



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

---

**Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**

**Estimación de la Edad y modelación del crecimiento de *Lutjanus inermis* (Peters, 1869) por lectura de escamas, en Puerto Ángel, Oaxaca, México.**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**BIÓLOGO**

PRESENTA: EDUARDO PALMA BARRÓN



**Director: Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte**

Ciudad de México 04/2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

*“En el mundo traidor nada hay verdad ni mentira; todo es  
según el color del cristal con que se mira”*

Ramón de Campoamor.

## Dedicatorias

*A mis padres Yolanda y Martín por su constante apoyo a lo largo de la carrera y por ser un ejemplo de perseverancia; gracias por darme la oportunidad de tener una formación profesional.*

*A mi hermana Erika por su invariable cariño, apoyo y comprensión.*

*A mi mejor amiga y novia Dany, por ser fuente de mi inspiración, te amo.*

*A Mike, Ángel y Julio por ofrecerme su amistad y caminar conmigo a lo largo de la carrera.*

*A mis compañeros que no alcanzaría a nombrar uno por uno, pero que marcaron mi estadía en la universidad gracias por su cariño.*

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por ofrecerme la oportunidad de ser parte de ella.

Al Doctor Isaías H. Salgado Ugarte, director del presente trabajo al igual a la M en C Verónica Mitsui Saito Quezada, muchas gracias por su apoyo y asesorías, a lo largo de mi estadía en el laboratorio de biología y biometría pesquera.

A los sinodales M en C Gabriela Selene Ortiz Burgos, M en C Ernesto Mendoza Vallejo y Dr. Antonio Valencia Hernández por sus acertados apuntes y comentarios en la revisión de este trabajo.

A mis compañeros Ale, Iztzel, Chava, Julio y Fer por guiarme en las actividades del laboratorio.

A todos los Profesores que a lo largo de la carrera me instruyeron.

Este trabajo recibió apoyo de varios proyectos: PAPIME: 206213, PE207417; PAPIIT: IG201215.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	VII
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 DIAGNOSIS DE LA FAMILIA Y LA ESPECIE.....	2
3 JUSTIFICACION.....	4
4 ANTECEDENTES .....	4
5 OBJETIVOS .....	5
6 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
6.1 Zona de estudio.....	6
6.2 Actividades de campo .....	7
6.3 Actividades de laboratorio .....	8
6.4 Actividades de gabinete .....	11
7 RESULTADOS .....	15
7.1 Material de estudio .....	15
7.2 Proporción sexual.....	16
7.3 Distribución de tallas.....	17
7.4 EDKs por mes.....	19
7.5 Relación longitud- peso.....	23
7.6. Resumen de las fases de desarrollo gonádico por fechas de muestreo. ....	25
7.7. Descripción de la escama. ....	26
7.8 Relación longitud total-radio de la escama.....	27
7.9 Análisis de incremento marginal.....	29
7.10 Parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCvB) .....	32
7.11 Crecimiento en peso .....	39
7.12 $T^2$ de Hotelling.....	40
7.13 Composición de edades .....	41
8 DISCUSIÓN.....	42
8.1 Material estudio y EDKs .....	42
8.2 Proporción sexual.....	43
8.3 Relación longitud-peso.....	43
8.4 Fases de desarrollo gonádico .....	44
8.5 Determinación de la edad .....	44

8.6 Relación longitud total-radio de la escama.....	44
8.7 Análisis del incremento marginal.....	45
8.8 Parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy .....	46
8.9. $T^2$ de Hotelling.....	47
8.10 Distribución de edades.....	47
9 CONCLUSIONES .....	48
10 REFRENCIAS.....	49

## RESUMEN

Se llevaron a cabo colectas de agosto 2015 a junio de 2016 a partir de la captura comercial artesanal de *Lutjanus inermis* en Puerto Ángel, que pertenece al municipio de Pochutla en el estado de Oaxaca, México. Se consideraron 213 individuos, de los cuales 103 fueron hembras, 107 machos y 3 indeterminados, con longitud total de 18.4 a 34.4 para las hembras, machos de 18.3 a 34.3 cm y 15.4 a 34.4 para el total de especímenes. De manera general la proporción macho: hembra fue uno a uno. En la relación potencial longitud-peso se encontraron los siguientes valores para el exponente  $b$ : 2.57 para ambos sexos y 2.58 para el total de organismos lo cual indica un crecimiento hipoalométrico. Las escamas demostraron ser estructuras aptas para la estimación de la edad (89% fueron legibles). El análisis del incremento marginal indicó que la formación del anillo es anual, iniciando en el mes de septiembre. Las edades predominantes son los dos y tres años; sólo se presentaron tres organismos de edad cero que corresponden a los organismos indeterminados (juveniles con gónadas indiferenciadas). Las expresiones para la función de crecimiento de von Bertalanffy por regresión no lineal fueron:

Hembras:  $L_t = 25.20 * [1 - e^{(-.68*(t+1.43))}]$  machos:  $L_t = 22.07 * [1 - e^{(-1.03*(t+1.23))}]$   
y total de organismos:  $L_t = 22.81 * [1 - e^{(-1.04*(t+1.08))}]$

Las expresiones derivadas por métodos lineales tradicionales fueron:

Machos:  $L_t = 25.39 * [1 - e^{(-0.35*(t+4.15))}]$  y total de organismos  $L_t = 29.17 * [1 - e^{(-0.34*(t+2.76))}]$

El crecimiento en peso calculado por regresión no lineal:

Hembras  $P_t = 385.83 * (1 - e^{0.32*(t+0.44)})^{2.58}$  machos:  $P_t = 278.11 * (1 - e^{0.44*(t+0.71)})^{2.57}$  y total de especímenes:  $P_t = 461.19 * (1 - e^{0.21*(t+0.86)})^{2.57}$

Por métodos lineales tradicionales:

Hembras:  $P_t = 390.4 * (1 - e^{0.55*(t+0.29)})^{2.57}$  machos:  $P_t = 278.8 * (1 - e^{0.55*(t+0.66)})^{2.57}$  y total de organismos:  $P_t = 450.96 * (1 - e^{0.23*(t+1.08)})^{2.58}$

La prueba de  $T^2$  de Hotelling mostró una diferencia en los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy entre machos y hembras. El presente estudio muestra tener baja representación en edades mayores y menores, esto relacionado con la selectividad del arte de pesca.



# 1 INTRODUCCIÓN

El estado de Oaxaca cuenta con 598 km de litoral lo que representa el 5.15% del total nacional (SAGARPA, 2013). De manera general la pesca que se desarrolla en la entidad es la llamada pesca artesanal, la cual se lleva a cabo por medio de técnicas tradicionales con poco progreso tecnológico, es multiespecífica y presenta una delimitación y apropiación de espacios de pesca comúnmente manejados mediante arreglos comunitarios.

En producción pesquera esta entidad ocupa el número 15 a nivel nacional con 15,314 toneladas, entre las principales especies que se explotan están los pargos (Lutjanidae). Los pargos representan una parte importante de la pesca; para el año 2013 se pescaron 6,053 toneladas (SAGARPA, 2013). Dentro de las siete especies de pargos explotadas en el Pacífico se encuentra *Lutjanus inermis*.

El estudio de la dinámica de las poblaciones es fundamental para un manejo sustentable de esta especie y demás recursos pesqueros desde la perspectiva de las pesquerías. Dentro de estos estudios, la determinación de la edad de los peces es la base para hacer los cálculos que permiten conocer el crecimiento, mortalidad y otros parámetros fundamentales de una población (Everhart y Youngs, 1981).

Los métodos directos para conocer la edad de los peces están basados en las capas proteico-calcáreas depositadas en las estructuras esqueléticas. La edad de muchas especies se determina a partir de la observación de las discontinuidades que ocurren en estas estructuras, que pueden deberse a cambios fisiológicos o del ambiente en que vive el pez. Las estructuras más usadas para determinar la edad de los peces son las escamas y otolitos porque son fáciles de recolectar y reflejan los cambios en el crecimiento (Salgado-Ugarte, *et al.*, 2015).

Las escamas son estructuras óseas tegumentarias de origen dérmico donde la cara interna y externa están cubiertas de osteoblastos responsables de su crecimiento continuo; se forman a partir de un foco alrededor del cual se depositan capas concéntricas que forman estriaciones los *circuli*; estos están espaciados y delimitan a los anillos de crecimiento los *annuli* con los que se determina la edad de los organismos. Los tejidos que contribuyen a la formación de éstas son el óseo, la dentina y el esmalte (Lagler *et al.*, 1990).



En la mayoría de las escamas del tipo cicloideo y ctenoideo se reconoce una zona central el foco; ésta es la primera zona en desarrollarse dentro de la dermis. Una vez formado el foco los anillos se van depositando uno a uno sobre la superficie de la escama en relación con el crecimiento.

Para verificar que la escama es una estructura útil para describir el crecimiento debe de existir una correlación entre las dimensiones del pez y la escama. Posteriormente debe validarse la periodicidad de formación de estas marcas. Las pruebas para validación más adecuadas son las que se obtienen del examen de las estructuras de peces de edad conocida, si esto no es posible se pueden usar métodos indirectos como es medir el incremento marginal de la estructura calcificada; si el incremento es pequeño esto indica que el anillo acaba de formarse (Salgado- Ugarte *et al.*, 2005 y Beltrán – Álvarez *et al.*, 2009). En sitios con clima templado y estacionalidad marcada, estas marcas se forman una vez al año y se manifiestan durante periodos alternados de rápido y lento crecimiento.

## **2 DIAGNOSIS DE LA FAMILIA Y LA ESPECIE**

Los miembros de la Familia Lutjanidae se encuentran distribuidos en aguas tropicales y subtropicales; se les localiza desde las aguas someras hasta profundidades de 640 m; la mayoría viven asociadas al fondo y se encuentran confinadas a la plataforma y al talud continental. Las fases larvarias tempranas son todavía desconocidas (Druzhinin, 1970). Después de la diferenciación sexual, el sexo permanece constante. Son depredadores activos, alimentándose principalmente durante la noche de una gran variedad de organismos, pero fundamentalmente de peces pequeños (Gutiérrez-Vargas, 1990).

Lutjanidae. Se reconocen cuatro subfamilias: Caesioninae, Etelinae, Paradichthyinae y Lutjaninae. La subfamilia Lutjaninae engloba seis géneros *Hoplopagrus*, *Macolor*, *Ocyurus*, *Pinjalo*, *Rhomboplites* y por ultimo *Lutjanus* con 70 especies (Nelson, 2016).

Cuerpo alargado levemente comprimido, cabeza grande, triangular; hocico puntiagudo; boca terminal, ligeramente protrácti, la mayoría con alargamiento de los caninos; mentón sin poros; dos orificios nasales; preopérculo aserrado, con siete radios branquiostegos. Aleta dorsal con 9-12 espinas y de 9-18 radios, anal con tres a siete espinas y siete a once radios; aletas pélvicas insertadas justo detrás de la base pectoral con una espina y cinco radios, aleta caudal truncada



profundamente bifurcada; Escamas ctenoides de tamaño mediano, ausentes en el hocico, preorbital y mandíbula inferior (Fischer *et al.*, 1995; Amezcua, 2008; Nelson, 2016).

Phyllum Chordata

Subphyllum Vertebrata

Clase Actinopterygii

Orden Perciforme

Familia Lutjanidae

Subfamilia: Lutjaninae

*Lutjanus inermis* (Figura 1).

*Lutjanus inermis*: Cuerpo alargado, perfil dorsal curvo, casi recto; aleta dorsal con diez espinas y trece radios; hocico puntiagudo; boca pequeña, maxilar amplio que alcanza la parte anterior del ojo; ojos grandes; dientes mandibulares pequeños, cónicos, dos superiores y tres caninos débiles a cada lado inferior; de catorce a quince branquiespinas en la rama inferior del primer arco. Bandas café angostas en el costado, las de arriba de la línea lateral con dirección oblicua; mancha blanca a amarilla debajo de la base de los últimos radios dorsales (Fischer *et al.*, 1995; ARAP, 2011). Esta especie es endémica del Pacífico Oriental, y se encuentra desde la boca del Golfo de California a Ecuador (Figura 2).



Figura 1. Imagen de *Lutjanus inermis* (Peters 1869).





Figura 2. Distribución de *Lutjanus inermis*. Tomado de <http://www.iucnredlist.org/details183282/0>

### 3 JUSTIFICACION

La familia Lutjanidae es un componente importante tanto a nivel ecológico como económico. En México se pescan 13 especies de las cuales 7 están en el Pacífico (SAGARPA, 2013), entre ellas esta *Lutjanus inermis*. El conocimiento de esta especie es escaso si se compara con otros miembros de la familia Lutjanidae; por lo que resulta importante y urgente realizar trabajos de determinación de la edad y el crecimiento; ya que estos son fundamentales para la posterior elaboración de modelos que nos permitan explicar y entender la dinámica de su población (Cruz-Vázquez *et al*, 2012). En 2010 *Lutjanus inermis* apareció en la lista roja de especies sobreexplotadas (GREENPEACE México, 2010).

### 4 ANTECEDENTES

Existen numerosas investigaciones acerca de la familia Lutjanidae las cuales se pueden dividir en: taxonómicas y las que buscan los parámetros biológicos-pesqueros.



En las taxonómicas para *Lutjanus inermis* encontramos a Allen (1995) Guía FAO para la identificación de especies de peces donde proporciona claves taxonómicas para la familia.

Amezcuca (2008) en “Peces Demersales del Pacífico Mexicano”, presenta la descripción de la familia Lutjanidae y de *Lutjanus inermis*.

En las investigaciones biológicas-pesqueras para *Lutjanus inermis* se cuentan sólo con dos: i) Lucano-Ramírez *et al.* (2011), abordan su biología reproductiva en las costas de Jalisco. Estos autores contribuyen con los primeros reportes referentes al desarrollo gonádico; encontraron que la talla de la primera madurez ( $L_{50\%}$ ) es de 23.9 cm de longitud total ( $LT$ ) para hembras y 23.6 cm  $LT$  para machos y hallaron dos periodos reproductivos, de febrero-abril y septiembre-noviembre. ii) Salgado-Cruz (2015) aborda la determinación de la edad, el crecimiento individual, y la talla de primera madurez poblacional ( $L_{50\%}$ ) del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y la rabirrubia *Lutjanus inermis* en la costa de Oaxaca. Donde reporta para la población de *Lutjanus inermis* que presentó un crecimiento isométrico  $P=0.015*LT^{2.94}$  y una estructura de edad conformada por organismos de 1 a 7 años; los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy:  $L_{\infty}=39.14$  cm;  $k=0.26$  años<sup>-1</sup> y  $t_0= -1.51$  años y  $P_{\infty}= 696$  g. La longevidad estimada fue de hasta 10 años. Este autor observó actividad reproductiva a lo largo de todo el año con máximos en otoño-invierno y una  $L_{50\%}=20.5$  cm  $LT$  que en promedio se alcanza a los 1.5 años de edad.

## 5 OBJETIVOS

Objetivo general.

Estimar la edad y modelar el crecimiento de *Lutjanus inermis* mediante la lectura de anillos de escamas.

Objetivos particulares:

- Determinar estructura por tallas y por sexos.
- Establecer la relación longitud-peso.
- Determinar la relación longitud de la escama - longitud del organismo.
- Validar la periodicidad de formación de marcas de crecimiento (análisis de incremento marginal).
- Ajustar el modelo matemático de von Bertalanffy para expresar el crecimiento de *Lutjanus inermis* por medio de regresión no lineal y los métodos tradicionales.



## 6 MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Zona de estudio

Puerto Ángel pertenece al municipio de Pochutla en el estado de Oaxaca con las coordenadas 96° 29 ' 27.1" oeste 15° 29 ' 56.1" norte (Figura 3). Puerto Ángel y sus zonas aledañas forman parte de la región prioritaria de biodiversidad costera # 35, perteneciente a la provincia Panámica, cuyo fondo marino posee cañones submarinos y una plataforma continental muy angosta (Arriaga- Cabrera *et al*, 1998). Posee un clima tipo  $A_{wo}(w)igw$  que corresponde a un clima cálido, el más seco de los subhúmedos, con un régimen de lluvias en verano, presencia de canícula y una marcha de temperatura tipo Ganges (temperatura media mensual más alta antes del solsticio de verano). La temperatura promedio es de 28 °C; la mayor parte de los cambios de temperatura en la zona se dan de manera anual, debido a que sólo hay dos épocas climáticas: estiaje que va de noviembre-abril y lluvias de mayo-octubre (García, 2004).

Durante los meses de octubre a marzo se presentan intensos vientos del Norte, llamados "Tehuano", que propician una mezcla de la capa oceánica superior, alterando las temperaturas superficiales y la circulación oceanográfica local (Trasviña y Barton, 1997). Estos vientos se producen cuando existe una diferencia de presión atmosférica entre el golfo de México y el Pacífico tropical, lo que origina un flujo de viento a través del istmo de Tehuantepec que sale en forma de abanico sobre las aguas del Golfo de Tehuantepec (Steenburgh *et al.*, 1998, Romero–Centeno *et al.*, 2003). Los tehuano son de tal intensidad que generan remolinos y enfriamiento en el océano cerca de la costa (Barton *et al.*, 1993).





Figura 3. Puerto Ángel Oaxaca, México.

## 6.2 Actividades de campo

La colecta de los organismos se realizó de agosto 2015 a agosto de 2016 a partir de la captura comercial artesanal de la zona.

De manera general la pesca de varias especies de pargos se realiza por medio de línea de mano, palangre y redes agalleras, que son redes sujetas a flotadores o ancladas en las zonas de paso de las especies de interés; deben su nombre a que los peces quedan capturados por su zona opercular figura 4 (Bjordal, 1996).



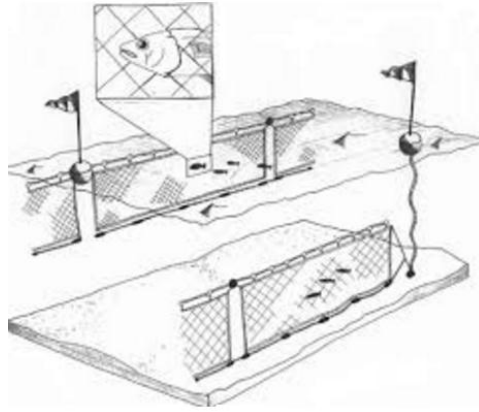


Figura 4. Ejemplo de una red agallera según Bjordal.

### 6.3 Actividades de laboratorio

Los ejemplares obtenidos se guardaron en una hielera con una mezcla frigorífica de hielo con sal para conservarlos durante su transporte al laboratorio.

Una vez en el laboratorio los organismos fueron colocados en un congelador y 24 horas antes de ser procesados fueron cambiados a un refrigerador con el fin de que se descongelaran.

A los organismos se les tomaron los siguientes datos biométricos y morfométricos: longitud (total, patrón y furcal) con una cinta métrica (Figura 5); peso (total, del hígado, de las gónadas y eviscerado) con una balanza digital marca Acculab (modelo vic-303 con una precisión de 0.01); adicionalmente se determinó el sexo de los individuos y se registró el estado de desarrollo gonádico usando la tabla de Holden y Raitt para reproductores parciales (Tabla 1) al no contar con una escala para *L. inermis*.

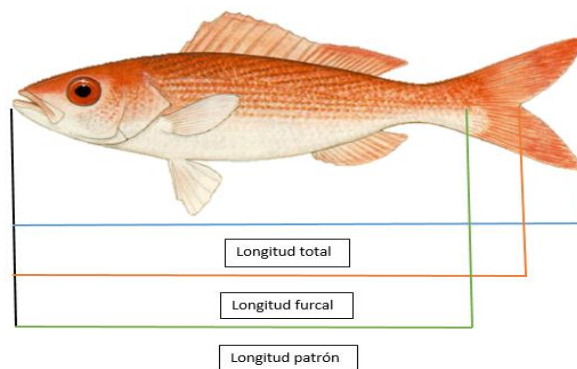


Figura 5. Mediciones tomadas en *Lutjanus inermis* modificado de Fischer 1995.





Tabla 1. Estados de desarrollo gonádico (Holden y Raitt, 1975).	
Estado.	Descripción.
Inmaduro (I).	Ovarios y testículos cerca de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos translucidos. Testículos blancuzcos. Huevos invisibles a simple vista.
Virgen madurando y recuperando (II).	Ovarios y testículos cerca de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos translucidos. Testículos, más o menos simétricos. Huevos invisibles a simple vista.
Madurando (III).	Ovarios y testículos cerca de $\frac{2}{3}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceo amarillo con aspecto granular; testículos blancuzcos a crema. No hay huevos transparentes o translúcidos visibles.
Maduro (IV).	Ovarios y testículos ocupan de $\frac{3}{4}$ a toda la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color naranja rosáceo con vasos sanguíneos superficiales visibles. Grandes huevos maduros, transparentes. Testículos blancuzcos crema, blandos.
Después de la puesta (V).	Ovarios y testículos contraídos a cerca de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Paredes flojas. Los ovarios pueden contener restos de huevos opacos, maduros, en desintegración, oscurecidos o translúcidos. Testículos sanguinolentos y flácidos.

Al tratarse de peces con espinas y radios (Perciformes) se extrajeron las escamas de los organismos por debajo de la línea lateral y por la parte posterior de la aleta pectoral de acuerdo a lo recomendado por Gómez-Márquez, 1994; usando una goma de borrar para evitar daños en la escama. Las escamas se guardaron en botes de plástico con agua y una etiqueta que contenía el número de registro del organismo junto con su fecha de muestreo (Figura 6).

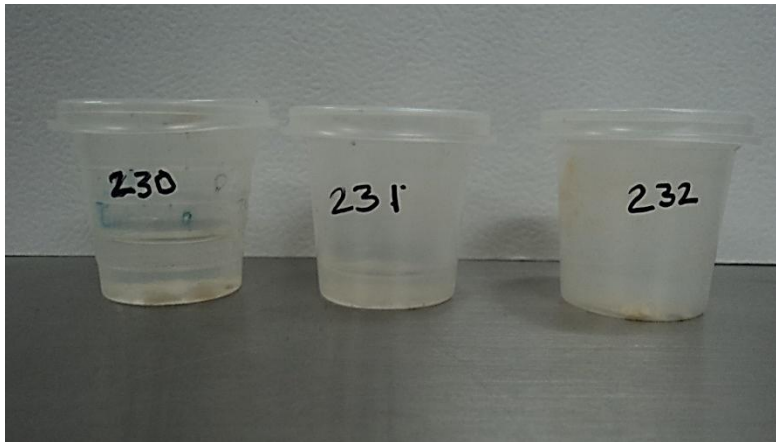


Figura 6. Botes de plástico que contienen escamas de *L. inermis* con su correspondiente rotulado.



Las escamas se lavaron con agua, hipoclorito de sodio y jabón, durante un periodo de cinco a diez minutos dependiendo de la suciedad presente en la escama; con ayuda de un cepillo de cerdas suaves se removi6 tejido y materia orgánica adheridos a la escama.

Por último las que presentaron el foco bien marcado se eligieron para ser montadas entre dos portaobjetos de vidrio uniéndolos con cinta adhesiva. Sobre la cinta se anotaron el número de registro del ejemplar correspondiente (Figura 7).



Figura 7. Escamas montadas en medio de dos portaobjetos.

El conteo de los anillos fue hecho por dos personas independientemente, las lecturas que no coincidieron se descartaron. De manera convencional las escamas son examinadas a través de un microproyector o de un proyector de transparencias (Granado, 2002). Cailliet y colaboradores 1986 recomiendan la digitalización de las escamas para facilitar el manejo y estudio de las estructuras.

Con una cámara de video análoga (JVC modelo TK-C1380U) adaptada a un estereoscopio (Nikon) y conectada con una interfase a una computadora personal se obtuvieron imágenes para su posterior procesamiento; teniendo cuidado de manejar el mismo aumento en el estereoscopio. La medición y procesamiento de imágenes se llevaron a cabo en ImageJ versión 1.50i considerándose las distancias del foco a cada marca de crecimiento y el radio total de la escama (figura 8).



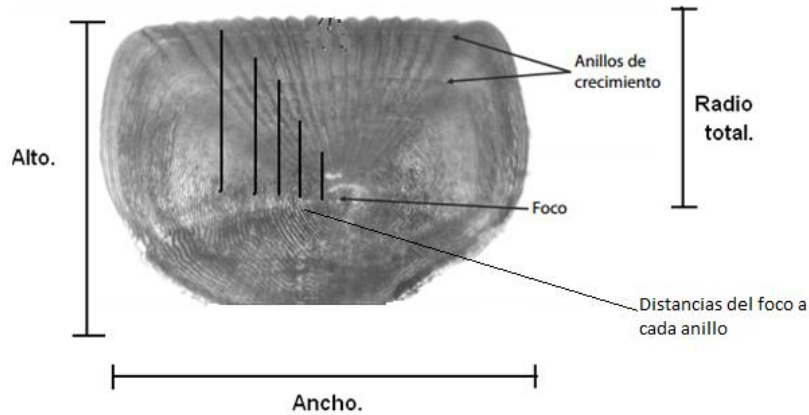


Figura 8. Medidas tomadas en las escamas.

## 6.4 Actividades de gabinete

Proporción de sexos.

El número de machos y hembras se consideró para calcular la proporción sexual, por mes y total, se usó una prueba de ajuste chi-cuadrada con corrección de Yates (Marques, 2004) para saber si provienen de una distribución uniforme (1:1).

$$\chi^2 = \sum \frac{[(O - E) - 0,5]^2}{E}$$

$\chi^2$ = Chi cuadrada

O= observados

E= esperados

Composición de tallas.

Se usaron histogramas suavizados o estimadores de densidad por Kernel (EDKs), que son estimadores no paramétricos de la frecuencia que resuelven los problemas de punto de origen y discontinuidad además de proporcionar indicaciones adecuadas para elegir la amplitud y número de intervalos (bandas) presentados por los histogramas tradicionales (Salgado-Ugarte, 1993).

Se calculan de la siguiente manera:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K \left( \frac{x - X_i}{h} \right)$$



Donde  $f(x)$  es la estimación de la densidad,  $n$  es número de datos,  $h$  es la amplitud de la banda, y  $K$  es el Kernel la función que define el peso de cada dato en la estimación de la frecuencia (Rosenblath, 1956; Silverman, 1986; Salgado-Ugarte, 2003).

La elección de la amplitud de ventana en las estimaciones por Kernel es equivalente a la selección de la amplitud del intervalo en histogramas ya que determina las características cualitativas de la densidad (Salgado-Ugarte, 2002). Un enfoque sugerido por Tarter y Kronmal (1976) es variar  $h$  hasta que resulte una figura satisfactoria. Esto es un procedimiento subjetivo, pero adecuado para propósitos exploratorios (Silverman, 1986).

Siguiendo la guía de Tukey (1977), Scott (1979) y Silverman (1986), puede emplearse a la distribución gaussiana como un estándar de referencia. Donde  $h$  puede escogerse como:

$$h=0.9An^{1/5}$$

Donde

$$A = \min \left[ \left( \frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1} \right)^{1/2}, \left( \frac{Hdispersión}{1.349} \right) \right]$$

*Hdispersión*: Dispersión de los cuartos *sensu* (Tukey, 1977; Salgado-Ugarte, 2002), aproximadamente igual al recorrido intercuartílico.

Relación longitud- peso.

Se usa para modelar las tendencias de la biomasa usando la talla, con el fin de conocer qué tipo de crecimiento (alométrico o isométrico) presentan los organismos. Para esto, se realizaron regresiones lineales (transformación logarítmica de los datos) y regresión no lineal (función potencial).

Regresión potencial (Ricker, 1975):

$$P=aL^b$$

Donde.

$P$ =peso total en gramos.

$a$  y  $b$ = constantes.

$L$ =longitud en cm.

Para analizar esta relación se aplica logaritmos y la ecuación se transforma en:



$$\text{Log } P = \log a + b \log L$$

Esta expresión lineal puede someterse a un análisis de regresión lineal simple por el método de mínimos cuadrados para obtener los valores de las constantes  $a$  y  $b$ . Cuando  $b = 3$  se tiene un crecimiento isométrico, mientras que si es diferente de 3 el crecimiento es alométrico, negativo si  $b < 3$ , positivo si  $b > 3$ . (Ricker, 1975). Para probar estadísticamente la igualdad de las pendientes estimadas con el valor de tres se consideró las pruebas correspondientes de la regresión con el estadígrafo  $t$  de Student ( $p=0.05$ ).

Relación longitud organismo-escama.

Se realizó una correlación para determinar el grado de relación de ambas variables. La correlación es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias ( $x$ ,  $y$ ). La manera más sencilla de saber si dos variables están correlacionadas es determinar si co-varían (varían conjuntamente) (Devore, 2004).

Esta medida o índice de correlación  $r$  puede variar entre  $-1$  y  $+1$ , ambos extremos indicando correlaciones negativas y positivas respectivamente. Un valor de  $r = 0$  indica que no existe relación lineal entre las dos variables, mientras que uno entre  $0.4-0.6$  se considera bajo, moderado entre  $0.6-0.8$  y alto si es mayor de  $0.8$ . Una correlación positiva indica que ambas variables varían en el mismo sentido. Una correlación negativa significa que ambas variables varían en sentidos opuestos (Marques dos Santos, 2004).

Validación de los anillos de crecimiento.

Para determinar el periodo y la frecuencia de formación de los anillos en las escamas se analizó la razón del incremento marginal, que básicamente es la distancia existente entre el último anillo formado y el margen de la escama. Usando la relación propuesta por Lai y Liu (1979). La ecuación es:

$$IM = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$$

$R$  = radio de la escama.

$r_n$  = distancia del foco al borde inferior del último anillo.

$r_{n-1}$  = distancia del foco al penúltimo anillo.

Índice gonadosomático.

$$IGS = Pg / Pe * 100$$

$Pg$  = peso de la gónada

$Pe$  = peso eviscerado



Factor de condición.

$$Kr = Pe / (aLt^b)$$

$Pe$  = peso eviscerado

$Lt$  = longitud total

$b$  = constante

Modelo de von Bertalanffy

Se aplica para el crecimiento individual de los organismos y se ha demostrado es ajustable al crecimiento observado en la mayoría de los peces. Este modelo considera que la talla del cuerpo es una función de la edad y que los factores ambientales son constantes. La curva del modelo representa una forma exponencial inversa. Puede incorporarse fácilmente a modelos de evaluación poblacional más complejos (Sparre y Venema, 1997).

La expresión de este modelo es (Ricker, 1975):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$L_t$  = longitud del pez a la edad  $t$

$L_{\infty}$  = longitud asintótica o longitud máxima que el pez puede alcanzar.

$K$  = coeficiente de crecimiento.

$t$  = edad.

$t_0$  = representa la edad que supuestamente tiene el pez para que su longitud sea igual a cero.

La ecuación ponderal:

$$P_t = P_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

Dónde:

$P_t$  = peso a la edad (peso promedio para la especie a la edad  $t$ ).

$P_{\infty}$  = peso máximo teórico.

$b$  = constante obtenida de la relación longitud-peso.

$L_{\infty}$ ,  $P_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$  se calcularon por los métodos tradicionales linealizados, Ford (1933), Walford (1946), Gulland (1969) y Beverton y Holt (1957) de acuerdo a lo indicado por distintos autores (Gómez-Márquez, 1994; Salgado-Ugarte, 1985;



King, 1995; Salgado-Ugarte, *et al.*, 2000); así como por regresión no lineal ponderada (Sparre y Venema, 1997; Salgado-Ugarte, *et al.*, 2005).

Comparación de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy.

Cuando se comparan dos grupos de peces se puede utilizar la  $T^2$  de Hotelling para determinar si existen diferencias entre machos y hembras; los parámetros  $L_\infty$ ,  $K$  y  $t_0$  están correlacionados y no deben estimarse independientemente (Bernard, 1981; Salgado-Ugarte *et al.* 2015). El método de  $T^2$  se basa en los valores de los vectores paramétricos y sus matrices de covarianza suponiendo una distribución multivariada conjunta. No son necesarias tablas de  $T^2$  ya que sus valores se relacionan con la distribución  $F$  de Fisher. El estadígrafo  $T^2$  es:

$$T^2 = \frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2} [\vec{P}_1 - \vec{P}_2]' S^{-1} [\vec{P}_1 - \vec{P}_2]$$

Donde  $N_1$  y  $N_2$  son el número de peces en cada grupo,  $[\vec{P}_1 - \vec{P}_2]'$  es la traspuesta de  $[\vec{P}_1 - \vec{P}_2]$  y  $S^{-1}$  es la inversa de la matriz conjunta de varianza covarianza.

$$S = \frac{(N_1 - 1) S_1 + (N_2 - 1) S_2}{N_1 + N_2 - 2}$$

Donde  $S_1$  y  $S_2$  son las matrices de varianza- covarianza estimada de  $L_\infty$ ,  $K$  y  $t_0$  de cada uno de los grupos de peces.

Todas las pruebas se realizaron con el uso de las rutinas para Stata presentadas por Salgado-Ugarte, *et al.*, (2005) que corrigen a las expresiones incorrectamente escritas en el artículo de Bernard (1981).

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Material de estudio

En el cuadro 1 se muestra un resumen de los organismos por fecha de muestreo y por sexo. Se obtuvo un total de 213 individuos, de los cuales 103 fueron hembras, 107 machos y 3 indeterminados. El intervalo de talla para hembras fue de 18.4 a 34.4; para machos de 18.3 a 34.3 cm y de 15.4 a 34.4 para el total de organismos en longitud total  $LT$ .



Sexo.	No. de individuos.	Media.	Desviación estándar.	Máximo.	Mínimo.
Hembras.	103	25.7	2.89	18.4	34.4
Machos.	107	25	2.84	18.3	34.3
Indeterminados.	3	16.9	1.5	15.4	18.5
Total.	213	25.33	2.9	15.4	34.4

## 7.2 Proporción sexual

El cuadro 2 resume el número de organismos y sus proporciones entre sexo, en la figura 9 se aprecia de manera más clara las proporciones encontradas por mes a lo largo del estudio.

Fecha.	Indiferenciados.	Hembras.	Machos.	Proporción.	$\chi^2$	<i>P</i>
22/08/2015	0	5	8	1:1.6	0.69	0.405
26/09/2015	3	24	14	1:1.71	2.63	0.104
17/10/2015	0	11	10	1:1.1	0.04	0.827
04/12/2015	0	14	24	1:1.71	2.63	0.104
12/02/2016	0	17	18	1:1.05	0.02	0.865
01/04/2016	0	2	2	1:1	0	1
01/05/2016	0	8	19	2.37:1	4.48	0.034
01/06/2016	0	15	8	1:1.87	2.13	0.144
27/08/2016	0	7	4	1:1.75	0.81	0.365
Total.	3	103	107	1:1.03	0.07	0.782





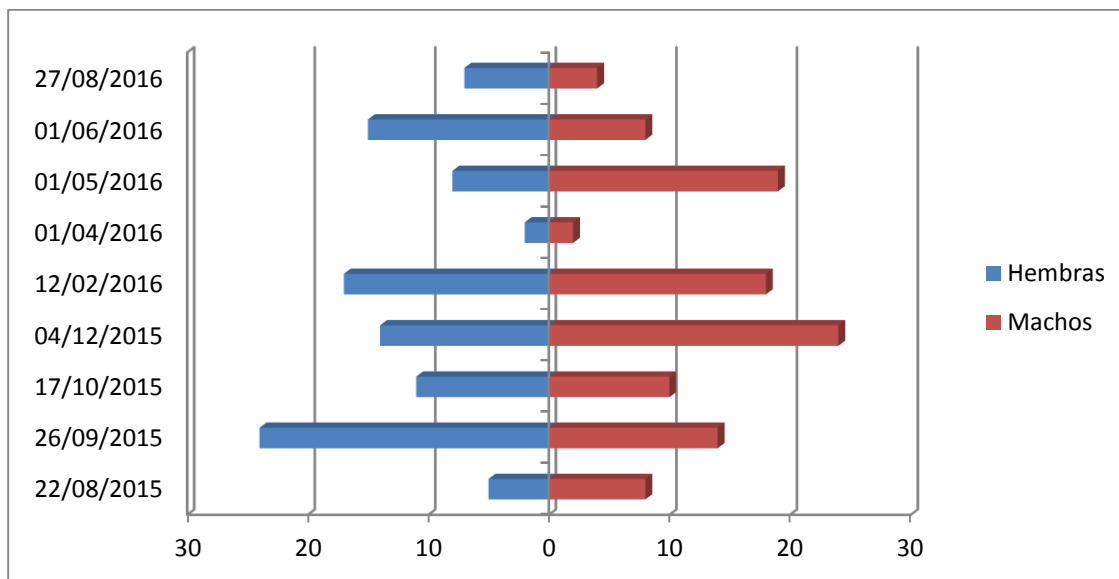


Figura 9. Relación entre los sexos por fecha de muestreo.

### 7.3 Distribución de tallas

En la distribución de tallas (EDKs) para el total de la muestra se distinguen cuatro modas a los 18, 23 y 33.95 cm y la principal a los 25.8 cm. de longitud total (Figura 12). Al separar por sexos se observa para las hembras que la moda principal se ubica en 25.44 cm y en los machos una en 21 y la principal 25.7cm; ambas muestran una moda pequeña ubicada en 33 cm (Figura 10 y 11).



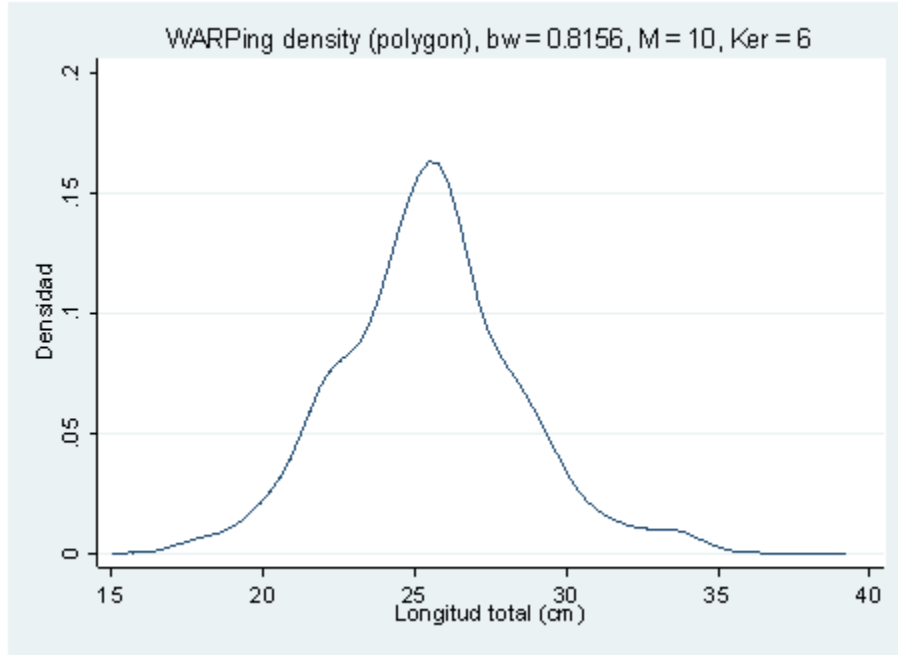


Figura 10. EDK para las hembras de *Lutjanus inermis*.

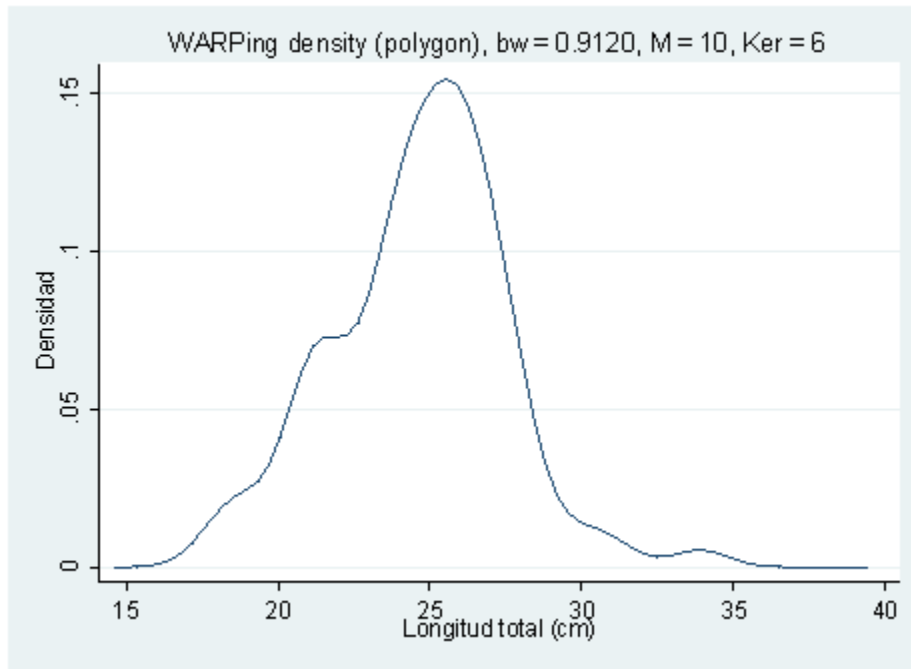


Figura 11. EDK para los machos *Lutjanus inermis*.



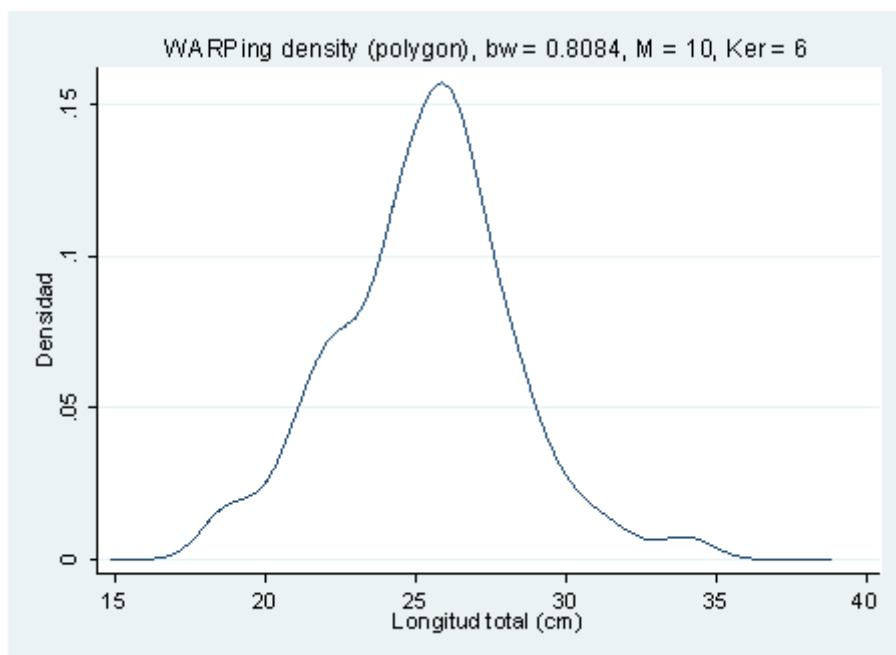


Figura 12. EDK para total de la muestra de *Lutjanus inermis*.

#### 7.4 EDKs por mes

Para las hembras se observa que la mayor densidad (frecuencia) a lo largo del estudio se presenta entre los 25 y 27 cm de longitud total (*LT*); en octubre y agosto se registraron las modas principales con la *LT* mayor, mientras que los meses de septiembre, febrero y junio las modas que representaron las *LT* más bajas (Figura 13).

En el caso de los machos se puede observar que la mayor densidad a lo largo del periodo de muestreo está ubicada a los 21 y 32 cm *LT* (Figura 14). Para el total de la muestra las modas se concentran 21 y 28 cm *LT* (Figura 15).



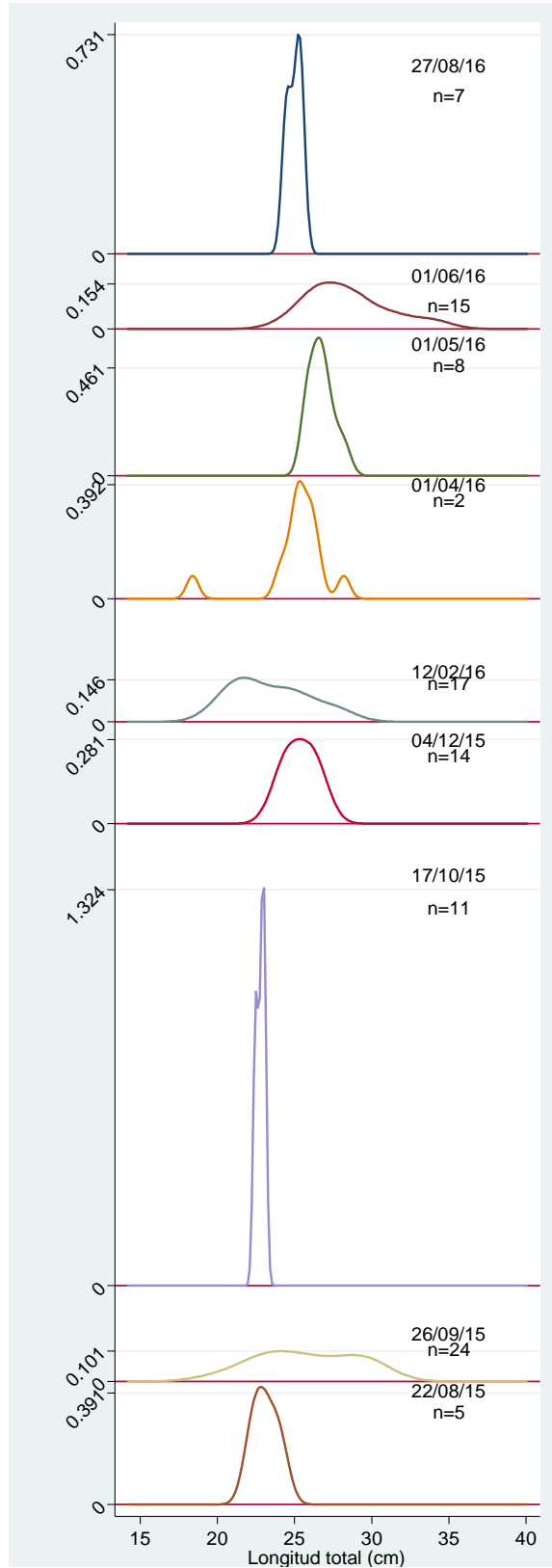


Figura 13. EDKs mensuales hembras de *L. inermis*.



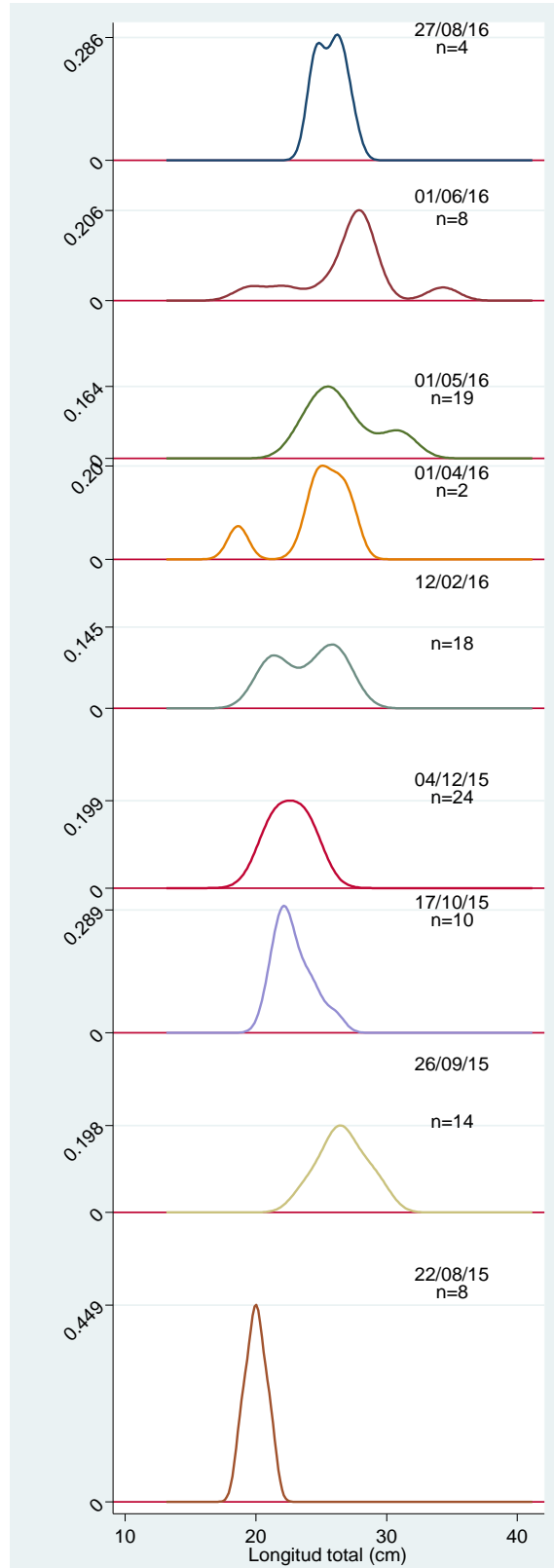


Figura 14. EDKs mensuales para los machos de *L. inermis*.



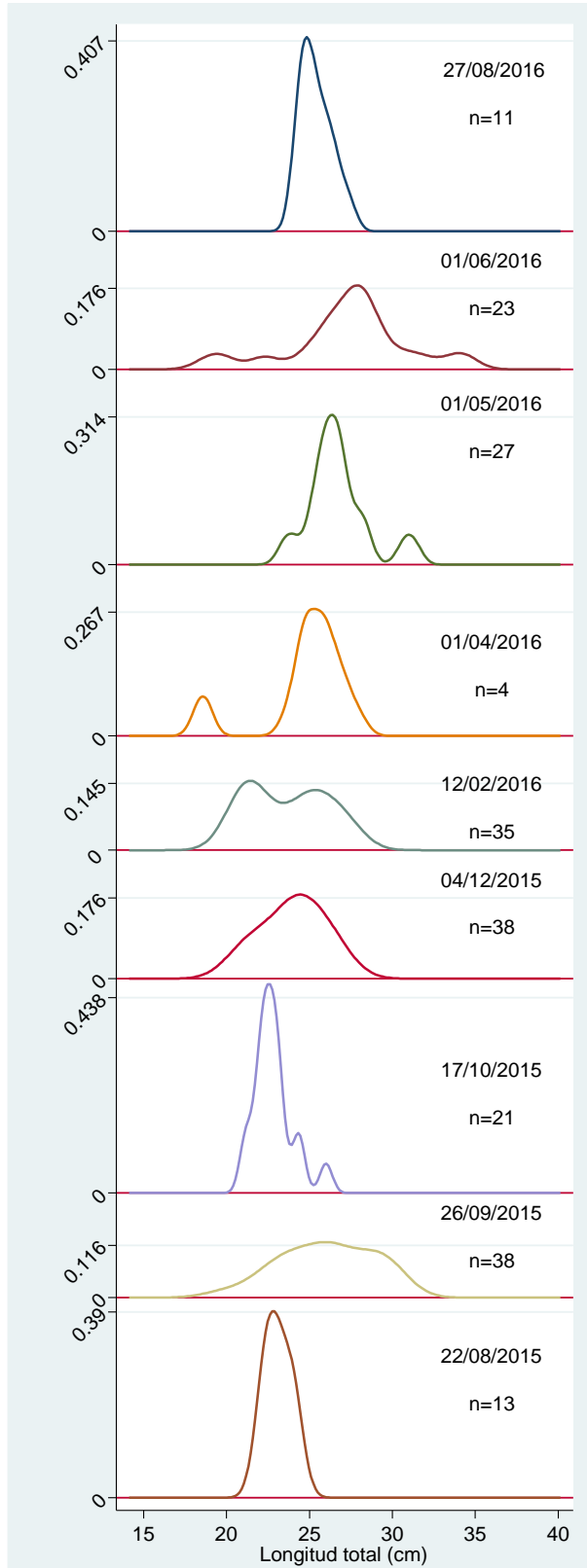


Figura 15. EDKs mensuales del total de la muestra.



## 7.5 Relación longitud- peso

Para establecer la relación longitud-peso se usó la longitud total y el peso total. En el cuadro 3 se presentan los valores obtenidos de las regresiones de los logaritmos naturales.

Cuadro 3. Parámetros de las regresiones para logaritmo natural de longitud total – peso total y regresión no lineal por sexo y sus valores estadísticos (valores ajustados de R <sup>2</sup> )						
Hembras.						
n=103 r <sup>2</sup> =0.91	Coeficiente	Error estándar	Valor de <i>t</i>	Prob. >   <i>t</i>	Intervalo de confianza del 95 %	
b	2.57115	.0781463	32.90	0.000	2.41611	2.72619
a	-2.67957	.239094	-11.21	0.000	-3.153925	-2.205214
Machos.						
n=107 r <sup>2</sup> =0.91	Coeficiente	Error estándar	Valor de <i>t</i>	Prob. >   <i>t</i>	Intervalo de confianza del 95 %	
b	2.576527	.0769783	33.47	0.000	2.423841	2.729213
a	-2.67205	.2333822	-11.45	0.000	-3.134963	-3.390007
Total de organismos						
n=213 r <sup>2</sup> =0.91	Coeficiente	Error estándar	Valor de <i>t</i>	Prob. >   <i>t</i>	Intervalo de confianza del 95 %	
b	2.58657	.0543031	47.63	0.000	2.479518	2.693622
a	-2.715683	.1652018	-16.44	0.000	-3.041358	-2.390007

El valor de  $r^2$  en todas las regresiones es de 0.91 %, los valores de  $b$  para ambos sexos fueron de 2.57 (Figura 16 y17) y para todos los organismos de 2.58 (Figura 18) Al realizar la prueba de  $t$  se confirma que el valor de  $b$  es diferente de 3 (cuadro 3).



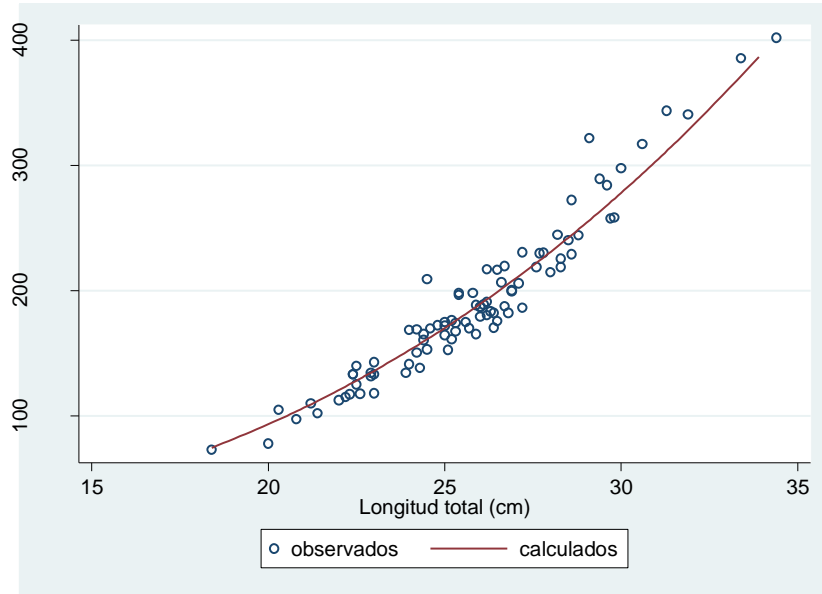


Figura 16. Relación peso total- longitud patrón para las hembras de *Lutjanus inermis*.

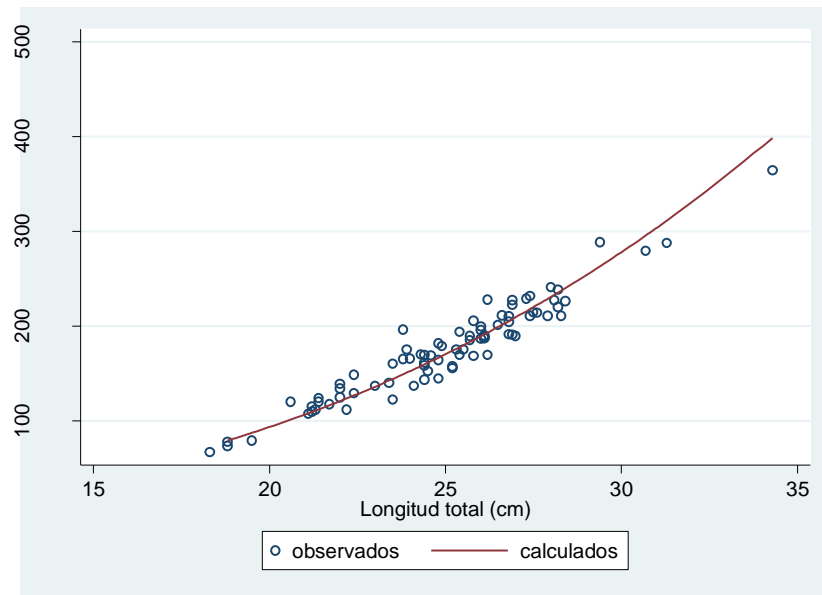


Figura 17. Relación peso total-longitud patrón para los machos de *Lutjanus inermis*.





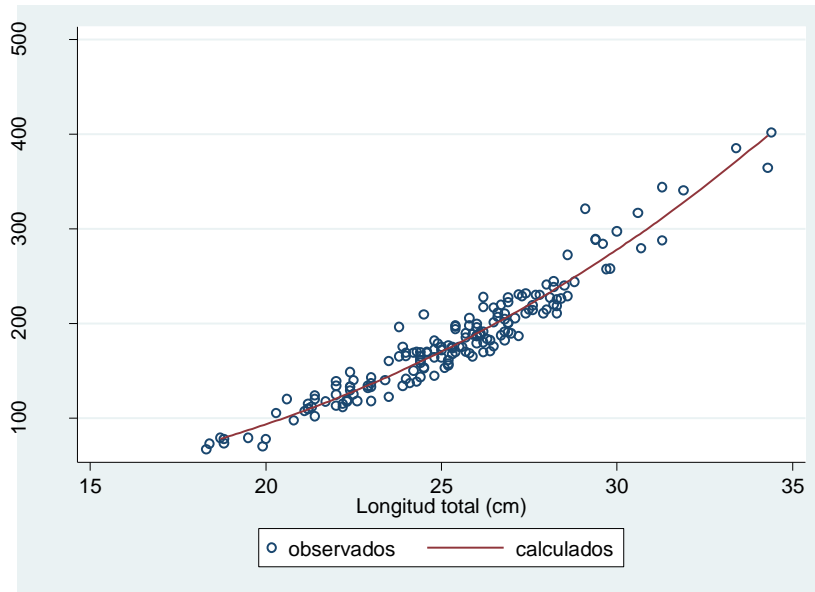


Figura 18. Relación peso total- longitud patrón para el total de la muestra de *L. inermis*.

## 7.6. Resumen de las fases de desarrollo gonádico por fechas de muestreo.

Las fases de desarrollo gonádico se resumen en el cuadro 4; la figura 19 ofrece una vista con mayor claridad del número de organismos por fase y su fecha de muestreo.

Cuadro 4. Fases de desarrollo gonádico de <i>L. inermis</i> .									
2015					2016				
fases	22/08	26/09	17/10	04/12	12/02	01/04	01/05	01/06	27/08
I	0	1	0	1	0	0	0	0	0
II	0	2	3	6	0	0	0	3	0
III	5	8	11	19	12	2	11	10	5
IV	0	13	5	9	16	2	12	2	1
V	7	14	2	3	6	0	3	7	5



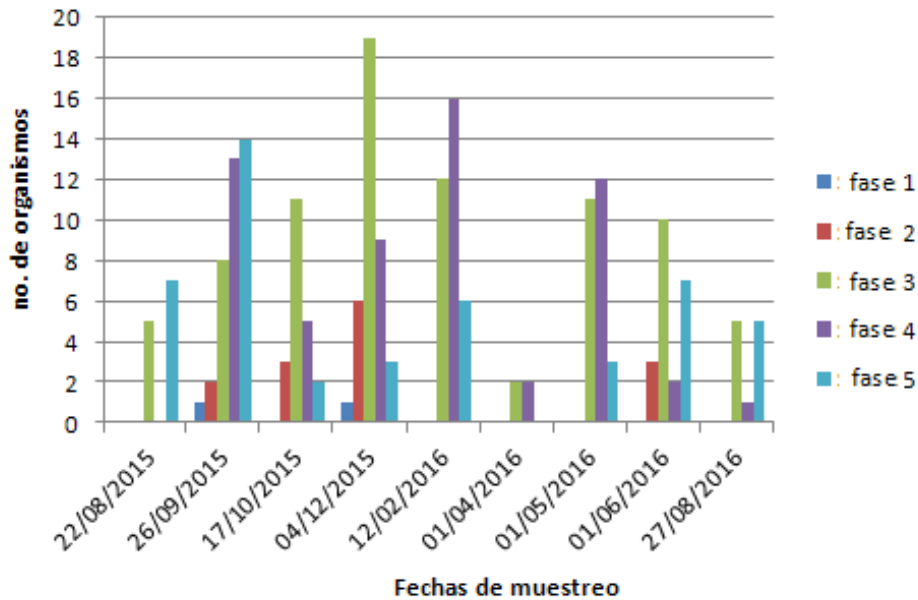


Figura 19. Fases de desarrollo gonádico registradas por meses de muestreo.

### 7.7. Descripción de la escama.

Las escamas de *Lutjanus inermis* fueron de tipo ctenoideo, por su forma rectangular y su borde superior dentado. El foco o área central está bien definido, se ubica al centro de la escama recargado al margen posterior; con presencia de ctenii, pequeñas placas alargadas o dentículos pronunciados que determinan el carácter pectinado en las escamas ctenoides (Gómez-Márquez, 1994). Los ctenii se encontraron en el margen posterior de la escama. Los radios convergen a partir del foco de la escama y se prolongan hacia la parte anterior formando pequeños lóbulos. El número de radios varió de 12 a 18, sin embargo, se presentaron con mayor frecuencia escamas con 16 radios.

Los anillos de crecimiento fueron identificados como una línea continua uniformemente espaciada (figura 20).



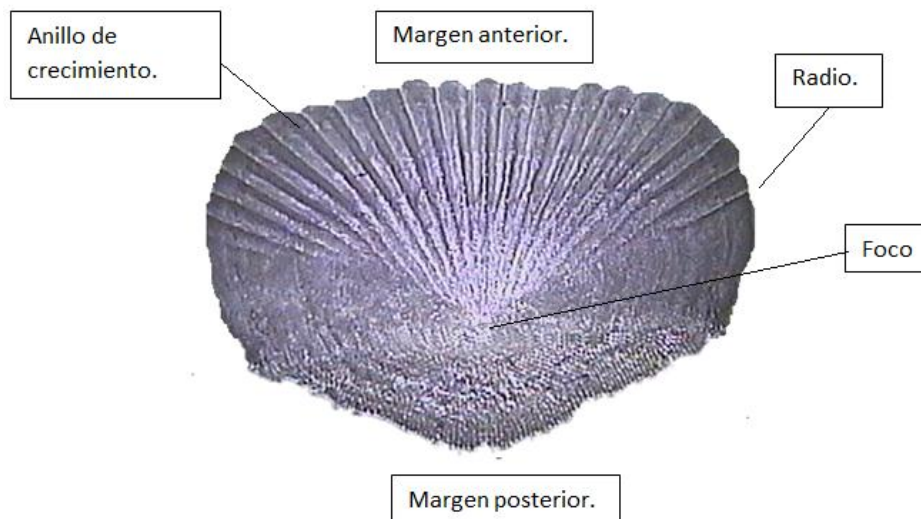


Figura 20. Descripción de una escama de *L. inermis*.

### 7.8 Relación longitud total-radio de la escama

Se midió el radio total de la escama en milímetros y la longitud total en centímetros (Cuadro 5), se aplicó una correlación para saber su nivel de relación, encontrando valores de  $r^2=0.64$  para el total de los organismos;  $r^2= 0.75$ ,  $0.39$  para las hembras y los machos (Figuras 21, 22 y 23).

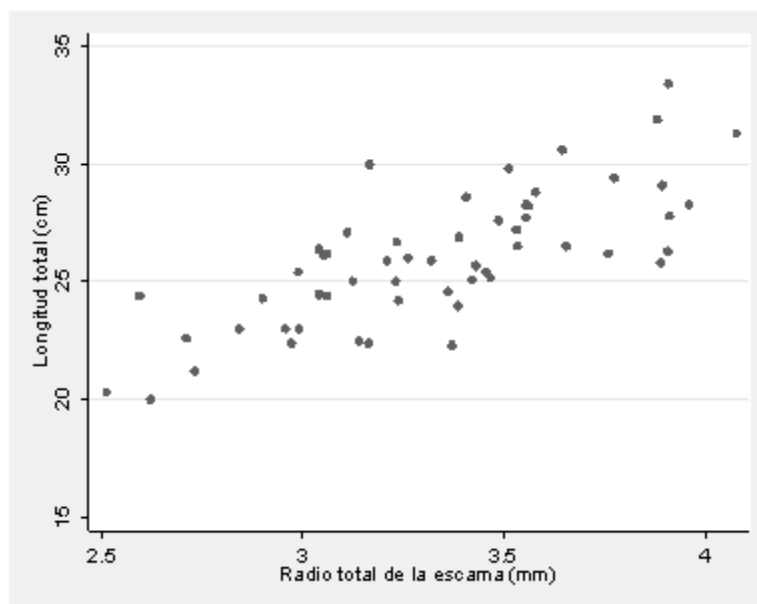


Figura 21. Relación longitud total-radio total de la escama para las hembras.



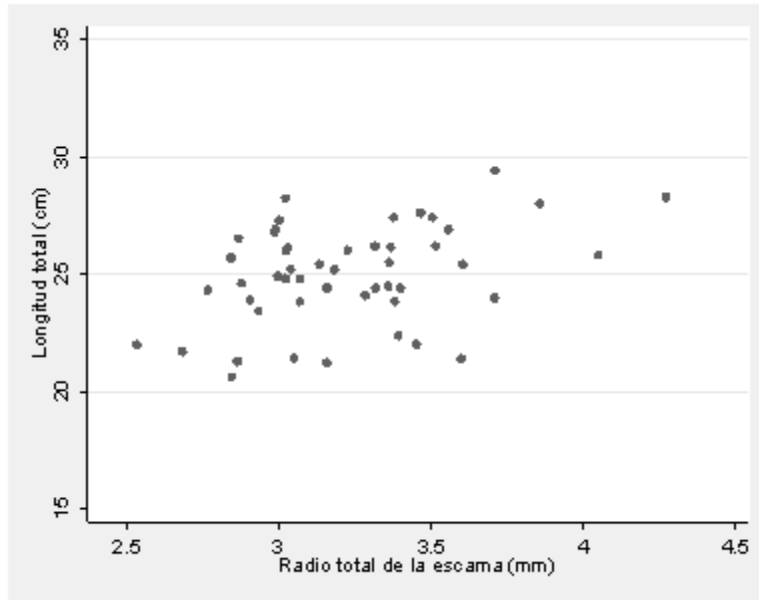


Figura 22. Relación longitud total-radio total de la escama para los machos.

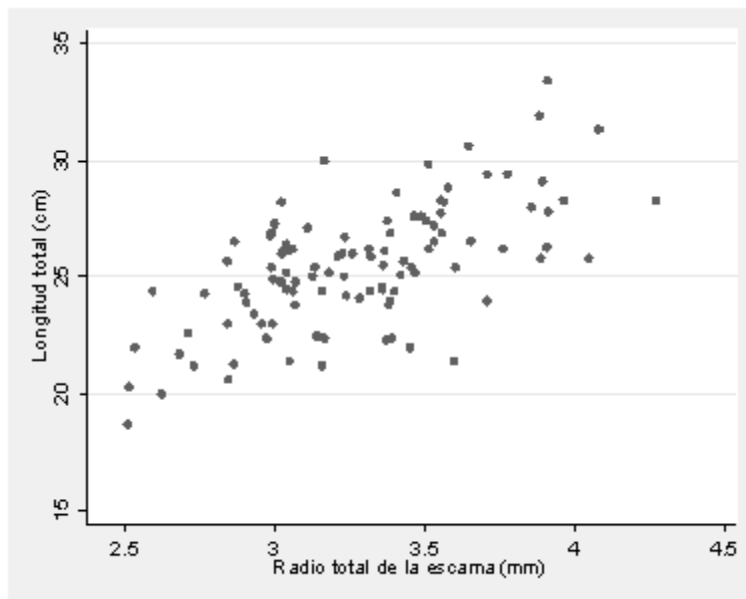


Figura 23. Relación longitud total-radio total de la escama para el total de la muestra.



Cuadro 5. Resumen estadístico de los radios totales de las escamas (mm) por sexo y edad.				
Hembras.	Número.	Media.	Mediana.	Desv. Estándar.
Año 1	31	3	2.87	0.37
Año 2	22	3.24	3.43	0.33
Año 3	5	3.5	3.64	0.53
Machos.				
Año 1	20	3.30	3.15	0.46
Año 2	31	3	2.31	0.44
Año 3	5	2.8	3.64	0.20
Muestra.				
Año 1	51	3.22	2.92	0.43
Año 2	53	3.15	3.42	0.40
Año 3	10	3.44	3.56	0.66

## 7.9 Análisis de incremento marginal

Se tomaron las medidas de 120 escamas que correspondieron al mismo número de individuos, se seleccionaron solo aquellas con el foco bien definido; para obtener la Razón del Incremento Marginal (*RIM*) a lo largo de un ciclo anual. En la figura 24 se observa que la formación del anillo.

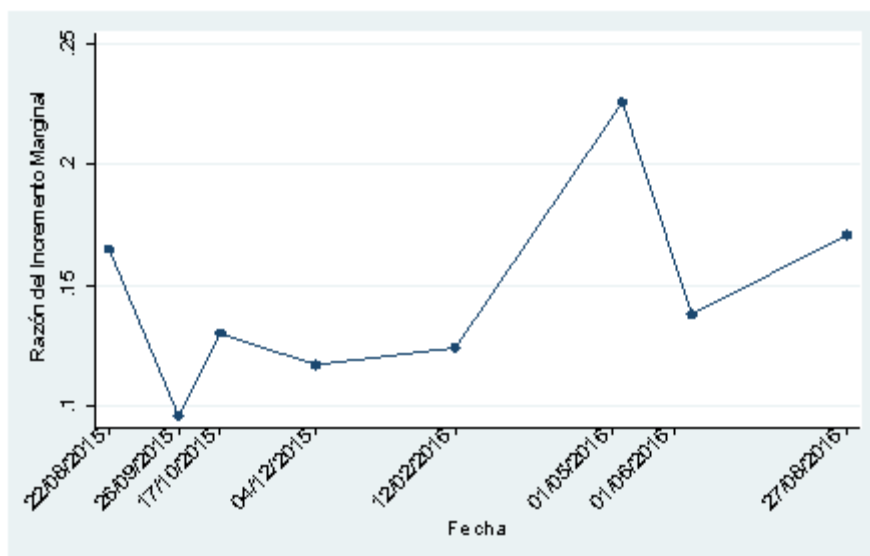


Figura 24. Valores medios de la *RIM* por fecha de muestreo.



La figura 25 muestra la temperatura promedio superficial del agua en Puerto Ángel y la *RIM*, las figuras 26, 27 y 28 muestran los valores obtenidos de los índices calculados. El *IGS* (Índice gonadosomático) asume que el incremento en tamaño de la gónada coincide con el desarrollo, registrando su punto más alto en febrero; el *Kr* (Factor de condición) supone que los individuos más pesados a una longitud dada están en mejor condición para este trabajo el *Kr* se mueve entre 0.9 y 1.1.

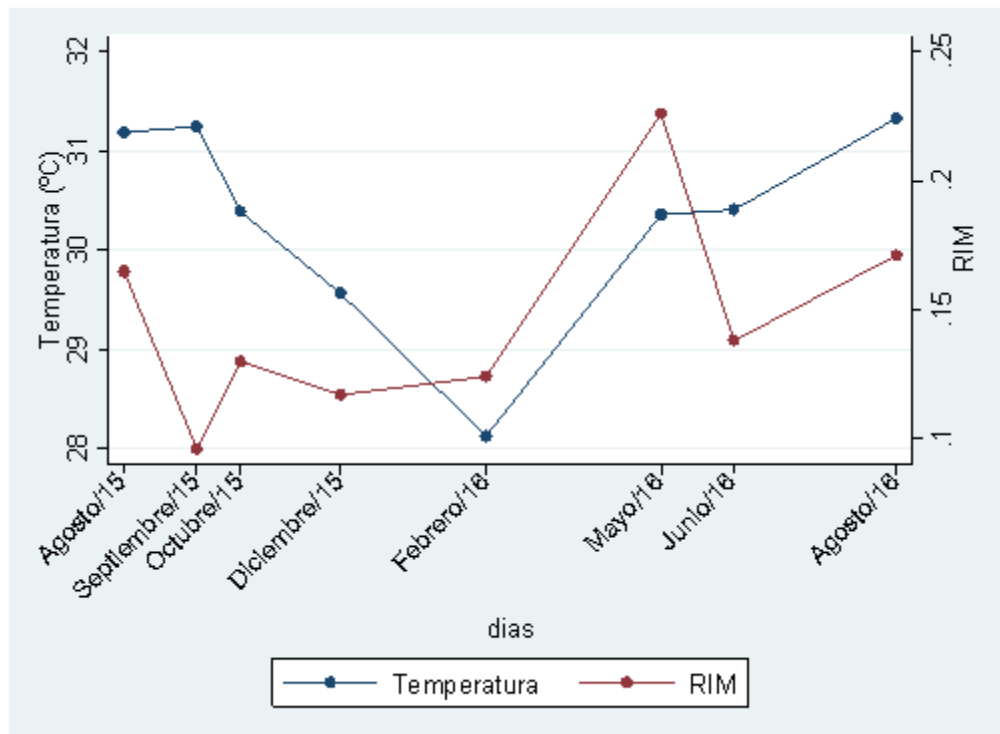


Figura 25. Grafica de la temperatura superficial del mar y la razón del incremento marginal.



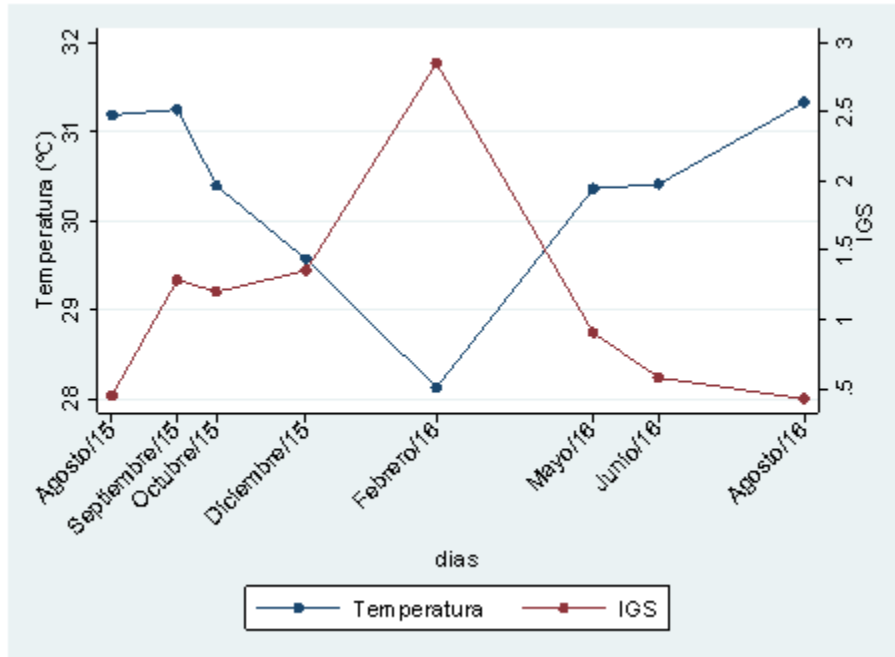


Figura 26. Grafica de la temperatura y el índice gonadosomático.

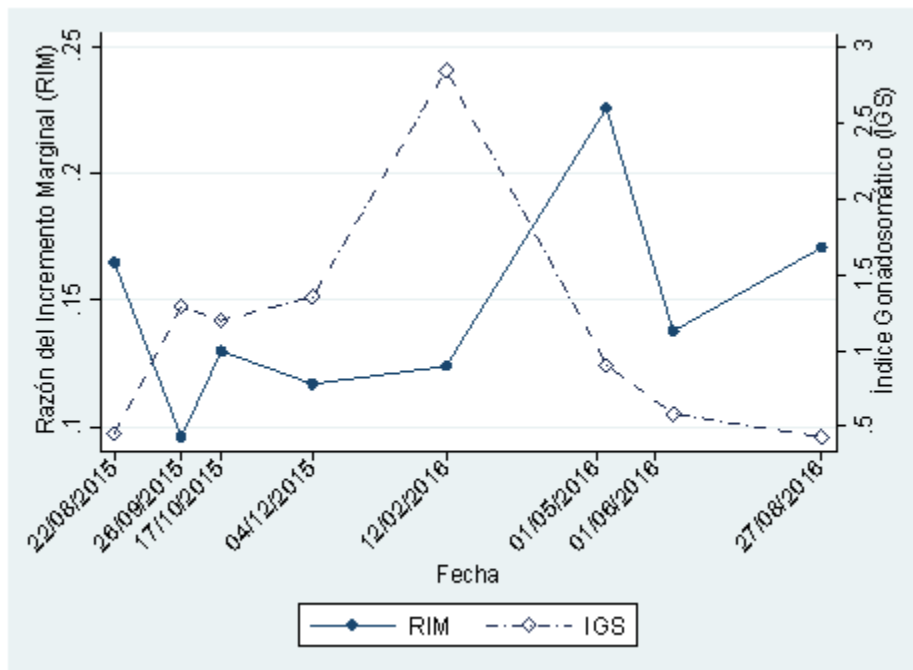


Figura 27. Gráfico de los valores medios del IGS y RIM por fecha de muestreo.



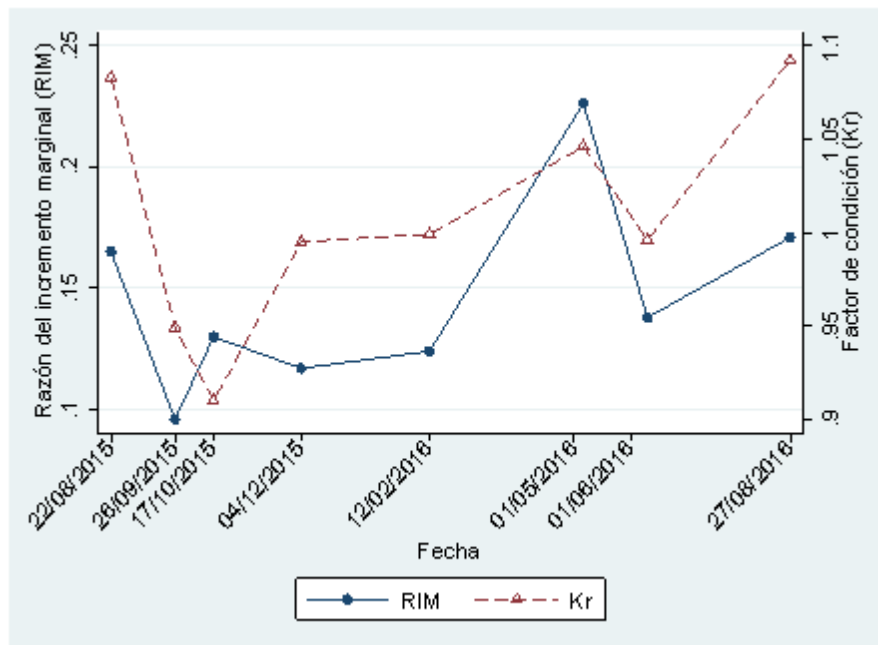


Figura 28. Gráfico de los valores medios del Kr y RIM por fecha de muestreo.

## 7.10 Parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCvB)

Existen varios modelos utilizados para expresar el crecimiento, la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy es la más usada posiblemente porque ha sido incorporada a la ecuación de rendimiento pesquero de Beverton y Holt (1957).

También debido a que satisface dos importantes criterios se ajusta fácilmente a los datos observados de crecimiento y puede integrarse a los modelos de evaluación de poblaciones (Everhart y Youngs, 1981). Otra característica importante de esta ecuación es que el número de constantes no es excesivo y tienen significado biológico:

- Peso o longitud asintótica “*el peso o la talla media de un pez muy viejo*”:  $L_{\infty}$  o  $P_{\infty}$ .
- “*Parámetro de curvatura*” que determina la rapidez con la que el pez alcanza su longitud asintótica:  $k$ .
- “*Parámetro de condición inicial*” es el tiempo teórico en el cual el organismo inicia su crecimiento:  $t_0$  (Gulland, 1971; Everhart y Youngs, 1981; Pereiro, 1982) (Cuadros 6,7 y 8).





Cuadro 6. Parámetros de función de crecimiento de von Bertalanffy por regresión no lineal para las hembras.

	Coefficiente.	Error estándar.	$t$	$P>t$	Intervalo de confianza 95%
$r^2=0.98$					
$L_{\infty}$	25.20107	2.29955	10.96	0.000	20.59802 - 29.80412
$K$	.6828997	0.3598567	1.90	0.063	-.0374318 - 1.403231
$T_0$	-1.432799	0.6982412	-2.05	0.045	-2.83048 - 0.0351169

Los cuadros 6, 7 y 8 muestran los valores obtenidos por regresión no lineal, las rutinas de Stata proporcionan información estadística adicional como intervalos de confianza, pruebas de  $t$  y su significancia estadística para cada parámetro de la ecuación de von Bertalanffy.

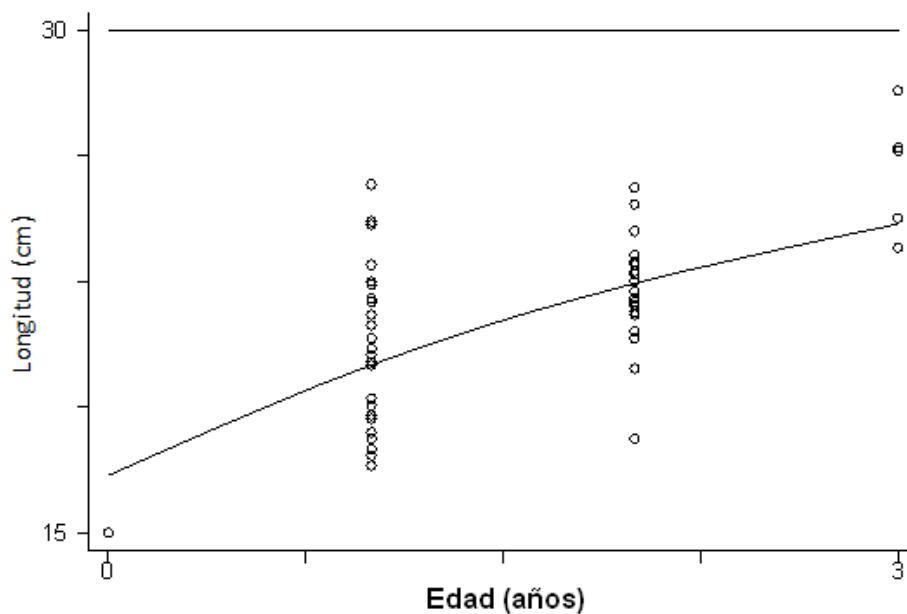


Figura 29. Gráfico de von Bertalanffy para las hembras de *L. inermis*.



Cuadro 7. Parámetros de función de crecimiento de von Bertalanffy por regresión no lineal para los machos.

	Coficiente.	Error estándar.	$t$	$P>t$	Intervalo de confianza 95%
$r^2=0.98$					
$L_{\infty}$	22.07031	0.933185	23.65	0.000	20.20016 - 23.94045
$K$	1.034267	0.5253141	1.97	0.054	-0.0184854 - 2.08702
$T_0$	-1.239257	0.7091364	-1.75	0.086	-2.660398 - .1818843

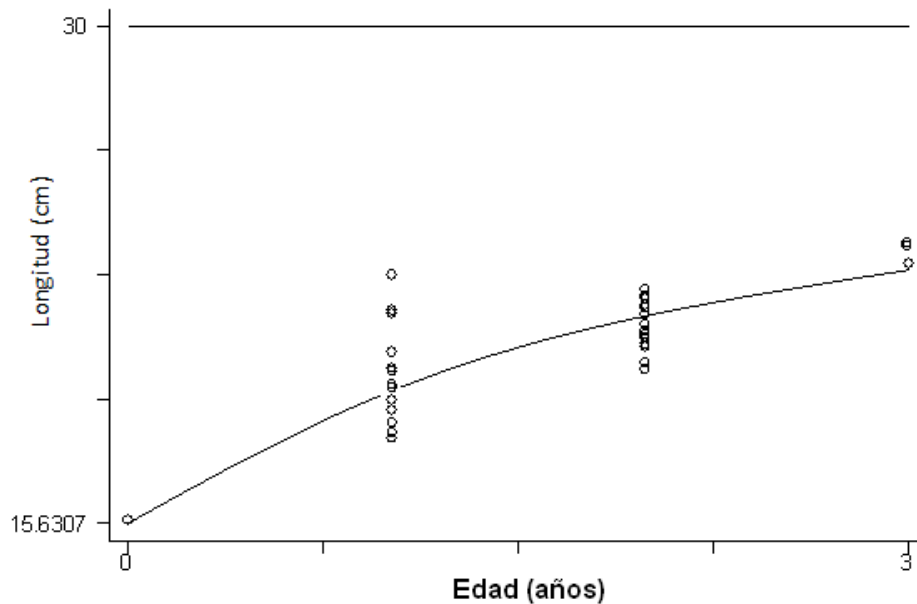


Figura 30. Gráfico de von Bertalanffy para los machos de *L. inermis*.

Cuadro 8. Parámetros de función de crecimiento de von Bertalanffy por regresión no lineal para el total de la muestra.

	Coficiente.	Error estándar.	$t$	$P>t$	Intervalo de confianza 95%
$r^2=0.9902$					
$L_{\infty}$	22.81404	0.745319	30.61	0.000	21.33757 - 24.29051
$K$	1.048074	0.353012	2.97	0.004	0.3487605 - 1.747388
$T_0$	-1.080064	0.4432744	-2.45	0.016	-1.966187 - -.2099405



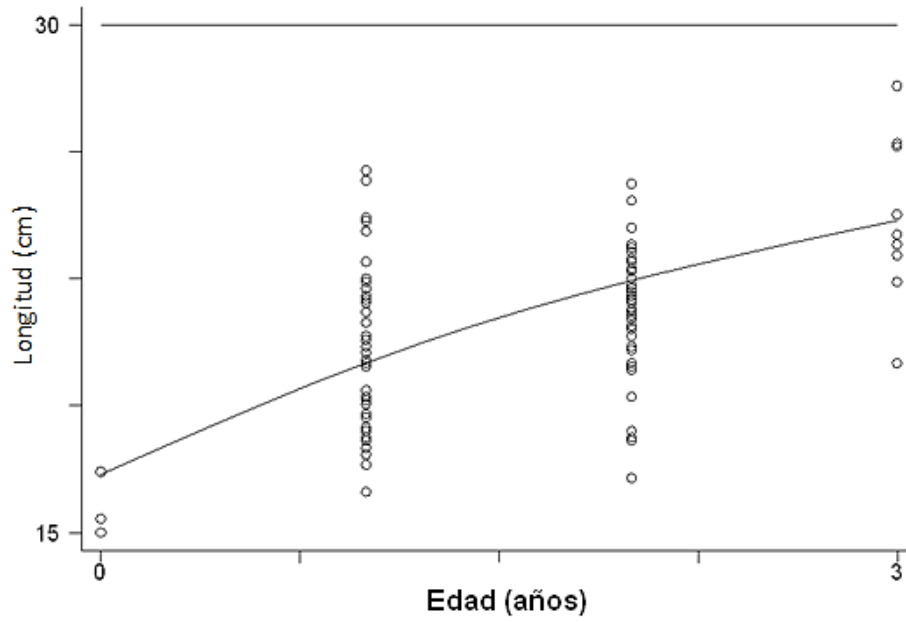


Figura 31. Gráfico de von Bertalanffy para toda la muestra de *L. inermis*.

Métodos tradicionales.

El grafico 32 es un método simple para estimar la  $L_{\infty}$  y  $k$ . El grafico de Ford-Walford no pudo ser calculado para machos y hembras.

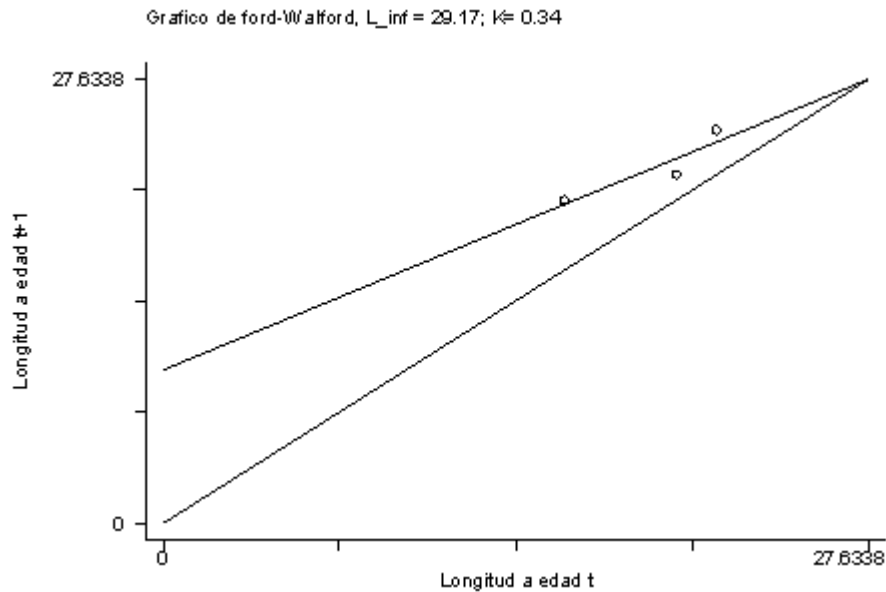


Figura 32. Gráfico de Ford-Walford para el total de *L. inermis*.



El gráfico de Gulland similar al método anterior utiliza la regresión lineal para calcular  $L_{\infty}$  y  $k$  (Figuras 33 y 34). No pudo ser calculado para las hembras.

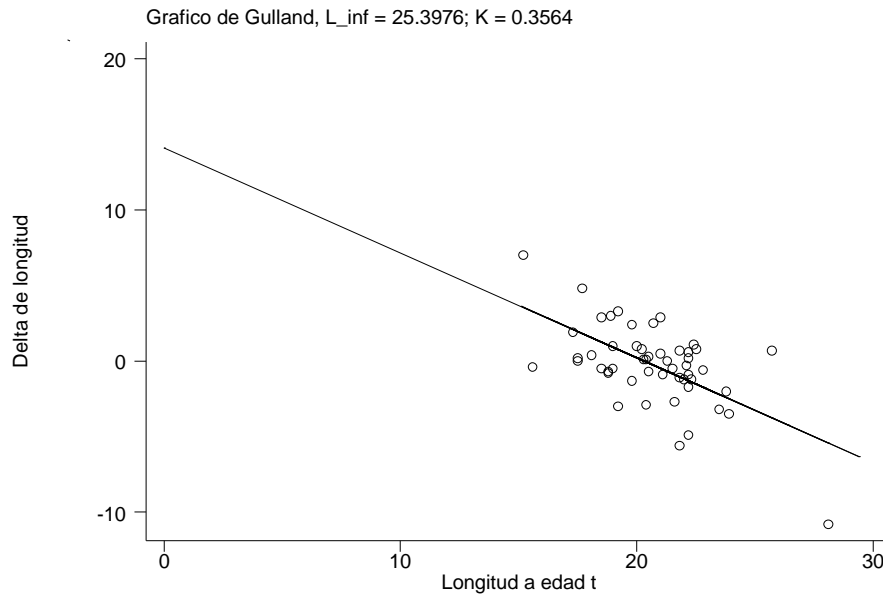


Figura 33. Gráfico de Gulland para los machos de *L. inermis*.

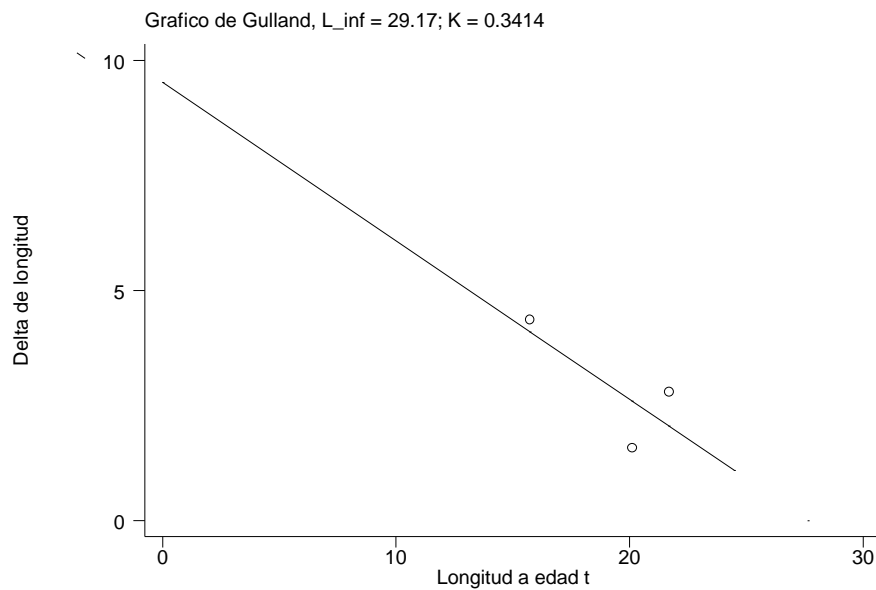


Figura 34. Gráfico de Gulland para el total de *L. inermis*.



Las gráficas 35 y 36 muestran una manera sencilla para estimar  $k$  por el método de Gulland-Holt. No se pudo calcular para las hembras.

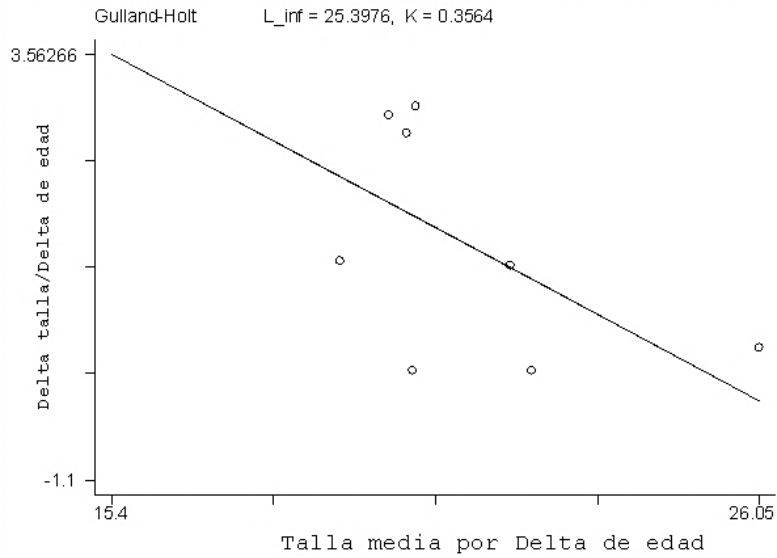


Figura 35. Gráfico de Gulland-Holt para los machos de *L. inermis*.

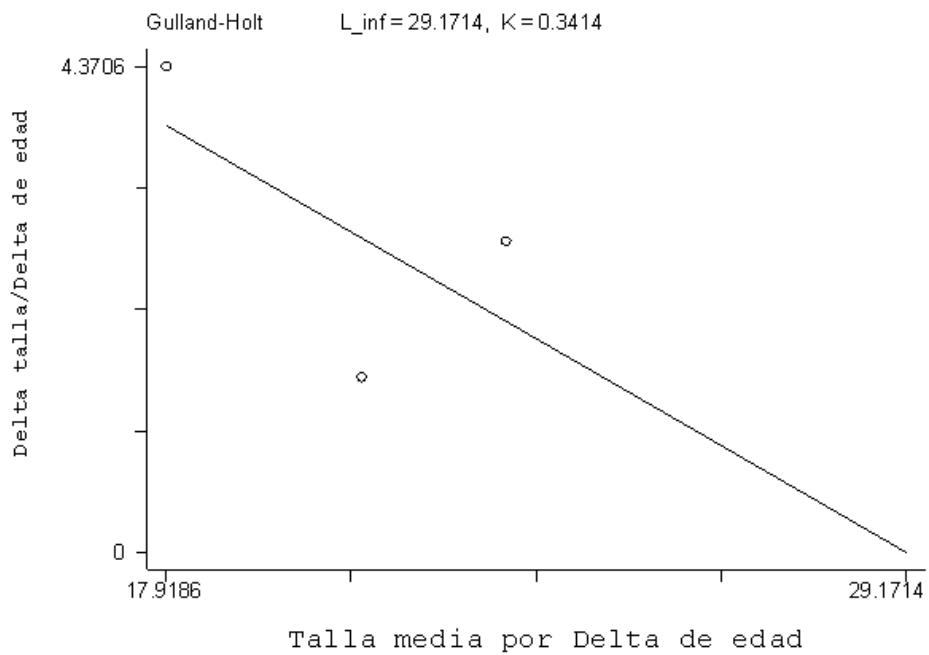


Figura 36. Gráfico de Gulland-Holt para el total de *L. inermis*.



El método de Beverton y Holt se utiliza para estimar  $t_0$ , con una estimación de  $L^\infty$  como dato de entrada (Figuras 37 y 38). No pudo ser calculado en las hembras.

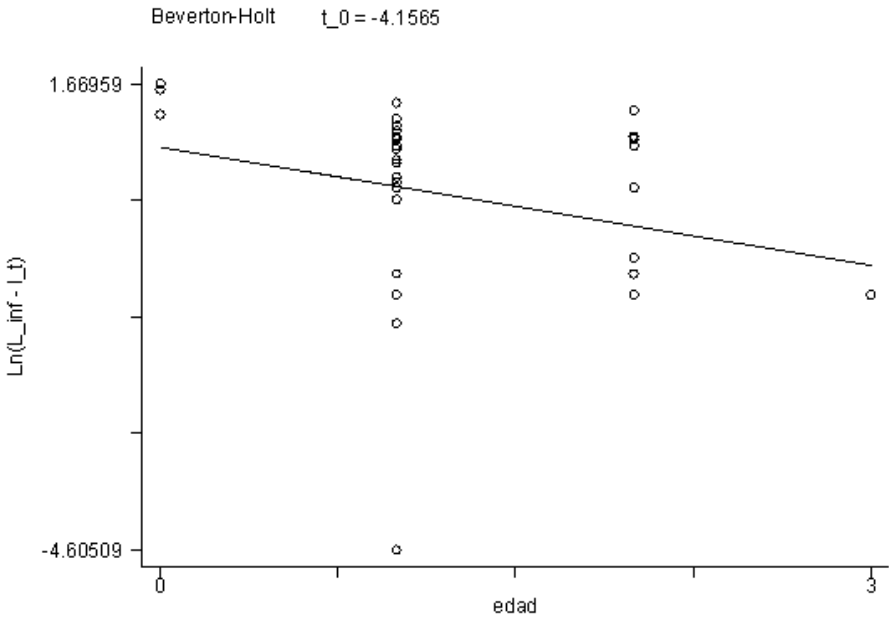


Figura 37. Gráfico de Beverton-Holt para los machos de *L. inermis*.



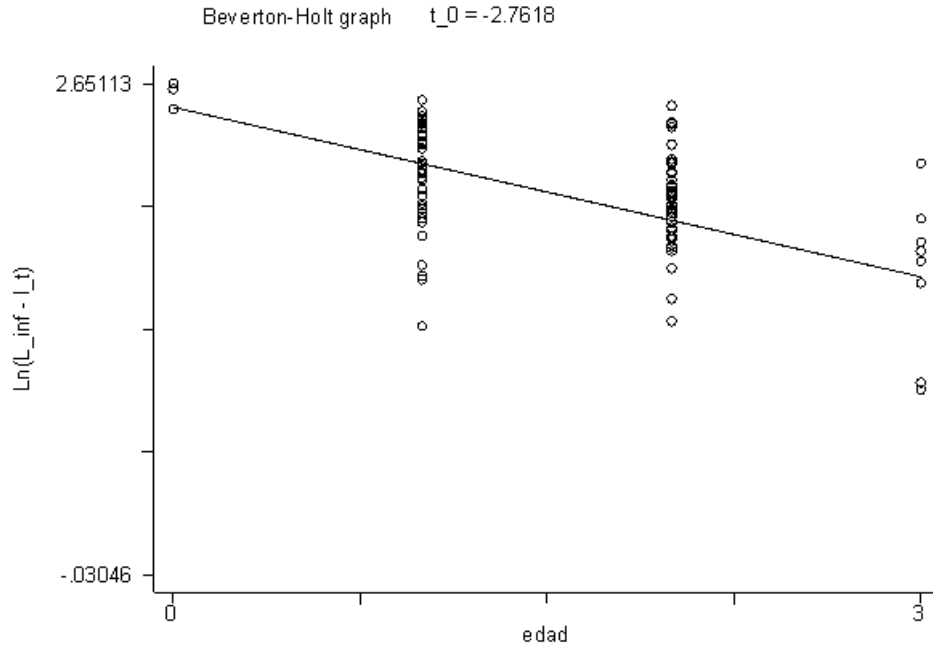


Figura 38. Gráfico de Beverton-Holt para el total de *L. inermis*.

### 7.11 Crecimiento en peso

El modelo de von Bertalanffy puede ser usado para estimar el crecimiento en peso, las siguientes ecuaciones fueron calculadas por regresión no lineal:

Hembras.

$$P_t = 385.83 * (1 - e^{0.32(t+0.44)})^{2.58}$$

Machos.

$$P_t = 278.11 * (1 - e^{0.44(t+0.71)})^{2.57}$$

Total organismos.

$$P_t = 461.19 * (1 - e^{0.21(t+0.86)})^{2.57}$$



Crecimiento en peso métodos tradicionales:

Hembras.

$$P_t = 390.4 * (1 - e^{0.55(t+0.29)})^{2.57}$$

Machos

$$P_t = 278.8 * (1 - e^{0.55(t+0.66)})^{2.57}$$

Total organismos.

$$P_t = 450.96 * (1 - e^{0.23(t+1.08)})^{2.58}$$

## 7.12 $T^2$ de Hotelling

El cuadro 9 se obtuvo de aplicar la prueba de  $T^2$  a los parámetros de von Bertalanffy obtenidos por la regresión no lineal, la  $T^2_{calculada} = 180.66 > T^2_{de\ tablas} = 0.116$ ; la figura 39 es la sobre posición de las curvas estimadas.

Cuadro 9. Prueba de $T^2$ de Hotelling para comparación de parámetros de la FCVB de machos y hembras de <i>L. Inermis</i> .					
Matriz de varianza-covarianza (S)			Inversa de S		
2.3205857	-6.9348128	-1.8701378	1.1759213	-0.455785725	2.61457457
169.48517	32.664478		0.337332953		-1.81646008
6.5353415			9.98009595		
-3.2335    2.7727    1.4504   = [P1 - P2]'					
$T^2 = 180.6636$		$T^2_{0.99; 3,143} = 0.1161$		$F_{0.99; 3,143} = 0.0382$	
				F critica	
-3.3191	$\leq L_{inf1} - L_{inf2} \leq$	-3.1478		54.3671	
2.0406	$\leq K1 - K2 \leq$	3.5048		0.5474	
1.3067	$\leq t_{o1} - t_{o2} \leq$	1.5942		3.8844	





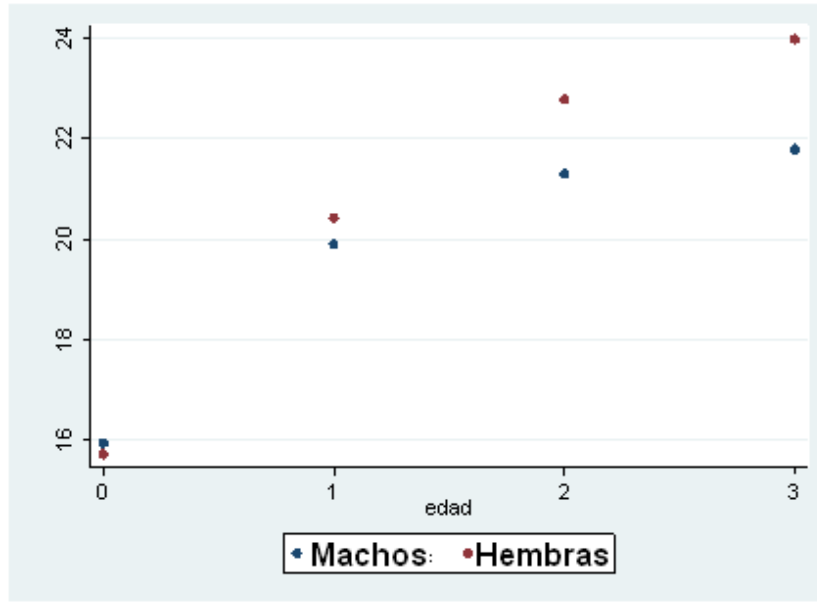


Figura 39. Comparación de curvas de crecimiento entre sexos.

### 7.13 Composición de edades

Las edades predominantes son los dos y tres años (figura 40) solo se presentaron tres organismos de edad cero que corresponden a los organismos indeterminados que al ser muy jóvenes es imposible saber su sexo (cuadro 10).

Sexo.	Edad.				Total.
	0	1	2	3	
1	0	20	31	5	56
2	0	31	22	5	58
3	3	0	0	0	3
Total.	3	51	53	10	117



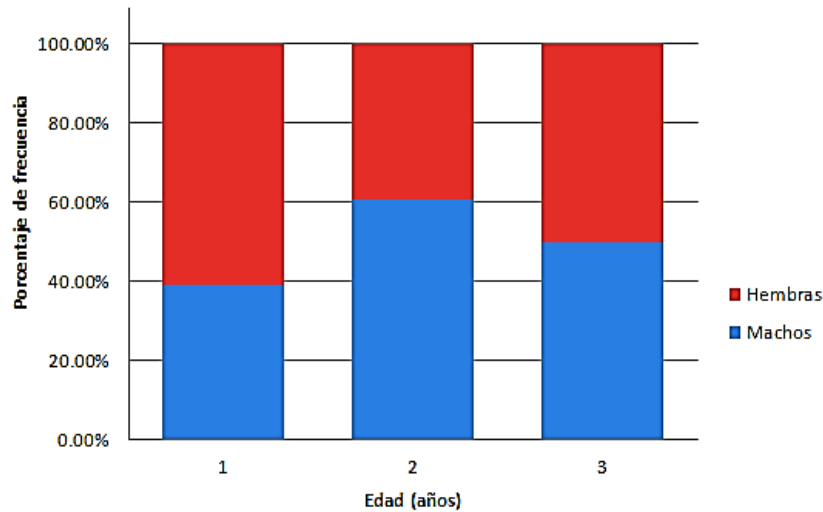


Figura 40. Porcentaje de hembras y machos por edad.

## 8 DISCUSIÓN

### 8.1 Material estudio y EDKs

La información usada en el presente trabajo proviene de la pesca comercial artesanal en consecuencia los intervalos de talla están determinados principalmente por la selectividad del arte de pesca. El intervalo de tallas para hembras es de 18.4 a 34.4 y machos de 18.3 a 34.3 en promedio las hembras son ligeramente más grandes que los machos lo cual coincide con lo reportado por Lucano-Ramírez *et al.* (2011); los EDKs separados por sexos muestran que la moda principal de los machos es parecida a la de las hembras (Figura 10 y 11). El intervalo de las tallas para la población fue de 15.4 a 34.4, con una media de 25.3 Para el EDK talla principal se ubica en 25.8 cm *LT* (Figura 12); este intervalo difiere a lo reportado por Espino-Barr *et al.* (2004) para la costa de Jalisco (18.6-37.3 cm *LT*) y a la de Salgado-Cruz, (2015) en las costas de Oaxaca (13.5-38 cm *LT*) que obtiene un organismo de 38 cm longitud total. La mayor talla en este trabajo es de 34.4 distinta de las encontradas por Lucano-Ramírez de 27.7 en hembras y 28.8 machos, provenientes de la pesca comercial con red agallera.

Los EDKs mensuales muestran una moda principal a lo largo del año ubicada en un intervalo de 21 y 28 cm *LT* (Figura 15). En el caso de las hembras las modas de mayor densidad se presentan entre los 21 y 25 cm *LT*; en octubre y agosto se encontraron las modas principales con la densidad mayor, mientras que los meses de septiembre, febrero y junio las modas de densidad baja (Figura 13).



Para los machos se puede observar la moda con más densidad a los 18 y 22 cm *LT*; destaca la presencia de organismos de *LT* superior al promedio en el mes de mayo (Figura 14).

## 8.2 Proporción sexual

En general la proporción entre machos y las hembras fue la esperada de 1:1 (1.0H: 1.03M) cuadro 2; coincidiendo con los resultados obtenidos por Lucano-Ramírez *et al.* (2011) que encontró una la relación entre sexos de 1:1 (1H: 0.88M) al igual Salgado-Cruz, (2015) 1:1 (1H: 0.8M).

A lo largo del trabajo se registraron diferencias en la proporción de sexos (ej. septiembre, abril, mayo y enero); al aplicar la prueba de *chi-cuadrada* mayo es el único mes donde se presenta una discrepancia significativa (2.37M:1.0H). La dominancia de los machos es un fenómeno frecuentemente observado en los lutjánidos (Grimes, 1987). Se ha sugerido que las diferencias en la proporción de sexos pueden estar ligadas a la diferencia en la supervivencia de los sexos, la distribución y preferencia del hábitat, la profundidad, la distribución por tallas (juveniles/adultos), y los aspectos alimenticios y reproductivos (Nikolsky 1976, Cruz-Romero *et al.* 1996, Rojas *et al.* 2004, Piñón *et al.* 2009).

## 8.3 Relación longitud-peso

Las relaciones fueron de alta significancia estadística, tanto machos como hembras mostraron una tendencia hacia el crecimiento hipoalométrico (Figuras 16, 17 y 18), es decir que esta especie crece más en talla que en peso; esto difiere con lo reportado por Salgado-Cruz (2015) quien encontró un crecimiento isométrico para esta especie. Al realizar la prueba de *t* se puede negar el crecimiento isométrico.

Esta diferencia en los valores se asocia a la falta de clases de edad, lo que determina que la expresión no ajuste a la población, sino a ciertas cohortes (Ricker, 1979). Cuando se quiere obtener la relación longitud-peso para una población, se debe hacer un gran esfuerzo para capturar a los peces en un amplio intervalo de tallas. El presente trabajo cuenta solamente con un corto intervalo de clases, los parámetros estimados pueden estar desviados de los valores de la población por efecto de la variabilidad del muestreo (Granado, 2002). Por otro lado estudios realizados en distintas especies y ambientes, permiten asegurar que el valor de esta constante en condiciones naturales fluctúa en especies pesqueras entre 2.5 y 4 siendo en raras ocasiones igual a 3 (Gómez-Márquez *et al.*, 2016).



## 8.4 Fases de desarrollo gonádico

A lo largo del muestreo se registraron las fases del desarrollo gonádico (cuadro 4, figura 19) para el total de la muestra; los organismos inmaduros (fase I) solo se encontraron en septiembre y diciembre; en el caso de los organismos vírgenes madurando y recuperando (fase II) se registraron de septiembre a diciembre y junio; en todos meses se observan peces madurando (fase III), el número de estos organismos crece hasta su punto máximo en diciembre para bajar en abril y después volver a subir en los meses siguientes; los organismos maduros (fase IV) no fueron registrados en agosto; en todo el muestreo se registraron organismos en fase V exceptuando abril. Se sabe que *L. inermis* presenta un desarrollo asincrónico según Lucano *et al.*, 2012, similar al que presentan otras especies que se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales estos peces por lo general desovan en varias ocasiones en una temporada reproductiva prolongada (Nagahama *et al.* 1995, Maack & George 1999) y los ovarios contienen ovocitos en diferentes fases de desarrollo.

## 8.5 Determinación de la edad

Los porcentajes de concordancia entre lectores de marcas fueron altos. La concordancia exacta ocurrió en casi el 89 % de los casos.

Las escamas se tomaron de acuerdo a las recomendaciones de Gómez – Márquez, (1994); se eligieron solo las que presentaron el foco bien definido con el propósito de eliminar escamas regeneradas (figura 41).

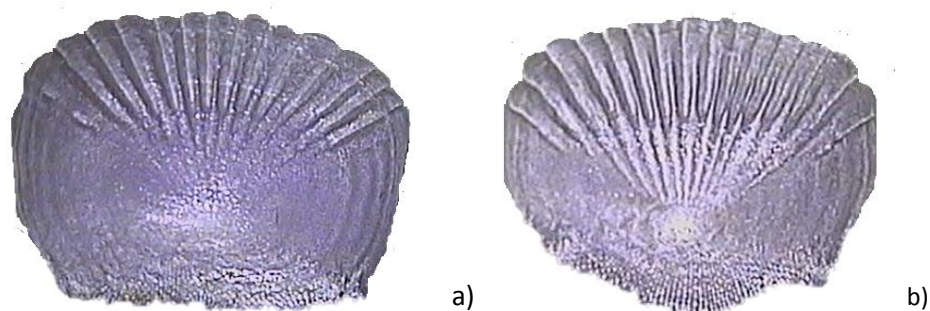


Figura 41. Comparación de escamas de *L. inermis* a) escama regenerada b) con foco bien marcado.

## 8.6 Relación longitud total-radio de la escama

Las correlaciones entre longitud total y el radio total de la escama fueron de alta significancia, son  $r^2=0.75$  para las hembras y de  $r^2=0.39$  para los machos, mientras que para la muestra  $r^2=0.64$ ; se puede considerar que la relación entre las variables es moderada; alta en el caso de las hembras y baja para los machos. La



dispersión de los datos en los machos es apreciable en la figura 22; mientras moderada para las hembras y el total de especímenes (Figuras 21 y 23). Podemos concluir al mirar las gráficas y las medianas de cuadro 5 que existe una tendencia a incrementar el radio de la escama conforme aumenta la longitud, por lo tanto es válido usar escamas para determinación de la edad.

## 8.7 Análisis del incremento marginal

Para el presente trabajo los meses donde se ven los valores bajos de la *RIM* es septiembre y el mes de valor más alto es mayo (figura 24). Por lo que se considera que en septiembre da inicio la formación del anillo de crecimiento.

Cuando se compara la temperatura superficial contra la *RIM* se puede apreciar que el inicio de formación del anillo coincide con una temperatura de 31.25 (Figura 25). Las medias de las temperaturas superficiales del agua durante el estudio en Puerto Ángel, varían de 31.25 °C en Septiembre a 27.82 °C Marzo (Sea Surface Temperature at 11 microns, Origen: Giovanni 4.21.6).

Rocha Olivares & Gomez-Muñoz (1993) y Espino-Barr (1996) comentaron que en el caso del huachinango se puede relacionar el incremento del índice gonadosomático (*IGS*) y la disminución del factor de condición (*Kr*) a la formación de una marca de crecimiento.

Estos índices morfométricos que están basados en medidas corporales tales como el peso total, eviscerado, peso de las gonadas y tracto digestivo, en general están correlacionadas positivamente con el tamaño. Por ejemplo de esta forma se puede relacionar el peso de las gonadas con la madurez y el desove, los cuales dependen a su vez del sexo y temporada del año (Maddock & Burton, 1998). Para el caso del índice gonadosomático (*IGS*) es ampliamente usado como un indicador del periodo reproductivo, bajo el supuesto de que los valores promedio máximos indican madurez gonádica (Sánchez-Cárdenas *et al.* 2007). Mientras que el factor de condición (*Kr*) se usa para estimar la condición (robustez o grado de bienestar del animal) suponiendo que los individuos más pesados a una longitud dada están en mejor condición (Ricker, 1975).

La tendencia de *IGS* es a incrementar durante los meses de octubre, diciembre y febrero lo que coincide con un descenso de la temperatura superficial (28.13 °C) a lo largo del muestreo (Figura, 26), y su descenso se da en temperaturas altas (31°C). Otros Lutjánidos como *L. peru* desovan con temperaturas superficiales del agua de entre 27.05 y 30.5 °C (Santamaría-Miranda, 2003). En la mayoría de los Lutjánidos el desove parece estar positivamente relacionado con la temperatura del agua y el fotoperiodo (Carter y



Perrine, 1994). El factor de condición a lo largo del año se encuentra entre 0.90 y 1.1, donde en valor más alto se presenta en agosto y en octubre el bajo (figura 28). Ambos índices tiene un comportamiento esperado cuando se registran los valores máximos del *IGS* se presentan una baja en la condición de los organismos. Al comparar el *IGS* y *Kr* con la *RIM* podemos apreciar una tendencia mientras los índices suben la *RIM* baja y viceversa, los valores bajos del *IGS* concuerdan con el periodo de inicio de formación del anillo (figura 27 y 28).

Con lo anterior se puede concluir que el crecimiento de *L. inermis* es anual (Figura 24). Lo que coincide con lo reportado para la misma especie por Salgado-Cruz (2015).

### 8.8 Parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy

Los parámetros de la *FCvB* para las hembras no se pudieron calcular por métodos tradicionales al no ajustarse a los supuestos del modelo. Los valores obtenidos por la regresión no lineal resultaron ser bajos a comparación de los métodos gráficos (Figuras 32 a 38).

La  $L_{\infty}$  fue mayor en las hembras que en los machos por lo que al alcanzar mayores tallas su índice catabólico  $k$  es más bajo comparado con los machos (cuadro 7 y 8).

Se considera que los valores altos de  $k$  describen a una especie de vida corta que alcanza su longitud asintótica en un par de años, mientras que valores bajos de  $k$  describen especies que necesitan muchos años para acercarse a su máxima longitud asintótica (Salgado-Ugarte, 2005). Por lo tanto los valores de  $k$  obtenidos se consideran relativamente altos ya que la longitud de los peces se acerca al valor asintótico en pocos años (Figuras 29, 30 y 31).

Al compararlos con los reportados para la población por Salgado-Cruz en (2015); es claro el carácter conservador de los parámetros obtenidos en este trabajo (Figura 42). Lo anterior es explicado por las tallas que usa este autor en su estudio, cuenta con una gama de organismos que van desde 13.5 hasta un caso extraordinario 38 cm de longitud total.

$$L_t = 39.14 * [1 - e^{(-0.26*(t+1.51))}]$$

Figura 42. Parámetros de FCvB reportados para la población (Salgado-Cruz, 2015).

Usando las regresiones no lineales y los métodos tradicionales para obtener el modelo de von Bertalanffy en peso obtenemos  $P_t$  similares para machos y



hembras, para toda la muestra por métodos linealizados el  $P_t$  es de 450.61 g; con la regresión no lineal se obtiene  $P_t$  461.19 g; si la comparamos con la calculada por Salgado-Cruz (Figura 43) resulta ser un valor conservador

$$P_t = 696 * [1 - e^{(-0.263*(t+1.51))}]^{2.93}$$

Figura 43. Parámetros de FCvB en peso reportados para la población (Salgado-Cruz, 2015).

### 8.9. $T^2$ de Hotelling

Para la FCvB indica que machos y hembras crecen de manera diferente ( $T^2_{calculada} = 180.66 > T^2_{de\ tablas} = 0.116$ ). Tanto  $L_{\infty}$  como  $K$  son diferentes (los intervalos de confianza no incluyen al cero) lo que indica que las hembras alcanzan tallas mayores y crecen más lentamente que los machos (Cuadro 9; figura 39).

Las diferencias en crecimiento entre los dos grupos de peces se hacen manifiestos por altos valores de  $F_0$  para cada parámetro, mientras más alto, mayor será la significancia en la diferencia (el parámetro más significativo que contribuye a la diferencia es  $L_{\infty}$  54.36, seguida de  $t_0$  3.88 y al final  $k$  0.54.)

### 8.10 Distribución de edades

Se observaron cuatro grupos de edad las dominantes son uno y dos años seguido con tres años, solo se presentaron tres organismos con cero años (anillos) que son los organismos más jóvenes y de sexo indeterminado, lo que concuerda con Salgado-Cruz, (2015) que encontró que las edades dominantes son dos y tres años (80%); también reporta un organismo con siete años. El presente estudio muestran tener baja representación en edades mayores y menores, esto relacionado con la selectividad del arte de pesca al solo capturar tallas correspondientes organismos con ese número de anillos (Figura 40; Cuadro 10).



## 9 CONCLUSIONES

El muestreo basado en las capturas comerciales provoco un intervalo de tallas reducido. También la relación longitud-peso se vio influenciada por la selectividad de la pesca. Caso similar con las pocas edades encontradas en el presente estudio.

La proporción sexual es 1:1 lo que indica que no hay segregación de sexos al igual que ocurre en otras especies de la misma familia.

Se comprobó que las escamas son aptas para la determinación de la edad de *L inermis*.

De acuerdo con los valores de la *RIM* el inicio de la formación del anillo de crecimiento ocurre en septiembre y se da de manera anual.

Las expresiones para la función de crecimiento de von Bertalanffy por regresión no lineal fueron:

Hembras:  $L_t = 25.20 * [1 - e^{(-.68*(t+1.43))}]$  machos:  $L_t = 22.07 * [1 - e^{(-1.03*(t+1.23))}]$   
y total de organismos:  $L_t = 22.81 * [1 - e^{(-1.04*(t+1.08))}]$

Las expresiones derivadas por métodos lineales tradicionales fueron:

Machos:  $L_t = 25.39 * [1 - e^{(-0.35*(t+4.15))}]$  y total de organismos  $L_t = 29.17 * [1 - e^{(-0.34*(t+2.76))}]$

El crecimiento en peso calculado por regresión no lineal:

Hembras  $P_t = 385.83 (1 - e^{0.32*(t+0.44)})^{2.58}$  machos:  $P_t = 278.11 (1 - e^{0.44*(t+0.71)})^{2.57}$  y total de especímenes:  $P_t = 461.19 (1 - e^{0.21*(t+0.86)})^{2.57}$

Por métodos lineales tradicionales:

Hembras:  $P_t = 390.4 (1 - e^{0.55*(t+0.29)})^{2.57}$  machos:  $P_t = 278.8 (1 - e^{0.55*(t+0.66)})^{2.57}$  y total de organismos:  $P_t = 450.96 (1 - e^{0.23*(t+1.08)})^{2.58}$

Como en otros Lutjánidos existe una diferencia en los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy, de acuerdo a la prueba de  $T^2$  de Hotelling; el parámetro  $k$  es más bajo en las hembras que en los machos por lo que alcanzan su  $L_\infty$  con lentitud.





## 10 REFERRENCIAS

- Allen G.R., 1995. Lutjanidos (Peces óseos). En Fischer, W., I. Krupp, W. Schueider, C. Somer, K. E. Carpenter and V. H. Niem (Eds), *Guía para la identificación de peces Pacifico Centro-Oriental. Vol. III, Vertebrados parte 2*: 1231-1244.
- Amezcuca, L., 2008. Peces Demersales del Pacifico Mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 30, 147-148.
- ARAP. 2011. Guía de Peces para la Identificación de Especies Comerciales. Dirección de Investigación y Desarrollo. Documento Técnico de Pesca. Ciudad de Panamá, Panamá. 93 pp.
- Arriaga-Cabrera, L.E., J. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, M. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López & V. Aguilar-Sierra. (coords), 1998. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 300 p.
- Barton ED, Argote ML, Brown J, Kosro PM, Lavín MF, Robles JM, Smith RL, Trasviña A, Vélez HS. 1993. Supersquirt: Dynamics of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Oceanography* 6: 23–30.
- Beltrán-Álvarez, R., P. J. Sánchez, G.L. Valdez & A.O. Salas. 2009. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical* 58:325-338.
- Bernard, D.R. 1981. Multivariate analysis as a means of comparing growth in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38:233-236.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt, 1957. On the dynamics of the exploited fish populations. In: *Fisheries Investigation of Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Britain* (2 Sea Fisheries), vol. 19. 533 p.
- Bjordal, Å. y Løkkeborg, S. 1996. *Longlining*. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Oxford. 156pp.
- Cailliet, M.G., M.S. Love y A.W. Ebeling (1986). *Fishes. A Field and Laboratory Manual on their Structure, Identification, and Natural History*. Wadsworth Publishing Company. 194 p.



- Campana S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* 59: 197-242.
- Carter J. & D. Perrine. 1994. A spawning aggregation of dog snapper, *Lutjanus jocu* (Pisces: Lutjanidae) in Belize, Central America. *Bull. Mar. Sci.* 55: 228-234
- Cruz-Romero M., Chávez E.A., Espino E., García A. 1996. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the Eastern tropical Pacific. In: Arreguín-Sánchez F, Munro JL, Balgos MC, Pauly D (eds.), *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48, Manila, Philippines, 324–330 p.
- Cruz-Vázquez R, G Rodríguez- Domínguez, E Alcántara-Razo y EA Aragón-Noriega. 2012. Estimation of individual growth parameters of the Cortes Geoduck *Panopea globosa* from the Central Gulf of California using a multi-model approach. *Journal of Shellfish Research* 31(3):725-732.
- Davis A. C, D. Brophy, P. Megalofonov & E. Gosling. 2008. Age estimation in calcified calcareous structures; preliminary finding of an inter laboratory comparison. *Collective Volume of Scientifics Papers ICCAT* 62(3): 899-910.
- Devore J.I., 2004. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Quinta edición. Thomson Learning. 753 pp.
- Druzhinin, A. D., J. Ichthyol, The range and biology of snappers (Fam. Lutjanidae). All Union Reserch Institute for Sea Fisheries and Oceanographic (UNIRO). Moscú. 1970. 715-735.
- Espino-Barr, E., Cruz Romero M., y García-Boa A., 1998. Edad y crecimiento del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae) en la costa del Estado de Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria* Vol. 7, Núm. 1:40-51 p.
- Espino-Barr, E., E.G. Cabral-Solís, A. García-Boa & M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valores comerciales de la costa de Jalisco, México*. CRIP, Manzanillo, México, 145 pp.
- Everhart, W.H. y W.D. Youngs, 1981. *Principles of fishery science*. Segunda edición. Cornell University Press. 350 p.



- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., & Carpenter, K. E. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volumen 1.* FAO 1201-1747 pp.
- Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 19: 305-384.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto De Geografía, UNAM, México.
- Gómez-Márquez, J.L., 1994. *Métodos para determinar la edad de los organismos acuáticos.* FES Zaragoza, UNAM, México.
- Gómez-Márquez, J.L.; A. Cervantes-Sandoval; I.H. Salgado-Ugarte; B. Peña-Mendoza; M.C. Alejo-Plata; J.L. Guzmán-Santiago; E. Mendoza-Vallejo; C. Machuca-Rodríguez. (2016). *Temas Selectos de Biología Pesquera.* FES Zaragoza y DGAPA, UNAM, México 344 pp.
- Granado L. 2002. *Ecología de peces.* Secretariado de publicaciones Universidad de Sevilla, España 361 p.
- GREENPEACE México, 2010. Lista roja de pescados y mariscos. Consultado en [http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/2/lista\\_especies\\_pesqueras.pdf](http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/2/lista_especies_pesqueras.pdf)
- Grimes, C. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review, pp. 239-294. In J.J. Polovina & S. Ralston (eds.). *Tropical Snapper and Grouper: Biology and Fisheries Management.* Westview, Boulder, U.S.A. 659 p.
- Gutierrez-Vargas, R. 1990. Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de Lutjanus peru (Persiformes: Lutjanidae) en el Pacífico Noroeste de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 38(2B): 441-447.
- Gulland, J.A. 1969. *Manual of methods for fish Stock assessment. Part I. Fish population analysis.* F.A.O. Manual Fisheries Science (4): 154 p.
- Gulland J.A., 1971. *Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces.* Editorial Acribia- F.A.O., Zaragoza, 193 p.
- Holden, M. & d. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Documento técnico de pesca, FAO N° 115. Roma, Italia.



- Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin*, **77**(4):765-776.
- King, M. 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Books, Blackwell Science, Ltd., 341 p.
- Lai HL & HC Liu, 1979. Age and growth of *Lutjanus sanguineus* in the Arafura Sea and North West Shelf. *Acta Oceanographica Taiwanica* 10: 160-171.
- Lagler, F.K., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R.M. Passino. (1990). *Ictiología*. AGT-Editor, S.A., México. 489 p.
- Lucano-Ramírez, G., E. Peña-Pérez, S. Ruiz-Ramírez, J.A. Rojo-Vázquez & G. González-Sansón. 2011. Aspectos reproductivos del pez erizo, *Diodon holocanthus* (Pisces: Diodontidae) en la plataforma continental del Pacífico Central Mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 59: 217-232 p.
- Maack, G. & M.R. George. 1999. Contributions to the reproductive biology of *Encrasicholina punctifer* Fowler, 1938 (Engraulidae) from West Sumatra, Indonesia. *Fish. Research* 44: 113-120
- Maddock D.M. & M.P. Burton. 1998. Gross and histological of ovarian development and related condition changes in American plaice. *Journal of Fish Biology* 53: 928-944.
- Marques dos Santos, M.J. (2004) *Probabilidad y Estadística para ciencias Químico Biológicas*. 2ª ed., FES Zaragoza UNAM, México 626 p.
- Nagahama, Y., M. Yoshikuni, T. Yamashita, M. Tokumoto & Y. Katsu. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. *Current Topics Develop. Biol.* 30:103-145.
- Nelson J. S. (2016). *Fishes of the world*. 5th edition ed Hoboken (New Jersey) John Wiley & Son 707 p.
- Nikolsky G. V., 1976. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, New York 352 p.
- Pereiro, A.J. (1982). *Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación*. Inf. Esp. Oceanog. No.1:242 p.
- Piñón A, Amezcua F, Duncan N. 2009. Reproductive cycle of female yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Pisces, Actinopterygii, Lutjanidae) in the SW Gulf of California: Gonadic stages, spawning seasonality and length at sexual maturity. *J. Appl. Ichthyol.* 25: 18–25.



- Ricker W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, (191): 145-157
- Ricker, W.E. (1979). *Growth rates and models*. Pp. 677-743. En: W.S. Hoar, D.J. Randall, and J.R. Brett (Eds.) *Fish Physiology, volumen VII. Bioenergetics and growth*. Academic Press, New York.
- Rocha Olivares, A., y Gomez Muñoz V.M. (1993) Validacion del uso de otolitos para determinar la edad del Huachinango del Pacifico *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae ), en la Bahía de la Paz y aguas adyacentes, B. C. S., México, *Ciencias Marinas*, 19 (3):321-331 p.
- Rojas P.A., Gutiérrez F.C., Puentes V. 2004. Aspectos de la biología y dinámica poblacional del pargo coliamarillo *Lutjanus argentiventris* en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. *Invest. Mar. (Valparaíso)* 32: 23–36 p.
- Romero–Centeno R, Zavala–Hidalgo J, Gallegos A, O'Brien JJ. 2003. Isthmus of Tehuantepec wind climatology and ENSO signal. *J. Clim.* 16: 2628–2639.
- Rosenblatt, M. 1956. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. *Ann. Math. Statist.* **27**:832-837.
- SAGARPA, 2013. Anuario estadístico de acuicultura y pesca de la comisión nacional de acuicultura y pesca. <http://www.conapesca.gob.mx>
- Sánchez-Cárdenas R, Ceballos-Vázquez BP, Arellano-Martínez M, Valdez-Pineda MC, Morán-Angulo RE. 2007. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlan coast, SINALOA. Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 42:385-392.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1985. Algunos aspectos biológicos del bagre *Arius melanopus* Gunther (Osteichthyes: Arridae) en el sistema lagunar de Tampamachoco, Ver. Tesis de licenciatura, ENEP Zaragoza, UNAM, México.
- Salgado-Ugarte, I.H., M. Shimizu, y T. Taniuchi. 1993. Exploring the shape of univariate data using kernel density estimators. *Stata Technical Bulletin*. 16: 8 - 19.
- Salgado-Ugarte, I.H., J. Martínez-Ramírez, J.L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza, 2000. Sg128: Some programs for growth estimation in Fisheries Biology. *Stata Technical Bulletin*, 53: 35-47.



- Salgado-Ugarte, I.H. 2002. Suavización no Paramétrica para Análisis de Datos. FES Zaragoza y DGAPA. UNAM México, 139 p.
- Salgado-Ugarte, I.H. y M.A. Hernandez, 2003. Exploring the use of variable bandwidth kernel density estimators. *The Stata Journal*, **3**(2):133-147.
- Salgado-Ugarte, I.H., J.L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza. 2005. *Métodos Actualizados Para Análisis de Datos Biológicos-Pesqueros*. FES Zaragoza y DGAPA, UNAM México, 240 p.
- Salgado-Cruz, L., 2015. Edad y crecimiento de *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) y *L. inermis* (Peters, 1869) (Perciformes: Lutjanidae) en la costa de Oaxaca. Ver tesis de M. C. en manejo de recursos marinos CICIMAR-IPN.
- Santamaría-Miranda, Apolinar, Elorduy-Garay, Juan F., Villalejo-Fuerte, Marcial, & Rojas-Herrera, Agustín A.. (2003). Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, **51**(2), 489-502.
- Sánchez-Cárdenas R, Ceballos-Vázquez B.P., Arellano-Martínez M, Valdez-Pineda MC, Morán-Angulo RE. 2007. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlan coast, Sinaloa, Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* **42**: 385–392.
- Sea Surface Temperature at 11 microns (MODISA\_L3mSST v2014) Origen: Giovanni 4.21.6 (<http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) procesados y suministrados por la Unidad de Ciencias y Limnología de la UNAM (UNINMAR).
- Scott, D.W. 1979. On optimal and data-based histograms. *Biometrika*, **66**:605-610.
- Silverman, B.W. 1986. *Density estimation for statistics and data analysis*. London: Chapman & Hall.
- Sparre, P. y S.C. Venema, 1997. *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1* FAO. Documento técnico de Pesca. 306.1. Rev.2.Roma, FAO: 420 p.
- Steenburgh WJ, Schultz DM, Colle BA. 1998. The structure and evolution of gap outflow over the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Mon. Weather Rev.* **126**: 2673–2691.



- Tarter, M. E. y R.A. Kronmal 1976. An introduction to the implementation and theory of nonparametric density estimation. *The American Statistician*, **30**:105-112.
- Trasviña, A. & E.D. Barton, 1997. *Los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento*, p. 25-46. In F. Lavin (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3.
- Tukey, J.W. 1977. *Exploratory data analysis*. Reading, MA. Addison-Wesley.
- Walford, L.A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, **90**(2): 141-147.

