

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Indicadores biológicos de la pesquería de sierra *Scomberomorus sierra*  
(Jordan & Starks, 1895) en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y  
Sipacate, Escuintla, Guatemala**



**Presentado por:**

**T. A. María Alejandra Paz Velásquez**

**Para otorgarle el título de  
Licenciada en Acuicultura**

**Guatemala, mayo de 2018**

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Indicadores biológicos de la pesquería de sierra *Scomberomorus sierra*  
(Jordan & Starks, 1895) en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y  
Sipacate, Escuintla, Guatemala**



**Presentado por:**

**T. A. María Alejandra Paz Velásquez**

**Para otorgarle el título de  
Licenciada en Acuicultura**

**Asesor: Lic. José Roberto Ortíz**

**Guatemala, mayo de 2018**

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**Consejo Directivo**

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. Sc. Kathya Iturbide Dormon
Representantes Docentes	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	Lcda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Representantes Estudiantiles	T. A. María Alejandra Paz Velásquez T. A. Marcos Estuardo Ponciano Núñez

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **María Alejandra Paz Velásquez**, titulado “Indicadores biológicos de la pesquería de sierra *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895) en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla, Guatemala”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



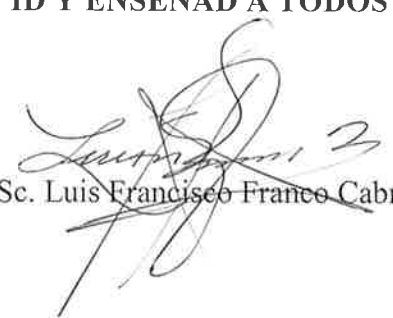
M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle



Guatemala, mayo 2018

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor Lic. José Roberto Ortíz, al trabajo de graduación de la estudiante universitaria **María Alejandra Paz Velásquez**, titulado “Indicadores biológicos de la pesquería de sierra *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895) en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla, Guatemala”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrer



Guatemala, mayo 2018

## **Agradecimientos**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa institución, y abrirme sus puertas para llenarme de conocimientos. Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por formar parte de mi vida a lo largo de estos años, gracias por prepararme en el ámbito de las ciencias marinas y acuícolas. El CEMA no solo ha sido un centro académico para mí, representa el lugar donde crecí, maduré, formé grandes amistades y aprendí valiosas experiencias que no olvidaré.

A los catedráticos del CEMA, por transmitir su sabiduría y conocimiento año con año. Pero sobre todo, por su amistad y apoyo durante la carrera. Al personal administrativo por su servicio y atenciones a mi persona.

A mi asesor José Roberto Ortiz, por orientarme y ayudarme durante todo el proceso del trabajo de investigación. La pasión por las ciencias pesqueras, forjó una amistad que trasciende lo profesional. Gracias por apoyarme, aconsejarme y estar en momentos difíciles, eres una persona muy importante en mi vida.

Al M. Sc. Edgar Sandoval Huerta, por el conocimiento transmitido en el ámbito de las ciencias pesqueras, por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso.

A la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura (DIPESCA), y al área de Investigación, por el apoyo brindado durante el desarrollo de mi EPS

Al Lic. Cristopher Avalos, por su apoyo incondicional durante las salidas de campo, sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

Al sector pesquero de la Aldea Las Lisas y Sipacate, por las facilidades otorgadas para la obtención de las muestras y haciendo posible la realización de esta investigación.

## **Acto que dedico**

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”.*

*Mahatma Gandhi*

A Dios, por su amor y por darme sabiduría e inteligencia hasta el día de hoy, siempre me ha ayudado a salir adelante en todo momento y alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres, por apoyarme y guiarme día con día e impulsarme al cumplimiento de mis metas y sueños, por su amor sincero e incondicional.

A mis hermanas, por ser una fuente de inspiración en mi vida, me han motivado con sus consejos y ejemplos a realizar una meta más en mi vida y seguir adelante.

A mis abuelos, por cada consejo que me ayudan y motivan a ser mejor persona, en especial a mi viejito Rodrigo Salomón Velásquez Teyes, por transmitirme su felicidad y hacerme sonreír en momentos difíciles.

A mis cuñados, Joas Antonio Ortiz Ordoñez y Daniel Gómez, por ser parte de nuestra familia y por su apoyo constante.

Edgar Raúl Sandoval Huerta, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en todo momento. Esta etapa no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome. Agradezco la paciencia y el amor que me tienes. Gracias por compartir tus días conmigo, eres muy especial en mi vida.

A Rocío Chan Escobar y a la familia Gonzales Marcucci, por su apoyo constante y compartir grandes momentos.

## Resumen

Gran parte de las actividades pesqueras que se desarrollan en el Pacífico guatemalteco se clasifican como del tipo artesanal y de pequeña escala. La pesca artesanal tiene un carácter tradicionalmente multiespecífico, la mayoría de las especies son capturadas incidentalmente ya que la pesca va dirigida principalmente al róbalo, pargo, curvina, bagre, guabina y sierra. Las pesquerías que soportan una mayor presión, corren un mayor riesgo de ser sobrexplotadas o mostrar señales de colapso. Lograr un aprovechamiento sustentable de las especies con mayor valor comercial requiere de una evaluación formulada mediante la obtención de información biológica y pesquera que permitan determinar y establecer estrategias y medidas de manejo. Para determinar los indicadores biológicos que conduzcan a establecer medidas de ordenación del recurso sierra en Guatemala, se realizaron muestreos biométricos de los desembarques de la pesca artesanal en las aldeas de Las Lisas y Sipacate de junio a septiembre del 2017. Las variables analizadas fueron longitud total (LT), longitud de horquilla (LH), peso total (P) y altura (A), mediante las cuales se calcularon indicadores pesqueros y puntos de referencia.

Se analizaron 587 ejemplares de *S. sierra* distribuidos en tallas de 28.0 a 69.9 cm de LT que sumaron un peso total de 233.46 kg. Los promedios obtenidos para LT y P fueron 45.25 cm y 475.09 g para Las Lisas; 39.74 cm y 338.03 g para Sipacate. El análisis de la relación longitud-peso, mostró un crecimiento alométrico negativo para las dos comunidades. Los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy resultaron en  $L_{\infty} = 101.0$  cm,  $k = 0.19$ ,  $t_0 = -0.64$ . La mortalidad total fue  $Z = 2.02$ , la natural  $M = 0.44$  y la mortalidad por pesca  $F = 1.58$ . La tasa de explotación fue  $E = 0.78$ , considerado como elevado para una pesquería saludable. La talla de primera captura ( $L_c$ ) para Las Lisas fue de 46.1 cm, que corresponde a una edad de 2.57 años, para Sipacate resultó en 41.9 cm equivalente 2.18 años; ambos valores superan la talla de primera madurez encontrada en la literatura de 45.0 cm. Se estimó un rendimiento por recluta de 358.3 g para las Lisas y de 362.6 g para Sipacate. En las dos localidades el rendimiento actual ha superado el rendimiento máximo. Si se incrementa la  $L_c$  a 50 cm (3 años) se lograría un rendimiento por recluta de 400g para Las Lisas, reduciendo la mortalidad por pesca. Para Sipacate, el incremento de la  $L_c$  permitiría un rendimiento

superior a los 500 g. Si se aumenta la talla de captura, la mortalidad total podría reducirse lo que protegería a la población de una sobreexplotación y se obtendría un incremento del rendimiento pesquero.

Este trabajo es una primera aproximación del estado actual de la pesquería de *S. sierra*, por lo tanto es de gran importancia que se establezcan medidas de ordenación y reglamentación. Para garantizar su éxito, es necesario tomar en cuenta las opiniones de los pescadores y que las restricciones sean adoptadas y efectuadas de manera voluntaria por los usuarios.

## Abstract

A large part of the fishing activities that take place in the Guatemalan Pacific are classified as artisanal and small-scale. Artisanal fishing has a traditionally multispecific character, most of the species are caught incidentally since the fishing is directed mainly to bass, snapper, curvina, catfish, guabina and sierra. Fisheries that withstand a higher pressure are at greater risk of being overexploited or showing signs of collapse. Achieving a sustainable use of the species with the highest commercial value, requires an evaluation formulated by obtaining biological and fishery information to define and establish strategies and management measures. In order to determine the biological indicators that allow to establish *Scomberomorus sierra* management measures in Guatemala, biometric sampling of the landings of artisanal fisheries was conducted in the villages of Las Lisas and Sipacate from June to September 2017. The variables analyzed were total length (LT), fork length (LH), total weight (P) and height (A), through which fishing indicators and reference points were calculated.

We analyzed 587 specimens of *S. sierra* distributed in sizes from 28.0 to 69.9 cm of TL that added a total weight of 233.46 kg. The averages obtained for LT and P were 45.25 cm and 475.09 g for Las Lisas; 39.74 cm and 338.03 g for Sipacate. The analysis of the length-weight relationship showed a negative allometric growth for the two communities. The growth parameters of the Von Bertalanffy equation resulted in  $L_{\infty} = 101.0$  cm,  $k = 0.19$ ,  $t_0 = -0.64$ . The total mortality was  $Z = 2.02$ , the natural  $M = 0.44$  and the fishing mortality  $F = 1.58$ . The exploitation rate was  $E = 0.78$ , considered high for a healthy fishery. The length of the first capture ( $L_c$ ) for Las Lisas was 46.1 cm, which corresponds to an age of 2.57 years, for Sipacate it was 41.9 cm equivalent to 2.18 years; both values exceed the size of first maturity found in the literature of 45.0 cm. A yield per recruit of 358.3 g was estimated for the Lisas and 362.6 g for Sipacate. In both locations the current performance has exceeded the maximum performance. If the  $L_c$  is increased to 50 cm (3 years), a yield per recruit of 400 g for Las Lisas would be achieved, reducing fishing mortality. For Sipacate, the increase in  $L_c$  would allow a yield higher than 500 g. If the size of the catch is increased, the total mortality

could be reduced, which would protect the population from overexploitation and an increase in fishing yield would be obtained.

This work is a first approximation of the current state of the *S. sierra* fishery, therefore it is of great importance to establish management and regulation measures. To guarantee its success, it is necessary to take into account the opinions of the fishermen and that the restrictions can be adopted and carried out voluntarily by the users.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Antecedentes</b>	3
<b>3. Marco Teórico</b>	5
3.1 Pesca	5
3.2 Importancia de la pesca	5
3.3 Evaluación y gestión de los recursos pesqueros	5
3.4 Pesca artesanal en el litoral del Pacífico	6
3.5 Pesquerías de pelágicos en el Pacífico guatemalteco	7
3.6 Especie de estudio: <i>Scomberomorus sierra</i>	7
<b>4. Objetivo</b>	9
4.1 Objetivo general	9
4.2 Objetivos específicos	9
<b>5. Metodología</b>	10
5.1 Ubicación geográfica	10
5.2 Variables	11
5.3 Muestreo	11
5.4 Selección de la muestra	11
5.5 Procedimiento	12
5.5.1 Toma de datos biométricos	12
5.6 Análisis de la información	13
5.6.1 Relación longitud-peso	14
5.6.2 Correlación longitud-altura	14
5.6.3 Parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy (1938)	14
5.6.4 Mortalidades	15
5.6.5 Talla/edad de primera captura y talla/edad de reclutamiento	16
5.6.6 Peso asintótico y rendimiento actual	16
5.6.7 Tasa de explotación	16
5.6.8 Rendimiento por recluta actual y simulaciones	17
<b>6. Resultados</b>	18

<b>7. Discusión</b>	29
<b>8. Conclusiones</b>	34
<b>9. Recomendaciones</b>	35
<b>10. Referencias</b>	36
<b>11. Anexo</b>	40

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ejemplar de sierra <i>Scomberomorus sierra</i>	8
<i>Figura 2.</i> Ámbito de distribución de <i>Scomberomorus sierra</i> (Robertson y Allen, 2015)	8
<i>Figura 3.</i> Ubicación geográfica de las localidades de muestreo	10
<i>Figura 4.</i> Procedimiento de la toma de datos biométricos (Trabajo de campo, 2016)	13
<i>Figura 5.</i> Promedio de la LT de <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas y Sipacate	18
<i>Figura 6.</i> Promedio de la LH de <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas y Sipacate	19
<i>Figura 7.</i> Promedio de la A de <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas y Sipacate	20
<i>Figura 8.</i> Promedio del P de <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas y Sipacate	20
<i>Figura 9.</i> Frecuencia de tallas de <i>Scomberomorus sierra</i> de Las Lisas y Sipacate	21
<i>Figura 10.</i> Correlación Longitud-Peso de los individuos de <i>Scomberomorus sierra</i> capturados en Las Lisas	22
<i>Figura 11.</i> Correlación Longitud-Peso de los individuos de <i>Scomberomorus sierra</i> capturados en Sipacate.	22
<i>Figura 12.</i> Curva de crecimiento de <i>Scomberomorus sierra</i> para Las Lisas y Sipacate	23
<i>Figura 13.</i> Curva de captura a edades relativas de <i>Scomberomorus sierra</i> para Las Lisas y Sipacate	24
<i>Figura 14.</i> Estimación de la talla de primera captura $L_c$ y talla de reclutamiento $L_r$ sobre distribución de frecuencia de tallas de <i>Scomberomorus sierra</i> para Las Lisas	25
<i>Figura 15.</i> Estimación de la talla de primera captura $L_c$ y talla de reclutamiento $L_r$ sobre distribución de frecuencia de tallas de <i>Scomberomorus sierra</i> para Sipacate	25
<i>Figura 16.</i> Rendimiento por recluta para <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas	26
<i>Figura 17.</i> Simulación del rendimiento por recluta modificando la talla de primera captura ( $L_c$ ) de <i>Scomberomorus sierra</i> en Las Lisas	27
<i>Figura 18.</i> Rendimiento por recluta para <i>Scomberomorus sierra</i> en Sipacate	28
<i>Figura 19.</i> Simulación del rendimiento por recluta modificando la talla de primera captura ( $L_c$ ) de <i>Scomberomorus sierra</i> en Sipacate	28

## Índice de tablas

Tabla 1. Variables de investigación	24
Tabla 2. Tamaño de muestra sugerida para análisis de frecuencia de tallas	25
Tabla 3. Relación de individuos analizados de <i>Scomberomorus sierra</i> ordenados por localidad y mes	31
Tabla 4. Valores de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy	45

# 1. Introducción

Para los pobladores de las regiones costeras de Guatemala, la pesca es una actividad de gran importancia ya que representa una vital fuente de alimentos e ingresos, en un medio con pocas oportunidades para el desarrollo económico. Para el país, la pesca marítima constituye el 87.26% del volumen de la captura total, en contraste con la continental que conforma el 12.74% restante. La actividad pesquera en las aguas oceánicas nacionales se efectúa esencialmente en las plataformas continentales de ambos litorales (Food and Agriculture Organization [FAO], 2016). Desafortunadamente, ésta actividad se encuentra en riesgo debido a desafíos originados por la falta de planeación a largo plazo en el manejo del recurso, así como la carencia del apoyo económico necesario para optimizar la captura y distribuirla comercialmente.

El litoral del Pacífico representa la línea de costa más extensa para el país, con una longitud de 254 kilómetros. La mayoría de las comunidades que se dedican a la actividad pesquera, la realizan mediante métodos artesanales, además que carecen de capacitación integral y de apoyo para la optimización tecnológica. El carácter artesanal de la actividad involucra la falta de una captura específica, por lo que la mayoría de las presas son consideradas como incidentales, ya que la pesca está dirigida a especies de mayor valor como pargos, robalos y sierras (Jolón, Sánchez, Villagrán, Mechel, y Kinh, 2005). Estas pesquerías soportan una mayor presión, resultado de la alta demanda ocasionada por una arraigada preferencia del consumidor.

En los últimos años, la pesca en Guatemala ha mantenido una tendencia a la baja con una reducción de hasta el 72%, en el periodo comprendido entre 2000 y 2010 (Beltrán, 2013). Uno de los principales factores que han originado esta disminución, se relaciona con la falta de planeación en el ordenamiento para el manejo de los recursos. Así mismo, las especies objetivo que sostienen las principales pesquerías del Pacífico guatemalteco, carecen de información actualizada sobre el volumen de captura, mortalidad por pesca, tasas de explotación y tallas de captura, entre otros. Por esta razón, la investigación científica es una herramienta necesaria para evaluar los recursos mediante el análisis integral de los aspectos

biológicos y pesqueros, siendo un requerimiento primordial para determinar el estado actual de las poblaciones y su potencial de aprovechamiento.

La sierra del Pacífico *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895) es una especie que sustenta una pesquería temporal basada en migraciones o "corridas" debido a una conducta migratoria relacionada con factores como la alimentación (constituida por sardina y anchoveta), la reproducción y la temperatura (Medina, 2006). Determinar el estado actual de *S. sierra* en su entorno biológico-pesquero ofrecerá certeza sobre los procesos biológicos que afectan el comportamiento de las capturas, además de que brinda una visión de las condiciones actuales a las que se enfrenta la pesquería y sus posibles soluciones o alternativas de mejora.

## 2. Antecedentes

Los inicios de la evaluación pesquera surgieron de manera paralela a la aparición de los primeros colapsos de las pesquerías en la década de 1890, cuando se dieron a conocer evidencias científicas de la reducción en las capturas de varias especies comerciales (bacalao, arenque, platija) del Mar del Norte (Europa). Al hacerse inminente el colapso de los stocks de especies explotadas históricamente, surgen un conjunto de instituciones enfocadas a la investigación pesquera (Cerviño, 2004). De esta manera, la evaluación pesquera se convirtió en una tarea obligada en la investigación científica de los recursos hidrobiológicos.

La metodología para la evaluación pesquera logró una mayor complejidad con la construcción de los modelos analíticos o predictivos basados en un profundo trabajo de la estimación de los parámetros poblacionales, específicamente la determinación de la edad, la estructura de tallas, el crecimiento y la mortalidad. En este tipo de modelos la complejidad se fundamenta en el número de variables, además de que requiere series históricas de datos y esfuerzo pesquero, para lograr la predicción de los rendimientos. El modelo más trascendente es el de Rendimiento por Recluta utilizado para estimar la capacidad de explotación del stock (Beverton, y Holt, 1957). Para estimarlo, es necesario el conocimiento de la edad y el crecimiento de los peces, siendo indicadores vitales para la determinación de los parámetros básicos en la evaluación de las poblaciones de especies de uso pesquero (Bertalanffy, 1938).

En América Latina, estos modelos fueron adoptados por las instituciones encargadas de la investigación pesquera quienes monitorean los stocks con los métodos descritos e incorporando nuevas tecnologías que el avance científico ha brindado como herramientas de análisis. Estudios realizados en Sinaloa México, incorporan a la evaluación de la pesquería comercial de *S. sierra*, el análisis de la estructura de tallas para estimar los parámetros de crecimiento individual, la longitud de primera madurez y la de primera captura (Aguirre, Morales, Morán, Madrid, y Valdez, 2006). Los resultados indicaron una longitud de primera captura de 398 mm de longitud furcal (edad 2 años 10 meses) y una longitud de primera madurez de 443 mm de longitud furcal (edad 3 años). Concluyen que la pesquería muestra

estabilidad, pero que requiere de una estrategia de manejo y puntos de referencia para su explotación.

También en México, en las costas de Colima se analizaron los desembarques de *S. sierra*, calculando una captura por unidad de esfuerzo de entre 1 a 14 kg por viaje, durante otoño e invierno. La talla de primera captura fue de  $L_{50} = 48$  cm (3 años), la mortalidad total fue  $Z = 0.77$ , la natural  $M = 0.20$  y la mortalidad por pesca fue  $F = 0.57$ . La tasa de sobrevivencia fue  $S = 0.46$  con una tasa de explotación  $E = 0.74$ , el análisis de rendimiento por recluta fue de  $y/r = 0.694$  gramos (Espino, et al., 2012).

En Guatemala, uno de los trabajos más representativos sobre la evaluación biológico pesquera, es el análisis de los parámetros de crecimiento para el dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), del que resultó una longitud asintótica  $L_{\infty} = 194.64$  cm, parámetro de crecimiento  $k = 1.49$  y  $t_0 = -0.093$ . Se estimó un mortalidad natural de  $M = 1.086$ , mortalidad por pesca de  $F = 4.53$  y estado de explotación  $E = 0.806$ . La captura por unidad de esfuerzo durante los desembarques en este estudio, presentaron variaciones considerables para disminuyendo de 199 kg/día de pesca en 2001 a 23 kg/día durante 2007 (López, Ixquiac, Sánchez, Tejeda, Orellana, y Sikahall, 2010).

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1 Pesca**

Se define como pesca “a la acción que consiste en capturar, recolectar, extraer y cazar por cualquier método o procedimiento, recursos hidrobiológicos” (Congreso de la República de Guatemala, 2002). Por lo tanto se entenderá por pesca, a la actividad productiva que consiste en capturar por cualquier medio, especies de peces y mariscos (Wilkin, 2008).

De acuerdo con la Ley de Pesca y Acuicultura [Decreto 80-2002], el Artículo 16 clasifica la pesca de acuerdo al medio en que se realice dicha actividad, diferenciando pesca marítima o pesca continental. Particularmente en el Artículo 17 la tipifica de acuerdo al propósito con que se realiza, como pesca comercial, pesca deportiva, pesca científica y pesca de subsistencia. Se considera como pesca comercial a la actividad que se realiza con propósitos de obtener beneficios económicos. Finalmente, en el Artículo 18 se divide la pesca comercial de acuerdo a la escala o capacidad de la embarcación: en artesanal, de pequeña escala, de mediana escala, de gran escala y de túnidos (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

#### **3.2 Importancia de la pesca**

La pesca y su comercialización han generado alimento y empleo a las comunidades costeras y no costeras durante siglos (Guzmán, 2006). El pescado y los productos pesqueros representan una fuente muy valiosa de proteínas y nutrientes esenciales, representando el 17% del aporte de proteína animal y el 6.7% de todas las proteínas consumidas en el mundo durante 2014 (FAO, 2016). Para las comunidades pesqueras que habitan en ambos litorales del país, la pesca es parte fundamental de la economía y costumbres de la región, llegando incluso en algún tiempo a formar en el individuo una cosmovisión costera.

#### **3.3 Evaluación y gestión de los recursos pesqueros**

La evaluación de pesquerías es el proceso mediante el cual se confecciona la información biológica sobre el estado presente, pasado y futuro del stock con el fin de aconsejar a los gestores sobre el modo de regular las pesquerías para obtener los resultados deseados (Cerviño, 2004). Por stock se entenderá a un subconjunto de una determinada especie que

posee los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, que habita en un área geográfica particular. Un rasgo esencial es que los parámetros poblacionales permanecen constantes en la zona de distribución del stock. Esto significa que si una determinada zona se divide en dos partes, los parámetros de crecimiento y mortalidad deberán ser los mismos (Sparre, y Venema, 1997).

La evaluación de pesquerías es sólo uno de los componentes del apoyo a la gestión, pero es el que proporciona la principal base científica para su regulación (Cerviño, 2004). El objetivo principal de la gestión de las pesquerías es el uso sostenible a largo plazo de los recursos pesqueros (FAO, 1995). Los objetivos de gestión se pueden agrupar en 4 categorías: biológicas, ecológicas, económicas y sociales. Los objetivos biológicos y ecológicos pueden ser vistos como restricciones a los objetivos económicos y sociales ya que los beneficios que se puedan obtener de un stock estarán siempre limitados por su capacidad productiva (Cochrane, 2002).

#### 3.4 Pesca artesanal en el litoral del Pacífico

En gran medida, el sector pesquero presente en el Pacífico guatemalteco está integrado por comunidades que desarrollan esta actividad por medios artesanales. Casi la totalidad de los empleos que se generan en la fase de captura, corresponde a la pesca artesanal (Beltrán, 2013). La mecanización del campo dio como resultado, la incursión al sector pesquero de un gran número de personas con pocas oportunidades laborales, por lo que se transformó de una actividad extractiva con fines de subsistencia a una de carácter comercial.

Los medios y tecnología de la pesca artesanal se relacionan con su baja especificidad en las capturas, por lo que las presas se componen por un gran número de especies. Debido a esto, los volúmenes de captura reportados son inexactos, ya que por ejemplo los reportes de pargo pueden incluir a varias especies de la familia Lutjanidae, siendo el mismo caso para el robalo con cinco especies del género *Centropomus* en el Pacífico y cuatro en el Atlántico. La falta de datos por especie, dificultan la evaluación pesquera de los recursos ya que las diferentes especies presentan características biológicas distintas.

### 3.5 Pesquerías de pelágicos en el Pacífico guatemalteco

El litoral del Pacífico presenta los mayores índices de diversidad de especies pelágicas en las costas de San José, Sipacate y el Semillero, con una variedad intermedia se encuentran las costas de Las Lisas y Champerico, siendo las costas de Iztapa y Tilapa las que representan los menores datos de especies pelágicas (Jolón, et al., 2005).

La actividad pesquera de especies pelágicas se realiza con el sistema de palangre de superficie, las especies con mayores volúmenes de capturas son: dorado, tiburón y atún. En general estos desembarques están sufriendo una disminución considerable, para el 2001 y 2002 se observó una disminución de 90% para dorado, y para el grupo de tiburones un 30% del volumen de los desembarques anuales (Jolón, et al., 2005).

### 3.6 Especie de estudio: *Scomberomorus sierra*

La familia Scombridae incluye a los atunes, macarelas y bonitos, peces muy conocidos que constituyen la base de pesquerías comerciales de gran valor en muchas regiones tropicales y subtropicales. Todas las especies son fuertes nadadoras y algunas presentan migraciones extensivas anuales. Los escómbridos son peces de tamaño mediano a grande (hasta 3 m), con cuerpos alargados, fusiformes, a veces moderadamente comprimidos (Robertson, y Allen, 2015).

La sierra del Pacífico es una especie epipelágica nerítica que forma cardúmenes y que desova cerca de la costa durante diferentes meses dependiendo de sus patrones de migración. Son depredadores nocturnos, que buscan presas entre los arrecifes y fondos rocosos y en ocasiones fondos blandos. Los adultos se alimentan de peces pequeños, especialmente anchovetas (*Anchoa* y *Cetengraulis*) y clupeidos (*Odontognathus* y *Opisthonema*) (Frimodt, 1995). El cuerpo es alargado fuertemente comprimido, el hocico es más corto que el resto de la cabeza (Figura 1).

La mandíbula presenta dientes fuertes triangulares. La primera aleta dorsal con XV-XVIII espinas con las dos dorsales muy cercanas entre sí, con entre siete y 10 aletillas después de la segunda aleta dorsal. En la base de la cola presenta dos quillas pequeñas separadas por una

más grande. Sus costados son plateados con numerosas manchas pardas redondeadas, dispuestas en tres hileras por debajo, y una por arriba, de la línea lateral. La primera aleta dorsal es negra distalmente, blanca en la base, la segunda alta dorsal amarillenta con el borde negro, la aleta anal es blanca (Figura 1) (Robertson, y Allen, 2015).



Figura 1. Ejemplar de sierra *Scomberomorus sierra*

Es endémica del Pacífico Oriental central. Se distribuye desde el sur de California y el Golfo de California, hasta Chile, incluyendo las Islas Galápagos, la Isla de Coco e Isla Malpelo (Figura 2) (Robertson, y Allen, 2015).



Figura 2. Ámbito de distribución de *Scomberomorus sierra* (Robertson, y Allen, 2015)

## 4. Objetivo

### 4.1 Objetivo general

- Evaluar el estado de sostenibilidad del recurso sierra *Scomberomorus sierra* en las comunidades costeras de Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla.

### 4.2 Objetivos específicos

- Determinar la estructura de la población capturada de *S. sierra* en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla.
- Estimar los parámetros de crecimiento de *S. sierra* capturada en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla.
- Determinar los indicadores del estado de explotación de la población de *S. sierra* capturada en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla.

## 5. Metodología

### 5.1 Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en dos comunidades pesqueras del Pacífico guatemalteco, siendo estas: Las Lisas situada en el municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa, con coordenadas geográficas  $13^{\circ} 48'6''$  N,  $90^{\circ}15' 46''$  O y la comunidad de Sipacate que se encuentra en el municipio de Sipacate del departamento de Escuintla, con coordenadas geográficas  $13^{\circ} 56' 0''$  N,  $91^{\circ}9' 0''$  O (Figura 3).

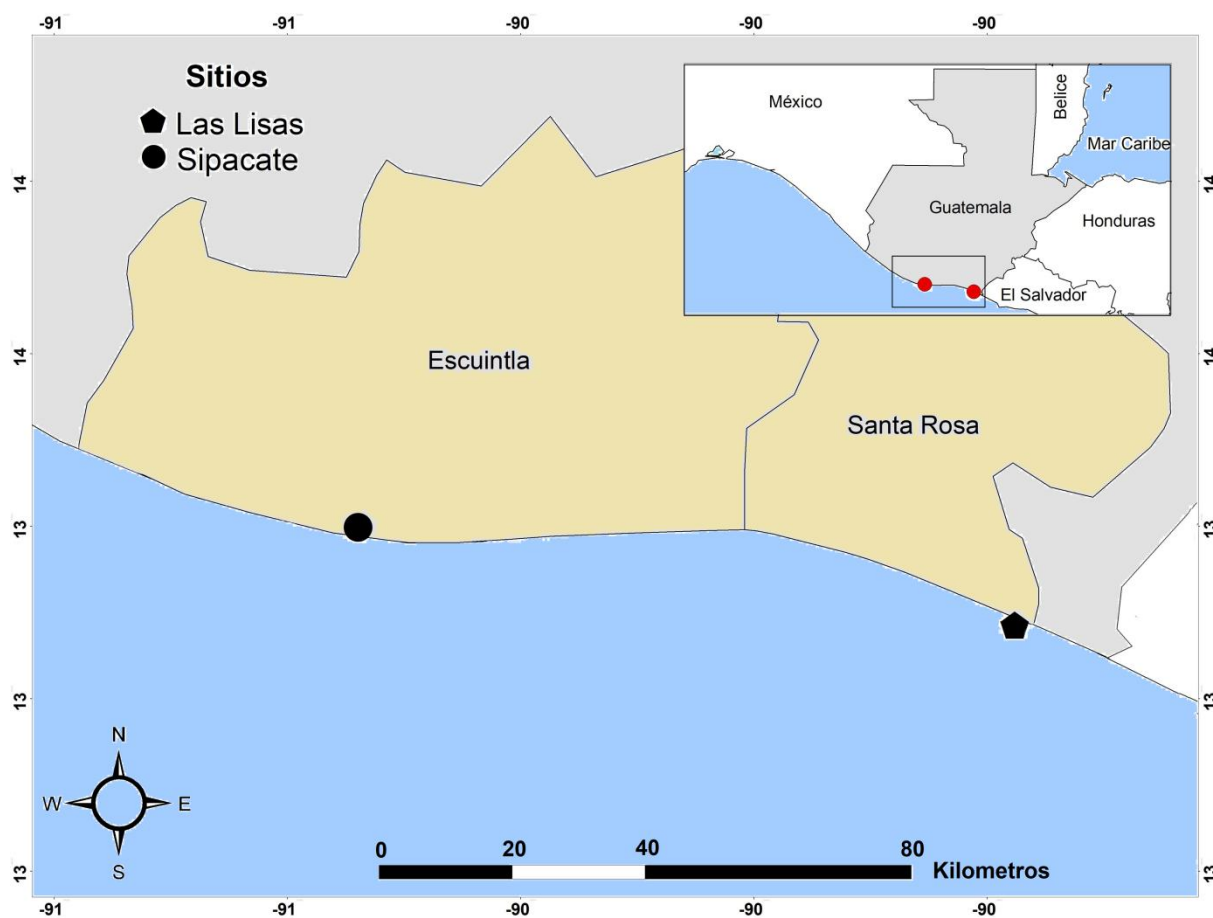


Figura 3. Ubicación geográfica de las localidades de muestreo (Trabajo de campo, 2017)

## 5.2 Variables

Durante el desarrollo de la investigación, se contempló la evaluación de variables biológicas de *S. sierra* y aspectos pesqueros (Tabla 1).

Tabla 1. *Variables de investigación*

Variable	Unidad de medida
Peso	g
Longitud total	cm
Longitud de horquilla	cm
Altura	cm
Peso total	kg
Rendimiento por recluta	g/recluta
Y/R	
Edad de primera captura Tc	Años
Edad de Reclutamiento Rc	Años
Tasas de explotación	%

## 5.3 Muestreo

Se realizó un muestreo mensual de junio a septiembre de 2017. Las jornadas de campo fueron de cuatro días, siendo asignados dos días por localidad.

## 5.4 Selección de la muestra

Existen criterios establecidos para determinar si un conjunto de datos son viables para ser utilizados en un análisis de frecuencias. Se considera que un tamaño de muestra total de 100 a 499 peces distribuidos a lo largo de 4 meses es "justo", y que una muestra de 500-1,000 peces repartidos en 6 meses era "bueno" (Tabla 2) (Hoening, et al., 1987; Pauly, 1984). Así mismo, se sugiere que bajo condiciones normales de los desembarques comerciales el tamaño óptimo de la muestra es bastante pequeño, pudiendo ser una muestra de 50-150 organismos. Esto estará influenciado por los volúmenes de pesca y la disponibilidad de los organismos (Gualland, y Rosenberg, 1992).

Tabla 2. *Tamaño de muestra sugerida para análisis de frecuencia de tallas*

Tamaño total de la muestra (No. de Peces)	Tiempo sobre el que fue acumulada el total de la muestra				
	1 mes	2 meses	4 meses	6 meses	12 meses
001 a 009	0	0	0	0	0
100 a 499	0	0	1	2	2
500 a 999	1	1	2	3	4
1,000 a 1,499	1	2	3	4	5
1500 a $\infty$	2	3	4	5	5+
0 = inutilizable	2 = justo		4 = muy bueno		
1 = pobre	3 = bueno		5 = excelente		

Fuente: Hoening, et al., 1987; Pauly, 1984.

## 5.5 Procedimiento

Los muestreos se realizaron en las distintas áreas de descarga y centros de acopio que se encuentran a lo largo del embarcadero de la Aldea Las Lisas y Sipacate. Los horarios de los desembarques durante la mañana fueron de 8:00 am a 12:00 pm y durante la tarde de 1:00 pm a 3:00 pm. Los organismos fueron facilitados por los pescadores artesanales, que realizan sus capturas con trasmallo y palangre.

### 5.5.1 Toma de datos biométricos

Los datos biométricos que se registraron fueron la longitud total (LT), longitud de horquilla (LH), altura (A) una cinta métrica convencional (precisión 1.0 mm). Así mismo, se registró el peso total (g) utilizando con una balanza electrónica (Figura 4). Los datos fueron anotados en una boleta de registro (Anexo 1). Al concluir el monitoreo los organismos fueron devueltos al pescador para su comercialización.



*Figura 4.* Procedimiento de la toma de datos biométricos (Trabajo de campo, 2016)

### 5.6 Análisis de la información

La información obtenida se procesó por medio de estadística descriptiva, para presentar el conjunto de datos obtenidos de las distintas variables y resaltar los patrones de variación. La descripción gráfica del conjunto de datos se realizó mediante histogramas, tablas de frecuencia y gráficos de dispersión. Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar si la frecuencia de los datos de longitud presentaba distribución normal. Posteriormente se determinó si existían diferencias significativas entre las localidades y los meses de muestreo, aplicando a los datos de talla un Análisis de Varianza de Una Vía (Anova por sus siglas en inglés) a través del programa JMP®. Los resultados con diferencias significativas, se evaluaron con una prueba post hoc de Tukey-Kramer. Además, para facilitar la interpretación de algunas variables se estimaron índices que sintetizaron la información y facilitaron su comparación.

### 5.6.1 Relación longitud-peso

Se realizó un análisis de la relación de longitud-peso mediante regresión lineal, calculando los valores de a y b de la ecuación:

$$P = a L^b$$

Donde:

P = Peso total en gramos

L = Longitud total en centímetros del organismo

a = Coeficiente de proporcionalidad

b = Coeficiente de alometría (Froese, 2006).

Debido a que el peso es igual al cubo de la talla, si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico ( $b=3$ ). Cuando  $b>3$ , los individuos han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. Cuando  $b<3$ , los individuos incrementan su longitud más que su peso con un crecimiento alométrico negativo.

### 5.6.2 Relación longitud-altura

Se realizó un análisis de la correlación de longitud-altura mediante regresión lineal, calculando los valores de a y b de la ecuación:

$$A = a L + b$$

Donde:

A = Altura total en centímetros

L = Longitud total en centímetros del organismo

a = Coeficiente de proporcionalidad

b = Coeficiente de alometría (Froese, 2006).

### 5.6.3 Parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy

Para conocer los parámetros de la ecuación de crecimiento se realizó un análisis del seguimiento de valores modales en la distribución de frecuencia de longitud, por medio del

método indirecto no paramétrico incluido en la rutina Electronic Length Frequency Analysis (Elefan I) del Software FAO/ICLARM STOCK ASSESSMENT TOOLS II (Fisat II), se buscó la mejor curva de crecimiento en dichas distribuciones (Gayanilo, Sparre, y Pauly, 2005; Pauly, y David 1980) y se ajustó las combinaciones de los parámetros de longitud infinita ( $L_{\infty}$ ) y la constante de crecimiento ( $k$ ).

La mejor curva fue la que resultó con el valor más alto del índice de bondad de ajuste  $R_n$  (Gayanilo, Sparre, y Pauly, 2005). El parámetro de ajuste de la condición inicial de la curva de crecimiento, equivalente a la edad teórica en la que la longitud es cero ( $t_0$ ), se obtuvo al sustituir  $k$  y  $L_{\infty}$  en la siguiente fórmula

$$t_0 = t + 1/k \cdot \ln (L_{\infty} - LT) / L_{\infty}$$

Donde:

$t_0$  = parámetro de ajuste de la condición inicial de la curva de crecimiento, equivalente a la edad teórica en la que la longitud es cero

$t$  = edad

$k$  = tasa de crecimiento individual o parámetro de curvatura

$L_{\infty}$  = longitud máxima asintótica

$LT$  = longitud al tiempo (Gayanilo, Sparre, y Pauly, 2005).

Con los parámetros obtenidos se calculó la ecuación el crecimiento (Bertalanffy, 1938):

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

#### 5.6.4 Mortalidades

Un parámetro necesario para conocer las poblaciones que son aprovechadas comercialmente, es la mortalidad. La mortalidad natural ( $M$ ) se estimó a partir de una ecuación empírica que establece la relación entre  $M$ , los parámetros de crecimiento y la temperatura promedio anual del agua ( $T^{\circ}$ ), obtenidas a partir de datos satelitales (Pauly, 1983).

$$M = \log_{10} M = -0.0066 - (0.279 \log_{10} L_{\infty}) + (0.6545 \log_{10} k) + (0.4634 \log_{10} T^{\circ})$$

La mortalidad total (Z) se obtuvo con el método de la curva de captura a edades relativas (Pauly, 1984), por medio de la siguiente ecuación:

$$Z = \ln(N_t/Dt) = \ln(N_0/Dt) - Zt$$

Donde:

$N_t$  = la cantidad de individuos al final del mismo intervalo

$Dt$  = es la diferencia en el tiempo entre las longitudes mínima y máxima de cada intervalo de longitud

$N_0$  = el número relativo de individuos al inicio del tiempo (t)

$Zt$  = pendiente Z (Pauly, 1984).

La tasa de mortalidad por pesca (F) se estimó de la diferencia de mortalidad total menos mortalidad natural ( $F = Z - M$ ). La tasa de explotación (E) se calculó mediante  $E = FZ^{-1}$ .

#### 5.6.5 Talla/edad de primera captura y talla/edad de reclutamiento

Las tallas de primera captura ( $L_c$ ) y de reclutamiento ( $L_r$ ) son las longitudes a las cuales se encuentra el 50% y 25% respectivamente de los peces capturados por un arte de pesca (Beverton, y Holt, 1957; Gulland, 1983).  $L_c$  y  $L_r$  fueron convertidas con la ecuación de crecimiento a la edad de primera captura ( $T_c$ ) y edad de reclutamiento ( $T_r$ ), respectivamente.

#### 5.6.6 Peso asintótico y rendimiento actual

El peso asintótico ( $P_\infty$ ) se calculó con los datos de crecimiento y la relación L-P. La edad de primera captura  $T_c$  y la mortalidad por pesca (F) se utilizaron para localizar el rendimiento actual y posteriormente encontrar los puntos de referencia de la pesquería (Gulland, y Boerema, 1973).

#### 5.6.7 Tasa de explotación

La tasa de explotación máxima ( $E_{max}$ ) se refiere al valor de E que maximiza el rendimiento promedio de cada recluta que se incorpora a la pesquería, mientras que  $E_{0.1}$  es la tasa de

explotación, cuyo valor de rendimiento por recluta está a 10% del origen. Este último es un punto de referencia más conservador (Gulland, y Boerema, 1973).

#### 5.6.8 Rendimiento por recluta actual y simulaciones

El rendimiento por recluta (Y/R por sus siglas en inglés: yield per recruit) se estimó con el modelo de estructura por edades (Beverton, y Holt, 1957), usado para complementar la información de los datos de captura y esfuerzo (Sparre, y Venema, 1997). Se utilizaron los parámetros de crecimiento, mortalidad, las edades de primera captura ( $T_c$ ) y de reclutamiento ( $T_r$ ):

$$Y/R = F e^{-M(T_c - T_y)} P_{\infty} (1/Z - 3S/Z + k - 3S^2/Z + 2k - S^3/Z + 3k)$$

Donde:

$$S = e^{(-kT_c - t_0)} \text{ (Beverton, y Holt, 1957).}$$

Se realizaron dos simulaciones de rendimiento por recluta sustituyendo los valores de tallas de primera captura en la ecuación descripta, por un valor menor y otro mayor al actual.

## 6. Resultados

La muestra se integró con 587 ejemplares de *S. sierra* que sumaron un peso total de 233.46 kg. Para Las Lisas, julio fue el mes con el mayor número de organismos con 153, mientras que para Sipacate fue septiembre con 115. Se detalló la relación de individuos registrados por mes y localidad (Tabla 3).

Tabla 3. *Relación de individuos analizados de Scomberomorus sierra ordenados por localidad y mes*

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Las Lisas	26	153	80	19	278
Sipacate	105	81	8	115	309

En Sipacate se registró el ejemplar con mayor LT siendo de 69.9 cm (agosto), sin embargo también se encontró la talla más pequeña, que fue de 28.0 cm (junio). En esta localidad se analizaron organismos de menor LT durante todos los muestreos excepto en agosto, por lo que su promedio total fue de 39.74 cm siendo inferior al promedio registrado en Las Lisas de 45.25 cm (Figura 5). La desviación estándar más alta, se registró en Sipacate durante agosto (12.6 cm), resultado de una amplia variación de las tallas durante ese mes.

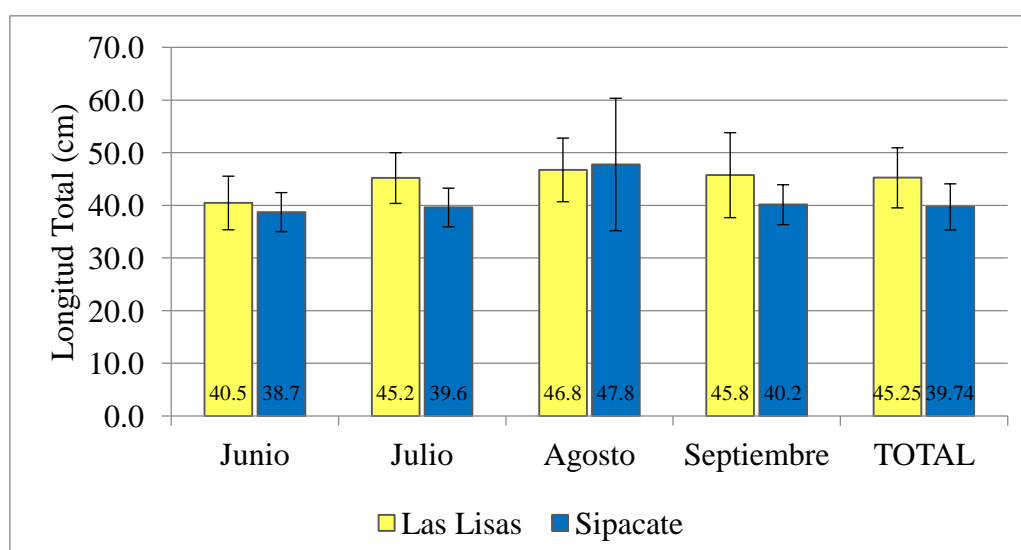


Figura 5. Promedio de la LT de *Scomberomorus sierra* en Las Lisas y Sipacate

La variación de la LH (Figura 6) fue equivalente a la LT, excepto por agosto donde el valor promedio de Las Lisas superó al de Sipacate, algo que no ocurrió con la LT (Figura 5). Se registró un promedio de horquilla para Las Lisas de 39.39 cm y para Sipacate de 34.42 cm. Así mismo, se observó una amplia desviación de los datos durante el mes de agosto de 11.7 cm, para Sipacate.

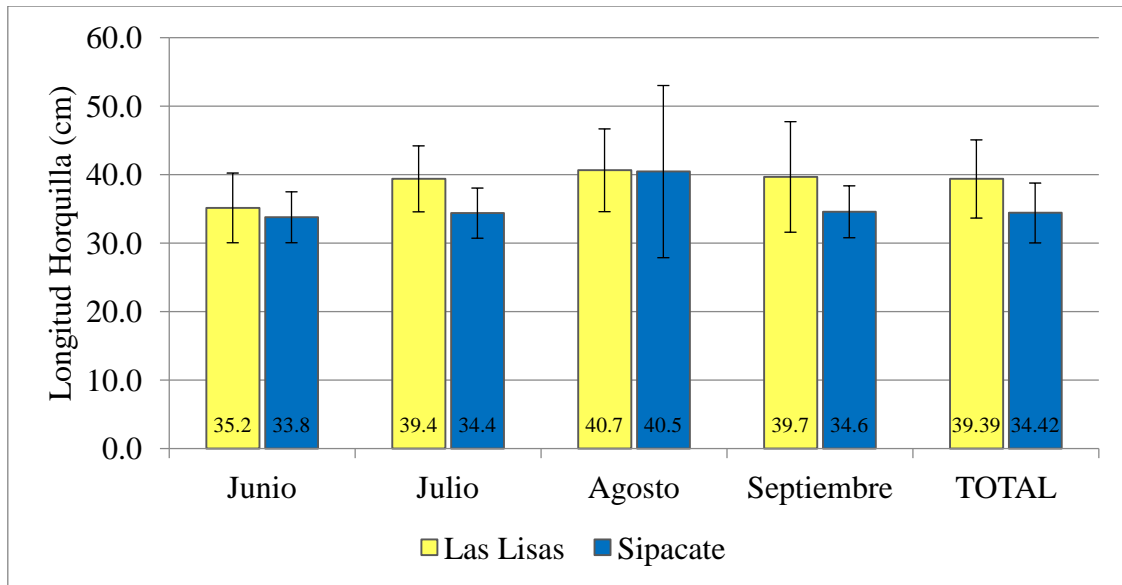


Figura 6. Promedio de la LH de *Scomberomorus sierra* en Las Lisas y Sipacate

Los valores de altura fueron superiores en Las Lisas excepto en agosto, donde el promedio de Sipacate fue mayor con 6.7 cm (Figura 7). El intervalo de altura fue de 4.0 a 11.5 cm, registrando un promedio de altura para Las Lisas de 6.20 cm y para Sipacate de 5.58 cm. Con una variación máxima en septiembre para Las Lisas de 1.6 cm y en agosto para Sipacate de 2.1 cm.

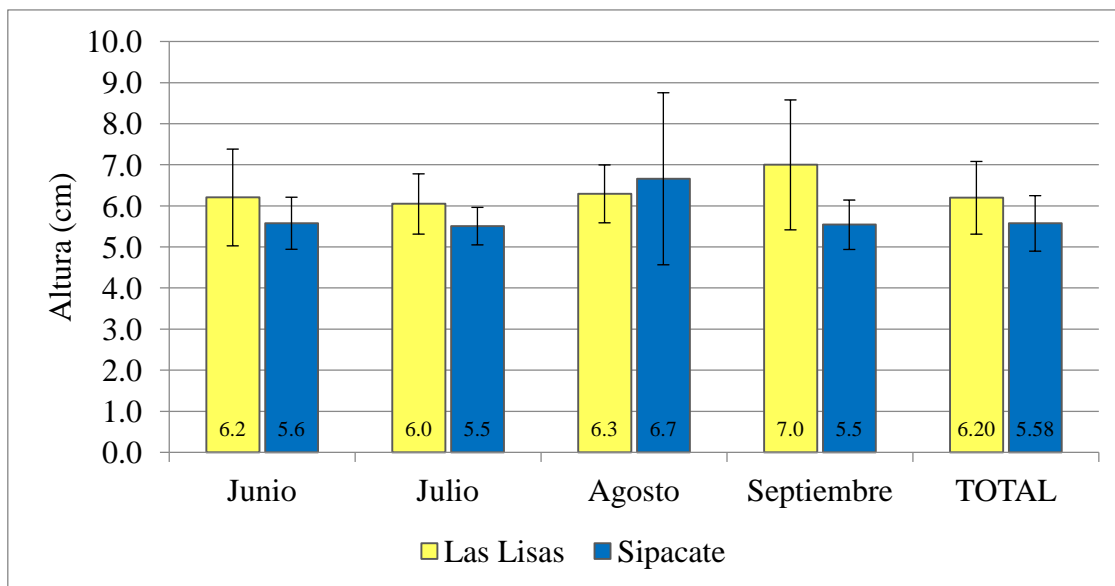


Figura 7. Promedio de la A de *Scomberomorus sierra* en Las Lisas y Sipacate

Los valores de peso registraron su máximo en agosto para ambas localidades. El intervalo fue de 129.9 a 1464.4 g, con un promedio de 475.09 g para Las Lisas y 338.03 g para Sipacate. Se presentó una variación máxima en septiembre de 267.3 g para Las Lisas y en agosto para Sipacate de 497.0 g (Figura 8).

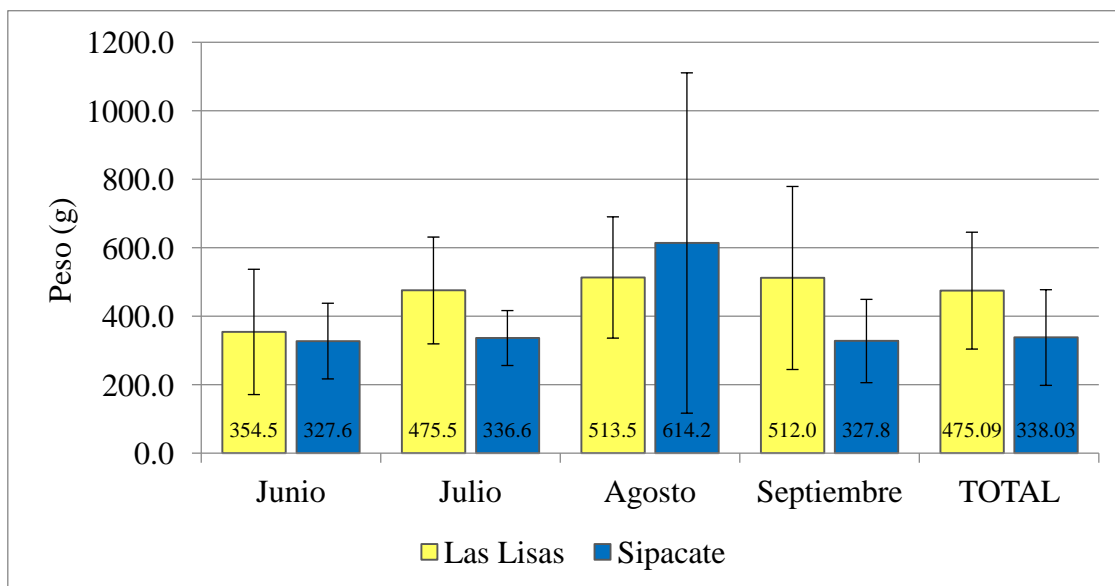


Figura 8. Promedio del P de *Scomberomorus sierra* en Las Lisas y Sipacate

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk determinó que los datos de longitud total para *S. sierra* presentan distribución normal con un p-valor < 0.0001. Así mismo, el Anova de la LT encontró diferencias significativas entre los meses de muestreo y entre localidades, con un valor de p < 0.0001 para ambos casos. La comparación de medias utilizando la prueba de Tukey-Kramer demostró la diferencia significativa de las longitudes entre todos los meses, así como entre Las Lisas y Sipacate.

El total de individuos fue agrupado en intervalos de 2.5 cm. Para Las Lisas la distribución de frecuencias de talla mostró una tendencia sobre los organismos de 40 a 52.5 cm. En Sipacate se observó una distribución agrupada entre las longitudes de 37.5 a 45 cm. Las clases de tallas que presentaron mayor número de organismos, estuvieron comprendidas para Las Lisas entre 45 y 47.5 cm, mientras que para Sipacate fue de 37.5-42.5 cm (Figura 9).

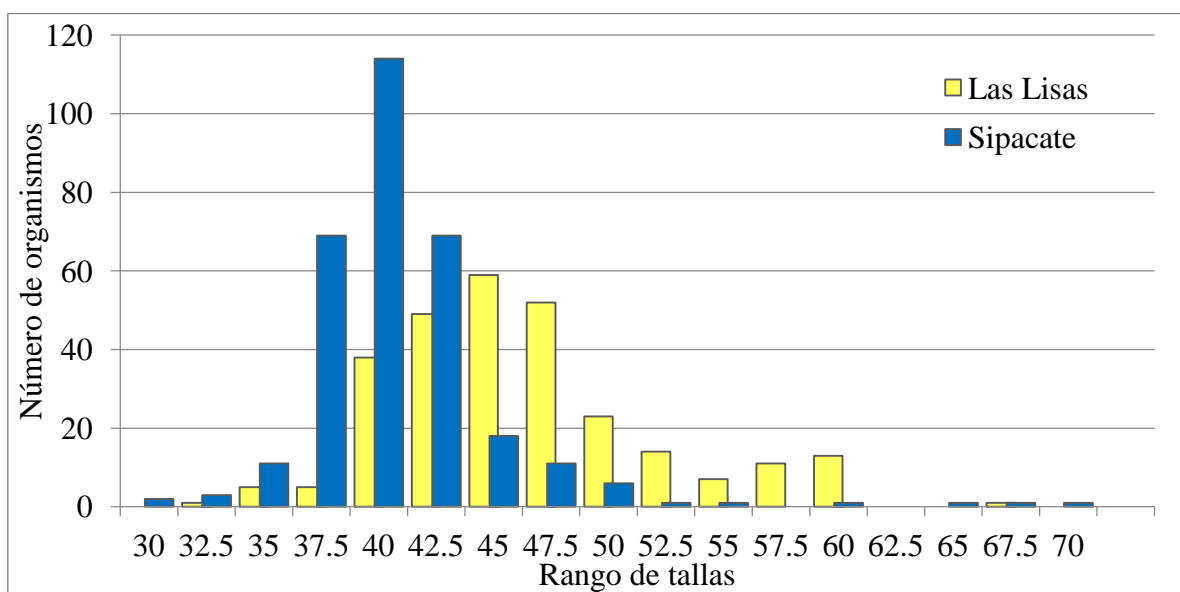


Figura 9. Frecuencia de tallas de *Scomberomorus sierra* de Las Lisas y Sipacate

La relación longitud-peso se calculó incluyendo el total de los individuos muestreados que contaban con ambas mediciones. La relación de estas dos variables se ajustó a un modelo del tipo potencial (Figuras 10 y 11) cuya función matemática quedó expresada de la siguiente manera  $P=0.0165 LT^{2.6875}$  ( $r=0.9468$ ) para Las Lisas y  $P=0.0149 LT^{2.7136}$  ( $r=0.9121$ ) para

Sipacate. El valor de b fue menor de 3, lo que indicó un crecimiento tipo alométrico negativo para ambas localidades.

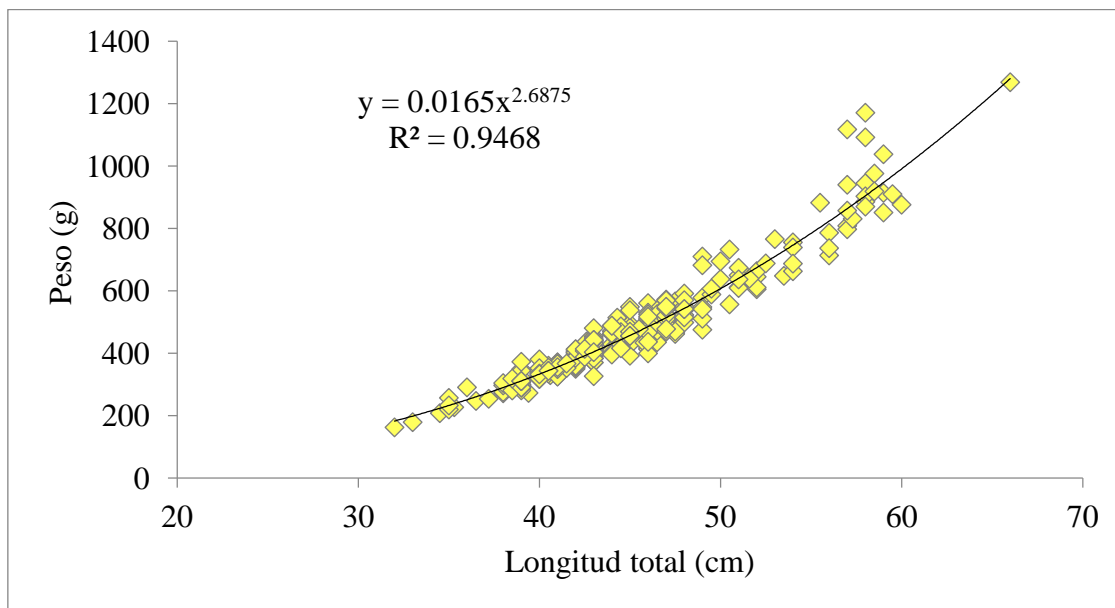


Figura 10. Correlación Longitud-Peso de los individuos de *Scomberomorus sierra* capturados en Las Lisas

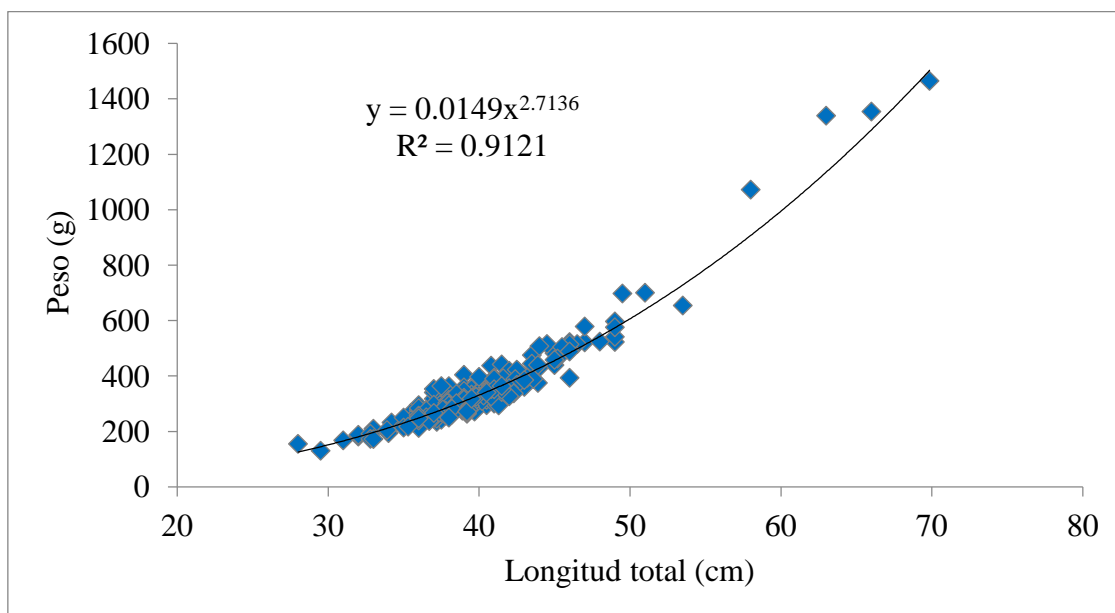


Figura 11. Correlación Longitud-Peso de los individuos de *Scomberomorus sierra* capturados en Sipacate.

Los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy resultaron en una longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) de 101.0 cm de LT, con un parámetro de curvatura (K) de 0.19 año<sup>-1</sup> (Figura 12). Los valores de  $L_{\infty}$  y K fueron elegidos de acuerdo al máximo índice de bondad de ajuste  $R_n$  de 0.420, que indicó la mejor combinación de parámetros de crecimiento. Con los valores de  $L_{\infty}$  y K se despejó de la ecuación de crecimiento, el valor de  $t_0$ , resultando en -0.64.

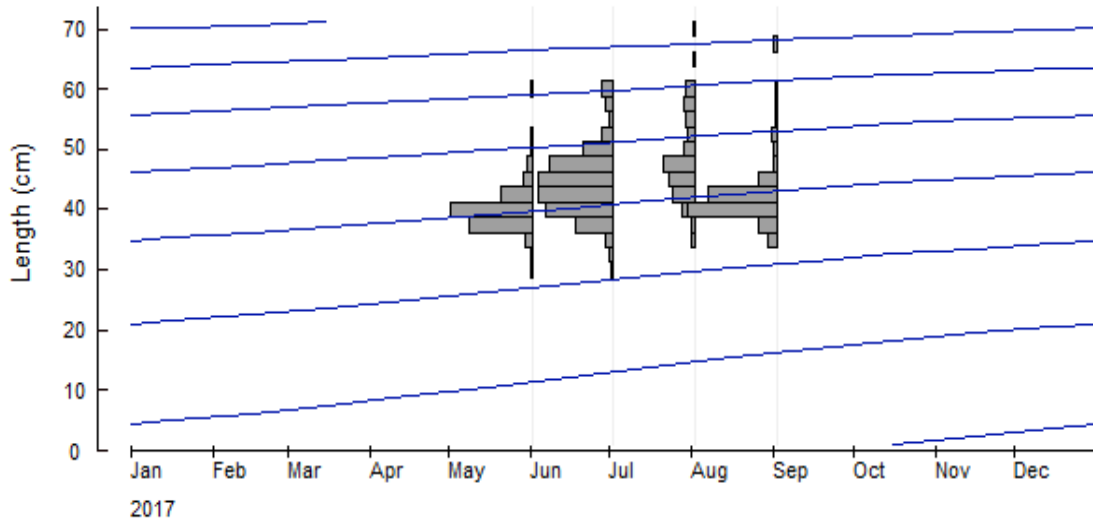


Figura 12. Curva de crecimiento de *Scomberomorus sierra* para Las Lisas y Sipacate

Con el método de la curva de captura basada en longitudes convertidas a edades (Figura 13), se estimó una mortalidad natural para *S. sierra* de  $M=0.44$ , con una mortalidad total  $Z=2.02$  y una mortalidad producida por pesca de  $F=1.58$ . La tasa de explotación fue de  $E=0.78$ , siendo muy superior al límite de  $E=0.5$  que considera a una pesquería en estado saludable (Gulland, 1964). La tasa de explotación obtenida indica que del total de la población que muere al año el 78% es causado por la pesca y 22% de manera natural.

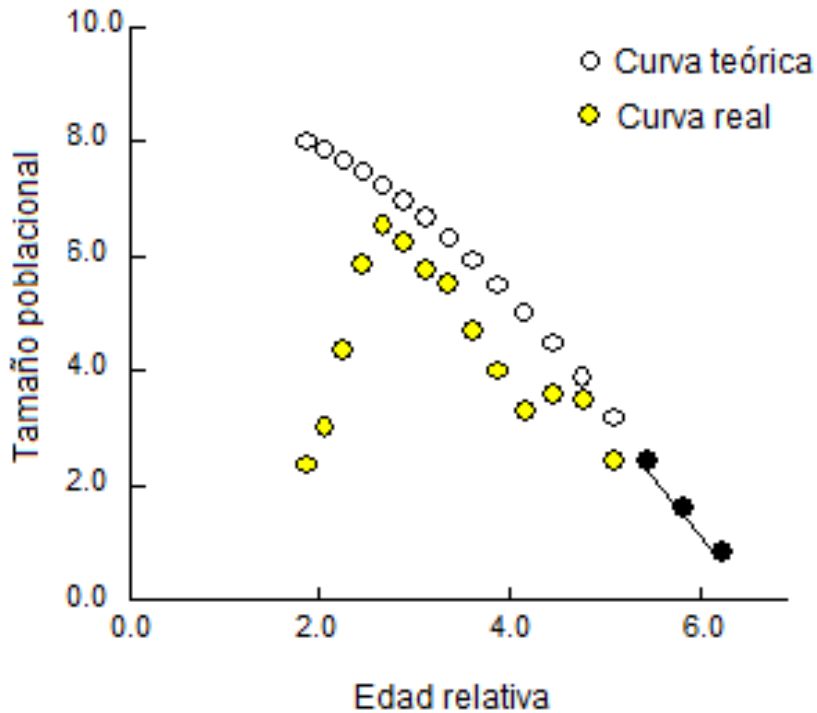


Figura 13. Curva de captura a edades relativas de *Scomberomorus sierra* para Las Lisas y Sipacate

La estimación para la talla de primera captura para Las Lisas ( $L_c$ ) resultó en 46.1 cm de LT que correspondió a una edad ( $T_c$ ) de 2.57 años, equivalente a un peso de 488.65 g. La talla de reclutamiento ( $L_r$ ) fue de 42.8 correspondiente a una edad de reclutamiento  $T_r$  de 2.26 años y un peso de 400.8 g. Considerando la relación calculada de LT y altura representada como  $A = 0.1181(LT) + 0.8571$ , la altura estimada para  $L_c$  sería 6.3 cm y para  $L_r$ , 5.9 cm (Figura 14).

La talla de primera captura para Sipacate ( $L_c$ ) resultó en 41.9 cm de LT y correspondió a una edad ( $T_c$ ) de 2.18 años, convertida a un peso de 375.2 g. La talla de reclutamiento ( $L_r$ ) fue de 39.6 cm que correspondiente a una edad  $T_r$  de 1.98 años y 323.28 g de peso. Con la relación calculada de LT y altura representada como  $A = 0.124(LT) + 0.6471$ , la altura estimada para la  $L_c$ , sería de 5.8 cm y para la  $L_r$  de 5.1 cm (Figura 15).

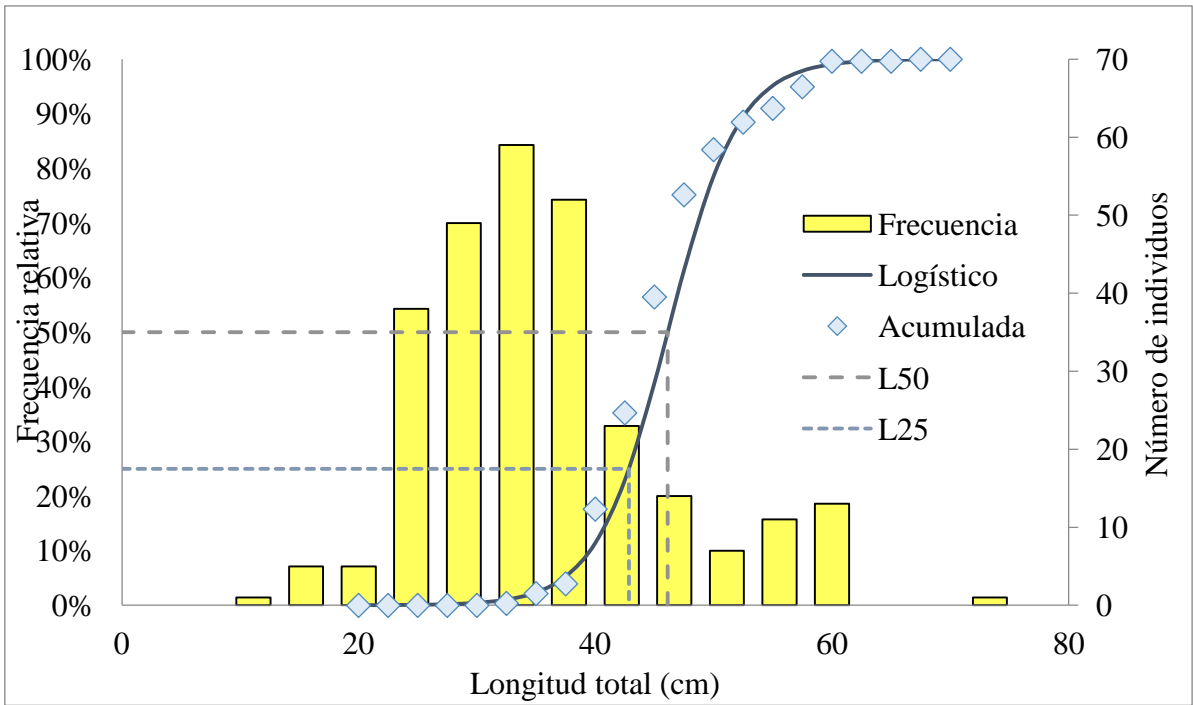


Figura 14. Estimación de la talla de primera captura  $L_c$  y talla de reclutamiento  $L_r$  sobre distribución de frecuencia de tallas de *Scomberomorus sierra* para Las Lisas

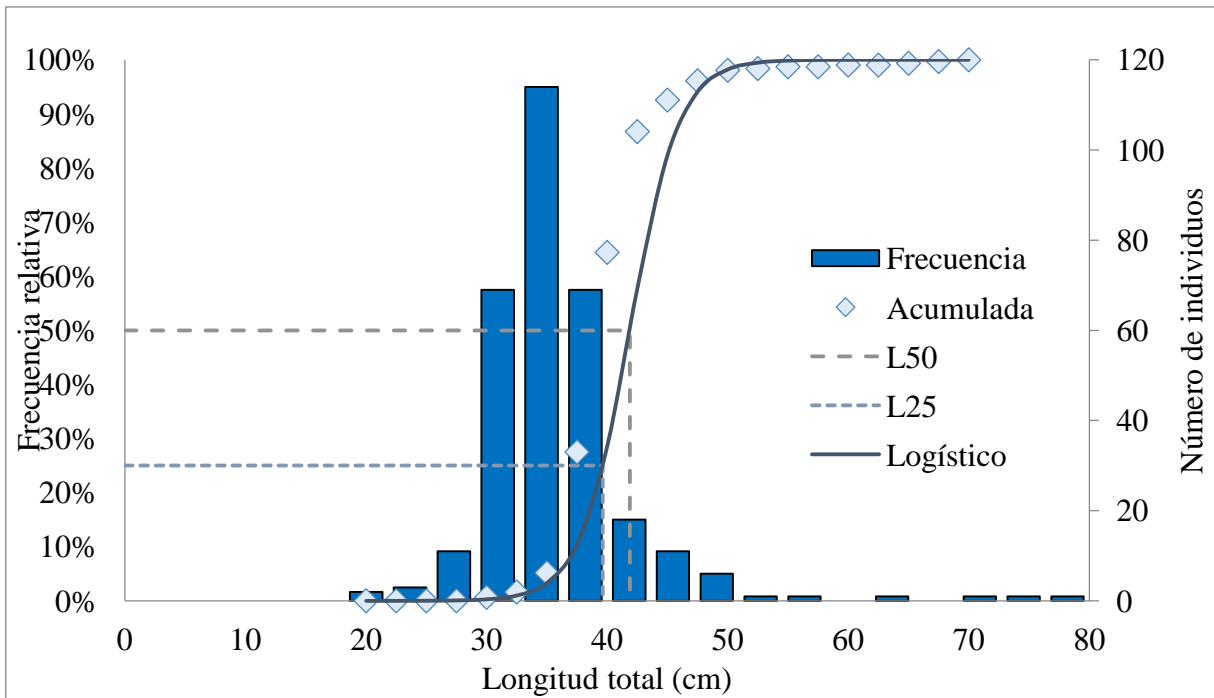


Figura 15. Estimación de la talla de primera captura  $L_c$  y talla de reclutamiento  $L_r$  sobre distribución de frecuencia de tallas de *Scomberomorus sierra* para Sipacate

El modelo de Beverton y Holt (B-H) determinó que la pesquería de *S. sierra* en Las Lisas con una talla de primera captura  $L_c$  de 46.1 cm (edad  $T_c = 2.17$  años) presenta un rendimiento por recluta  $Y/R$  de 358.29 g/recluta (Figura 16). Su rendimiento máximo con una  $F=1.46$  sería de 358.42 g/recluta, por lo que se puede observar en el gráfico, que el rendimiento actual ya ha superado al rendimiento máximo.

La simulación analizó dos escenarios posibles, uno donde la talla de primera captura ( $L_c$ ) se incrementa a 50 cm (equivalente a 3 años), con lo que se lograría un rendimiento mayor (Figura 17). Con esta talla de primera captura, sería posible reducir la mortalidad por pesca a  $F=0.62$ , manteniendo un  $Y/R$  de 400 g/recluta. Ésta  $T_c$  corresponde a una altura de 6.8 cm, por lo que de acuerdo con (Rosman, 1980), para su captura con redes de enmalle requeriría prohibir aberturas menores a 3.5 pulgadas.

Finalmente, en otra simulación se explora la posibilidad de que se capturaren tallas más pequeñas, con una  $L_c$  de 27 cm (1 año) lo que afectaría negativamente al rendimiento poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso en una tasa más acelerada que la actual.

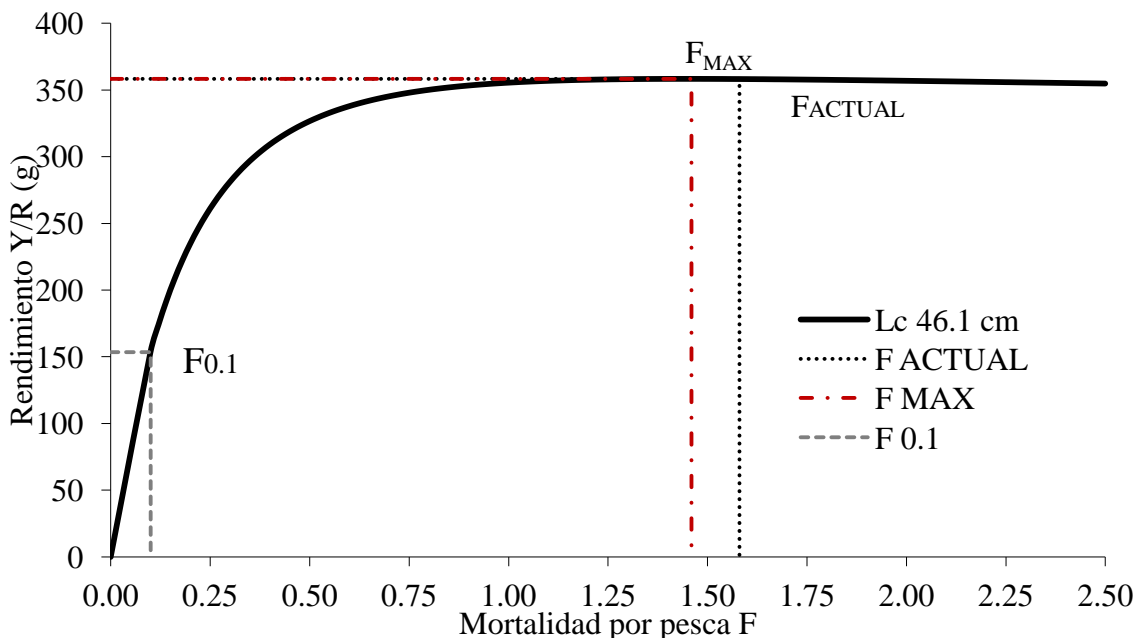


Figura 16. Rendimiento por recluta para *Scomberomorus sierra* en Las Lisas

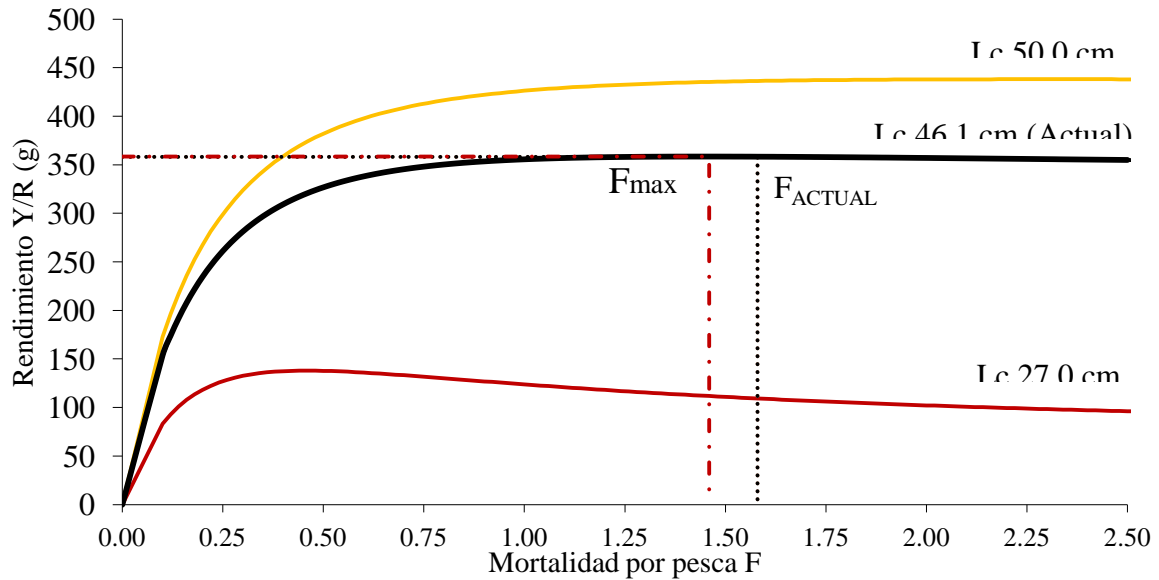


Figura 17. Simulación del rendimiento por recluta modificando la talla de primera captura ( $L_c$ ) de *Scomberomorus sierra* en Las Lisas

Para Sipacate, el rendimiento por Recluta Y/R con una talla de primera captura  $L_c$  de 41.9 cm, fue de 362.60 g/recluta. Esta talla corresponde a una edad de 2.18 años y una altura de 5.8 cm. Su rendimiento máximo alcanzado se logró con una  $F=1.08$  resultando en 367.14 g/recluta. Se observa que para esta localidad el rendimiento actual ha rebasado por mucho al Rendimiento Máximo (Figura 18).

En la simulación donde la talla de primera captura ( $L_c$ ) se incrementó a 50 cm (3 años), se lograría reducir la mortalidad por pesca hasta  $F=0.28$ , obteniendo un Y/R de 400 g/recluta (Figura 19). Incluso se podría alcanzar un rendimiento superior a los 500 g/recluta sin sobrepasar la mortalidad máxima para la  $L_c$  actual. Por su parte, la simulación con la talla de captura disminuida a  $L_c$  de 27 cm (1 año) muestra una reducción del rendimiento por debajo de los 180 g/recluta y con una continua reducción desde una  $F$  menor a 0.7.

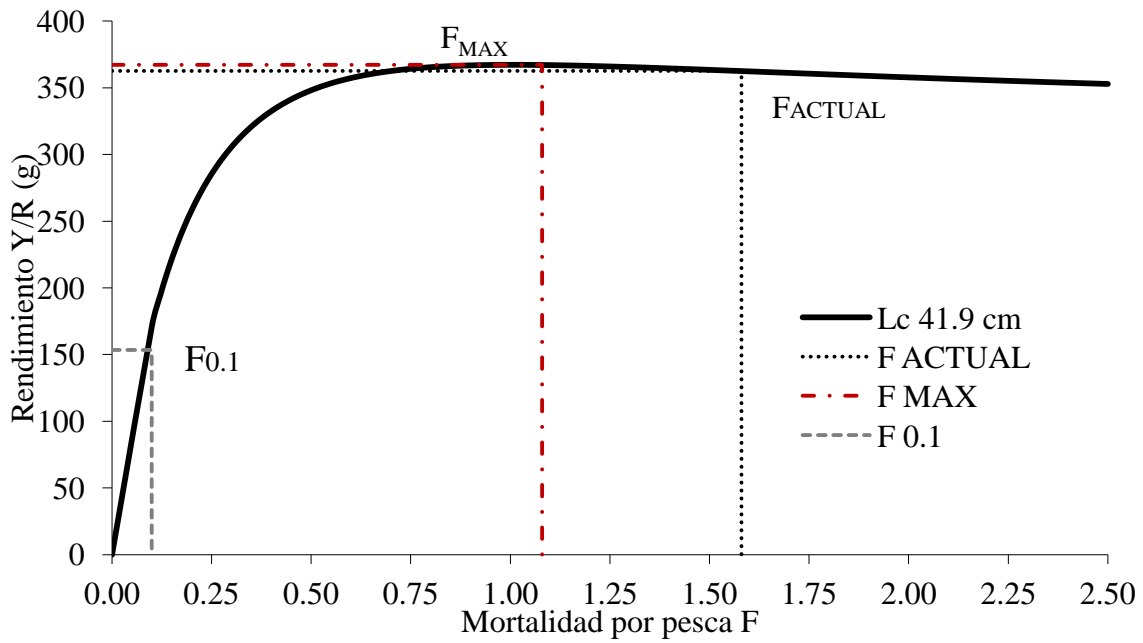


Figura 18. Rendimiento por recluta para *Scomberomorus sierra* en Sipacate

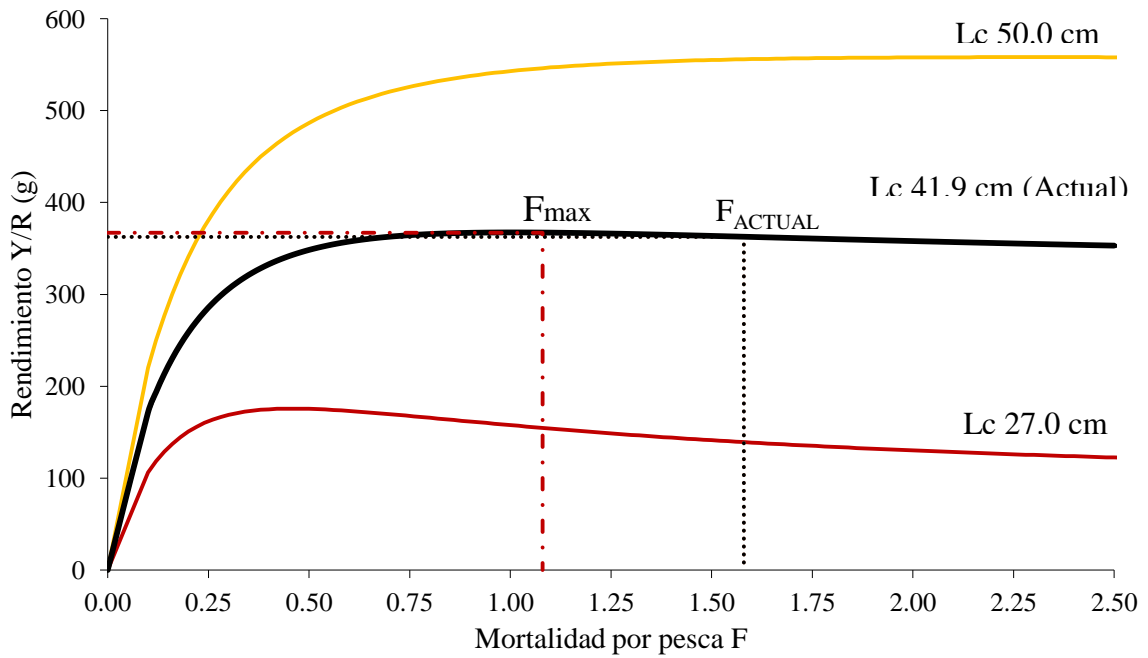


Figura 19. Simulación del rendimiento por recluta modificando la talla de primera captura ( $L_c$ ) de *Scomberomorus sierra* en Sipacate

## 7. Discusión

*S. sierra* es un recurso de importancia comercial distribuido en el Pacífico Oriental, considerado como un pescado de excelente calidad. En el Pacífico centro-oriental, las capturas de esta especie para la década de 1890/90 oscilaron entre 4,442 t y 8,103 t, pero las mayores capturas corresponden a México (Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter, y Niem, 1995). A pesar de su importancia, no se han implementado medidas para su manejo que permitan un aprovechamiento sustentable (Domínguez, Uribe, y Díaz, 2010).

A lo largo de su distribución, las pesquerías de *S. sierra* presentan una marcada temporalidad en las capturas, fenómeno conocido y aprovechado por los pescadores, quienes han identificado las épocas en que ocurren las llamadas “corridas”. La estacionalidad de los recursos es un fenómeno muy complejo que no sólo tiene relación con las características del ambiente, sino también con el ciclo biológico de las especies y aspectos ecológicos. Las variaciones en las capturas se relacionan con movimientos migratorios originados por procesos reproductivos. Esto puede reflejarse en organismos de diferentes tallas dependiendo de la etapa reproductiva a la que se encuentren y los periodos de reclutamiento (Medina, 2006).

En este trabajo, las tallas obtenidas presentaron un intervalo total de 28.0 a 69.9 cm entre las dos localidades, siendo menor a los reportados por en Jalisco con un intervalo de 26.09 a 102.8 cm de LT (Lucano, Ruiz, Palomera, y Gonzales, 2011); en Colombia de 39.0 a 85.0 cm de LT (Eraso, Bustos, Salas, Girón, y Rueda, 2017); y en Colima de 25.0 a 97.0 cm de LT (Espino, et al., 2012). Estas diferencias pueden ser resultado de la temporalidad de los muestreos, los sitios de captura, y las artes de pesca utilizadas. De manera general se observaron tallas mayores en Las Lisas en comparación con Sipacate. Las diferencias entre localidades, fueron confirmadas por medio del ANOVA, lo que refleja una variación espacial de las tallas resultado de la utilización de trasmallos con mayor apertura. En el Pacífico Mexicano, se ha observado una diferenciación del aprovechamiento por parte de los pescadores quienes utilizan una luz de malla que varía de 3 a 3.5 pulgadas en la zona norte del país y de 3.5 a 4 en la zona sur.

La distribución de la frecuencia de tallas, también mostró una diferenciación espacial. Mientras que Sipacate presentó una tendencia hacia los organismos de longitudes entre 37.5 y 45 cm (5 cm de diferencia), Las Lisas tuvo una distribución más homogénea de las tallas con un intervalo de 40 a 50 cm (10 cm de diferencia). Como se mencionó anteriormente, este contraste puede ser ocasionado por el uso de diferentes aberturas de malla por parte de las comunidades junto con la preferencia de los sitios de pesca.

Los parámetros de la ecuación de longitud-peso se ajustaron al modelo potencial, con una ganancia en peso proporcional al cubo de la talla. El valor de la pendiente indicó un crecimiento tipo alométrico negativo para ambas localidades ( $b < 3$ ), con 2.69 para Las Lisas y 2.71 para Sipacate, lo que coincide con estudios previos que estimaron un valor de  $b = 2.79$  (Aguirre, et al., 2006). Sin embargo, se han reportado casos de crecimiento isométrico con valores de  $b = 3.03$  (Espino, et al., 2012). La inconsistencia en los parámetros de la relación longitud-peso, pueden relacionarse con la metodología de muestreo, la temporada de estudio, los periodos reproductivos, así como la condición alimenticia durante la captura. Los organismos con bajos niveles de grasa, resultado de la reproducción, pueden afectar el coeficiente de alometría (Medina, 2006). De cualquier manera, los valores calculados se encuentran dentro del intervalo reportado previamente para *S. sierra*, de 2.65 a 3.05 (Aguirre, et al., 2006).

La determinación de la edad y crecimiento de los peces es fundamental para el análisis de la biología de las especies y la regulación de su explotación pesquera, siendo la base de los modelos de dinámica de poblaciones utilizados en el análisis pesquero. Los parámetros de la ecuación de crecimiento estimados para *S. sierra*, resultaron en  $L_{\infty} = 101.0$  cm,  $k = 0.19$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.64$ , con un valor de bondad de ajuste  $R_n$  de 0.420, que supera a lo obtenido por otros trabajos de esta especie. Por ejemplo, estudios realizados para *S. sierra* en Nayarit reportaron valores de  $R_n$  entre 0.232 a 0.273 (Zárate, y Nava, 2016). Por lo tanto, las estimaciones para el recurso sierra de Las Lisas y Sipacate presentan una alta certeza sobre la calidad del modelo con la posibilidad de un ajuste más representativo de la realidad.

Al llevar a cabo una comparación de los valores de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy con aquellos reportados por otros autores en tres diferentes estados de México se observa una alta similitud en los años más recientes (Tabla 4).

Tabla 4. *Valores de la ecuación de crecimiento Von Bertalanffy y puntos de referencia pesquera calculados por diferentes autores*

Zona de estudio	Colima	Sinaloa	Colima	Nayarit	Las Lisas-Sipacate
Año	1990	2006	2012	2016	2017
$L_{\infty}$ (cm)	80.7	95.8	99.54	103	101.0
k (1/año)	0.36	0.15	0.205	0.22	0.19
t0 (años)	-0.023	-0.05	-0.06	0.002	-0.64
Lc cm LT	-	-	48	46-50	46.1;41.9
Mortalidad M	-	-	0.2	0.22	0.44
Mortalidad Z	-	-	0.77	1.176	2.02
Mortalidad F	-	-	0.57	0.95	1.58
Explotación E	-	-	0.74	0.80	0.78
Rendimiento Y/R (g)	-	-	694	-	258.29;362.60

Fuente: Espino, Cruz, y García, 1990; Aguirre, Morales, Morán, Madrid, y Valdez, 2006; Espino, et al., 2012; Zárate, y Nava, 2016; Paz, 2017.

En relación a la mortalidad, se encontró que los valores de M, Z y F superan a los de Colima y Nayarit, lo que indicaría que en Las Lisas-Sipacate se ejerce una mayor presión sobre el recurso. Además, la tasa de explotación revela una alta presión por pesca de 0.78 considerada como alta (Gulland, 1964). Por lo tanto, se podría sugerir que la pesquería de *S. sierra* en las localidades de Las Lisas y Sipacate se encuentra sobreexplotada.

Reafirmando lo anterior, la talla de primera captura (Lc) para Lisas y Sipacate fue menor a la reportada en Colima de 48 cm, lo que podría ser resultado de un intenso esfuerzo de captura y la utilización de trasmallos de abertura muy pequeña (Espino, et al., 2012). Particularmente la

Lc de Sipacate fue considerablemente baja, lo que significaría un riesgo para la sustentabilidad del recurso. Estudios previos, señalan que *S. sierra* alcanza su madurez alrededor de los 45 cm de LT o tres años de edad (Espino, et al., 2012). Si se toma como referencia esta longitud, Las Lisas tendrían una Lc por debajo de la talla de madurez, mientras que Sipacate estaría capturando un alto porcentaje de organismos que no habrían llegado a la etapa reproductiva. Con las tallas de primera captura se estimó un rendimiento por recluta de 358.3 g para las Lisas y de 362.6 g para Sipacate. Para las dos localidades el rendimiento actual ha superado el rendimiento máximo, pero es en Sipacate donde ambos indicadores se alejan en mayor medida. Al incrementar la Tc a 50 cm (equivalente a 3 años con los parámetros de crecimiento de este estudio) se lograría un rendimiento por recluta de 400 g/recluta para Las Lisas, reduciendo la mortalidad por pesca a  $F=0.62$ . Para Sipacate, los resultados son prometedores, el incremento de la Tc permitiría alcanzar un rendimiento superior a los 500 g/recluta sin sobrepasar una F de 0.75. Si se aumenta la talla de primera captura, la mortalidad total Z podría reducirse lo que protegería a la población de una sobreexplotación y se obtendría un incremento del rendimiento pesquero, ya que el crecimiento y reclutamiento elevarían la abundancia y biomasa de la población en cada grupo de edad.

Se realizaron cálculos de la talla de primera captura, talla de reclutamiento y del rendimiento, por separado para cada localidad, con base en el ANOVA que detectó diferencias espaciales significativas para la LT. Así, fue posible determinar de manera independiente, los indicadores que describen la explotación del recurso *S. sierra* en Las Lisas y Sipacate, así como las recomendaciones emitidas de forma separada.

Para asegurar el futuro de la pesquería de *S. sierra* en estas localidades, es necesario implementar medidas que permitan el aprovechamiento sostenible, sin impactar su reclutamiento. Esto evitaría externalidades ecológicas provocadas por artes de pesca, que atrapan individuos cada vez más pequeños y que puedan originar conflictos sociales por acceso a los recursos, sobreexplotación de los stocks, crecimiento del esfuerzo pesquero y baja utilidad económica.

La disminución de los volúmenes de captura está relacionada con el bienestar social de la comunidad ya que repercute directamente sobre las ganancias de los pescadores siendo un factor de riesgo para el rendimiento financiero de la actividad. Debido a lo anterior, sería recomendable aumentar la abertura del trasmallo. Un mayor rendimiento beneficiaría directamente a los pescadores al asegurar la sostenibilidad del recurso, sin embargo cuando se implementan medidas o restricciones para el manejo, las personas tienden a sentir que las regulaciones amenazan sus derechos o acceso a los recursos. Por lo tanto, es necesario un enfoque de gestión pesquera alternativo al modelo clásico que se basa en la imposición de prohibiciones (Defeo, 2015). En este trabajo, se propone la aplicación de medidas enfocadas en empoderar a los grupos de pescadores, con el objetivo de que las restricciones se tomen de manera voluntaria como una decisión interna basada en el conocimiento de los beneficios a largo plazo y no como una imposición externa. Existen trabajos que proponen el esquema de manejo comunitario (o de co-manejo), que integra diferentes componentes de la sociedad en la aplicación y vigilancia de las medidas de manejo, permitiendo la instrumentación de medidas de protección del recurso con la participación de los pescadores (Espino, et al., 2006). Esto ampliaría su conciencia sobre el cuidado de los recursos y fortalecería la organización de los grupos, sus integrantes y liderazgo.

Lograr el establecimiento de un esquema de manejo eficiente requiere continuar con el monitoreo de la actividad, evaluando de manera constante los indicadores pesqueros. Los estimadores calculados se sustentarán estadísticamente mediante el aumento del tamaño de muestra y de la línea temporal. Esto beneficiará la toma de decisiones basadas en indicadores de mayor eficacia logrando una mayor certidumbre en la toma de decisiones.

Este trabajo es una primera aproximación sobre indicadores y puntos de referencia de una pesquería de escama en Guatemala. Es importante que investigaciones futuras continúen con métodos integrales (biológico, tecnológico y socioeconómico), para asegurar la sustentabilidad y evitar la sobreexplotación del recurso.

## 8. Conclusiones

1. Los organismos de *S. sierra* analizados en la región de Las Lisas, presentaron mayores valores de talla y peso en comparación con Sipacate.
2. Las diferencias encontradas entre los meses de muestreo, son resultado de los procesos de reclutamiento de las poblaciones. Mientras que las diferencias entre localidades se deben a las características propias del arte, la técnica de pesca y la presión ejercida al recurso.
3. Los valores estimados para la mortalidad por pesca, mortalidad natural y la tasa de explotación indican que el 78% de la mortalidad de los organismos ocurre por la pesca, lo cual demuestra que en la actualidad el recurso se encuentra sobreexplotado.
4. Las tallas de primera captura para las dos localidades, fueron menores a la talla de primera madurez reportada en la literatura. Lo que indica que se están capturando una gran cantidad de organismos, que no han llegado a la edad reproductiva.
5. Con el modelo de Beverton y Holt B-H se determinó que el rendimiento actual para esta pesquería ya ha superado el rendimiento máximo para las dos localidades, coincidiendo con los resultados obtenidos con la tasa de explotación.
6. Las simulaciones de rendimiento demostraron que al aumentar la talla de primera captura, se obtendría un mayor rendimiento y se reduciría la mortalidad por pesca, alcanzando mayores ingresos económicos para los pescadores y mejorando la sostenibilidad del recurso.

## 9. Recomendaciones

1. Se sugiere a la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura, establecer medidas de ordenación y reglamentación fundamentadas en los análisis obtenidos en esta investigación, cuyos resultados sugieren evitar el uso de trasmallos menores a 3.5 pulgadas. Y difundir la información obtenida con los usuarios del recurso, tomando en cuenta sus opiniones para que las restricciones sean adoptadas y efectuadas de manera voluntaria.
2. Realizar un estudio de la biología reproductiva de *S. sierra*, para establecer los meses reproductivos del organismo, relación hembra: macho y conocer la talla de primera madurez.
3. Realizar un estudio sobre la selectividad de la red agallera o trasmallo, ya que con una luz de malla adecuada es posible obtener mayores capturas, proteger a los juveniles y mantener la estructura de la población.

## 10. Referencias

1. Aguirre-Villaseñor, H., Morales-Bojórquez, E., Morán-Angulo, R. E., Madrid-Vera, J., y Valdez-Pineda, M. C. (2006). Indicadores biológicos de la pesquería de sierra (*Scomberomorus sierra*) al sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 32 (3), 471-484.
2. Beltrán, C. S. (2013). *Contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria y el ingreso familiar en Centroamérica*. Roma: Food and Agriculture Organization [FAO].
3. Beverton, R. J. H., y Holt S. J. (1957). *On the dynamics of exploited fish populations: Fisheries Investigations Series II*. London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
4. Cerviño-López, S. (2004). *Estudio de la incertidumbre asociada a los métodos de evaluación de las poblaciones de peces*. Tesis Doctorado en Biología. España: Universidad de Vigo.
5. Cochrane, K. L. (2002). *The use of scientific information in the design of management strategies: Fisheries Technical Paper No. 424*. Rome: FAO.
6. Congreso de la República de Guatemala. (2002). *Ley general de pesca y acuicultura [Decreto 80-2002] y su reglamento [Acuerdo Gubernativo 223-2005]*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA].
7. Defeo, O. (2015). *Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina: Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592*. Roma: FAO.
8. Domínguez-López, M., Uribe-Alcocer, M., y Díaz-Jaimes, P. (2010). Phylogeography and historical demography of the Pacific sierra mackerel (*Scomberomorus sierra*) in the Eastern Pacific. *BMC Genetics*, 11 (1), 1-12.
9. Eraso-Ordoñez, J. F., Bustos-Montes, D. M., Salas-Castro, S., Girón, A., y Rueda, M. (2017). Fecundidad de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Pacífico colombiano. *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras [Invemar]*, 46 (1), 29-44.



10. Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M., y García-Boa, A. (1990). Biología pesquera de tres especies de la familia Scombridae en el litoral de Colima, México. En Dailey, M., y Bertsch, H. (Eds.), *Memorias del VIII Simposio de Biología Marina* (pp. 65-74). Ensenada, México.
11. Espino-Barr, E., Nava-Ortega, R. A., Gallardo-Cabello, M., Cabral-Solís, E. G., Puente-Gómez, M., y García-Boa, A. (2012). Aspects of *Scomberomorus sierra* fishery from the coast of Colima, México. *Ciencia Pesquera*, 20 (1), 77-88.
12. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2016). *El estado mundial de la pesca y acuicultura*. Roma: Autor
13. FAO. (1995). *Code of conduct for responsible fisheries*. Rome: Author.
14. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., y Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro-Oriental, volumen II y III*. Roma: FAO.
15. Frimodt, C. (1995). *Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish*. England: Fishing News Books.
16. Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4), 241-253.
17. Gayanilo, F. C., Sparre, P., y Pauly, D. (2005). *The Fisat II users guide: Computerized information series fisheries*. Rome: FAO, and International Center for Living Aquatic Resources Management [ICLARM].
18. Gulland, J. A. (1964). *Manual of methods of fish population analysis: Fisheries Technical Paper No. 40*. Rome: FAO.
19. Gulland, J. A. (1983) *Fish stock assessment: A manual of basic methods*. Rome: FAO, and Wiley.
20. Gulland, J. A., y Boerema, L. K. (1973). Scientific advice on catch levels. *Fish Bull*, 7 (1), 325-335.
21. Gulland, J. A., y Rosenberg, A. A. (1992). *A review of length-based approaches to assessing fish stocks*. Rome: FAO.



22. Guzmán-Barrios, S. A. (2006). *Informe final de actividades del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la aldea Buena Vista, Iztapa, Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
23. Hoening, J. M., Csirke, J., Sanders, M. J., Abella, A., Andreoli, M. G., Levi, D., Ragonese, S., Al-Shoushani, M., and El-Musa, M. M. (1987). Data acquisition for length-based stock assessment: Report of working group 1. En Pauly, D., y Morgan, G. R (Eds.). *Length-based methods in fisheries research*. Manila: ICLARM
24. Jolón-Morales, M. R., Sánchez-Castañeda, R., Villagrán-Colon, J. C., Mechel, C., y Kihn, H. A. (2005). *Estudio sobre los recursos pesqueros (de escama) en el litoral Pacífico y Mar Caribe de Guatemala*. Guatemala: Unidad para el manejo de la Pesca y la Acuicultura [UNIPESCA], y AESI.
25. López-Bran, R., Ixquiac-Cabrera, M., Sánchez-Rodas, M. R., Tejeda-Velásquez, C. A., Orellana-Samayoá, C., y Sikahall-Prado, J. A. (2010). *Contribución al desarrollo de la pesquería de Dorado (Coryphaena hippurus, Linnaeus, 1758.), en la zona económica exclusiva ZEE del Océano Pacífico guatemalteco*. Guatemala: Proyecto del Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario [AGROCYT].
26. Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Palomera-Sánchez, F. I., y González-Sansón, G. (2011). Biología reproductiva de la sierra *Scomberomorus sierra* (Pisces, Scombridae) en el Pacífico central mexicano. *Ciencias Marinas*, 37 (3), 249-260.
27. Medina-Gómez, S. P. (2006). *Edad y crecimiento de la sierra del Pacífico Scomberomorus sierra (Jordan y Starks 1895) en el Golfo de California, México*. Tesis Maestría en ciencias en Manejo de Recursos Marinos. La Paz, Baja California Sur, México: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas [CICIMAR-IPN].
28. Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies and Reviews*, 1 (1), 1-35.
29. Pauly, D. (1983). *Some methods for the assessment of tropical fish stocks: Fishery Technical Paper No. 234*. Rome: FAO.
30. Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. Filipinas: ICLARM.



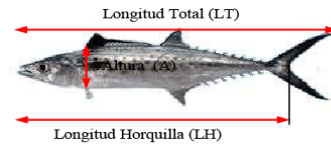
31. Pauly, D., y David, N. (1980). An objective method for determining fish growth from length-frequency data. *ICLARM Newsletter*, 3 (3), 13-15.
32. Robertson, D. R., y Allen, G. R. (2015). *Peces: Pacífico Oriental / Una guía para peces costeros del Pacífico Oriental Tropical*. República de Panamá: Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.
33. Sparre, P., y Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales, Parte 1: Manual / Documento Técnico de Pesca No. 306*. Roma: FAO.
34. Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10 (2), 181-213.
35. Wilkin, P. S. (2008). *El hombre y el mar en el Puerto de Iztapa, Escuintla: Una mirada antropológica a la pesca artesanal*. Tesis Licenciado en Antropología. Guatemala: USAC.
36. Zárate-Becerra, M. E., y Nava-Ortega, R. A. (2016). Parámetros biológicos de *Scomberomorus sierra* en Nayarit, comparación entre las temporadas 2009, 2010 y 2011. *Ciencia Pesquera*, 24 (1), 41-51.



## **11. Anexo**

**DATOS BIOMÉTRICOS DE SIERRA *Scomberomorus sierra***

Responsable: \_\_\_\_\_ Lugar de captura: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Arte de pesca: \_\_\_\_\_  
 Localidad: \_\_\_\_\_  
 Municipio: \_\_\_\_\_



No.	LT (cm)	LH (cm)	A (cm)	PT (g)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				

No.	LT (cm)	LH (cm)	A (cm)	PT (g)
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				

Anexo 1. Boleta de levantamiento de información

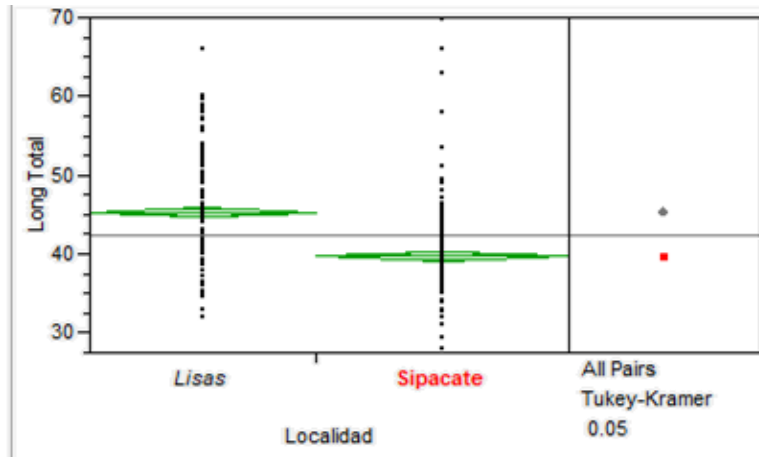
LONGITUD TOTAL LT										
LAS LISAS						SIPACATE				
Variables	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio
Promedio	40.5	45.2	46.8	45.8	45.25	38.7	39.6	47.8	40.2	39.74
Desv. Est.	5.1	4.8	6.0	8.1	5.70	3.7	3.7	12.6	3.8	4.38
Máx	58.0	60.0	59.5	66.0	66.00	58.0	49.0	69.9	66.0	69.9
Mín	32.0	35.0	33.0	35.0	32.00	28.0	29.5	36.5	32.8	28.0

LONGITUD HORQUILLA LH										
LAS LISAS						SIPACATE				
Variables	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio
Promedio	35.2	39.4	40.7	39.7	39.39	33.8	34.4	40.5	34.6	34.42
Desv. Est.	4.7	4.3	5.0	7.0	4.96	3.5	2.8	11.7	3.2	3.75
Máx	51.0	54.5	51.0	55.0	55.00	51.2	41.0	61.5	55.0	61.50
Mín	27.5	31.0	29.0	30.0	27.50	24.0	25.0	31.6	27.3	24.00

ALTURA A										
LAS LISAS						SIPACATE				
Variables	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio
Promedio	6.2	6.0	6.3	7.0	6.20	5.6	5.5	6.7	5.5	5.58
Desv. Est.	1.2	0.7	0.7	1.6	0.88	0.6	0.5	2.1	0.6	0.68
Máx	10.0	8.0	8.5	11.5	11.50	8.5	6.5	10.5	9.3	10.50
Mín	4.0	4.0	4.6	5.0	4.00	4.4	4.2	5.0	4.4	4.20

PESO P										
LAS LISAS						SIPACATE				
Variables	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	TOTAL	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	TOTAL
Promedio	354.5	475.5	513.5	512.0	475.09	327.6	336.6	614.2	327.8	338.03
Desv. Est.	183.0	156.1	177.0	267.3	170.64	110.6	80.3	497.0	121.6	139.71
Máx	1092.0	1170.9	976.0	1280.9	1170.90	1072.0	578.2	1464.4	1353.8	1464.40
Mín	162.4	212.4	179.0	232.9	162.40	154.7	129.9	250.6	172.1	129.90

Anexo 2. Análisis del conjunto de datos de *S. sierra*



▼ **Oneway Anova**

▼ **Summary of Fit**

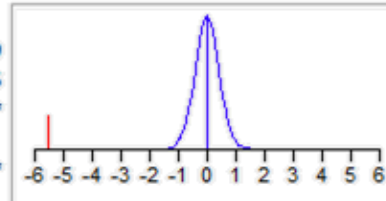
Rsquare	0.230001
Adj Rsquare	0.228685
Root Mean Square Error	5.048833
Mean of Response	42.34796
Observations (or Sum Wgts)	587

▼ **t Test**

Sipacate-Lisas

Assuming equal variances

Difference	-5.5170	t Ratio	-13.219
Std Err Dif	0.4174	DF	585
Upper CL Dif	-4.6973	Prob >  t	0.0000*
Lower CL Dif	-6.3367	Prob > t	1.0000
Confidence	0.95	Prob < t	0.0000*



▼ **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Localidad	1	4454.287	4454.29	174.7416	<.0001*
Error	585	14912.065	25.49		
C. Total	586	19366.353			

▼ **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Lisas	278	45.2522	0.30281	44.657	45.847
Sipacate	309	39.7351	0.28722	39.171	40.299

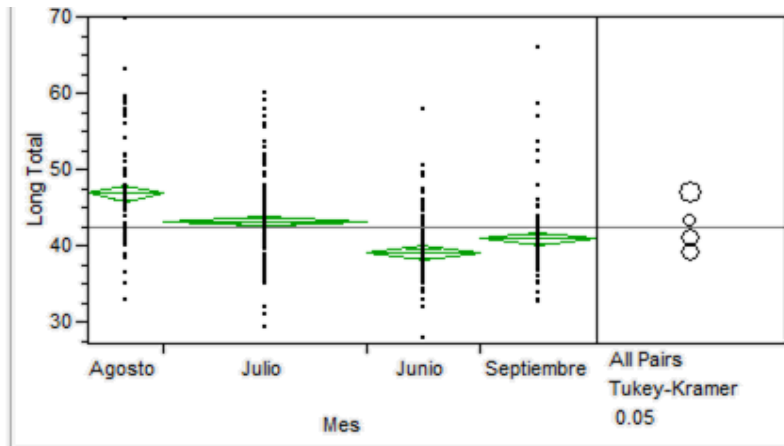
Std Error uses a pooled estimate of error variance

▼ **Means Comparisons**

▼ **Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD**

q*	Alpha	
1.96403	0.05	
Abs(Dif)-LSD		
	Lisas	Sipacate
Lisas	-0.8411	4.6973
Sipacate	4.6973	-0.7978

Anexo 3. Análisis ANOVA por localidades



▼ **Oneway Anova**

▼ **Summary of Fit**

Rsquare	0.18846
Adj Rsquare	0.184284
Root Mean Square Error	5.192119
Mean of Response	42.34796
Observations (or Sum Wgts)	587

▼ **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Mes	3	3649.781	1216.59	45.1291	<.0001*
Error	583	15716.572	26.96		
C. Total	586	19366.353			

▼ **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Agosto	88	46.8528	0.55348	45.766	47.940
Julio	234	43.2825	0.33942	42.616	43.949
Junio	131	39.0809	0.45364	38.190	39.972
Septiembre	134	40.9515	0.44853	40.071	41.832

Std Error uses a pooled estimate of error variance

▼ **Means Comparisons**

▼  **Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD**

q*	Alpha			
2.57650	0.05			
Abs(Dif)-LSD				
	Agosto	Julio	Septiembre	Junio
Agosto	-2.0167	1.8975	4.0658	5.9281
Julio	1.8975	-1.2368	0.8818	2.7418
Septiembre	4.0658	0.8818	-1.6343	0.2269
Junio	5.9281	2.7418	0.2269	-1.6529

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
Agosto	A 46.852841
Julio	B 43.282479
Septiembre	C 40.951493
Junio	D 39.080916

Anexo 4. Análisis de ANOVA por meses