rojas, J.R., Pizarro, J.F., y M.V. Castro. 1994.** Diversidad y abundancia íctica en tres áreas de manglar en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista De Biología Tropical. 42(3):663-672.
- Rojas, J. R. 1997.** Fecundity and reproductive seasons of *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) in Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista De Biología Tropical 45: 477-487.
- Rojas, J.R. 1997.** Dieta del "pargo colorado" *Lutjanus colorado* (Pisces:Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista De Biología Tropical. 45(3):1173-1183.
- Rojo, V. A., F. Arreguin, E. Godinez y M. Ramírez. 1999.** Selectividad de redes de enmalle para el Pargo Lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y el Pargo Alazán (*Lutjanus argentiventris*) en Bahía de Navidad, Jalisco, México. Ciencias Marinas 25: 145-152.
- Saborido, F. y S. Junquera. 2001-2003.** Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Universidad de Vigo. Curso doutoramento do bienio 2001-2003. 70 pp

- Sampson, D. B. y S. M. Al Jufaily. 1999.** Geographic variation in the maturity and growth schedules of English sole along the U.S. west coast. *Journal of Fish Biology* 54: 1-17.
- Santamaria, A. 1998.** Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango, *Lutjanus peru*, (Nichols y Murphy, 1922) Pisces: Lutjanidae en Guerrero, México. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S, México.
- Santamaría, A. y E. A. Chávez. 1999.** Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces : Lutjanidae) de Guerrero, México. *Revista De Biología Tropical* 47: 571-580.
- Saucedo L. M., E. Godinez, R. García de Quevedo y G. Gonzalez. 1998.** Distribution and density of juveniles of *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922)(Pisces:Lutjanidae) on the coast of Jalisco and Colima, México. *Ciencias Marinas* 24: 409-423.
- Serebryakov, V. P. 1990.** Population fecundity and reproductive capacity of some food fishes in relation to year-class-strength fluctuations. *J. Cons. int. Explor. Mer* 47: 267-272.
- Serrano, P. 1997.** Crecimiento del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Pisces: Lutjanidae) a diferentes concentraciones de salinidad en condiciones de cautiverio. UNAM. México, D.F. 62 pp.
- Serrano, P. V. y J. Caraveo. 1999.** Survival of amarillo snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869) at different salinities in captivity. *Aquaculture Research* 30: 467-470.
- Szedlmayer, S.T. y Conti, J. 1998.** Nursery habitats, growth rates, and seasonality of age-0 red snapper, *Lutjanus campechanus*, in the northeast Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 97, 626-635.
- StatSoft. 1996.** STATISTICA for Windows computer program, version 5.1. By StatSoft, Tulsa, OK.

- Valverde, C. S. y J. Boza. 1999.** Inducción al desove en hembras del pargo mancha, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). UNICIENCIA. 15-16: 65-69.
- Vargas, B. 1999.** Estimación de parámetros biológico-pesquero para el pargo mancha *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. UNICIENCIA. 15-16: 79-84.
- Thomson, D. A., L. T. Findley, y A. N. Kerstitch. 1987.** Reef Fishes of the Sea of Cortez. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Tyler, C.R. y J.P. Sumpter. 1996.** Oocyte growth and development in teleosts. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 6, 287-318.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Área de estudio correspondiente a la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.	18
Figura 2.- Área de estudio correspondiente a la Bahía de Santa María La Reforma, los puntos muestran los sitios de colecta.	21
Figura 3.-Los puntos corresponden a los sitios en donde se llevaron a cabo los arrastres por el CRIP, Mazatlán.	22
Figura 4. Abundancia relativa de cada especie desde otoño del 2001 hasta principios de la primavera del 2003, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.	32
Figura 5. Abundancia relativa en Santa María desde el mes de diciembre del 2001 a mayo del 2002. El valor más elevado corresponde a <i>L. argentiventris</i> en el mes de abril.	33
Figura 6. Abundancia relativa de las cuatro especies durante tres cruceros llevados a cabo en diferentes meses a lo largo de las costas de Sinaloa.	34
Figura 7. Promedio de la longitud por estación del año para <i>H. guentherii</i> , desde el otoño del 2001 hasta el invierno del 2002 en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	36
Figura 8. Promedio del peso relativo de <i>H. guentherii</i> con respecto a la estación del año en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	37
Figura 9. Promedio de la longitud de la especie <i>H. guentherii</i> con respecto a la localidad (N= número de organismos).	38
Figura 10. Promedio de la longitud con respecto a la temperatura en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de <i>H. guentherii</i> (N= número de organismos).	39
Figura 11. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año para <i>L. argentiventris</i> , desde el otoño del 2001 al invierno del 2002, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	40
Figura 12. Promedio del peso relativo con respecto a la estación del año de <i>L. argentiventris</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	41
Figura 13. Promedio de la longitud con respecto a la localidad de la especie <i>L. argentiventris</i> (N= número de organismos).	42
Figura 14. Promedio de la longitud con respecto a la temperatura en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de <i>L. argentiventris</i> (N= número de organismos).	42
Figura 15. Promedio de la longitud con respecto a la salinidad en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa de <i>L. argentiventris</i> , desde 33 psu a 35 psu (N= número de organismos).	43
Figura 16. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año de <i>L. colorado</i> , desde el otoño del 2001 al verano del 2002, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	44
Figura 17. Promedio de la longitud por localidad de <i>L. colorado</i> (N= número de organismos).	45
Figura 18. Promedio de la longitud con respecto a la estación del año de la especie <i>L. guttatus</i> en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	46

Figura 19. Promedio del índice hepatosomático con respecto a la estación del año de la especie <i>L. guttatus</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	47
Figura 20. Promedio de la longitud con respecto a la localidad, de la especie <i>L. guttatus</i> (N= número de organismos).	48
Figura 21. Promedio de la longitud de <i>L. guttatus</i> con respecto a la temperatura, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	48
Figura 22. Se observa la media de la longitud de <i>L. guttatus</i> con respecto a la salinidad, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	50
Figura 23. Promedio del peso relativo de <i>L. guttatus</i> con respecto a la salinidad, en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.	51
Figura 24. Promedio del índice hepatosomático (I H) y del índice gonadal (I G) desde el otoño del 2001 hasta el verano del 2002, para <i>H. guentherii</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	52
Figura 25. Porcentaje de estadíos encontrados en <i>H. guentherii</i> , desde otoño del 2001 hasta verano del 2002 en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	53
Figura 26. Promedio del índice hepatosomático (I H) y del índice gonadal (I G) desde el otoño del 2001 hasta el invierno del 2002, para <i>L. argentiventris</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	54
Figura 27. Porcentaje de estadíos encontrados de <i>L. argentiventris</i> , desde otoño del 2001 hasta verano del 2002 y el invierno del mismo año en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	55
Figura 28. Promedio del índice hepatosomático (I H) y del índice gonadal (I G) desde el invierno del 2001 hasta el verano del 2002, para <i>L. colorado</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	56
Figura 29. Porcentaje de los estadíos encontrados a lo largo de los muestreos desde el invierno del 2001 hasta el verano del 2002 de <i>L. colorado</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	57
Figura 30. Promedio del índice hepatosomático y el índice gonadal a lo largo de las estaciones del año para <i>L. guttatus</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	58
Figura 31. Porcentaje de los estadíos encontrado a lo largo de los muestreos desde invierno del 2001 hasta la primavera del 2003 para <i>L. guttatus</i> , en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (N= número de organismos).	59
Figura 32. Corte histológico de una gónada en estadio III de <i>H. guentherii</i> . 40X.	62
Figura 33. Corte histológico de una gónada en oogénesis de <i>L. argentiventris</i> . Se observa la presencia de células germinales. 40X.	63
Figura 34. Corte histológico de una gónada en previtelogénesis de <i>L. argentiventris</i> . Se observa la presencia de oocitos en estadio II, III y IV. 40X.	63
Figura 35. Corte histológico de una gónada en estadio IV (gránulos corticales) de <i>L. argentiventris</i> , se observa el cambio a acidofílico. 40X.	64

- Figura 36. Fotografía de un oocito en estadio V de *L. argentiventris*, se observa el núcleo al centro característico de este estadio. 40X. 64
- Figura 37. Corte histológico de una gónada en estadio III de *L. colorado*. 40X. 65
- Figura 38. Corte histológico de una gónada en estadio V de *L. colorado*. Se observa la presencia de oocitos en estadio III, IV y V. 10X. 66
- Figura 39. Corte de una gónada en estadio V. Se encontraron oocitos en estadio III, IV, V y VI en diferentes porcentajes. 4X. 66
- Figura 40. Corte histológico de una gónada en estadio IV de *L. guttatus*. Hay presencia de oocitos en estadio II al V y las vesículas de vitelo características de la vitelogénesis. 67
- Figura 41. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *H. guentherii*. 68
- Figura 42. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *L. argentiventris*. 69
- Figura 43. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *L. colorado*. 70
- Figura 44. La intersección de las dos líneas muestra la talla a la cual el 50% de los organismos están maduros. En la figura se incluye la ecuación que describe la longitud a la madurez sexual de las hembras de *H. guentherii*. 71

8. ANEXOS.

Anexo 1. Fórmula para preparar SOLUCIÓN DE DAVIDSONS:

Se preparó solución STOCK.

400 ml de glicerol

800 ml formaldehído 37-40%

1200 ml alcohol etílico 96%

1200 ml de agua de mar

SOLUCIÓN DE TRABAJO.

9 partes de solución STOCK con una parte de ácido acético glacial.

(Bagenal, 1978)

Anexo 2. Técnica utilizada para los cortes histológicos.

Primero se lleva a cabo la deshidratación de la muestra previamente fijada en solución Davidsons (en el histocinete marca Tissue tek II) iniciando en alcohol 70%, 80%, 96% y 100%, xilol, y parafina a 60 (dos cambios, cada uno de 1 hora). Cuando salen de este proceso, se embeben con moldes para adaptar el tejido al microtomo y poder realizar los cortes a 5 micras en un microtomo de Leica 820 (jung histocut).

Posteriormente se desparafinan en dos cambios de xilol durante 5 minutos en cada uno. Para la hidratación son sumergidas 10 veces en cada alcohol iniciando con alcohol 100% (dos cambios), alcohol 96% (dos cambios) alcohol 80% (dos cambios) alcohol 50% (un cambio) y agua destilada.. La tinción básica utilizada con las muestras será la de Hematoxilina-Eosina-Floxina descrita por Lightner, (1996). Dentro del laboratorio de histología del CIAD se le han hecho pequeñas modificaciones debido al agua y los variaciones de marcas de colorantes (Bell, T. A. y D. V. Lightner, 1988).

Una vez hecha la hidratación se sumergirán durante 10 minutos en Hematoxilina de Mayer (marca Sigma) para luego lavar en agua corriente durante dos minutos. Después se lleva a cabo la contra tinción con eosina-floxina durante 2 minutos y después una deshidratación iniciando con alcohol 96% (tres cambios), alcohol 100% (dos cambios) y finalmente 4 cambios de xilol (para la deshidratación final son 10 sumergidas). Por último las muestras se montarán permanentemente con resina sintética y quedan listas para la observación al microscopio (Bell, T. A. y D. V. Lightner, 1988).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo 3. Fórmula para preparar FLUIDO GILSONS

+ Cloruro de mercurio (mercuric chloride)	5	mg
+ Ácido acético glacial	1	ml
+ Ácido nítrico concentrado	3.75	ml
+ Alcohol 95%	15	ml
+ Agua destilada	230	ml

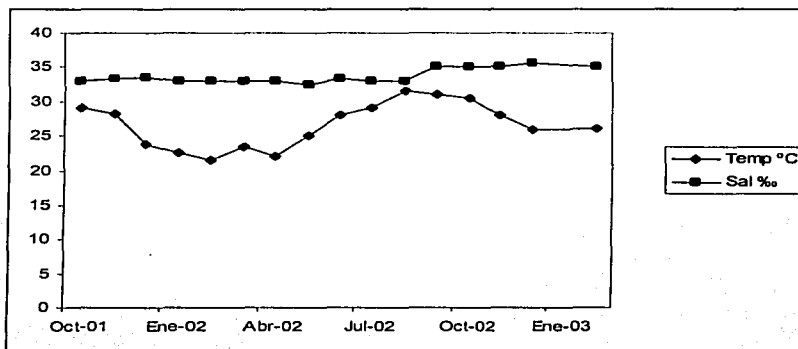
Anexo 4. Técnica utilizada para la determinación del número de oocitos por gónada.

Se midió el volumen total de huevos en una gónada. Para facilitar el conteo de oocitos se tomaron 20 submuestras diluidas en agua con volumen constante de oocitos y de agua. Por cada ml de agua se tomaron 0.5 ml de oocitos. El conteo se llevó a cabo en un hemocitómetro de volumen de 1.5 ml al microscopio estereoscópico. Se obtuvo el número total de oocitos por volumen utilizado y mediante una regla de tres simple se calculó el número total de huevos por gónada.

La estandarización de 20 submuestras se llevó a cabo contando los oocitos por 10 submuestras primero, después por 20 submuestras y por treinta submuestras, encontrándose que después de 20 submuestras el error permanece constante, por lo que 20 fue el número elegido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

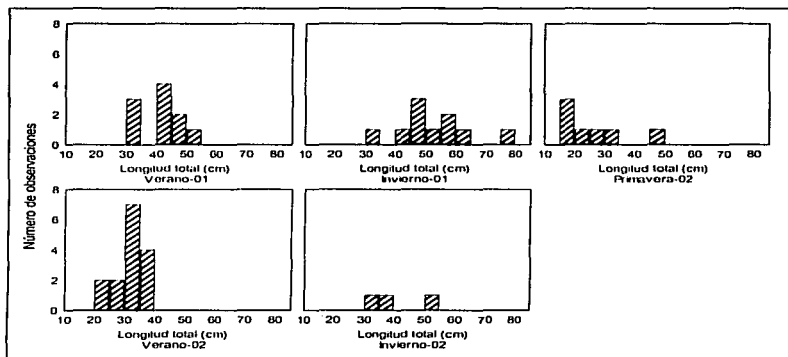
Anexo 5. Promedio de la temperatura mensual en la Bahía de Mazatlán desde el mes de Octubre del 2001 hasta el mes de Febrero del 2003.



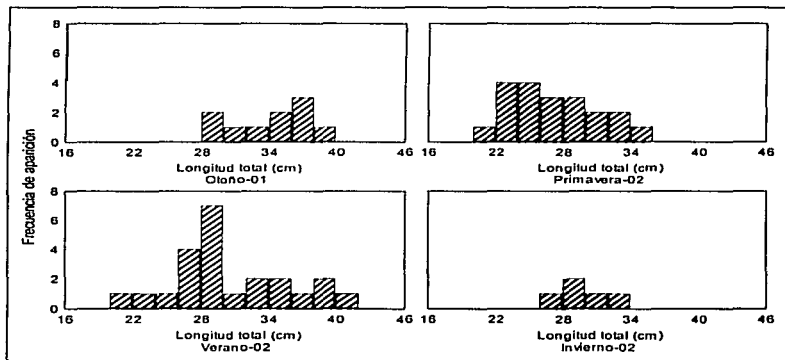
Anexo 6. Promedios mensuales de temperatura y salinidad en la Bahía de Mazatlán.

Fecha	Temp °C	Sal ‰
oct-01	29	33
nov-01	28.27	33.36
dic-01	23.86	33.5
ene-02	22.5	33
feb-02	21.5	33
mar-02	23.5	33
abr-02	22	33
may-02	25	32.5
jun-02	28	33.37
jul-02	29	33
ago-02	31.5	33
sep-02	31	35
oct-02	30.5	35
nov-02	28	35
dic-02	25.82	35.58
feb-03	26	35.08

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

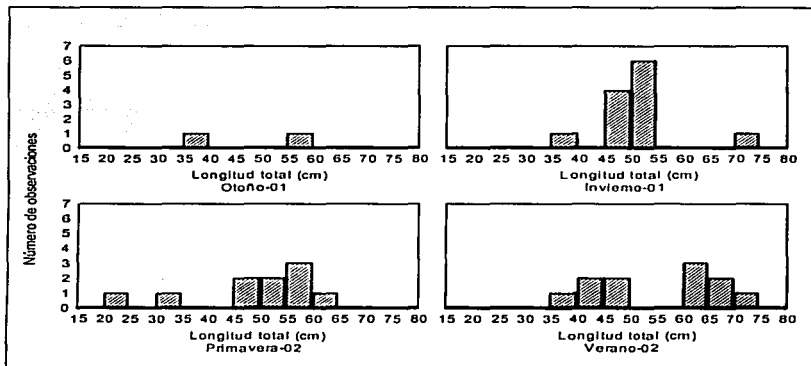


Anexo 7. Frecuencia de tallas encontradas de *H. guentherii* a lo largo de las estaciones del año.

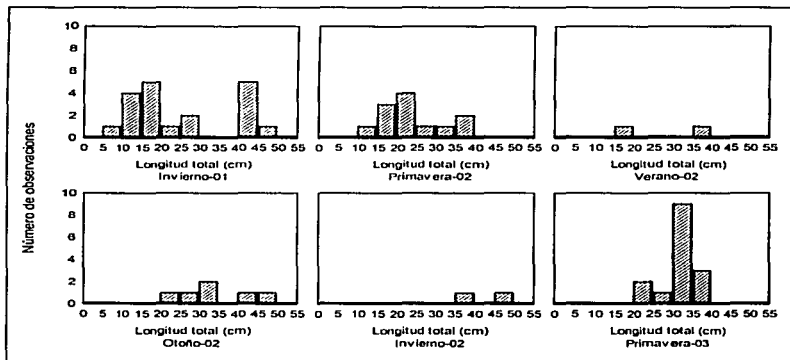


Anexo 8. Frecuencia de tallas observada de *L. argentiventris* a lo largo de las estaciones del año.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Anexo 9. Frecuencia de tallas encontradas de *L. colorado* a lo largo de las estaciones del año.



Anexo 10. Frecuencia de tallas observada de *L. guttatus* a lo largo de las estaciones del año.

GLOSARIO.

Oogénesis: la diferenciación del óvulo.

Oogonias: células cepa que pueden generar una nueva cohorte de oocitos cada año.

Oocitos primarios: son oogonias que entran en la profase de la primera división meiótica.

Atresia: durante el desarrollo del estadio 5 algunos oocitos parecen tener un falso comienzo y son reabsorbidos totalmente dejando solamente oocitos del estadio 4 en adelante.

Polisialoglicoproteinas: estos contenidos proteicos de los alveolos corticales se liberan en el espacio perivitelino. Estas glicoproteinas asociadas con enzimas tienen como función endurecer la envoltura vitelina y después de la ovulación y así evitar la polispermia.

psu: Unidades prácticas de salinidad por sus siglas en ingles sin siglas en español.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN