



Universidad Autónoma de Baja California

Campus Ensenada

Facultad de Ciencias



**CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES ESPACIALES DE
TIBURONES MARTILLO *Sphyrna* spp. EN EL PACÍFICO
MEXICANO.**

Tesis:

PARA OBTENER EL GRADO EN:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA.

PRESENTADO PARA APROBACION POR:

C. ESTEPHANIE MORENO SANTOYO

DIRECTOR EN TESIS:

Dr. Luis Rafael de Jesús Solana Sansores.

Ensenada, Baja California, México. Agosto 2014.

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias

**CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES ESPACIALES DE TIBURONES MARTILLO
Sphyrna spp. EN EL PACÍFICO MEXICANO.**

TESIS PROFESIONAL:

PRESENTA:

ESTEPHANIE MORENO SANTOYO.

APROBADO POR



Dr. Luis Rafael de Jesús Solana Sansores.

PRESIDENTE DEL JURADO



Dr. Faustino Camarena Rosales.

SECRETARIO



M.C. Jorge Alaníz García

1 ER. VOCAL

Ensenada, Baja California, México

Agosto de 2014.

DEDICATORIA

A los seres que hicieron posible que escalara un escalón más de esta historia.

A mis padres

Martha Santoyo Vidrio.

Mario Moreno García.

Familia

Moreno Santoyo.

AGRADECIMIENTOS

Por qué una dedicatoria y un agradecimiento no es nada comparado con lo que me han dado, gracias familia Moreno Santoyo.

A FIDEMAR por haberme dado la información necesaria para llevar a cabo mi tesis.

Al maestro Alaníz por ser mi primer “canal” para iniciar este proyecto, hoy en día concluido.

Al maestro Solana por su paciencia, comentarios, ayuda y sobre todo su valioso tiempo, ya que a lo largo de este proyecto me he percatado que es una persona sumamente ocupada.

Al maestro Camarena por sus comentarios que fueron de gran ayuda.

A todas las personas que de una u otra forma me han ayudado, ya sea con el simple hecho de escuchar mis hipótesis un poco despampanantes, por aconsejándome, gracias a todos.

A todos mis amigos que han estado al pendiente de los avances de esta “historia”, por las pláticas entre los corredores de la universidad, los susurros en la biblioteca, por esos desvelos.

Sobre todo a mi persona especial José Armando Hernández Gómez que me ha visto evolucionar en todos mis aspectos, por casi 9 años, de verdad muchísimas gracias; aún que sé que un simple agradecimiento plasmado en este escrito no es suficiente para representar mi gratitud.

A todos mis maestros que formaron una parte de mí como la profesionista que estoy a punto de ser.

RESUMEN

Los tiburones martillos, en especial *Sphyrna mokarran*, *Sphyrna zygaena* y *Sphyrna lewini*, son las especies más afectadas por la pesca excesiva. Por ello, recientemente estas tres especies se incorporaron en la lista número 2 de la Comisión Internacional que regula el Comercio de especies en Peligro de Extinción (CITES, por sus siglas en inglés). De este modo, el presente estudio pretende contribuir al análisis de los patrones espaciales de la captura comercial de especies de *Sphyrna spp.* (*S. mokarran*, *S. zygaena* y *S. lewini*) en la pesquería de mediana altura del Pacífico mexicano. Para lograr este propósito, se realizó un análisis exploratorio espacial de la información contenida en la Base de Datos del Programa de Observadores Científicos del FIDEMAR que comprende los años 2006 al 2010. Con el fin de analizar sus cambios espaciales y temporales, utilizando como indicadores ambientales: 1) La estructura de tallas de la captura; 2) La presencia de hembras maduras y 3) Las proporciones de hembra/macho. Los análisis revelaron posibles cambios estructurales de las poblaciones a lo largo del espacio utilizado por estas especies como hábitat, debidos tal vez a los propios ciclos de reproducción de las especies en el Pacífico Mexicano. Sin embargo, debido a la limitación de los datos, los resultados de este trabajo deberán considerarse como preliminares, recomendándose mezclar esta información, con datos provenientes de trabajos científicos referentes al ciclo de vida de las especies y el uso de marcadores.

ABSTRACT

Hammerhead sharks, especially *Sphyrna mokarran*, *Sphyrna zygaena* and *Sphyrna lewini* are the species most affected by overfishing. Therefore, these three species recently joined the list number 2 of the International Commission that regulates Trade Endangered Species (CITES, for its acronym in English). Thus, the present study aims to contribute to the analysis of spatial patterns of the commercial catch of species of *Sphyrna* spp. (*S. mokarran*, *S. zygaena* and *S. lewini*) in the fishery for average height of the Mexican Pacific. To achieve this purpose, a spatial exploratory analysis of the information held in the database of the Scientific Observer Program FIDEMAR covering the years 2006 to 2010. Order to analyze their spatial and temporal changes, using environmental indicators: 1) the size structure of the catch; 2) The presence of mature females and 3) The proportions of female / male. Analyses revealed possible structural change in populations throughout the space used by these species as habitat, perhaps due to their own reproductive cycles of the species in the Mexican Pacific. However, due to data limitations, the results of this study should be considered preliminary, recommending mix this information with data from scientific papers relating to the life cycle and molecular markers.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. HIPOTESIS.....	6
4. OBJETIVO.....	7
5. METODOLOGÍA	
5.1 Área de estudio.....	9
5.2 Fuente de información y Análisis datos.....	12
5.2.1 Análisis exploratorio de datos.....	12
5.2.2 Análisis espacial.....	13
6. RESULTADOS	
6.1 Descripción del marco muestral.....	14
6.2 Observaciones de las capturas del tiburón martillo.....	16
6.3 Patrones espaciales de <i>Sphyrna mokarran</i>	
6.3.1 Descripción de los datos.....	18
6.3.2 Análisis espacial.....	19
6.3.3 Estructuras de tallas-espacio.....	20

6.4 Patrones espaciales <i>Sphyrna zygaena</i>	
6.4.1 Descripción de los datos.....	21
6.4.2 Análisis espacial.....	22
6.4.3 Estructuras de tallas-espacio.....	23
6.5 Patrones espaciales <i>Sphyrna lewini</i>	
6.5.1 Descripción de los datos.....	23
6.5.2 Análisis espacial.....	24
6.5.3 Estructuras de tallas-espacio.....	25
7.DISCUSIÓN.....	27
8. CONCLUSIONES.....	33
9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.....	34
10.BIBLIOGRAFÍA	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de lances y capturas realizadas en las diferentes zonas....16

Tabla 2. Abundancia de los diferentes estadios de desarrollo ontogenético
de *S. lewini* , *S. mokarran* y *S. zygaena* en el pacífico mexicano.....17



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Corrientes superficiales y masas de agua en el Océano Pacífico (Wyrтки, 1965).....	9
Figura 2.	Muestra la posición de las zonas de pesca de acuerdo a la actividad de la flota tiburonera.....	10
Figura 3.	Porcentaje y la composición de los organismos capturados, por especie y grado ontogenético.....	18
Figura 4.	Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético, <i>S. mokarran</i>	19
Figura 5.	Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético, <i>S. zygaena</i>	21
Figura 6.	Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético, <i>S. lewini</i>	24
Figura 7.	Representa las distintas áreas marinas protegidas (AMP) del Océano Pacífico mexicano y las zonas de donde se capturaron las especies del estudio.....	26
Figura 8.	Distribución especial de los lances [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 , (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	35
Figura 9.	Distribución especial de las capturas totales [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 , (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	36
Figura 10.	Distribución especial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de <i>S. mokarran</i> , (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	37



Figura 11.	Distribución especial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de <i>S. zygaena</i> , (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim.4.....	38
Figura 12.	Distribución especial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de <i>S. lewini</i> , (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	39
Figura 13.	Patrones espaciales de <i>S. mokarran</i> juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	40
Figura 14.	Patrones espaciales de <i>S. mokarran</i> hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	41
Figura 15.	Patrones espaciales de <i>S. mokarran</i> machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	42
Figura 16.	Patrones espaciales de <i>S. zygaena</i> juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	43
Figura 17.	Patrones espaciales de <i>S. zygaena</i> hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	44
Figura 18.	Patrones espaciales de <i>S. zygaena</i> machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	45
Figura 19.	Patrones espaciales de <i>S. lewini</i> juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	46



Figura 20.	Patrones espaciales de <i>S. lewini</i> hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	47
Figura 21.	Patrones espaciales de <i>S. lewini</i> machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	48
Figura 22.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para juveniles, en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	49
Figura 23.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para hembras maduras, en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	50
Figura 24.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para juveniles, en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	51
Figura 25.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para hembras maduras, en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	52
Figura 26.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	53
Figura 27.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	54
Figura 28.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	55
Figura 29.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	56



Figura 30.	Frecuencia de tallas de <i>S. mokarran</i> para hembras maduras en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	57
Figura 31.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para juveniles en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	58
Figura 32.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para hembras maduras en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	59
Figura 33.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para juveniles en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	60
Figura 34.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para hembras maduras en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	61
Figura 35.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	62
Figura 36.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	63
Figura 37.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	64
Figura 38.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	65
Figura 39.	Frecuencia de tallas de <i>S. zygaena</i> para hembras maduras en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	66



Figura 40.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para juveniles en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	67
Figura 41.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para hembras maduras en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	68
Figura 42.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para machos maduros en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	69
Figura 43.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para juveniles en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	70
Figura 44.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para hembras maduras en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	71
Figura 45.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para machos maduros en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	72
Figura 46.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	73
Figura 47.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	74
Figura 48.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	75
Figura 49.	Frecuencia de tallas de <i>S. lewini</i> para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....	76



Figura 50. Frecuencia de tallas de *S. lewini* para hembras maduras en la zona IV,
(a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....77

Figura 51. Frecuencia de tallas de *S. lewini* para machos maduros en la zona IV,
(a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.....78



1. INTRODUCCIÓN.

La mayoría de los tiburones son organismos sumamente móviles, mostrando amplios patrones de distribución espacial. Por ejemplo, autores como Castro (1993) mencionan que al menos se han identificado tres tipos de áreas que cubren estos organismos de acuerdo a sus etapas del ciclo de vida: 1) áreas de alimentación; 2) áreas de reproducción y 3) áreas de crianza. Además, se ha argumentado que hembras de varias especies de tiburón viajan a lugares específicos, para depositar sus huevos o dar a luz a sus crías (Springer 1967). Estas áreas pueden ser abiertas o cerradas y son usualmente zonas costeras poco profundas y de alta productividad, en donde los neonatos encuentran alimento y protección de sus depredadores, incluyendo a los tiburones adultos (Castro 1993, Simpfendorfer y Milward 1993, Bonfil 1997, Carlson 1999, Carlson y Brusher 1999, Hazin *et al.* 2001, Merson y Pratt 2001, Costantini y Affronte 2003, Conrath y Musick 2007).

Específicamente, para los tiburones martillo se han realizado estudios sobre los patrones espaciales de algunas de las especies de *Sphyrna* spp. Por ejemplo, se ha observado que *Sphyrna lewini* en el Océano Pacífico Mexicano abarca todas las zonas costeras, pelágicas y en algunas ocasiones mar abierto. Por su parte, *Sphyrna zygaena* muestra menos amplitud en sus patrones espaciales en comparación con la primera especie, ya que esta especie tiene preferencias por aguas templadas, por lo que realiza migraciones a latitudes más frías en verano (Springer y Gold, 1989).



La información sobre los estudios de los patrones espaciales de los tiburones en el Pacífico Mexicano, y en especial de los tiburones martillo, se han basado en estudios con información limitada. Por ejemplo, algunos estudios se han basado en trabajos experimentales, que aunque los datos son muy robustos son de corta duración, por ejemplo, solamente abarcando a lo más un ciclo anual. Otros estudios, son basados en muestreos de desembarco, de las flotas artesanales o de mediana altura. Estos últimos dependen de la información que proporciona la tripulación, en cuanto a los patrones espaciales, por lo que esta información suele tener importantes sesgos sistemáticos.

Sin embargo, a lo anterior, estos estudios han permitido avanzar en el conocimiento sobre los ciclos de vida de estas especies y en dado caso, soportar medidas para su conservación y su aprovechamiento sustentable. Esto por ejemplo, se refleja en la norma oficial mexicana para la regulación del aprovechamiento pesquero del tiburón y especies afines (NOM-029-CONAPESCA-2007); para conformar el Plan de Acción Nacional para la Conservación de Tiburones de 2004 y para establecer un programa de Conservación de tiburones martillo en aguas mexicanas. El último, realizado durante 2013, en donde se tomó la decisión de incluir a las tres principales especies de tiburón martillo en la lista número 2 de la Comisión Internacional que regula el Comercio de especies en Peligro de Extinción (CITES, por sus siglas en inglés).

Las acciones para el conocimiento y la conservación de especies de tiburón martillo, sin embargo, necesitan ser reforzadas por la adquisición y generación de



conocimiento de las especies. Específicamente, complementar la información científica que la sustentan. De esta manera surge el interés de utilizar una nueva fuente de información con la finalidad de generar mayores aproximaciones de los patrones espaciales. Este sería el caso del uso de la Base de Datos del Programa de Observadores Científicos del FIDEMAR.



2. ANTECEDENTES.

No se encontró algún trabajo que hable como tema principal de la distribución espacial de *Sphyrna lewini*, *Sphyrna zygaena* y *Sphyrna mokarran*; de los pocos trabajos que mencionan la localización de varias especies (mencionando *lewini*, *zygaena* y *mokarran*) se encuentran los siguientes:

Klimley y colaboradores (1993) realizaron un estudio en aguas pelágicas que rodean el Bajo Espíritu Santo y la Isla Las Animas, ubicados en el sur del Golfo de California, durante los meses de agosto de 1986, agosto de 1988 y julio y agosto de 1989. En este trabajo se proporciona una descripción de los movimientos horizontales y verticales de cuatro tiburones martillo (*Sphyrna lewini*) marcados con transmisores ultrasónicos. Algunos movimientos de salida y regreso fueron próximos y paralelos uno del otro, lo que sugiere que estos tiburones tienen rutas designadas para visitar sus sitios preferenciales de alimento. Los tiburones presentaron movimientos verticales, ascendentes y descendentes (similares a la trayectoria de un yoyo).

Salomón y colaboradores (2009) realizaron la recopilación y análisis de literatura publicada, tesis e informes técnicos que contienen información sobre conducta y biología reproductiva de las especies de tiburones de importancia comercial del Golfo de California, con la finalidad de establecieron las zonas y temporadas de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California.



Hernández y colaboradores (2009) realizaron un trabajo de distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano. En este trabajo a partir de los registros de las operaciones de la flota palangrera de altura con permiso para pescar tiburón entre 1983 y 2002, en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano (zeePM), se analiza la distribución espacio-temporal.

En Nicaragua, Brenes y colaboradores (2000) desarrollaron un trabajo donde ubicaron la distribución espacial de las capturas de tiburón en el pacífico nicaragüense y su relación con algunas variables oceanográficas.

Por su parte, Alejo-Plata y colaboradores (2007) realizaron un trabajo con el tema “Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) en la costa de Oaxaca, México”. De marzo de 2001 a diciembre de 2005 visitaron semanalmente los sitios de desembarque de la flota artesanal entre Bahías de Huatulco y Puerto Escondido, en el estado de Oaxaca. En el sitio se tomaron datos sobre artes y zona de pesca, así como de la composición de las capturas por especie. La identificación taxonómica se realizó mediante la utilización de claves especializadas (Garrick 1982, Castro 1983, Compagno 1984, Compagno *et al.* 1995, Castro 2000, Grace 2001). A cada organismo se le registró la longitud



total (Lt). El sexo se le asignó por el estado de desarrollo ontogénico con base en características descritas por Castro (1993).



3. HIPÓTESIS.

Existe una heterogeneidad espacial en las capturas poblacionales de las especies de tiburón martillo (*Sphyrna* spp.), atribuible principalmente a los procesos biológicos, como reproducción y crianza. Estas diferenciaciones espaciales se ven reflejadas en las capturas comerciales llevadas a cabo por la flota de mediana altura, en el Pacífico Mexicano. De este modo, en diferentes zonas del pacifico mexicano son capturados individuos con diferentes estadios de desarrollo, de acuerdo con el ciclo de vida; la distribución de los tiburones por talla y sexo, así como sobre sus patrones de migración. Al menos, es posible distinguir tres diferentes zonas : 1) un área de alimentación, con fuerte presencia de adultos y tallas cercanas a 170 cm; 2) áreas de reproducción, con presencia de hembra grávidas y 3) áreas de crianza, con presencia de ejemplares menores a los 90 cm en alto porcentaje.



4. OBJETIVO.

Caracterizar los patrones espaciales de la captura comercial de especies de *Sphyrna* spp. en la pesquería de mediana altura del Pacífico mexicano.



5. MÉTODOS.

5.1 Área de estudio.

El área corresponde parte del Océano Pacífico Mexicano en el rango de coordenadas de 15° a 30° latitud Norte y de 100° a 120° longitud Este. En esta área se pueden observar al menos tres corrientes oceánicas que influyen la zona y cambian a lo largo del año. La corriente de California es una corriente que tiene aguas frías y de baja salinidad (menos de 34 ppm), llega a tocar la entrada del Golfo por su margen occidental en los meses de invierno. La corriente tropical del Océano Pacífico Oriental presenta aguas cálidas superficiales de 18°C, salinidades menores a 35 ppm y su influencia se da en verano y en otoño proveniente del sureste. La corriente del Golfo de California es una corriente superficial con aguas cálidas y salinidades mayores a 35 ppm y es una corriente que fluye hacia el sur durante el verano y el otoño y tiene efecto prioritariamente en la parte norte del Golfo (Álvarez-Borrego, 1983 y De-La-Lanza, 1991). Para detalles refiérase a la figura 1.

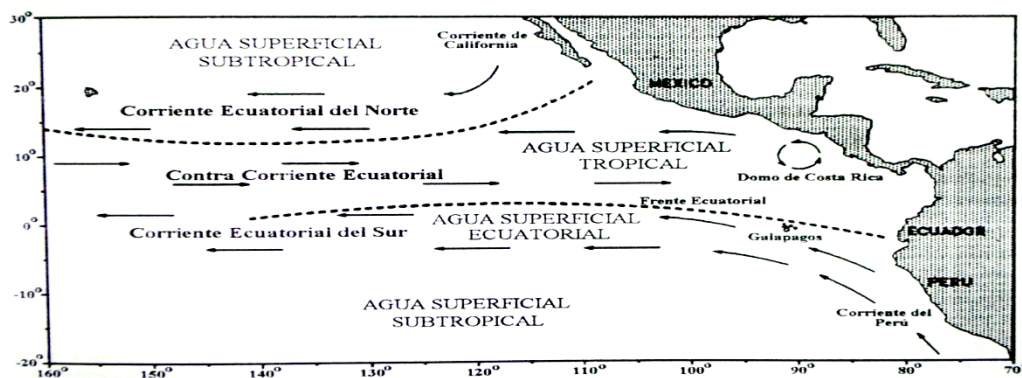


Figura 1. Corrientes superficiales y masas de agua en el Océano Pacífico (tomado de Wyrtki, 1965).



Reconociendo lo anterior, el área de estudio se dividió en diferentes zonas de acuerdo a la actividad pesquera de la flota tiburonera. Se describe a continuación las principales características de las zonas:

Zonas de pesca

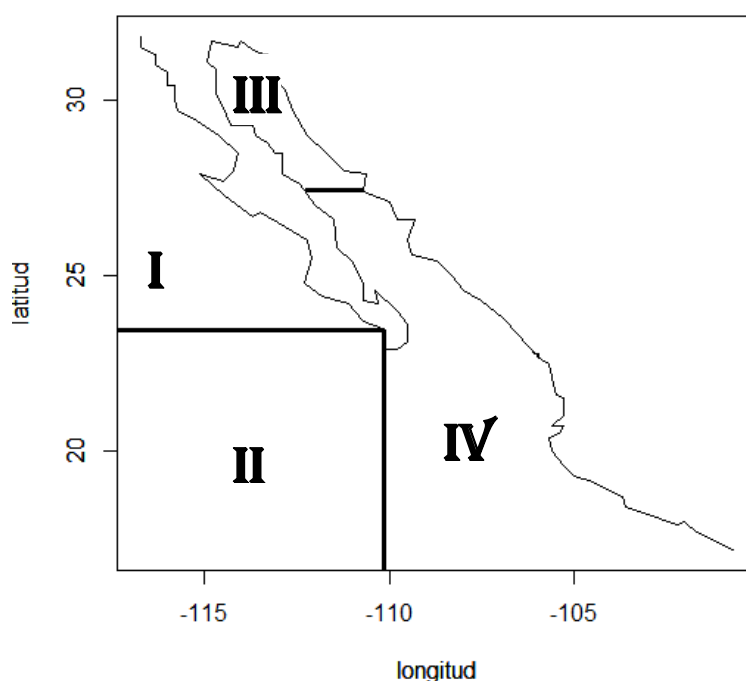


Figura 2. Muestra la posición de las zonas de pesca de acuerdo a la actividad de la flota tiburonera.

Zona I: Abarca toda la costa occidental de Baja California, desde Tijuana hasta Punta Lobos B.C.S. En ella labora la flota proveniente del puerto de Ensenada.

Zona II. Esta es la zona estadística definida desde El Pescador B.C.S. extendiéndose hacia la parte oceánica noroeste-suroeste del Pacífico Mexicano,



incluyendo algunas islas como Socorro, San Benedicto, Roca Partida, entre otras. En esta zona faena la flota de San Carlos.

Zona III. En esta zona, encerrada en la parte norte del Golfo de California, opera una pequeña flota tiburonera basada principalmente en Puerto Peñasco.

Zona IV. Esta zona está delimitada en lo que se considera la Boca del Golfo de California.

De esta manera permite ubicar las zonas de importancia para las especies de *Sphyrna*.

En el año 2004 el Instituto Nacional de Pesca y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca establecieron el Programa de Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México (PANMCT), creando un subprograma nacional de observadores científicos de la flota tiburonera. Este programa actualmente está operado por el Fidecomiso de Investigación para el Desarrollo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines y otros en torno a Especies Acuáticas Protegidas (FIDEMAR).

El subprograma de observadores a bordo contempla todas aquellas actividades relacionadas con la obtención de información a bordo de embarcaciones tiburoneras del Pacífico Mexicano. Estas actividades incluyen: la capacitación de los observadores, la obtención de la información, la edición y captura de datos en medios electrónicos con el objetivo de analizar la información de los cruceros de pesca para propósitos de investigación científica y la administración del recurso.



Actualmente el programa de observadores cuenta con una base de datos que comprende los años de 2006 a 2013. Sin embargo, para la presente tesis solamente fue analizada la información de los primeros cinco años de su existencia.

5.2. Fuente de información y Análisis de Datos.

5.2.1. Análisis Exploratorio de Datos (AED).

Los datos de este estudio están constituidos prioritariamente del número de ejemplares capturados; las características morfométricas (tallas), sexo y merísticas (de acuerdo con su ciclo de vida), así como la ubicación geográfica a través de un ciclo anual.

Para poder hacer un manejo más exacto de la información, los años de estudio correspondientes a los años del 2006 a 2010. Se dividieron en trimestres; el trimestre 1 se compone por los meses de enero a marzo; trimestre 2 con los tiempos correspondientes de abril a junio; trimestre 3 cubriendo los periodos de julio a septiembre y por último, el trimestre 4 abarcando los meses de octubre a diciembre.

Se presentaron varias medidas incongruentes, lo cual hizo imposible trabajar con los datos de los neonatos, por lo que se optó por establecer rangos de tallas de acuerdo a la especie y madurez, basándose en la literatura. Quedando de la siguiente manera:

***Sphyrna mokarran*:** juveniles: 75-249 cm., adultos: 250 – 300 cm. con una maxila longitud de 610 cm.



***Sphyrna zygaena*:** juveniles: 75-264 cm., adultos: 265- 500 cm.

***Sphyrna lewini*:** juveniles: 75-159 cm., hembras maduras: 160-430 cm., machos maduros: 170- 430 cm. con una máxima longitud de 430 cm.

Por medio de gráficas y tablas se indicó las zonas y los periodos en que se presentan las mayores capturas, así como el número de lances realizados por cada zona.

La estructura de tallas de los organismos capturados se obtuvo por medio de la frecuencia de aparición de los individuos, la cual se realizó por localidades y trimestres, separando por desarrollo ontogenético.

5.2.2. Análisis Espacial.

Se obtuvieron mapas por trimestre ubicando las máximas capturas así como el mayor número de lances, con el fin de identificar las zonas más productivas.

De los diferentes grupos definidos en el AED se crearon mapas por especie, sexo, madurez y trimestre. Permitiendo hacer una descripción de los patrones espaciales de las especies por grupos de talla y de acuerdo con su ciclo de vida (juveniles, adultos, hembras reproductivas).



6. RESULTADOS.

6.1. Descripción del Marco Muestral.

Del total de lances de pesca examinados por el personal del Programa de Observadores de Tiburón del Pacífico Mexicano del FIDEMAR durante 2006 a 2010, solamente en 2,564 lances se registró la captura de al menos un ejemplar de alguna de las especies de tiburón martillo del Pacífico Mexicano. Cada uno de ellos representa una unidad muestral, en donde se obtiene la información de las variables de interés, como son: 1) el número de ejemplares de tiburón martillo por especie capturada; 2) las características biológicas de los ejemplares (talla, sexo, madurez, etc.); 3) la ubicación geográfica y 4) el mes. Finalmente, este conjunto de lances de pesca representan el marco muestral de la presente tesis.

El mayor número de lances y de capturas se presentan en los periodos de primavera y verano (abril a septiembre) y durante otoño e invierno las capturas disminuyen notablemente (ver figuras 8 y 9).

Los meses correspondientes al primer trimestre (Enero- Marzo) se caracterizaron por presentar el menor número de lances en comparación con los otros trimestres. El mayor número de lances correspondientes a este trimestres se efectuaron en las zonas I, II y IV, sin embargo respecto las máximas capturas se observa en la zona III, con un rango de 10 a 19 ejemplares aprehendidos (ver figuras 8 y 9).



El segundo periodo, trimestre 2, se definió por presentar una mayor frecuencia en el rango de 10 a 20 lances, prioritariamente en las zonas III y IV, mientras que los rangos más frecuentes de captura son de 10 a 19 individuos, principalmente para la zona III (ver figuras 8 y 9).

El periodo de tiempo correspondiente al tercer trimestre, se determinó por presentar lances en todas las áreas de estudio, con un rango prioritario de 10 a 29 lances. Asimismo se observa que las capturas más frecuentes pertenecen al rango de 10 a 19 organismos, sobresaliente para la zona III (ver figuras 8 y 9).

El último periodo de estudio, trimestre 4, se identifica por presentar el menor número de capturas realizadas, en comparación con los otros trimestres. Se observa que el área donde se realizaron las capturas corresponde a la zona IV, mientras que el mayor número de lances se realizó en la zona II (ver figuras 8 y 9).

Por otro lado, se realizó un cálculo donde se estima el número promedio de ejemplares que se capturan por lance y por zona, donde se observa que el mayor número de lances se presentó para la zona IV, sin embargo, en la zona III se presentan las mayores capturas.

Para las zonas I, II y IV se estima que por cada lance que realicen obtendrán en promedio un ejemplar. Por lo que, en la zona III, se estima que el promedio de captura será de tres organismos por cada lance que se realice (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Número de lances y capturas realizadas en las diferentes zonas.

	No. de lances	No. de total de individuos capturados	No. ejemplares / lance
Zona I	172	140	0.81
Zona II	58	40	0.68
Zona III	840	2,230	2.65
Zona IV	1,494	1, 309	0.87

6.2. Observaciones de las capturas de tiburón martillo.

En la pesca de Tiburón en el Pacífico Mexicano se observa una importante participación de tres especies de tiburón martillo: *S. mokarran*, *S. zygaena*, y *S. lewini*. Del total de los 3,719 organismos capturados en los lances de la muestra (aproximadamente el 5% de los lances totales por año), más del 50% fue de *S. mokarran*, aproximadamente el 30% de los ejemplares correspondió a *S. zygaena* y el 18.57% a *S. lewini*, donde los juveniles representan el porcentaje más alto de capturas para estas especies (ver tabla 2 y figura 3).



Tabla 2. Abundancia de los diferentes estadios de desarrollo ontogenético de *S. lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* en el pacífico mexicano.

		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Total
<i>S. mokarran</i>	Desarrollo ontogenético					
	Juveniles	0.51%	16.77 %	18.58 %	0.69%	36.55%
	Hembras maduras	0.26%	4.40%	5.32 %	0.026%	10.01%
	Machos maduros	- -	2.01%	2.79%	- -	4.80%
Total		0.77%	23.18%	26.69%	0.72%	51.36%
<i>S. zygaena</i>						
	Juveniles	0.83%	14.60 %	9.08 %	3.03%	27.54%
	Hembras maduras	0.08%	0.69%	0.88 %	0.29%	1.94%
	Machos maduros	- -	0.21%	0.21%	- -	0.42%
Total		0.91%	15.50%	10.17%	3.32%	29.90%
<i>S. lewini</i>						
	Juveniles	0.37%	1.29%	2.33%	0.13%	4.12%
	Hembras maduras	1.37%	6.29%	2.76%	1.15%	11.57%
	Machos maduros	0.61%	1.34%	0.83%	0.10%	2.88%
Total		2.35%	8.92%	5.92%	1.38%	18.57%

Nota: no se pudo trabajar con los datos de neonatos.



Composición de las capturas.

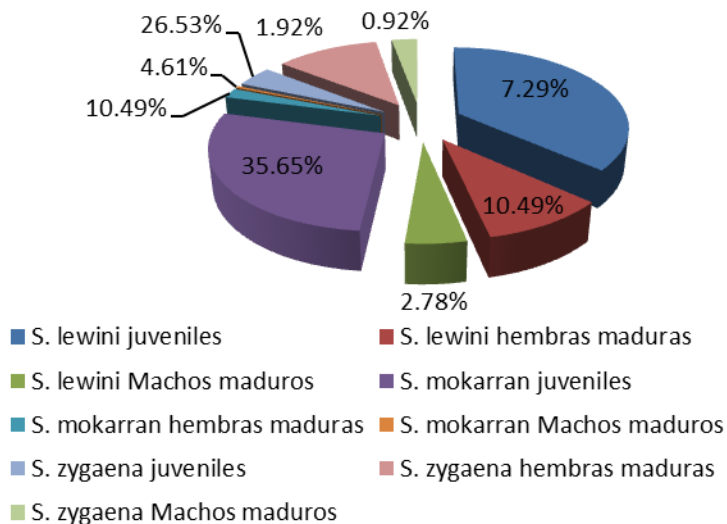


Figura 3. Representa el porcentaje y la composición de los organismos capturados, por especie y grado ontogenético.

6.3. Patrones Espaciales de *Sphyrna mokarran*.

6.3.1. Descripción de los datos

S. mokarran resulta ser la especie más abundante en comparación con las demás especies de este estudio, además es la que se capturó con más frecuencia. La abundancia de las capturas varía durante los periodos interanuales (ver figura 10). En el primer trimestre del año se observó que en los lances de pesca la presencia de esta especie es mucho menor en comparación a los trimestres posteriores. Sin embargo, para los periodos de primavera y verano se aprecian las mayores capturas. En estos periodos se observan congregados de machos y hembras, los



cuales pueden percibirse de manera prioritaria para la zona III, correspondiente a áreas cercanas al Alto Golfo de California (ver figura 4).

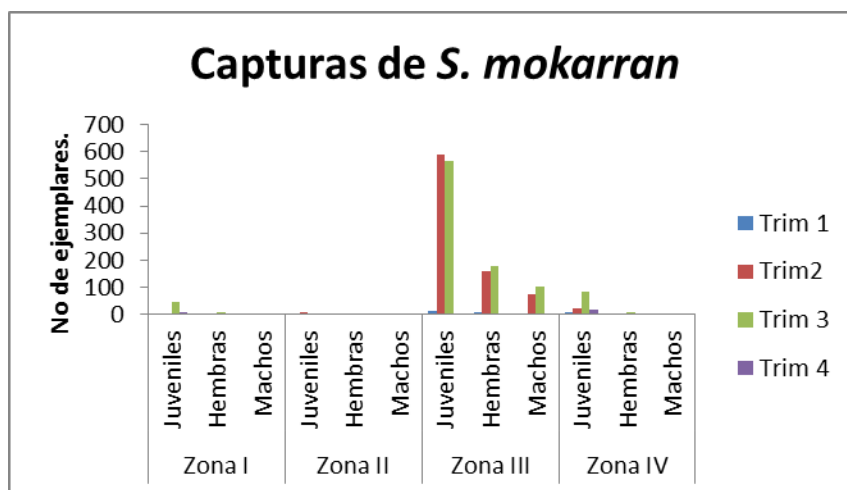


Figura 4. Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético.

6. 3. 2. Análisis espacial.

Los patrones espaciales de los diferentes grados ontogenéticos son heterogéneos. La distribución de hembras y juveniles es similar en todos los periodos de estudio. Mientras que los machos se observan de manera prioritaria dentro del Golfo, durante los trimestres dos y tres.

En los meses de enero a marzo (trimestre uno) la presencia de organismos es mínima. Las hembras se observan únicamente en el Alto Golfo de California (zona III). Los juveniles se localizan dentro del Golfo y en el Pacífico (ver figuras 13, 14 y 15).



El en segundo periodo de estudio, trimestre dos, la distribución de los organismos es muy similar para los tres grados ontogenéticos. Las hembras y machos maduros se localizan en el Alto Golfo de California (zona III). Los juveniles presentan una ligera migración de sur a norte, observándose en el Océano Pacífico y dentro del Golfo de California (ver figuras **13**, **14** y **15**).

En el tercer trimestre, el patrón espacial de los organismos es heterogéneo. En juveniles y hembras de manera prioritaria se observan dentro del Golfo de California y cercana a las costas de Bahía Tortugas. Observándose que los machos se encuentran únicamente dentro del Golfo (ver figuras **13**, **14** y **15**).

En el último periodo de estudio, trimestre cuatro, la distribución de los organismos es muy escasa para los tres grados de madurez. Los juveniles se presentan mayoritariamente fuera del Golfo de California, cercanos a costas e islas. Solo se observa una hembra en Pacífico mexicano. Es importante mencionar que en esta temporada no se presentan machos (ver figuras **13**, **14** y **15**).

Únicamente en la parte alta y media del Golfo de California se observan congregados de hembras y machos, para los periodos de primavera y verano (ver figuras **14** y **15**).

6. 3. 3. Estructuras de tallas-espacio.

Las tallas de captura de *Sphyrna mokarran* van desde los 84.4 a 377 cm de LT. Las tallas más frecuentes capturadas se presentan de 150 a 275 cm de LT, en la cual los juveniles pertenecen a los rangos de 150 a 250 cm de LT, mientras que



los organismos maduros tienen los intervalos de 250 a 275 cm de LT. (ver figuras de **22 a 30**).

6.4. Patrones espaciales de *Sphyrna zygaena*.

6.4.1. Descripción de los datos

Las capturas de *S. zygaena* variaron de acuerdo a la temporada del año. Las máximas capturas se aprecian para los periodos de primavera y verano (trimestre uno y dos) dentro del Golfo de California, mientras que en los periodos de otoño e invierno disminuyeron notablemente, esto se puede percibir especialmente en el área antes mencionada (ver figura **5 y 11**).

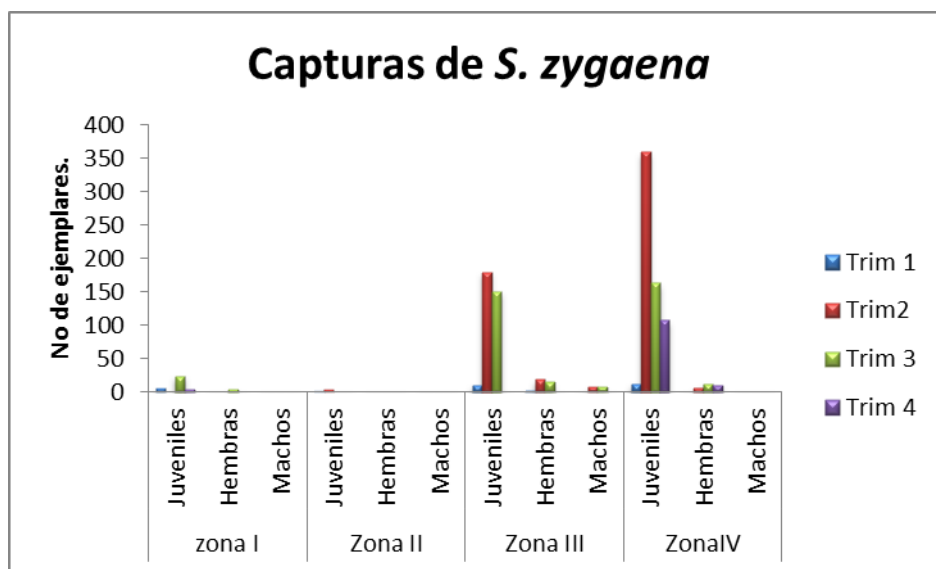


Figura 5. Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético.



6. 4. 2. Análisis espacial.

En los meses correspondientes al primer trimestre, comparado con otros periodos del año, se encontró el menor número de ejemplares. Las hembras se observan únicamente en la parte alta del Golfo de California. Los juveniles se distribuyen mayormente en algunas costas e islas del Océano Pacífico. En este periodo no se presentan machos (ver figuras **16, 17 y 18**).

En segundo trimestre, la distribución de los organismos es muy similar. Para los tres grados de madurez se observa una migración de sur a norte. Las hembras se observan dentro y fuera del Golfo de California, al igual que los juveniles. Los machos solo se presentan en la parte alta y media del Golfo de California (ver figuras **16, 17 y 18**).

El periodo correspondiente al tercer trimestre, los patrones espaciales de los diferentes organismos de la población son similares. En las hembras y juveniles presentan una distribución casi igual, observándose en los alrededores de toda la costa de la península de B.C. Los machos solo se aprecian en la parte alta del Golfo de California (ver figuras **16, 17 y 18**).

Es importante mencionar que el cuarto periodo perteneciente a los meses de otoño, la distribución de los elementos poblacionales son homogéneos para juveniles y hembras maduras, ya que son los únicos grados de madurez que se observan en este periodo, ubicando su distribución cerca de algunas islas de Pacífico mexicano (ver figuras **16, 17 y 18**).



Los sitios donde se observan congregados de machos y hembras es en la parte media y alta del Golfo de California, esto únicamente se puede apreciar en los periodos de primavera y verano (trimestre uno y dos).

6. 4. 3. Estructuras de tallas-espacio.

Las tallas de captura de *S. zyagena* se encuentran en los rangos de medida de 76 a 335 cm de LT, observando que las tallas más frecuentes capturadas son de 95 a 115 cm de LT, los cuales pertenecen a los juveniles. Por otro lado, los rangos de tallas más capturadas de machos y hembras se presentan en intervalos de 275 a 295 cm de Lt (ver figuras **31** a **39**).

6.5. Patrones espaciales de *Sphyrna lewini*.

6.5.1. Descripción de los datos.

S. lewini resulta ser la especie menos abundante y que se capturó con menor frecuencia en los periodos de estudio (ver tabla 2 y figura **3**). La abundancia de capturas para esta especie varió para los diferentes periodos. Por ejemplo, en los meses de julio a septiembre, tercer trimestre, se observan las máximas capturas fuera del Golfo. Mientras que para las mínimas se presentan en los primeros meses del presente estudio (trimestre uno). Más detalles en las figuras **6** y **12**.

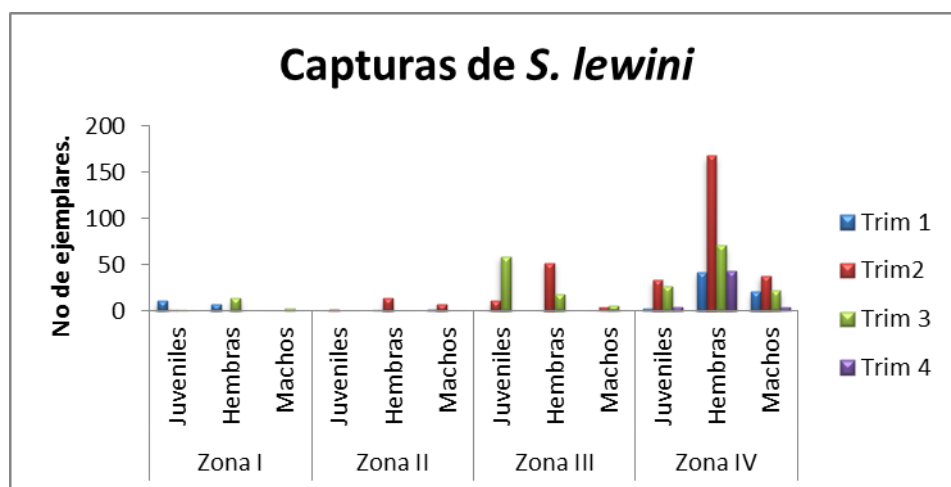


Figura 6. Capturas por zona, trimestre y grado ontogenético.

6. 5. 2. Análisis espacial.

En los meses de enero a marzo, la distribución de los organismos es parecida. Los diferentes niveles de madurez se observan de manera prioritaria a los alrededores de las islas Marías, ubicadas frente a las costas de Nayarit (ver figuras de la **19** a la **21**).

El segundo periodo se caracteriza por presentar migración de sur a norte para los tres grados ontogenéticos; donde los organismos se presentan dentro y fuera del Golfo de California. Las hembras al igual que los juveniles se observan cerca de las costas e islas, así como en el pacífico mexicano. Los machos adultos, se distribuyen prioritariamente en la parte baja del Golfo de California (ver figuras de la **19** a la **21**).

En el tercer periodo, los patrones espaciales de los diferentes organismos de la población son semejantes. Ya que para todos los niveles de madurez se sitúan en



los alrededores de toda la costa de la península de B.C. así como en algunas islas cercanas a esta (ver figuras de la **19** a la **21**).

En los meses de octubre a diciembre la distribución de los distintos grados ontogenéticos es análoga, es decir similar. Las hembras al igual que los juveniles se observan en islas del pacífico mexicano formando grupos pequeños, entre ellas, islas Marías. Los machos maduros, de manera solitaria se localizan en el Pacífico traslapándose en algunas zonas con las hembras y juveniles (ver figuras de la **19** a la **21**).

Las zonas donde se presentan los mayores traslapes de hembras y machos ocurre frente a las costas de Nayarit, primariamente en los periodos de primavera y verano.

6. 5. 3. Estructuras de tallas-espacio.

Las tallas de captura de *S. lewini* van desde los 76 a 320 cm de LT, siendo las tallas más frecuentes de 175 a 195 cm de LT, pertenecientes a las hembras y machos. Los juveniles se capturan con mayor frecuencia en el rango de tallas de 115 a 135 cm de LT (ver figuras de la **40** a la **51**).



Por otro lado, en las zonas de estudio, se percató que algunas capturas se realizaron en Áreas Marinas Protegidas (AMP) (ver figura 6).

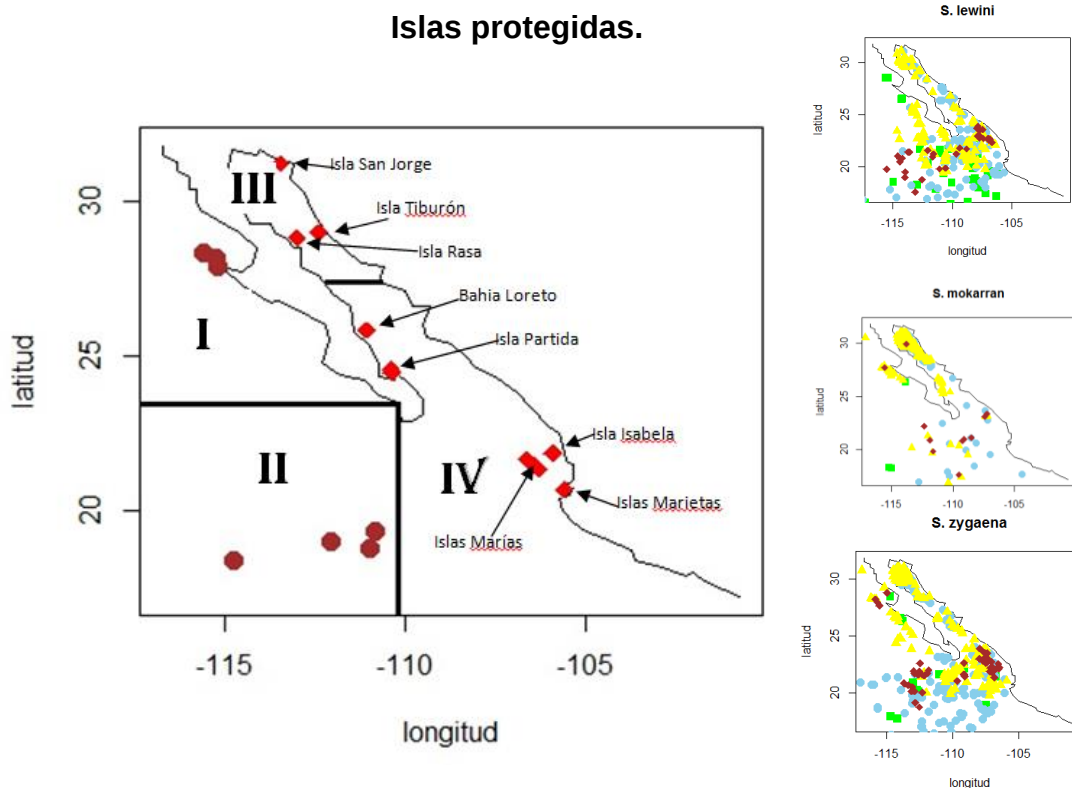


Figura 7. Representa las distintas áreas marinas protegidas (AMP) del Océano Pacífico mexicano y las zonas de donde se capturaron las especies del estudio.



7. DISCUSIÓN

Las especies de *Sphyrna* spp. más frecuentemente capturadas en la pesca de mediana altura de tiburones realizada por los pescadores en el pacífico mexicano y Golfo de California son *S. lewini* y *S. zygaena* (Corro-Espinosa, 1997, Márquez-Farías, 2001; Hueter et al., 2002, Santana-Hernández, 1997). Sin embargo, en los años analizados que conforman este trabajo, la especie más capturada corresponde a *Sphyrna mokarran* de la cual no se encontró algún registro que indique la presencia en estas zonas. Esto puede deberse a que en el análisis se refiere exclusivamente a la pesquería de mediana altura. Si esto es correcto, entonces es posible suponer que *S. mokarran* es más oceánica que las otras dos, las cuales se capturan principalmente por la flota artesanal-costera. Es decir, las especies de tiburón martillo capturados por ambas flotas son diferentes.

Las zonas con mayor abundancia para cada especie, (zona III para la especie de *S. mokarran*, *S. zygaena* las zonas III y IV, y la zona IV para *S. lewini*), varían dependiendo su estado del ciclo de vida y la temporada del año. Por ejemplo, se observa que los juveniles están presentes durante todo el año, lo cual es un indicativo que estas zonas son áreas de crianza primordial. Además, para las especies de *S. mokarran* y *S. zygaena* se aprecia que en el trimestre de verano, los juveniles y hembras forman grupos cercanos a la costa de Bahía Tortugas, mientras que en ese mismo periodo, los juveniles de *S. lewini* se presentan cerca de las costas de Todos Santos, Baja California Sur y para *S. zygaena* se observa que en el último trimestre los organismos inmaduros forman grupos en algunas



islas pertenecientes a la zona II; lugares donde probablemente exista una zona de crianza secundaria, para luego iniciar sus largas migraciones en aguas pelágicas. Ya que de acuerdo con Bass (1978) que clasifica las áreas de crianza en primarias y secundarias, siendo las primeras aquellas en donde los neonatos nacen y permanecen los primeros días y semanas de sus vidas, mientras que las secundarias son aquellas habitadas por individuos ligeramente más grandes en edad pero que no son considerados tiburones adolescentes o maduros.

Durante los meses correspondientes al trimestre dos y tres (verano y otoño, respectivamente), en la zona III, se observaron traslapes de hembras y machos de las especies *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna zygaena*; mientras que para *S. lewini* se presentaron en todos los periodos pero mayormente en los trimestres antes mencionados. Para la zona IV, además de una migración de sur a norte para las tres especies. Esto pudiera indicar que en ese periodo los organismos maduros de las diferentes especies migran hacia las zonas antes mencionadas con la finalidad de aparearse, funcionando estas como áreas de reproducción, ya que de acuerdo con Hanchet (1988) y Castro (1993), en las zonas de reproducción los adultos se congregan para aparearse y éstas no necesariamente coinciden con las áreas de crianza. Asimismo, Holden (1974) menciona que las hembras, después de la cópula y en las etapas iniciales de preñez se mueven hacia áreas fuera de la plataforma continental. De acuerdo a Springer (1967), esta migración está influenciada por la temperatura superficial del mar.



En contraste con lo comentado en los dos párrafos anteriores, es importante mencionar que la región central del Golfo de California, parte de la zona III y IV, es la más importante en cuanto a congregaciones reproductivas, ya que es utilizada como área de reproducción, nacimiento y crianza por parte de varias especies, por ejemplo de *S. lewini* y *S. zygaena*, durante la temporada pico de primavera y verano (Villavicencio y Salomón, 2009). Así mismo, la zona sur del Golfo de California es considerada como una zona de crianza por la presencia de hembras grávidas y de juveniles de diferentes especies como, *Isurus oxyrinchus*, *Carcharhinus falciformis* (Cadena-Cárdenas, 2001 y Hoyos-Padilla, 2003) y *S. lewini* (Torres-Huerta, 1999). Debido al comportamiento que se aprecia y a que no hay información correspondiente a los patrones espaciales de *S. mokarran*, se puede sugerir que presenta la misma característica de las dos especies antes mencionadas, pero para la zona III.

En el Golfo de California son también importantes las características oceanográficas que se presentan durante algunos meses del año, particularmente durante julio y agosto, donde se presenten eventos de surgencias (Pegau *et al.* 2002): Estas surgencias generan una alta productividad, por lo que los organismos como los tiburones cuentan con una mayor disponibilidad de alimento. Además, que las aguas someras incrementan la probabilidad de sobrevivencia al brindarles mayor protección de los depredadores (Castro 1993, Simpfendorfer y Milward 1993, Bonfil 1997, Carlson 1999, Carlson y Brusher 1999, Hazin *et al.* 2001, Merson y Pratt 2001, Costantini y Affronte 2003, Conrath y Musick 2007),



creando las condiciones ideales para que estas especies lleven a cabo todas las funcionalidades antes mencionadas.

Por otra parte, se observó que en todas las especies de estudio presentan una distribución espacial muy parecida entre los juveniles y los organismos maduros, principalmente con hembras. Esto pudiera ser provocada por la alta depredación de las crías y juveniles, principalmente por otros *Carcharhinidos* e incluso por los adultos de la misma especie. Esta es probablemente la fuente más significativa de la mortalidad natural de la población (Clarke 1971, Branstetter 1987, Branstetter 1990, Holland *et al.* 1993).

Las longitudes de captura de *Sphyrna mokarran* van desde los 84.4 a 377 cm de LT. El tamaño máximo total de la especie se reporta como 550 a 610 cm (Compagno 1998; Compagno *et al.* 2005), con un valor promedio de 450 cm es estado adulto (Last y Stevens 2009). En Australia, los machos maduran a aproximadamente 225 cm y las hembras en unos 210 a 228 cm (op. cit. Stevens 2009). En otros lugares, la talla de madurez es más grande. En Sudáfrica, el 50% de los varones y las hembras son maduras a 309 cm y 336 cm, respectivamente (Acantilado, 1995).

La frecuencia de tallas para *S. zygaena* para el total de la muestra va desde los 76 cm hasta los 335 cm de longitud total. Compagno (1984), menciona tallas máximas de 380 a 400 cm LT para la especie, pero Smale (1991), menciona que rara vez se encuentran organismos de más de 350 cm LT. Las tallas más frecuentes capturadas son en los rango de 95 a 115 cm de LT para la zona IV (ver



figura), los cuales pertenecen a los juveniles coincidiendo con Smale, 1991, Smale y Cliff, 1998 que mencionan que la mayoría de los organismos tienen un intervalo de tallas de 60-140 cm LT (Smale, 1991, Smale y Cliff, 1998).

Smith *et al.* (2009) mencionan que en el golfo de California los juveniles de *S. lewini* predominan en los desembarques globales. La mayoría de ellos tienen una longitud total de 100 cm. Sin embargo en este trabajo se observó para esta especie una mayor captura en las hembras maduras con tallas de 155 a 195 cm de LT; mientras que para los juveniles se presenta en el rango de 115 a 175 cm Lt y los machos 155 a 215 cm LT. Alejo-Plata, Gómez-Márquez y otros autores, (2007), registraron tallas en el Golfo de California para los juveniles de 75 a 170 cm LT, hembras de 160 a 165 cm LT y machos 170 a 308 cm LT.

Con todos los resultados obtenidos en la investigación, se considera que las especies de estudio reúnen las condiciones para ser incorporadas en el apéndice II de CITES, ya que el tiempo analizado, correspondiente a cinco años (2006 a 2010), las capturas de las embarcaciones de mediana altura están representadas por ejemplares de inmaduros y hembras maduras; agregando que gran parte de las capturas se están realizando en Áreas Marinas Protegidas en distintas zonas del océano pacífico, incluyendo el Golfo de California, lugar donde se presentan una gran cantidad de islas e islotes como Áreas Marinas Protegidas (AMP). Donde algunas islas, la asignación de AMP tiene más de diez años por SEMARNAT y CONANP. Atribuyendo que estas especies tienen una productividad baja, lo que



significa que su capacidad reproductiva es extremadamente baja y, en consecuencia, son una de las especies más vulnerables del océano.



8. CONCLUSIONES

A pesar que en la zona IV se presentó un mayor número de lances, la zona III fue la zona con mayor número de capturas que cualquier otra, lo cual es un indicativo que esta zona es sumamente productiva.

En el pacifico mexicano existe una heterogeneidad espacial en la captura de estas especies; ya que en los diferentes trimestres y zonas, el número de capturas varió, lo que indica que esto tiene una fuerte relación con el ciclo de vida que presentan estas especies.

Las áreas de crianza primordiales para las especies son la zona III para la especie de *S. mokarran*, *S. zygaena* las zonas III y IV, y la zona IV para *S. lewini*.

Para las tres especies el periodo de reproducción es en los meses de primavera y verano.

Los adultos y juveniles tienen una distribución similar por su alta depredación de las crías y juveniles, por *Carcharhinidos* y por los adultos de la misma especie.



RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Hacer más investigaciones de las especies de estudio, prioritariamente de *S. mokarran*.

Hacer un uso adecuado de las AMP ya que estos sitios que tienen la capacidad de servir como fuente de alimento y hogar para muchas especies marinas.

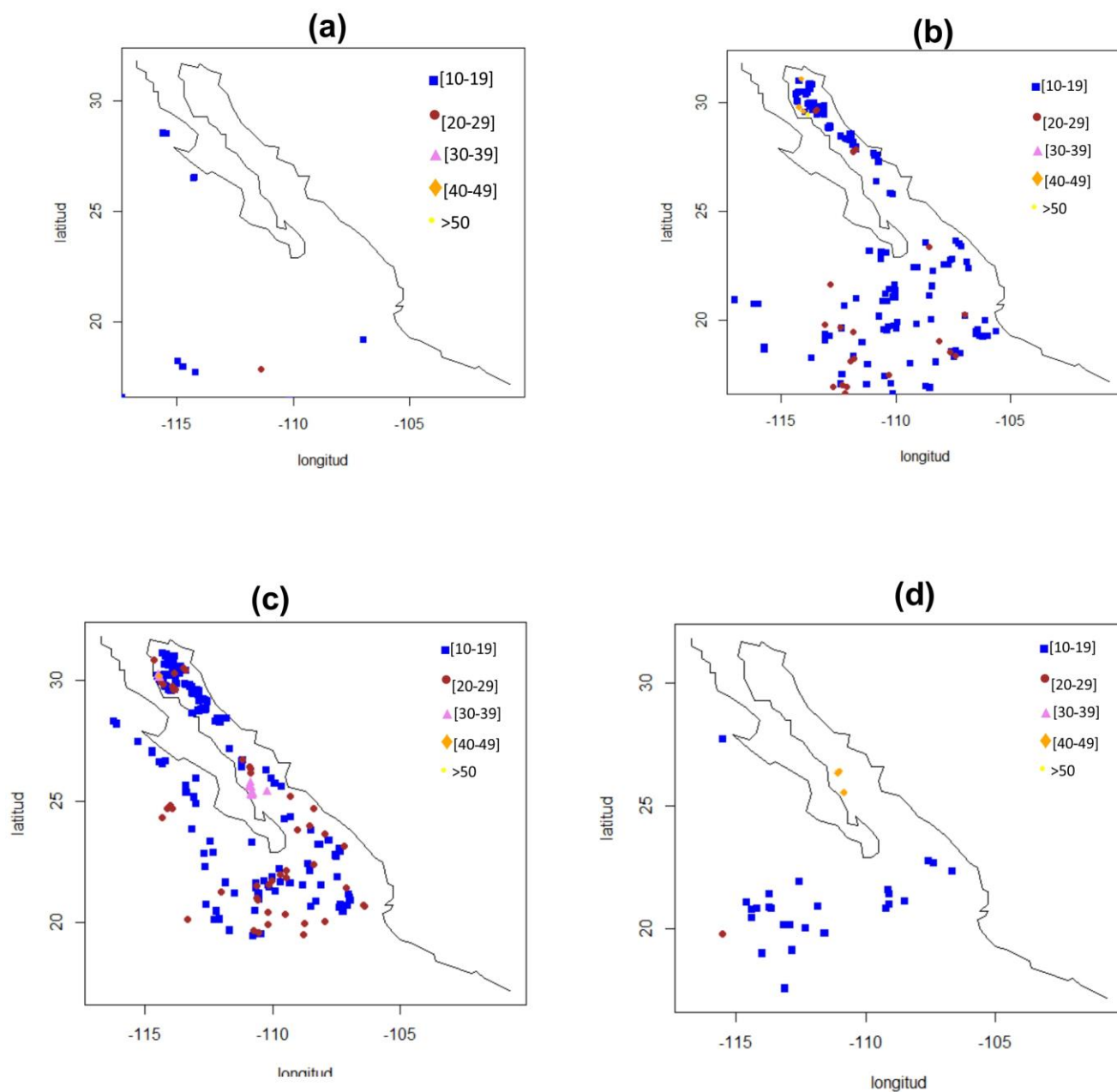


Figura 8. Distribución espacial de los lances [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

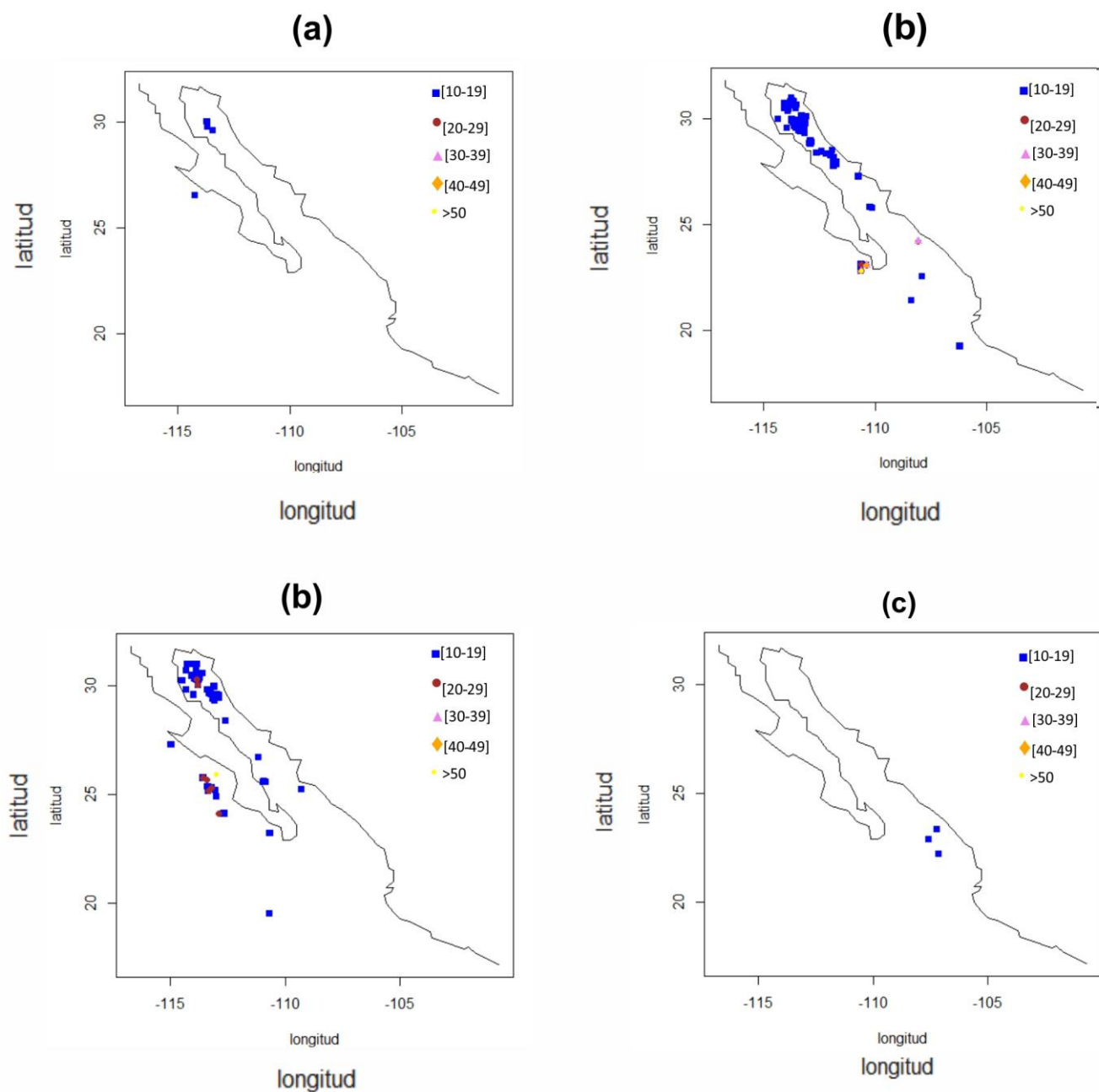


Figura 9. Distribución espacial de las capturas totales, [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim.4.

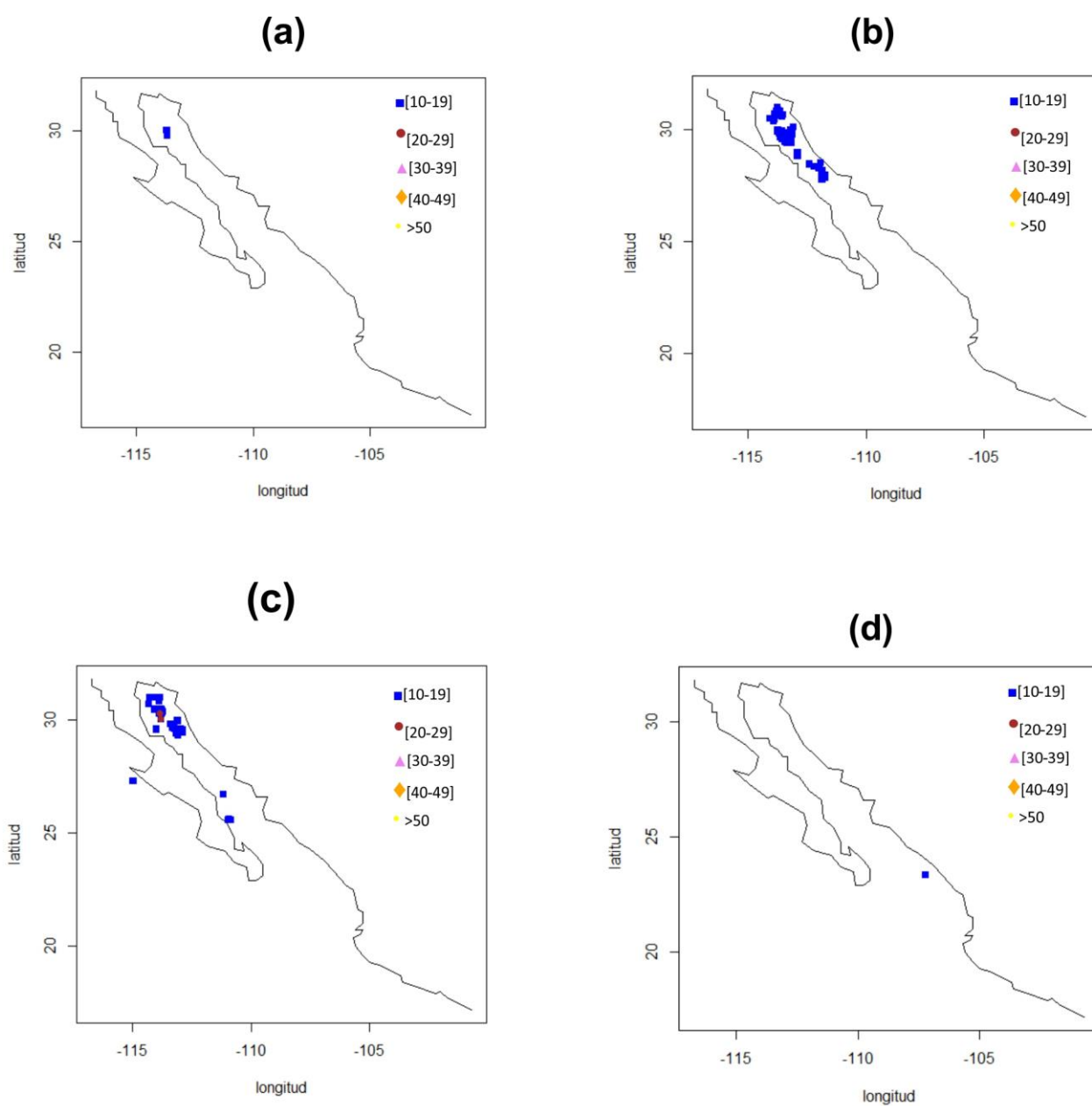


Figura 10. Distribución espacial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de *S. mokarran*, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

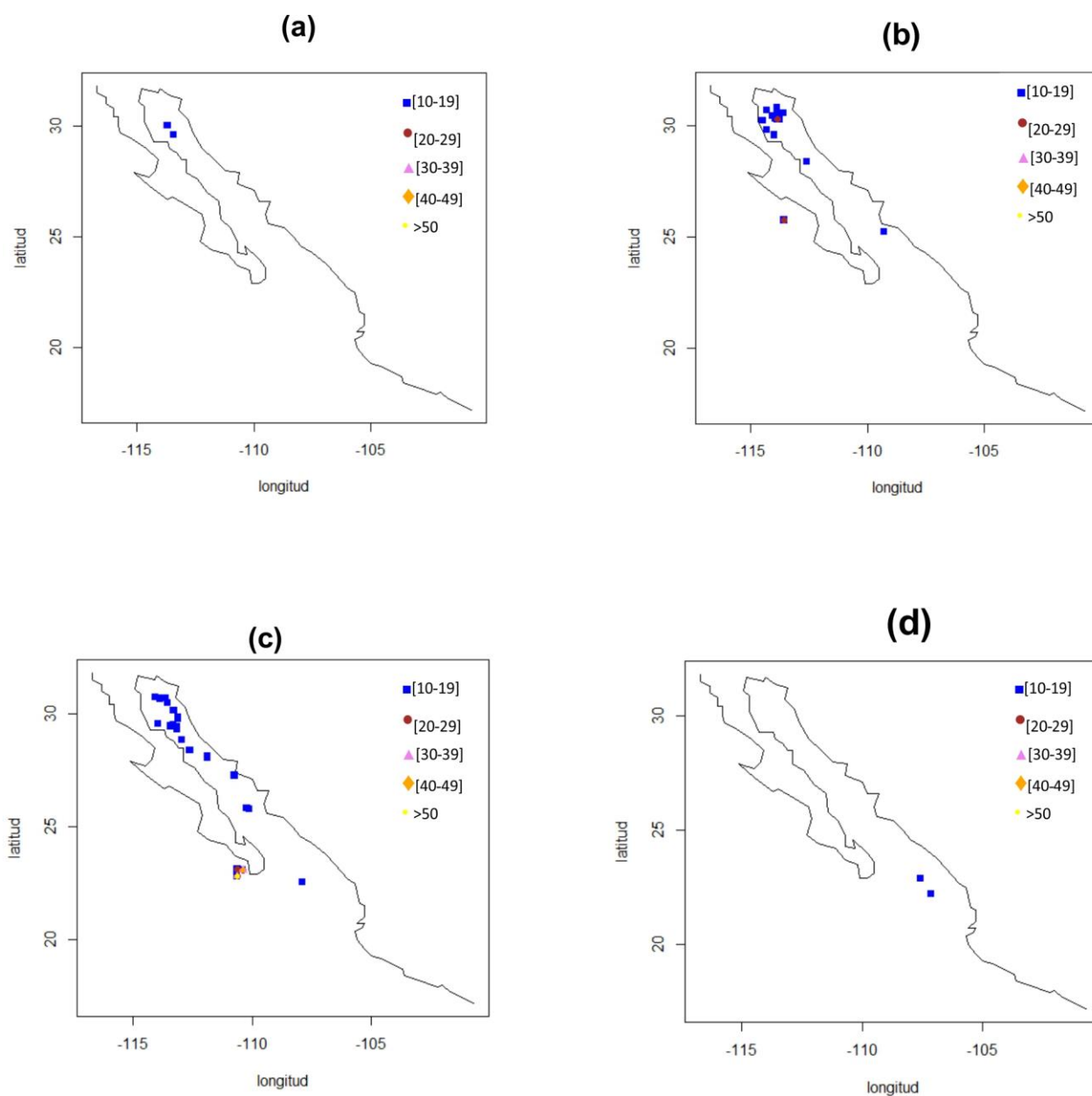


Figura 11. Distribución espacial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de *S. zygaena*, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

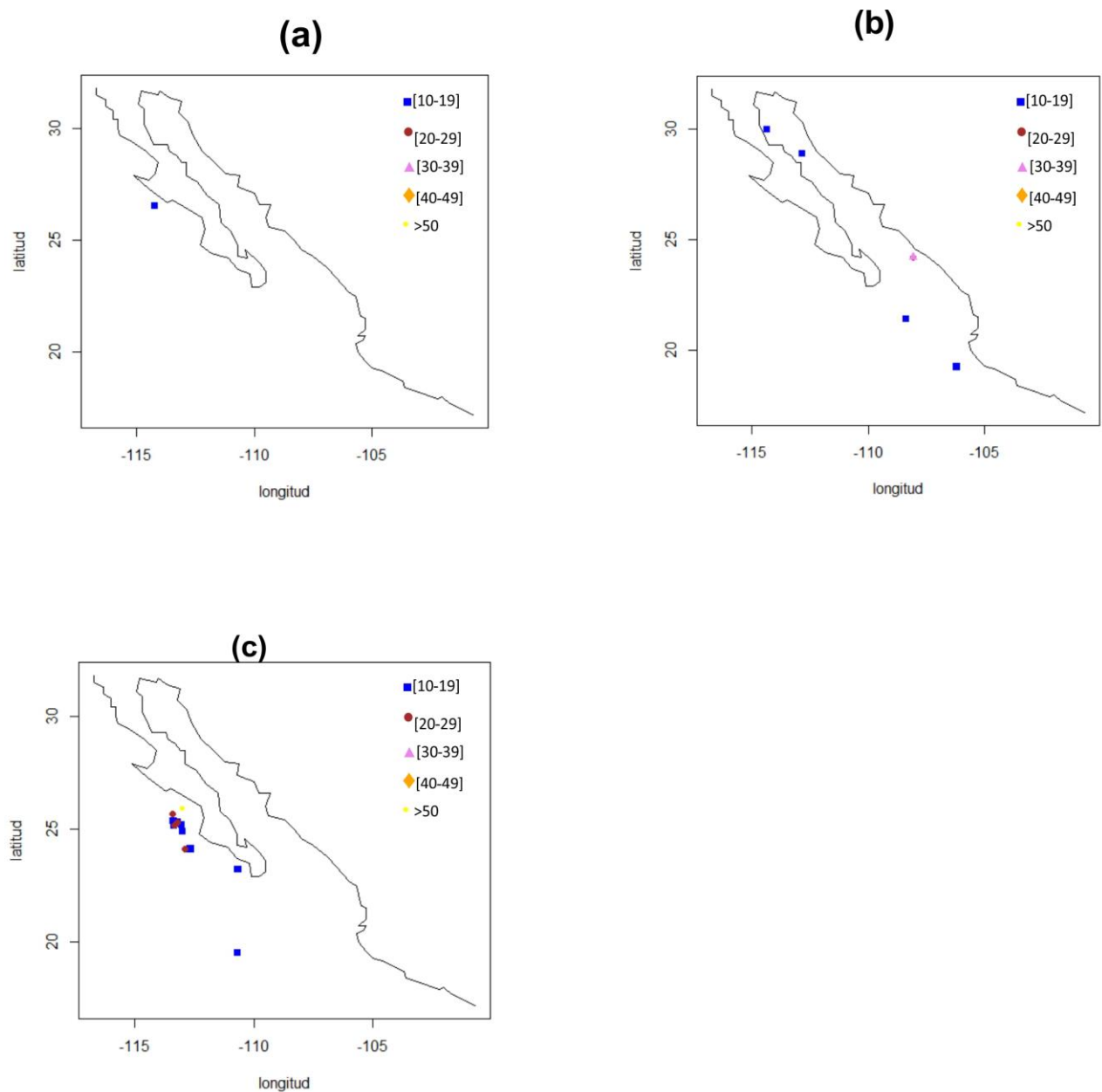


Figura 12. Distribución espacial de las capturas [10-19], [20-29], [30-39], [40-49] y >50 de *S. lewini*, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

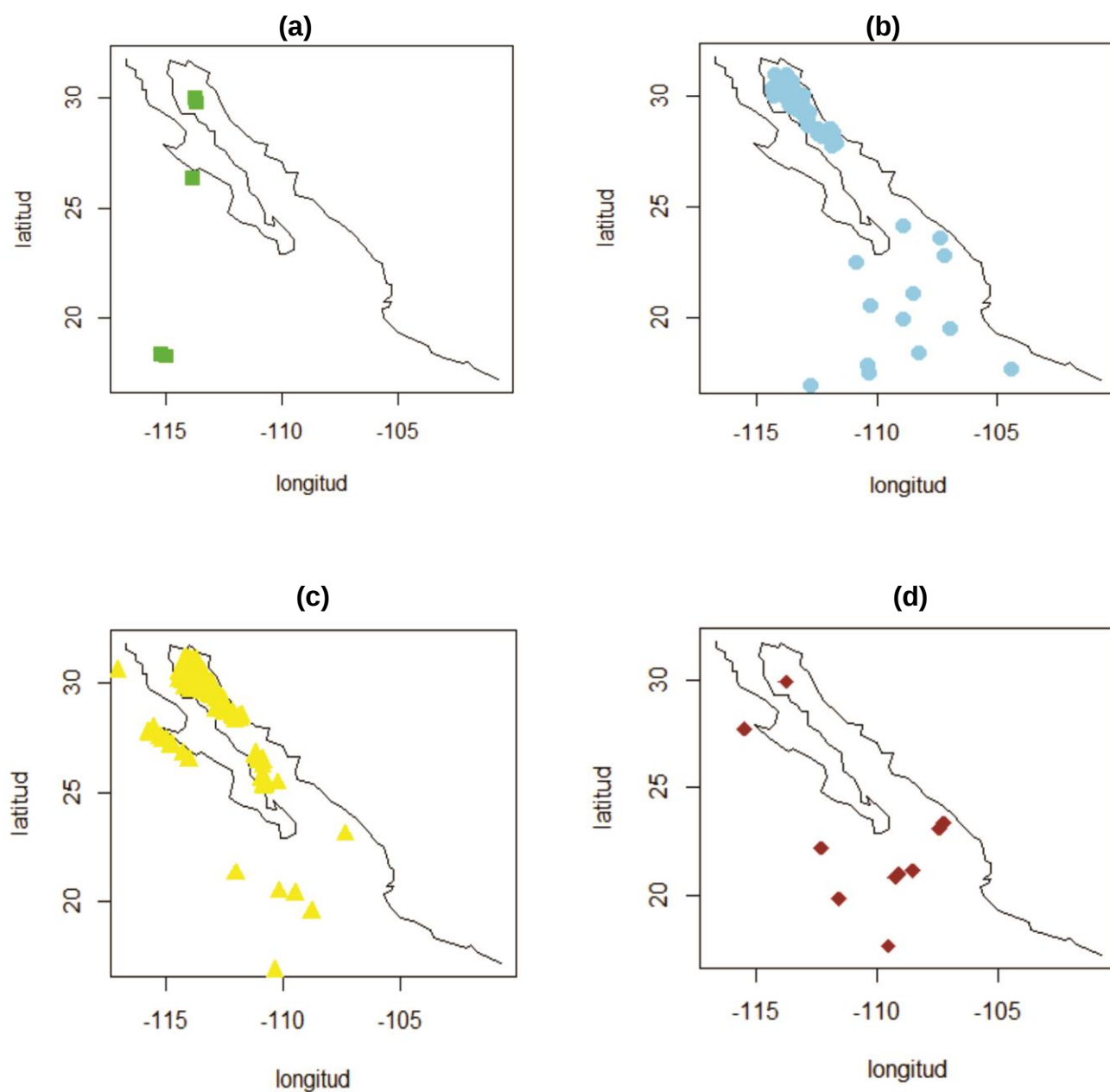


Figura 13. Patrones espaciales de *S. mokarran* juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

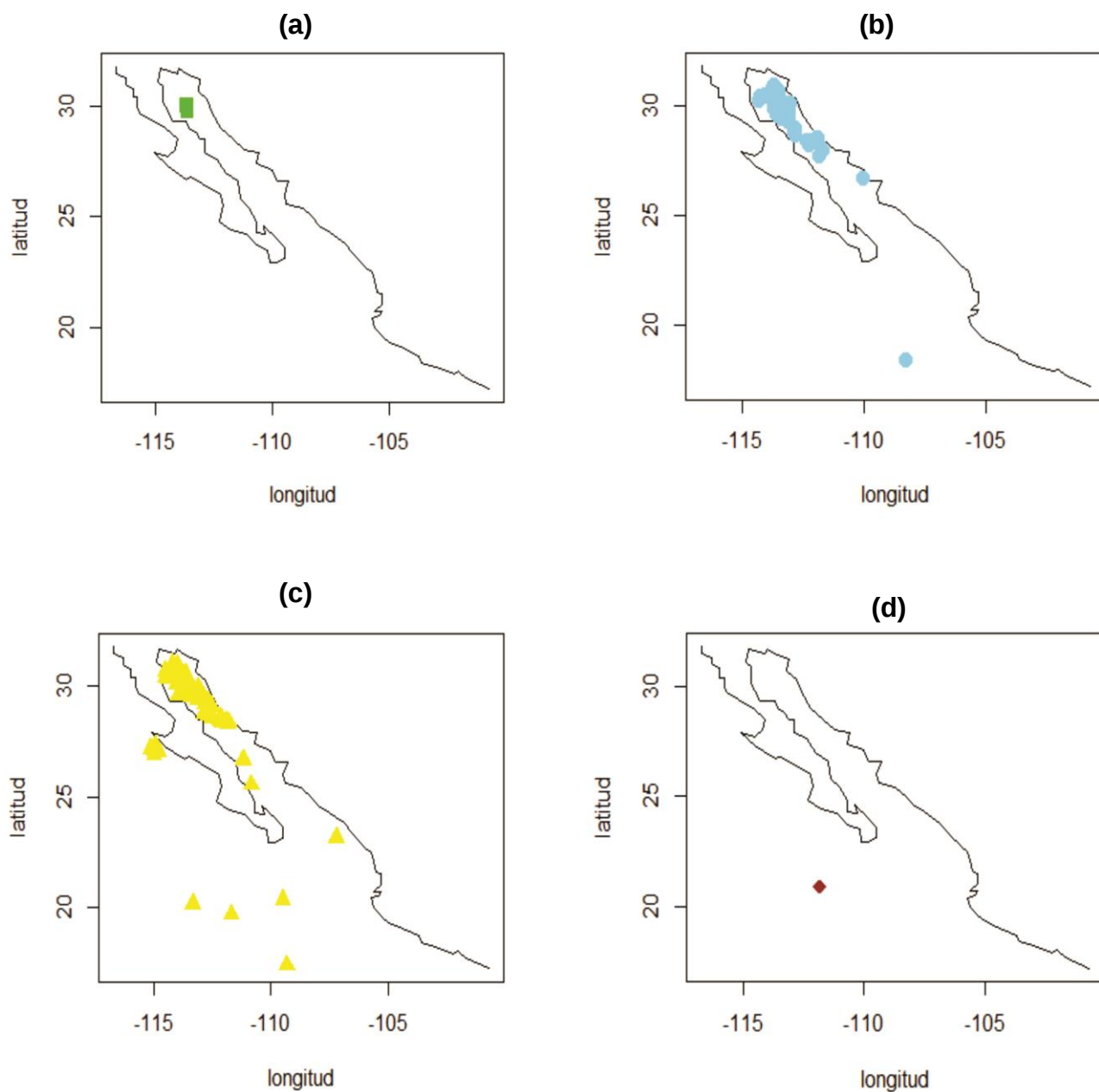


Figura 14. Patrones espaciales de *S. mokarran* hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

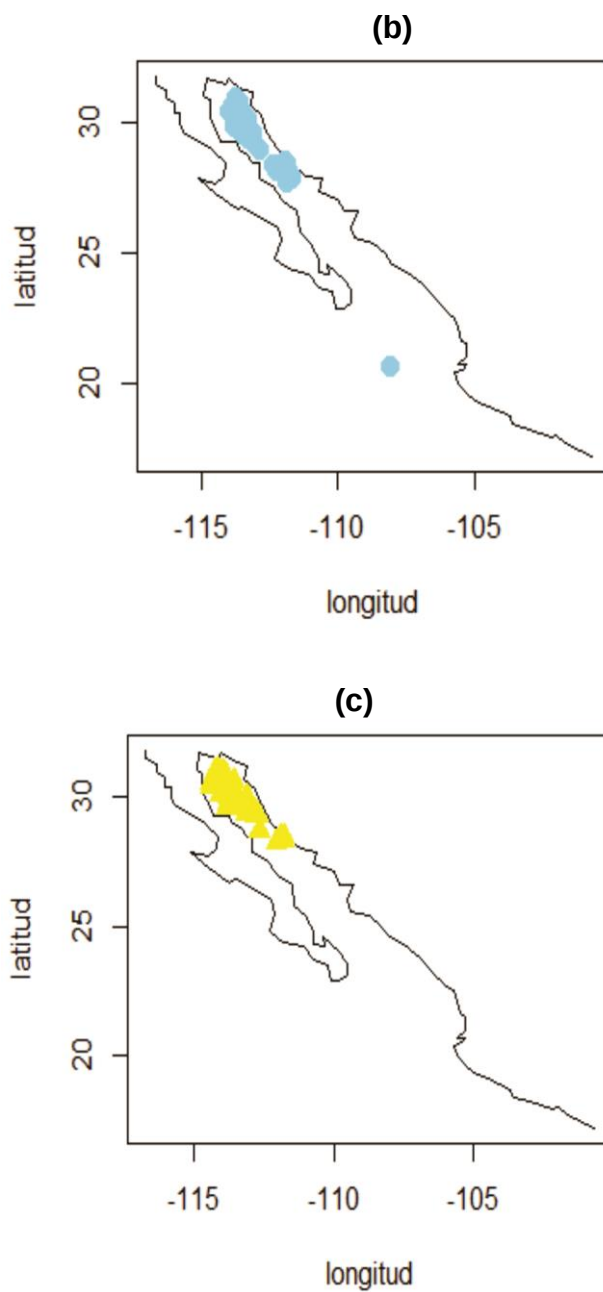


Figura 15. Patrones espaciales de *S. mokarran* machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

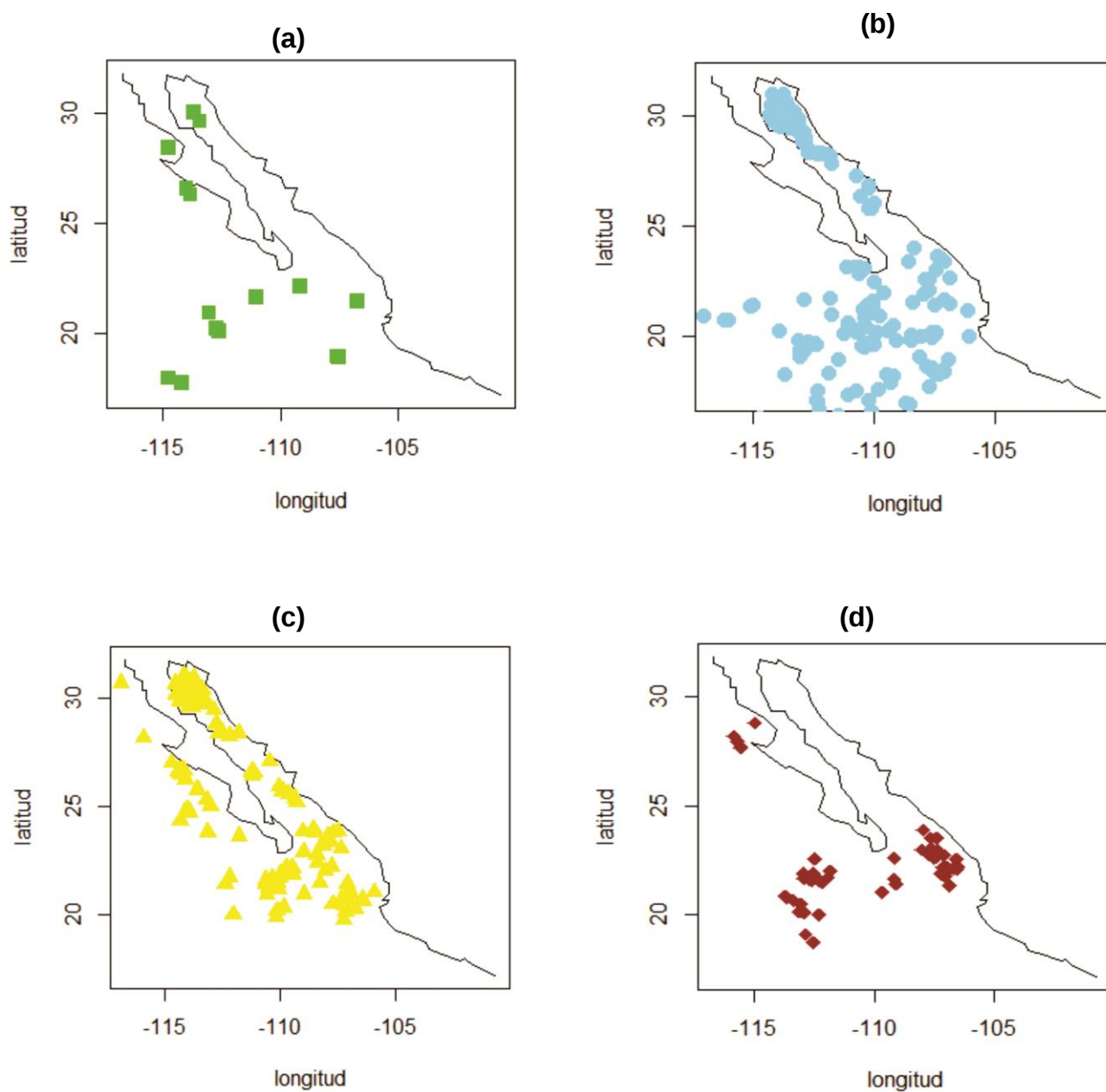


Figura 16. Patrones espaciales de *S. zygaena* juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

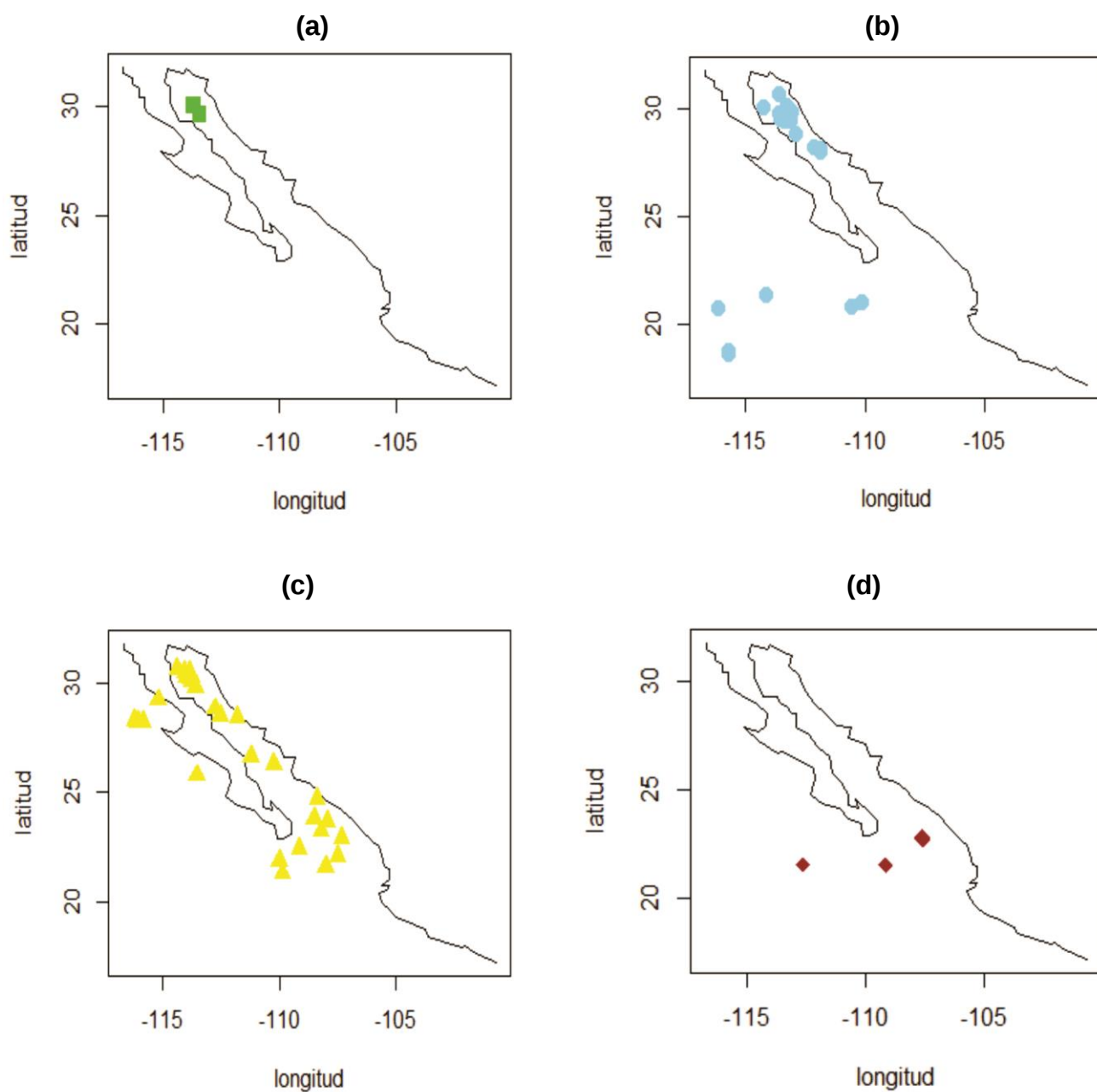


Figura 17. Patrones espaciales de *S. zygaena* hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

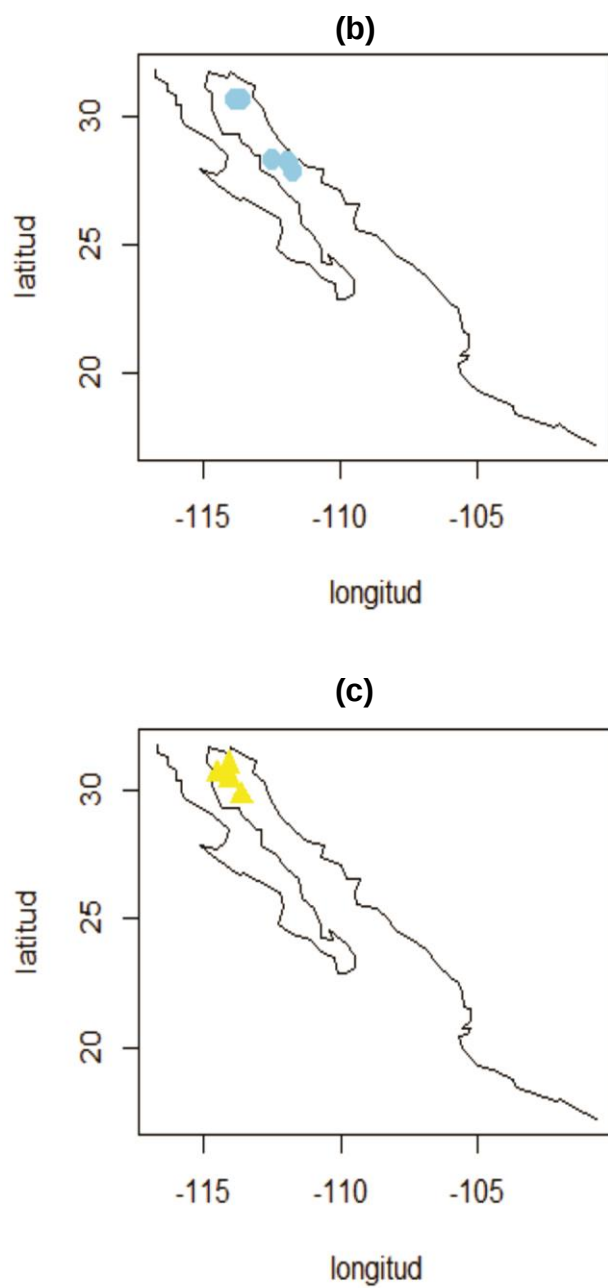


Figura 18. Patrones espaciales de *S. zygaena* machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

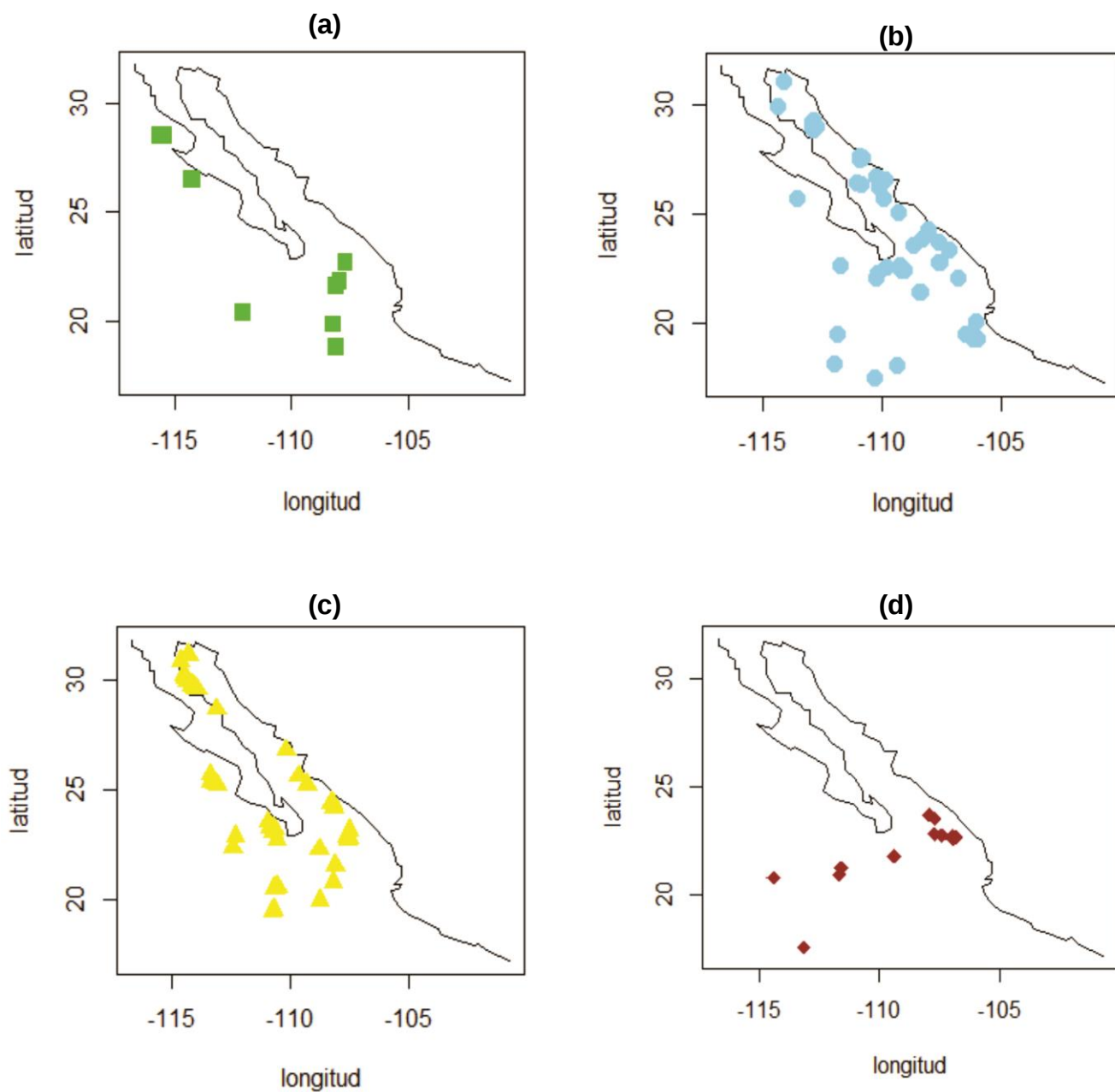


Figura 19. Patrones espaciales de *S. lewini* juveniles, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

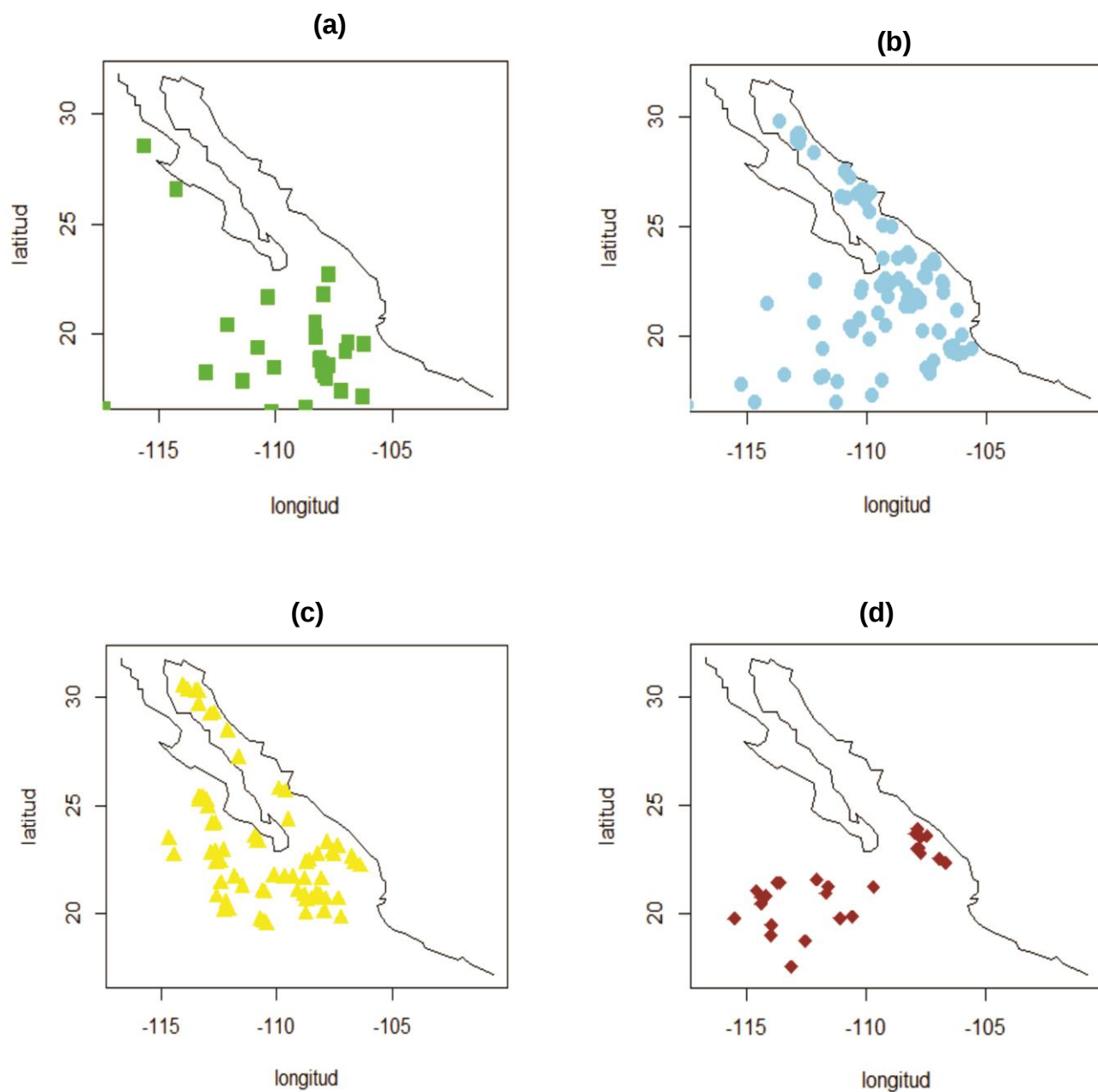


Figura 20. Patrones espaciales de *S. lewini* hembras maduras, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

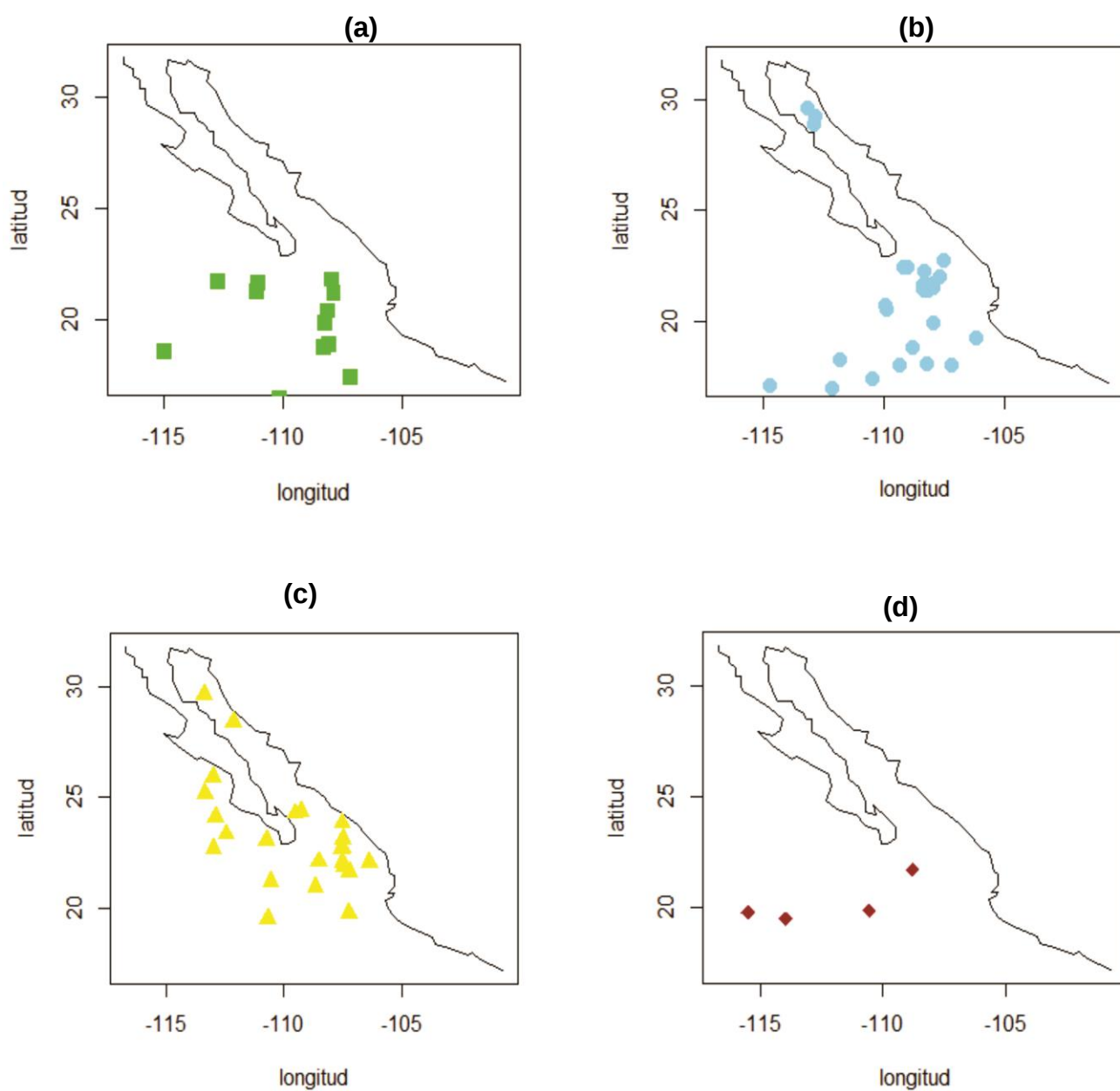


Figura 21. Patrones espaciales de *S. lewini* machos maduros, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

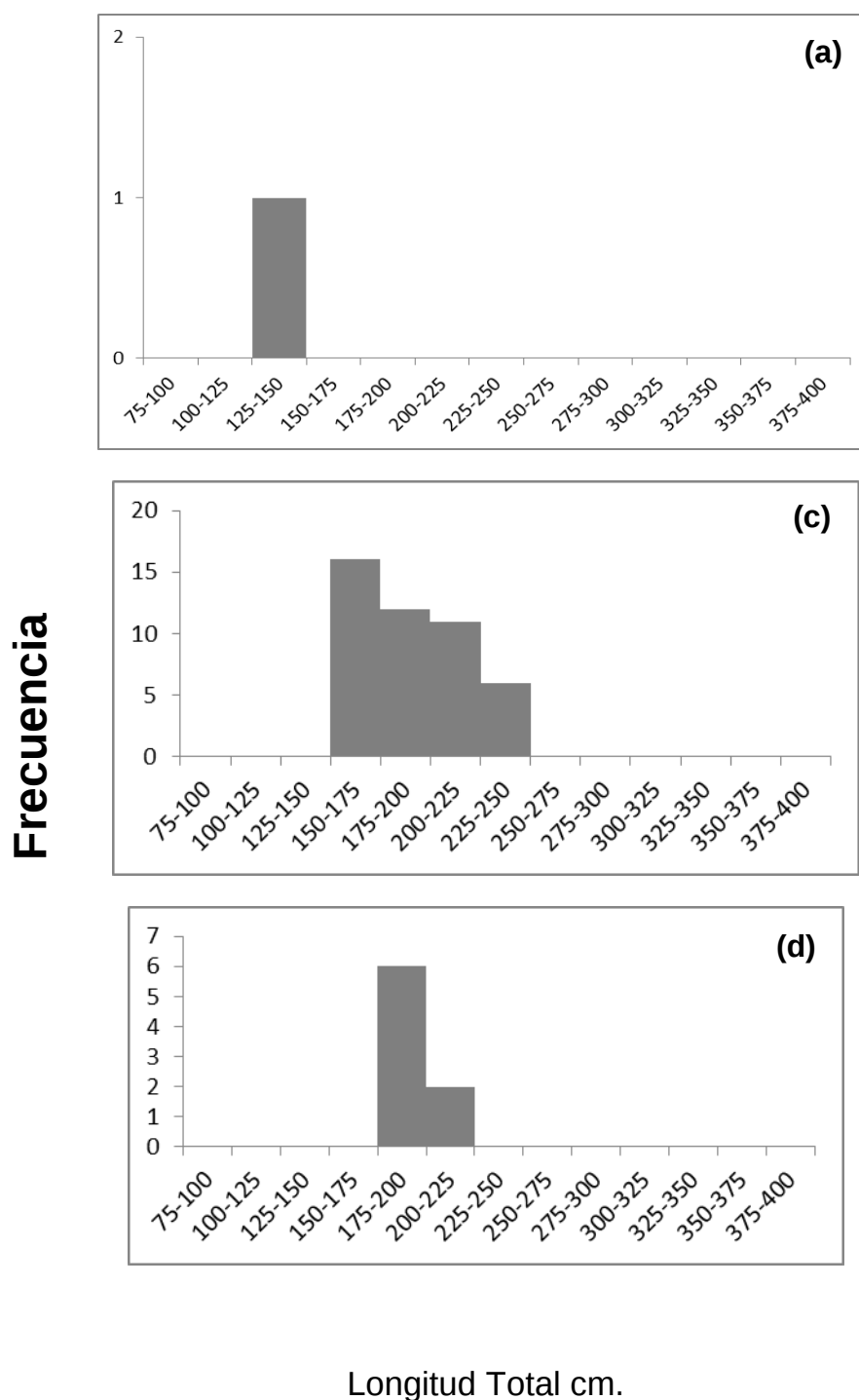


Figura 22. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para juveniles, en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

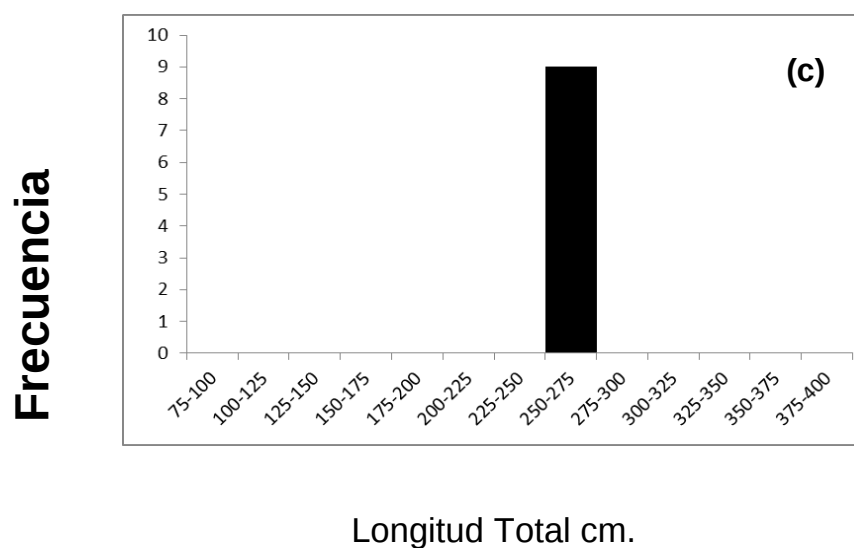


Figura 23. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para hembras maduras en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

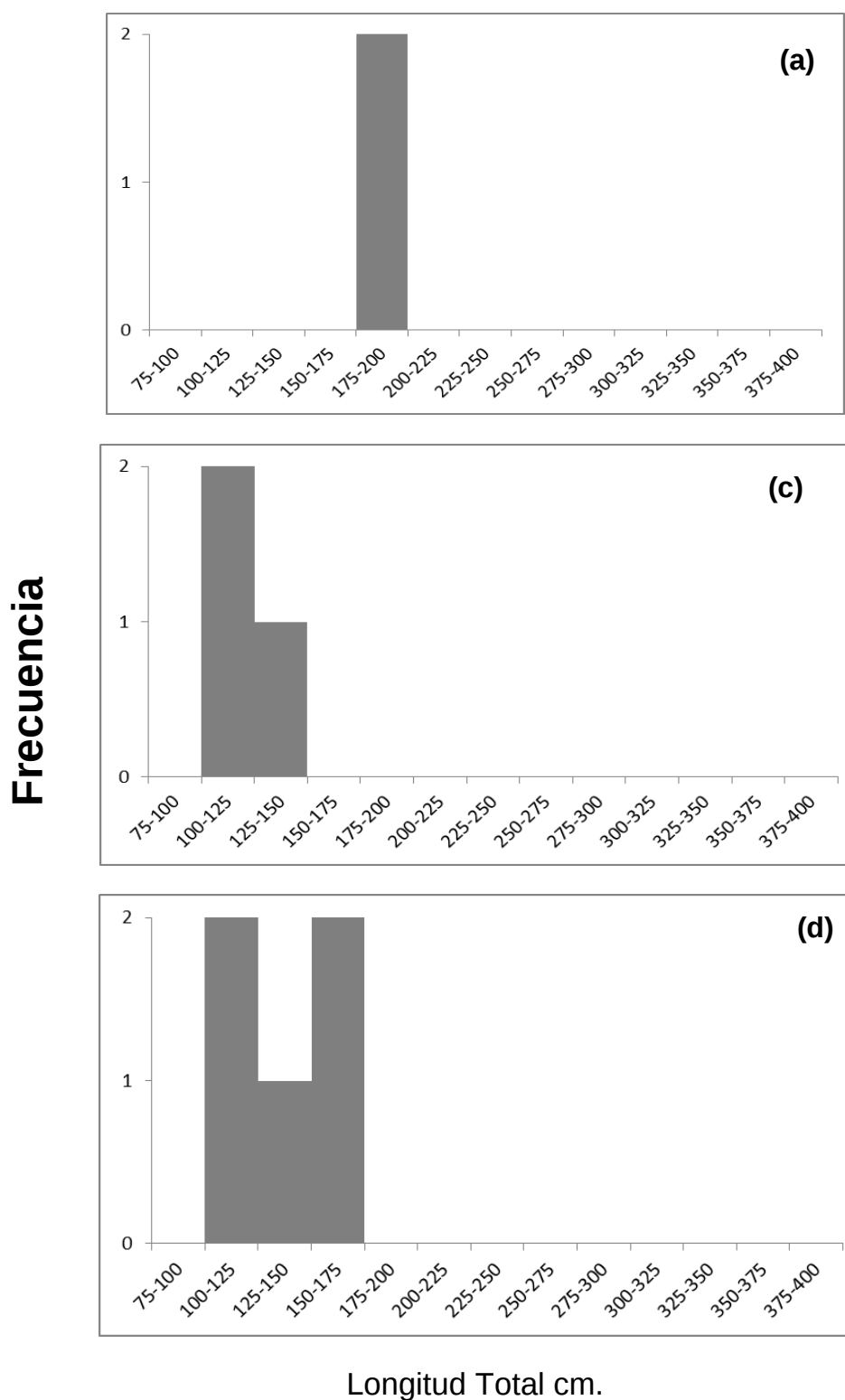


Figura 24. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para juveniles, en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

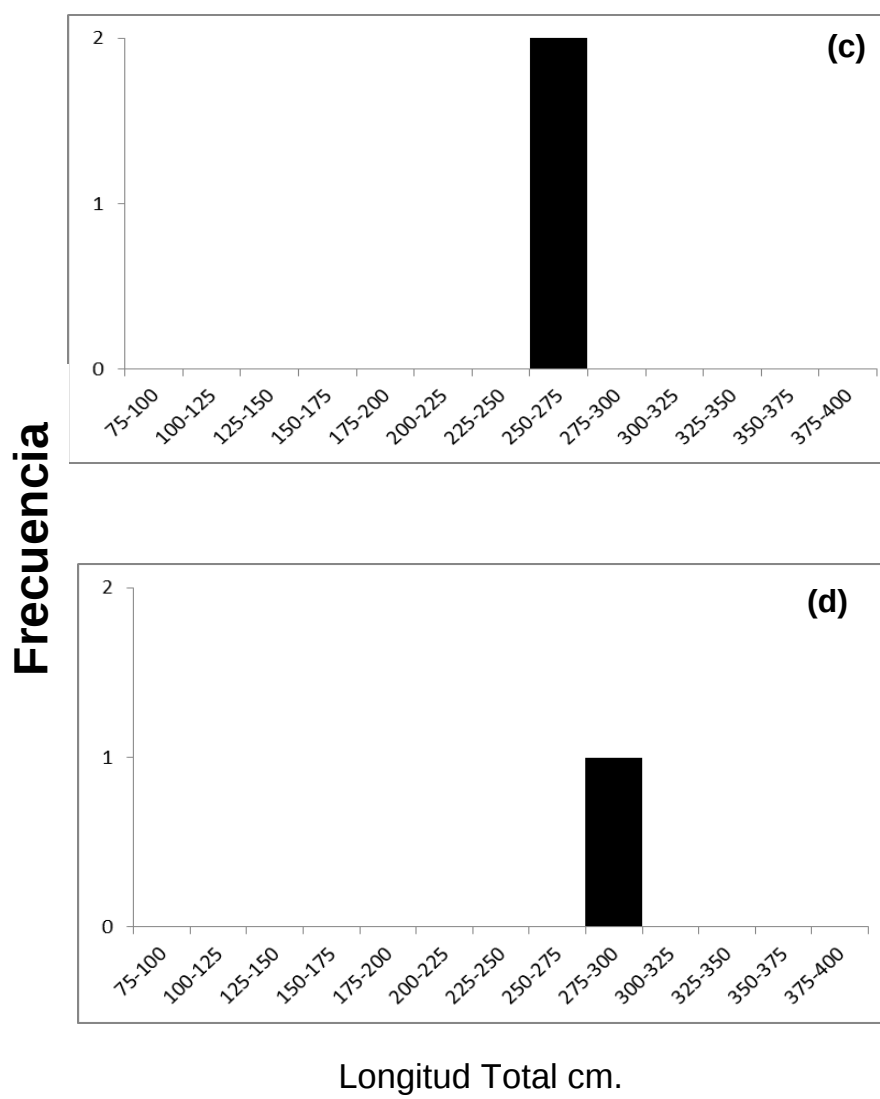


Figura 25. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para hembras maduras en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

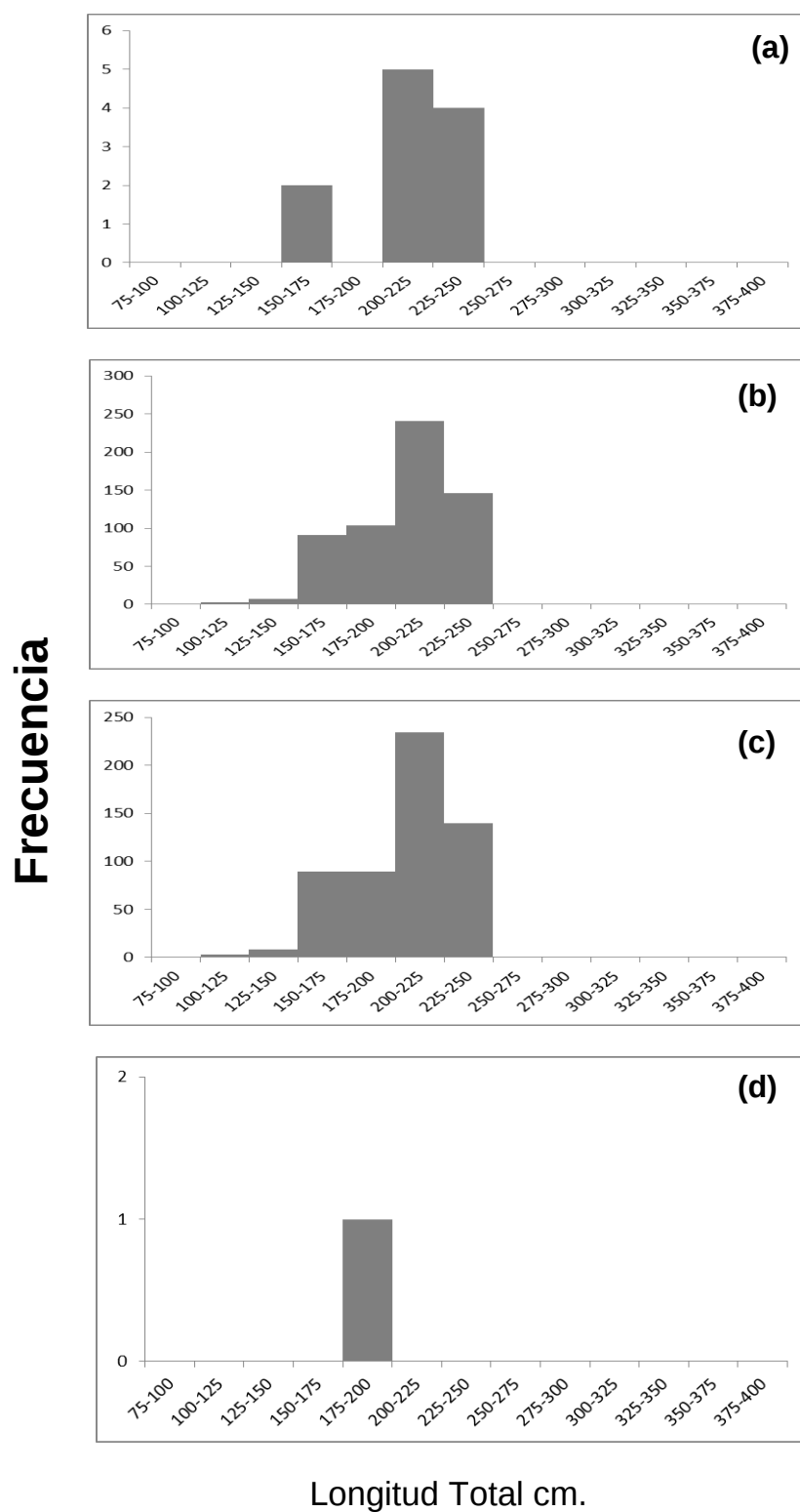


Figura 26. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

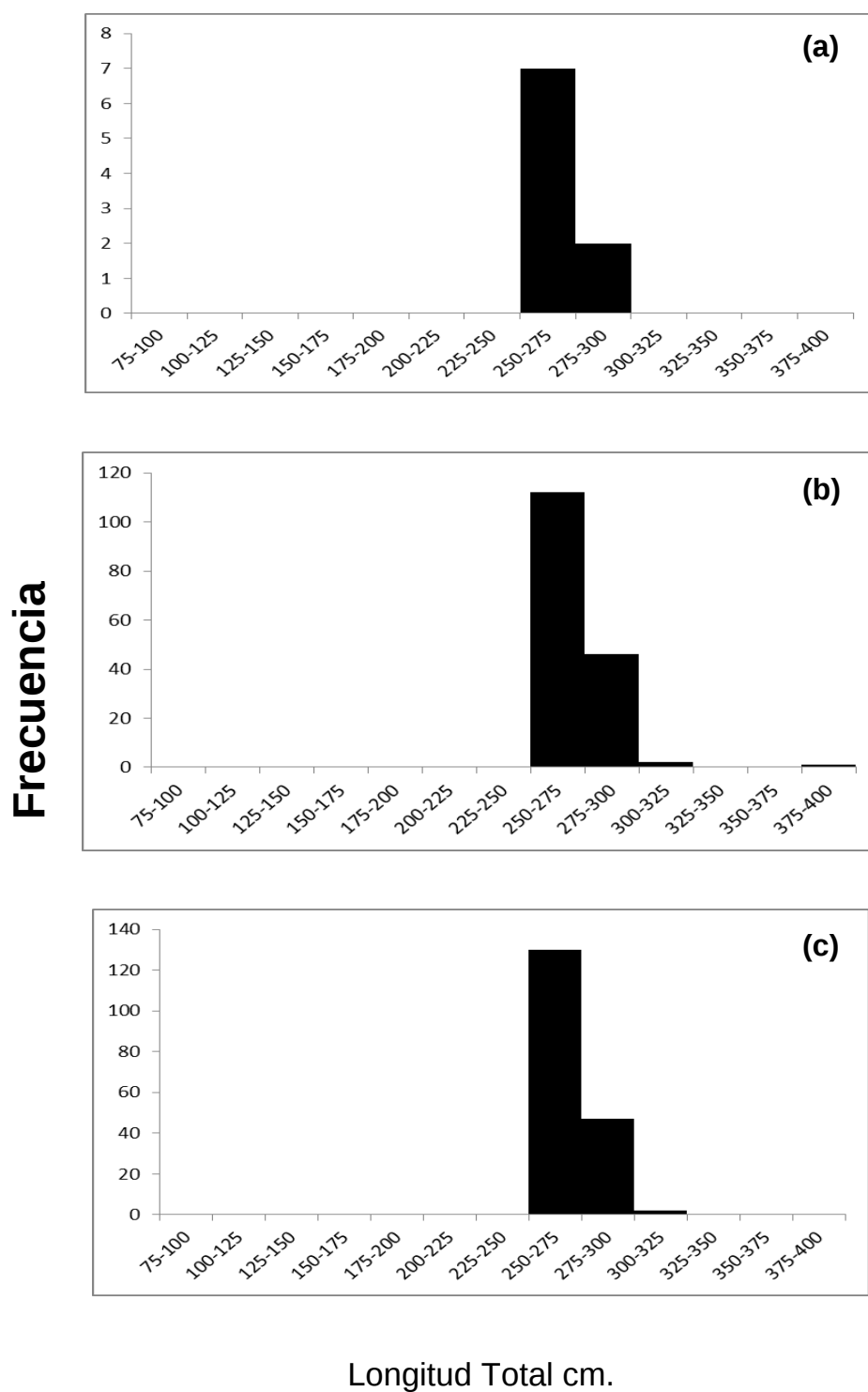


Figura 27. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

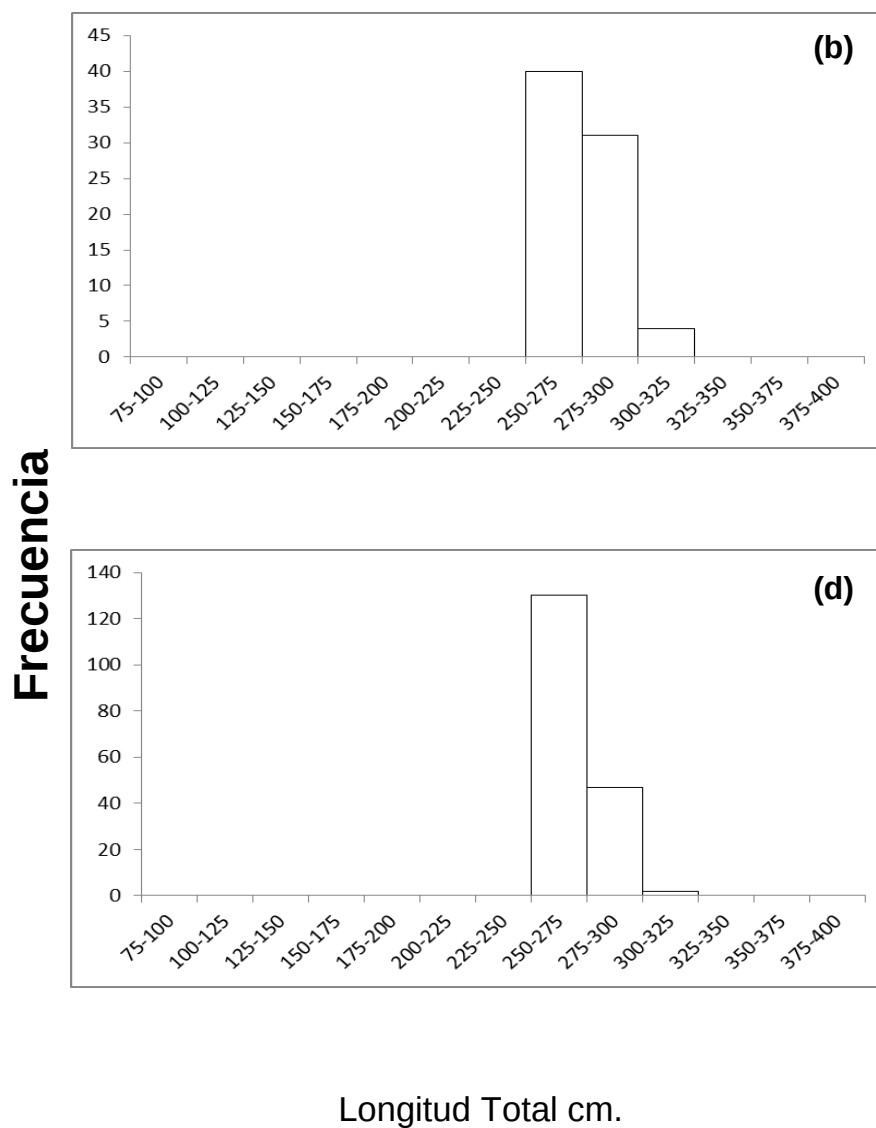


Figura 28. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

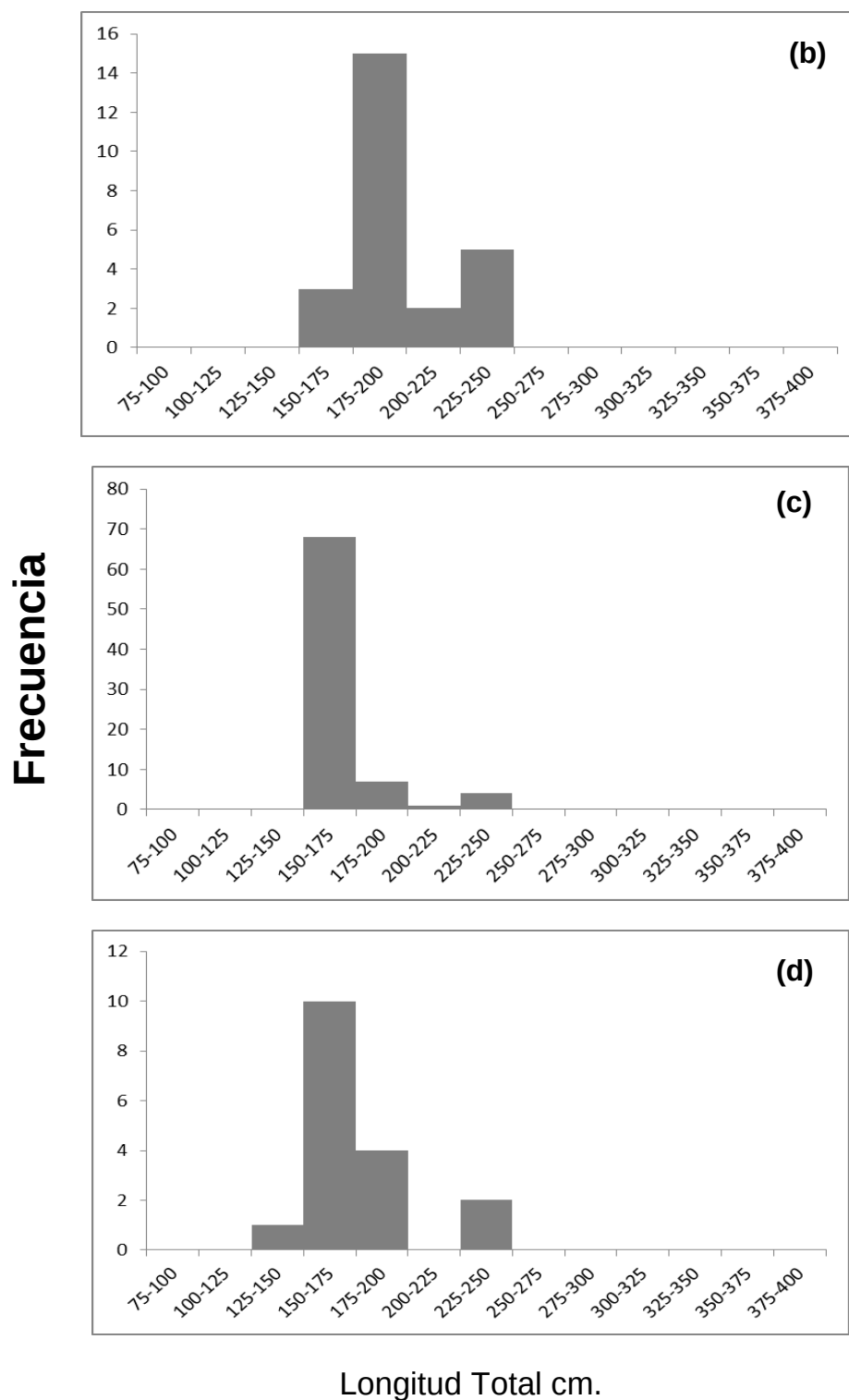


Figura 29. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

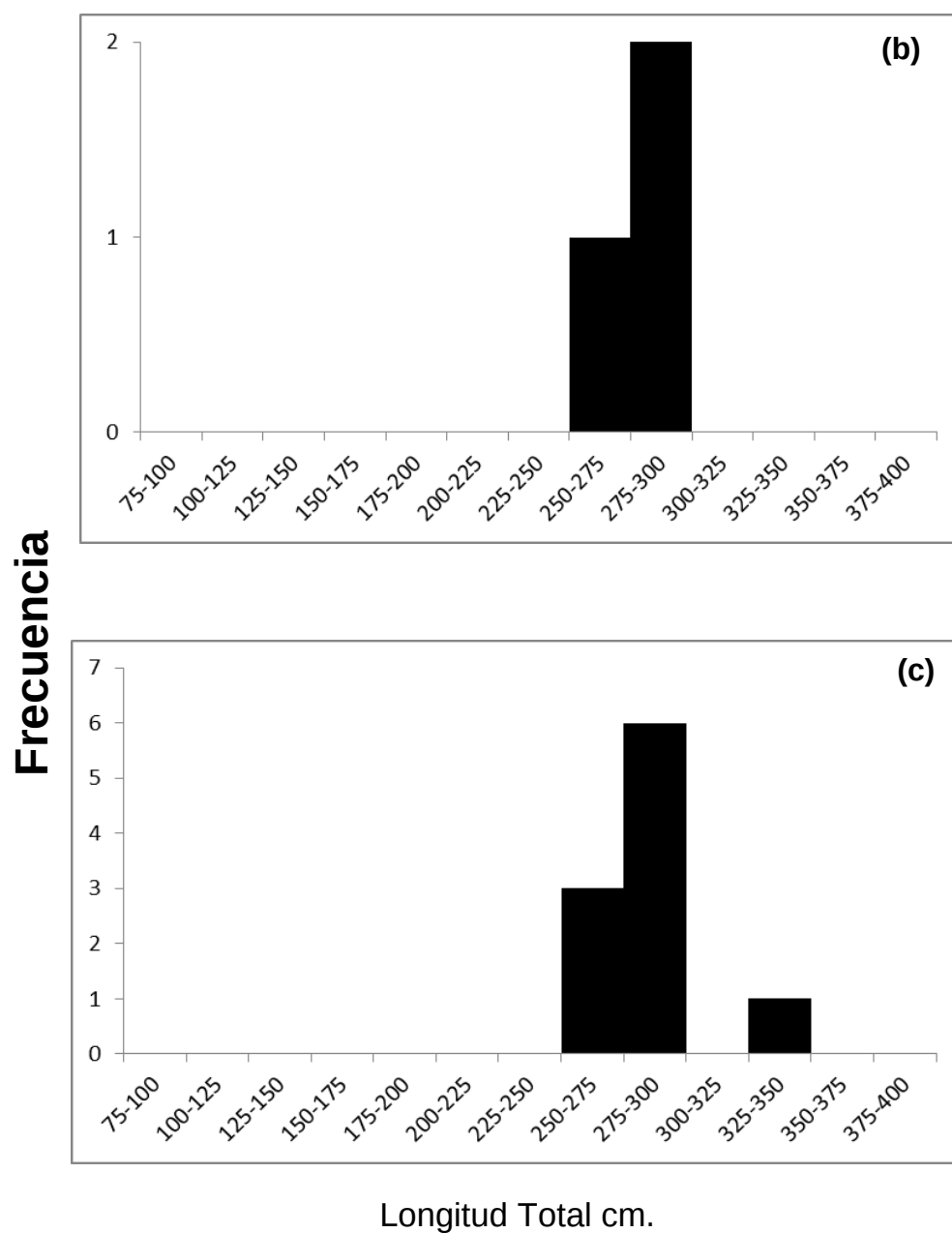


Figura 30. Frecuencias de tallas de *S. mokarran* para hembras maduras en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

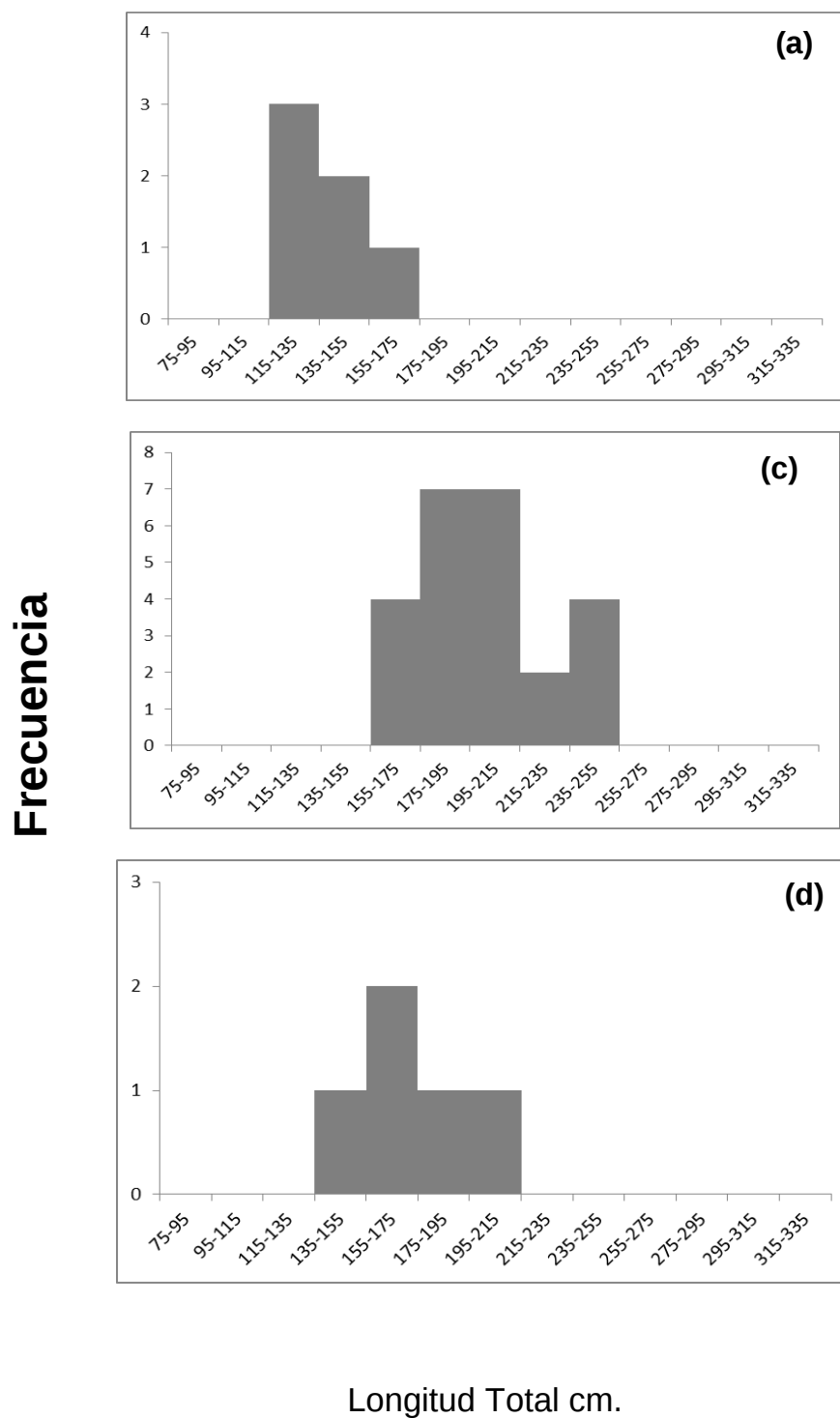


Figura 31. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para juveniles en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

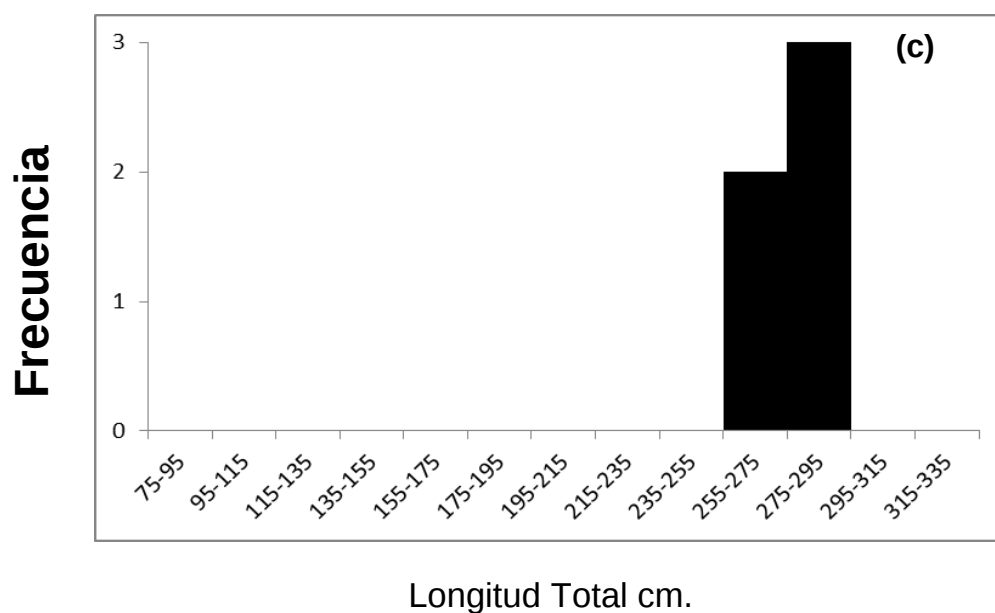


Figura 32. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para hembras maduras en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

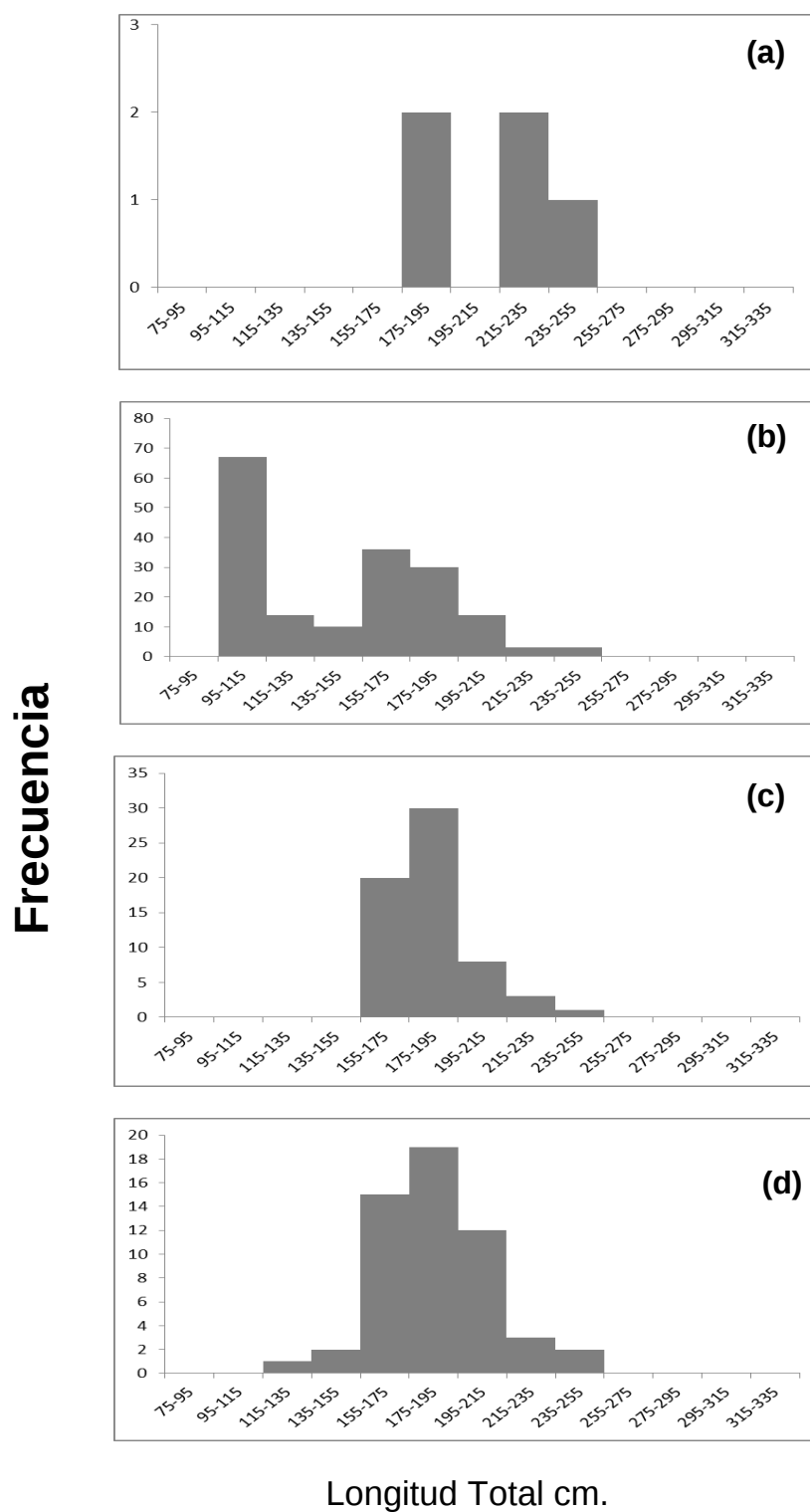


Figura 33. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para juveniles en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

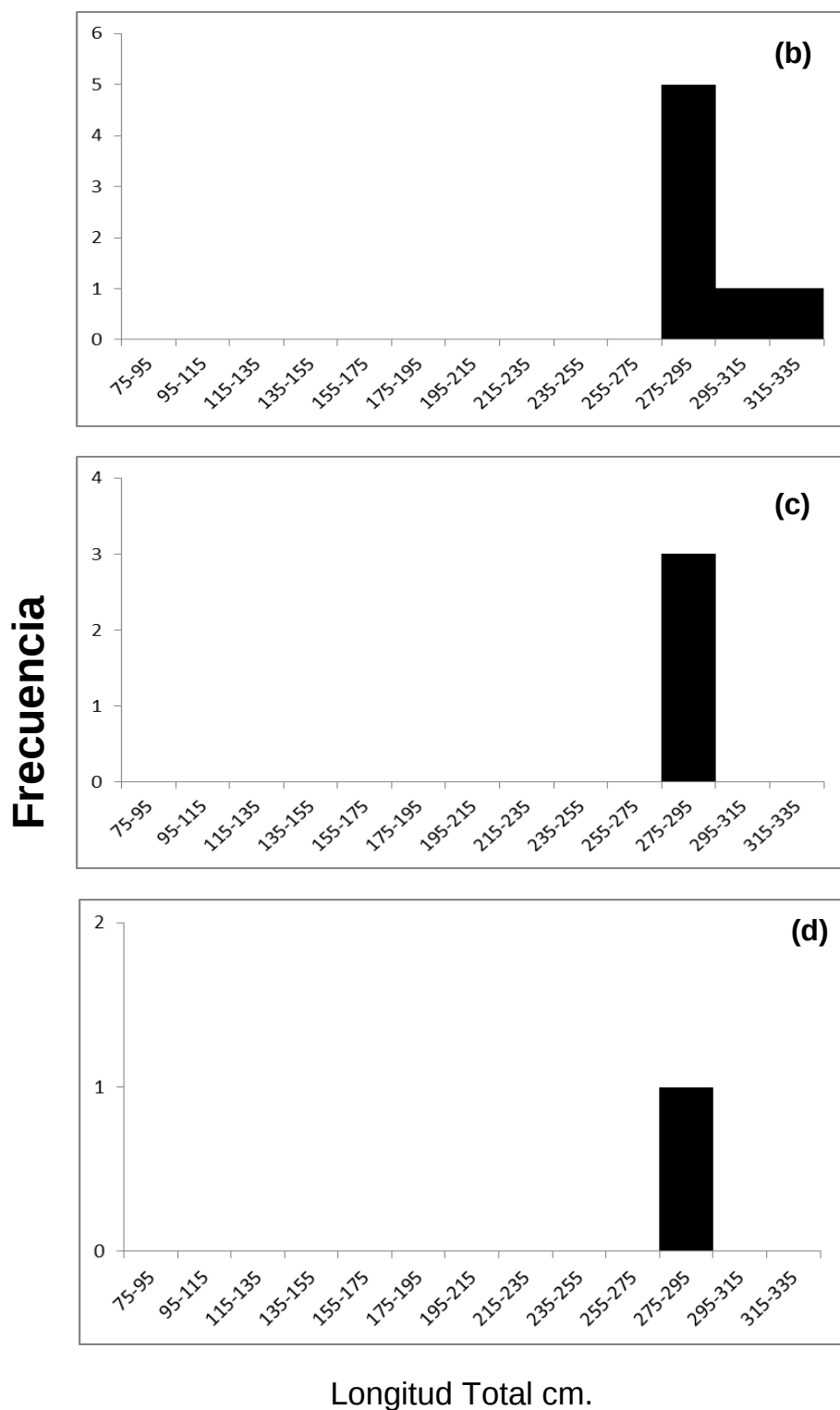


Figura 34. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para hembras maduras en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

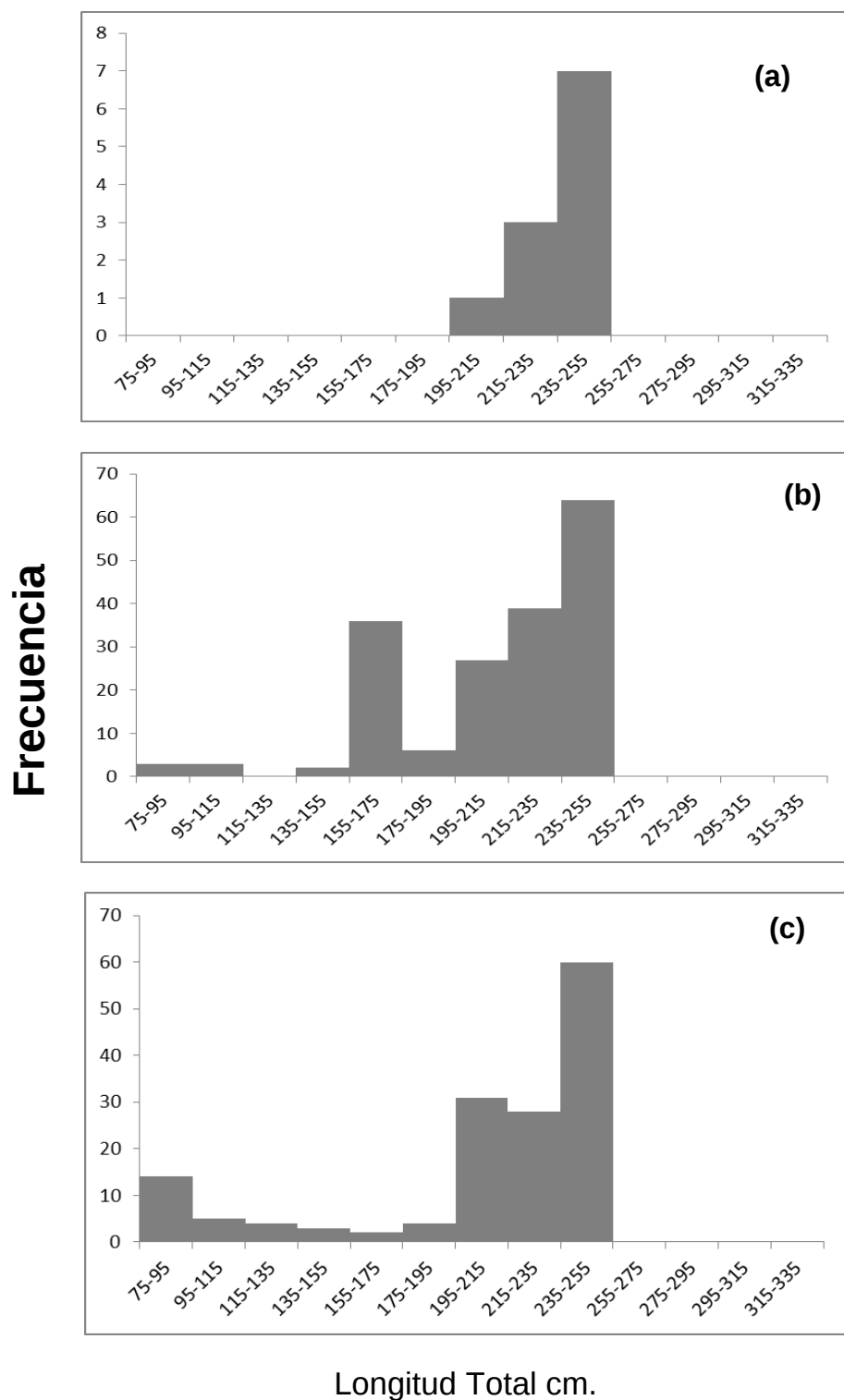


Figura 35. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

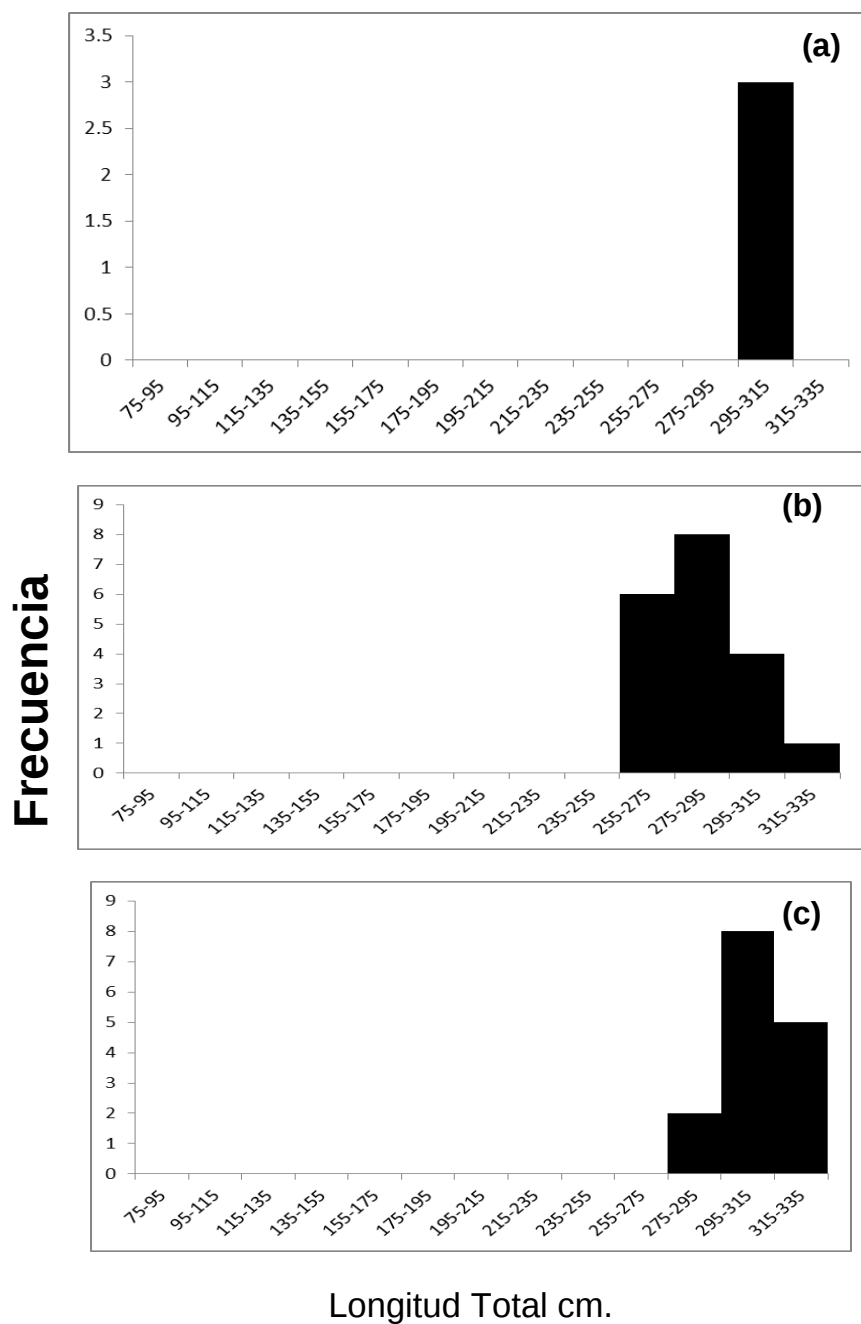


Figura 36. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

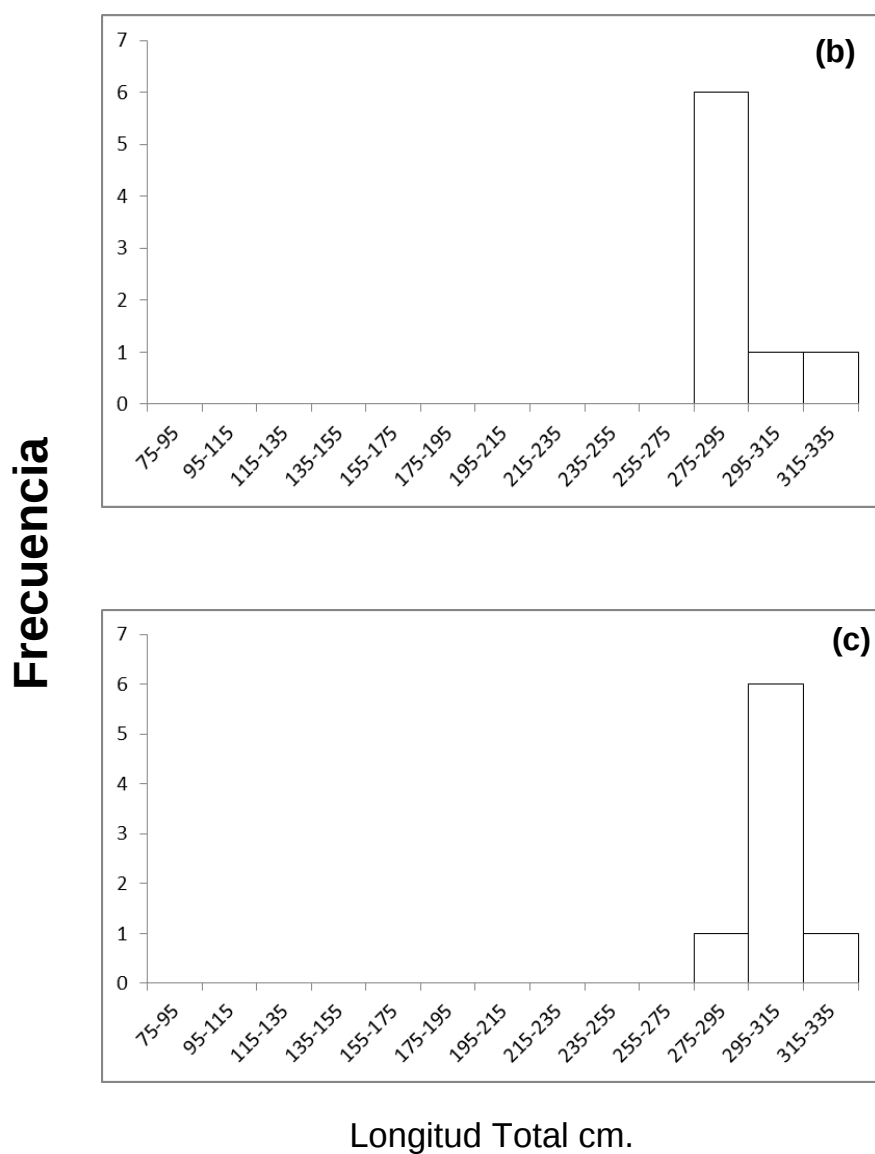


Figura 37. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

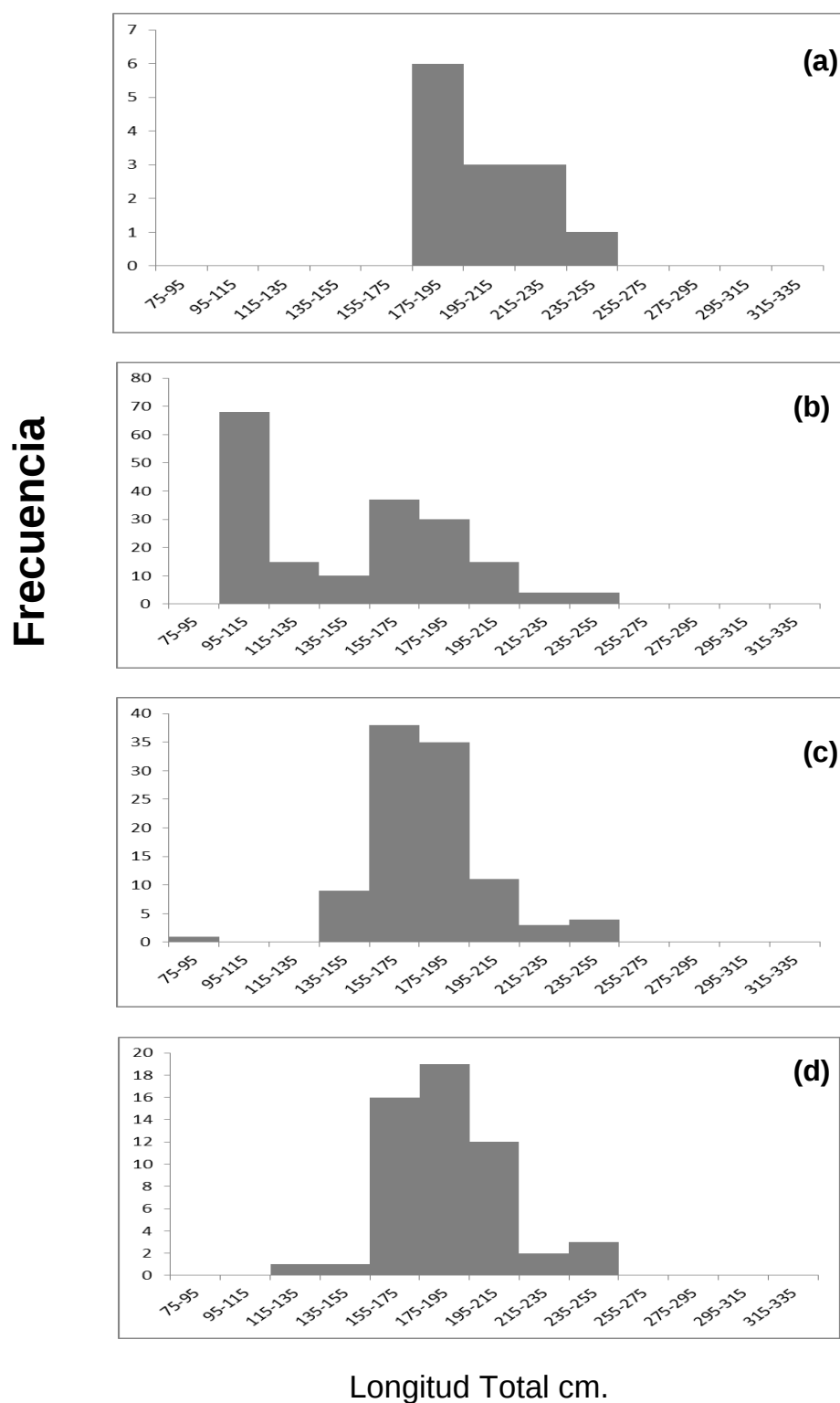


Figura 38. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

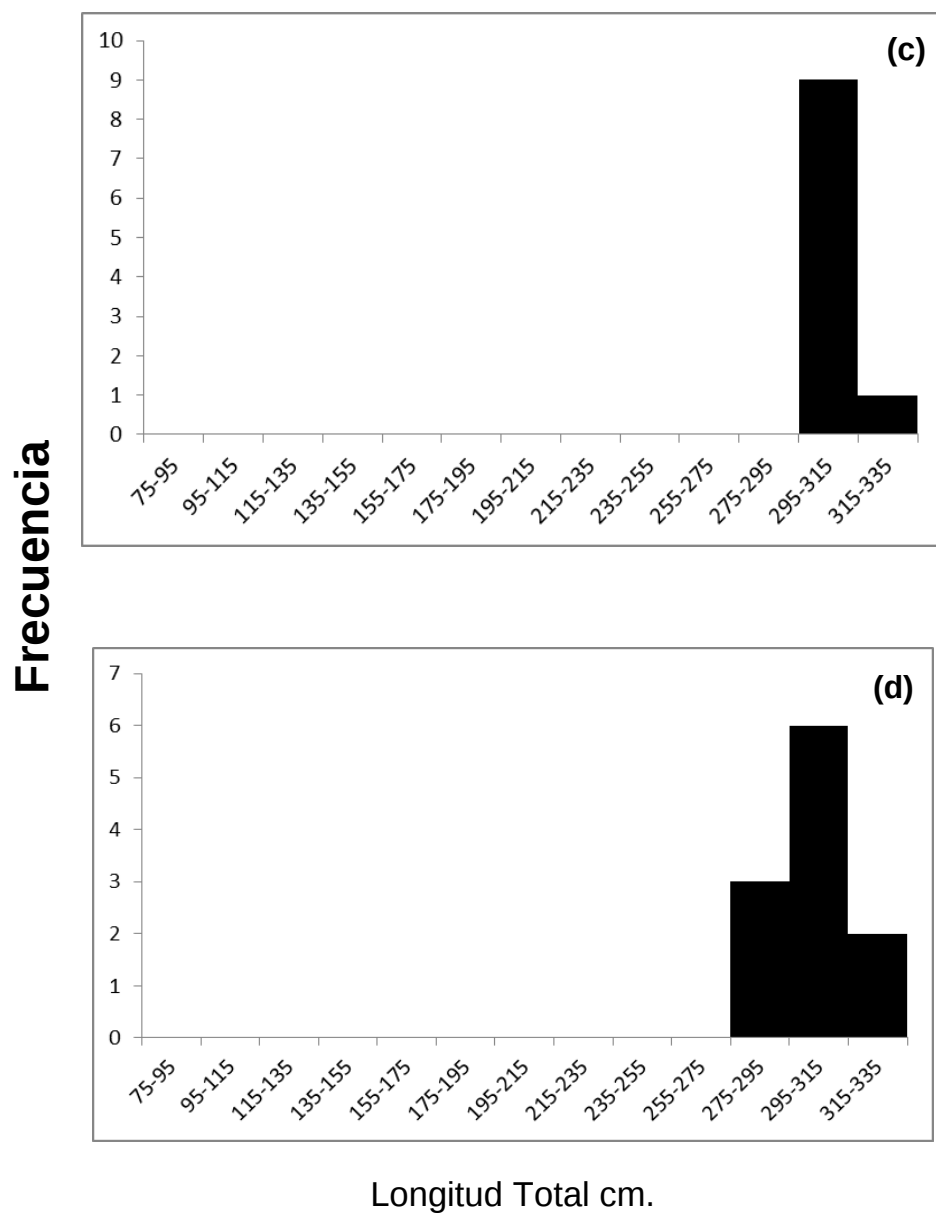


Figura 39. Frecuencias de tallas de *S. zygaena* para hembras maduras en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

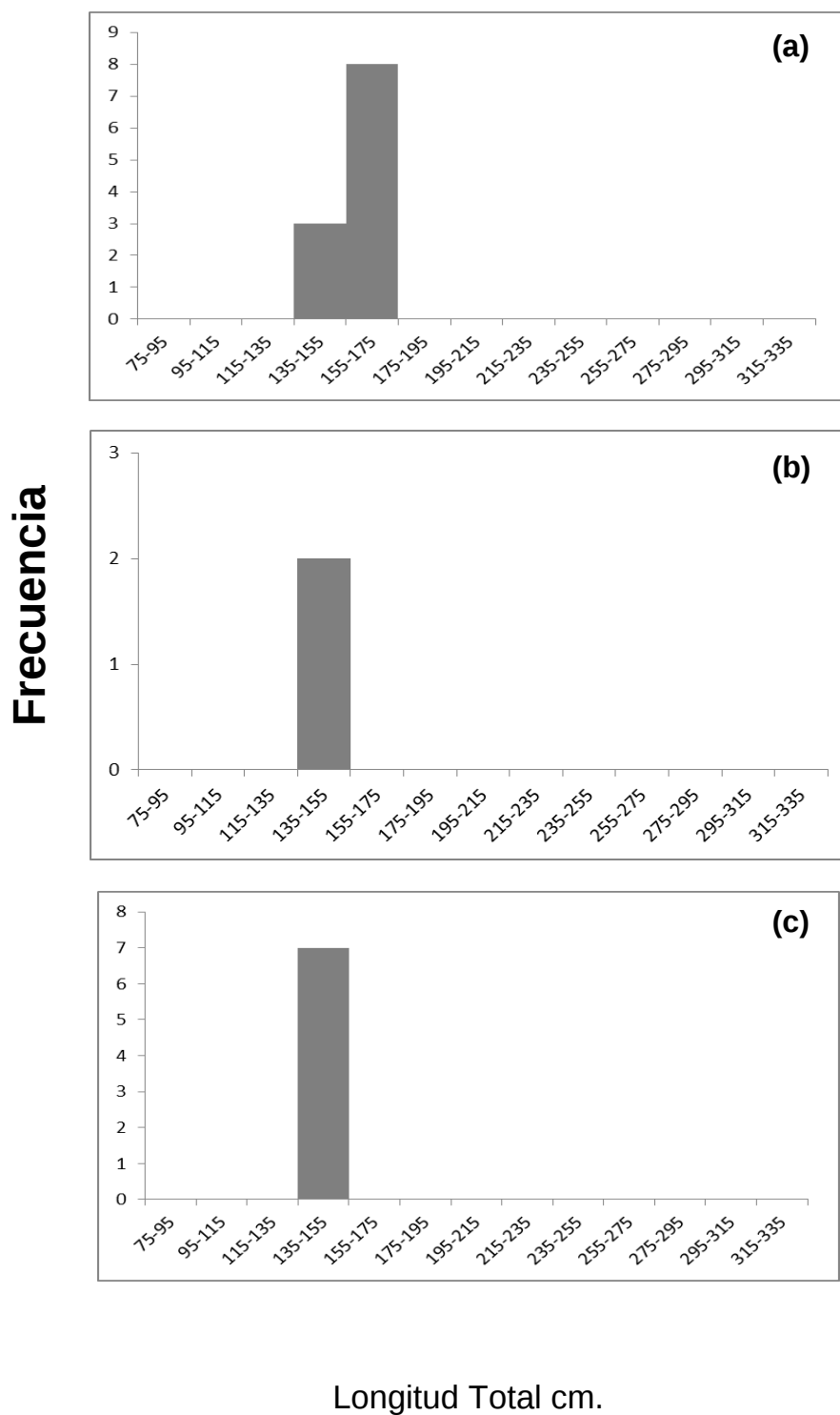


Figura 40. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para juveniles en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

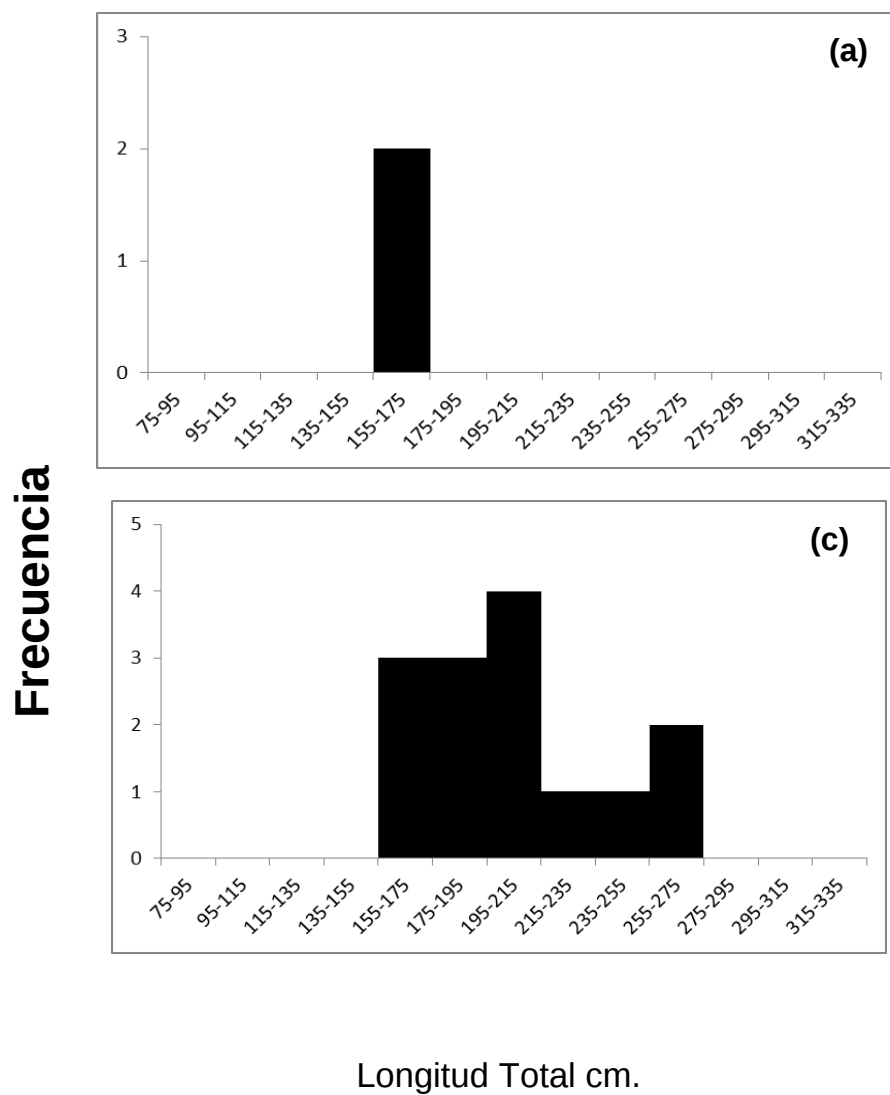


Figura 41. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para hembras maduras en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

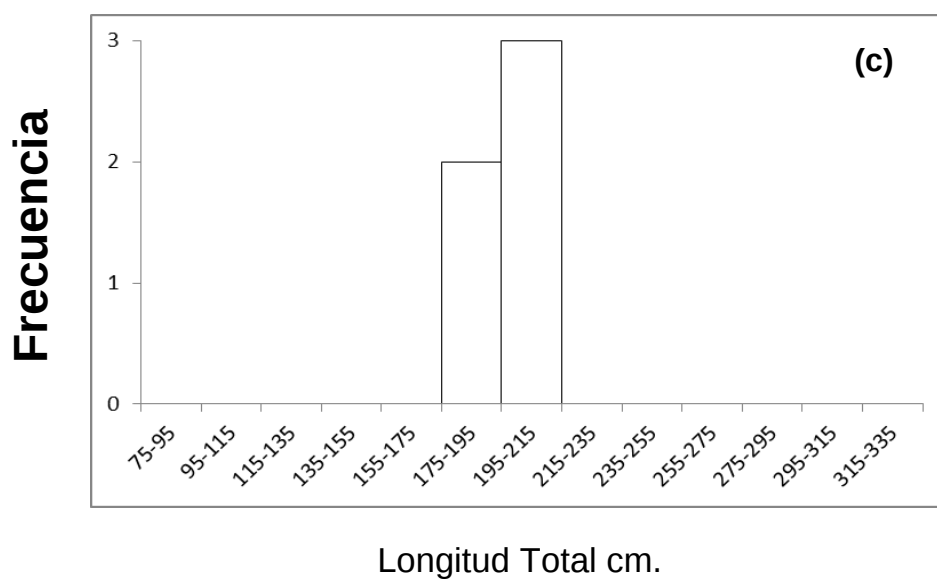


Figura 42. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para machos maduros en la zona I, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

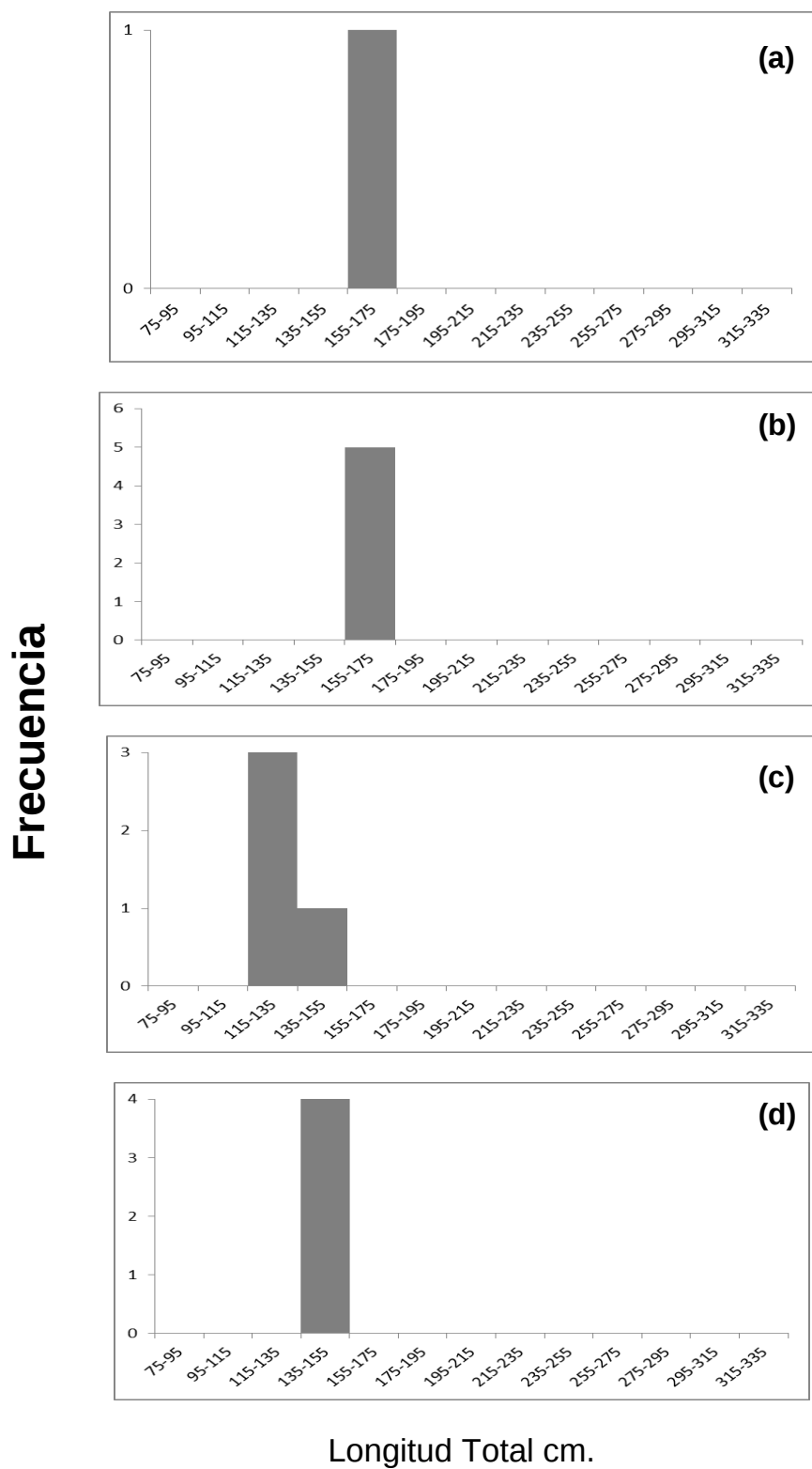


Figura 43. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para juveniles en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

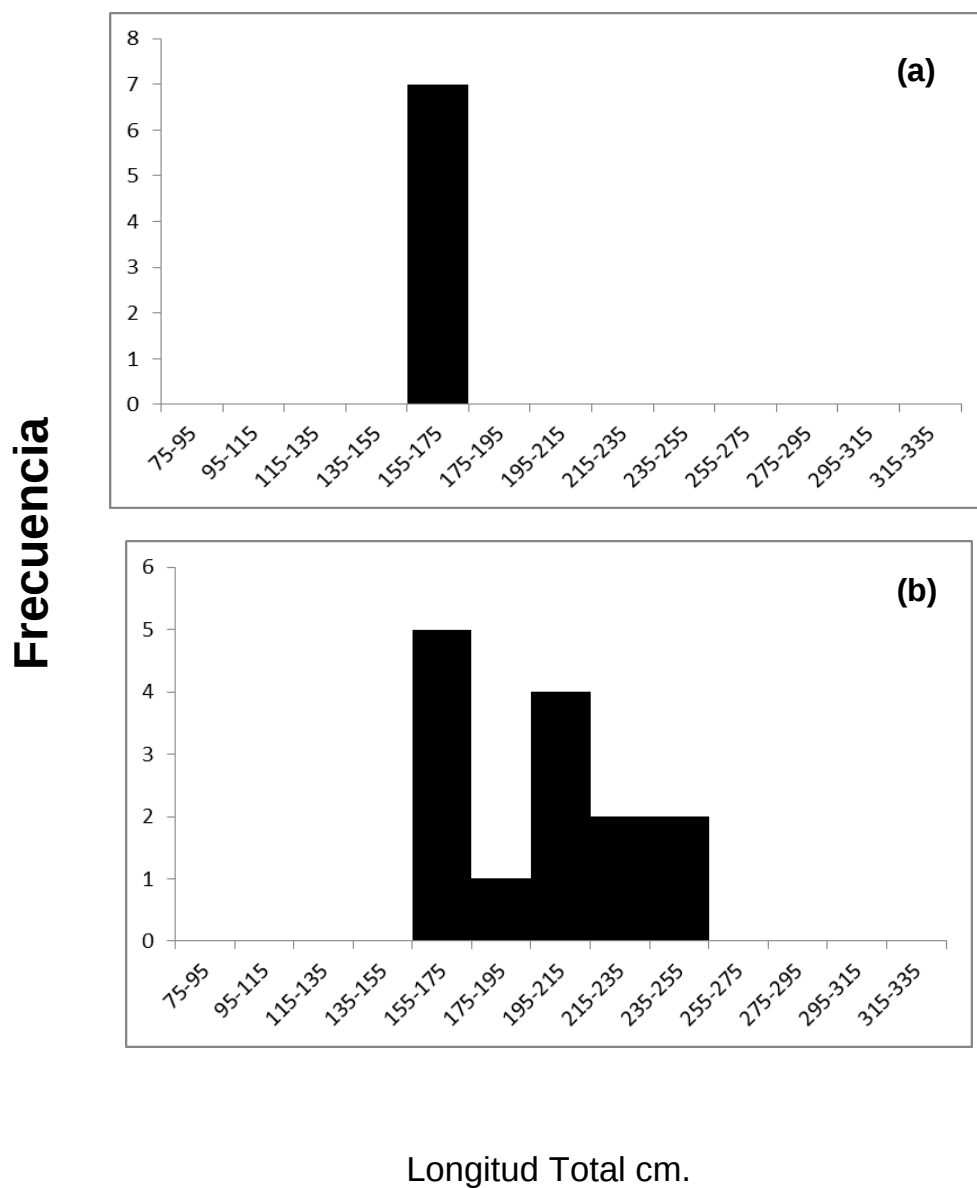


Figura 44. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para hembras maduras en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

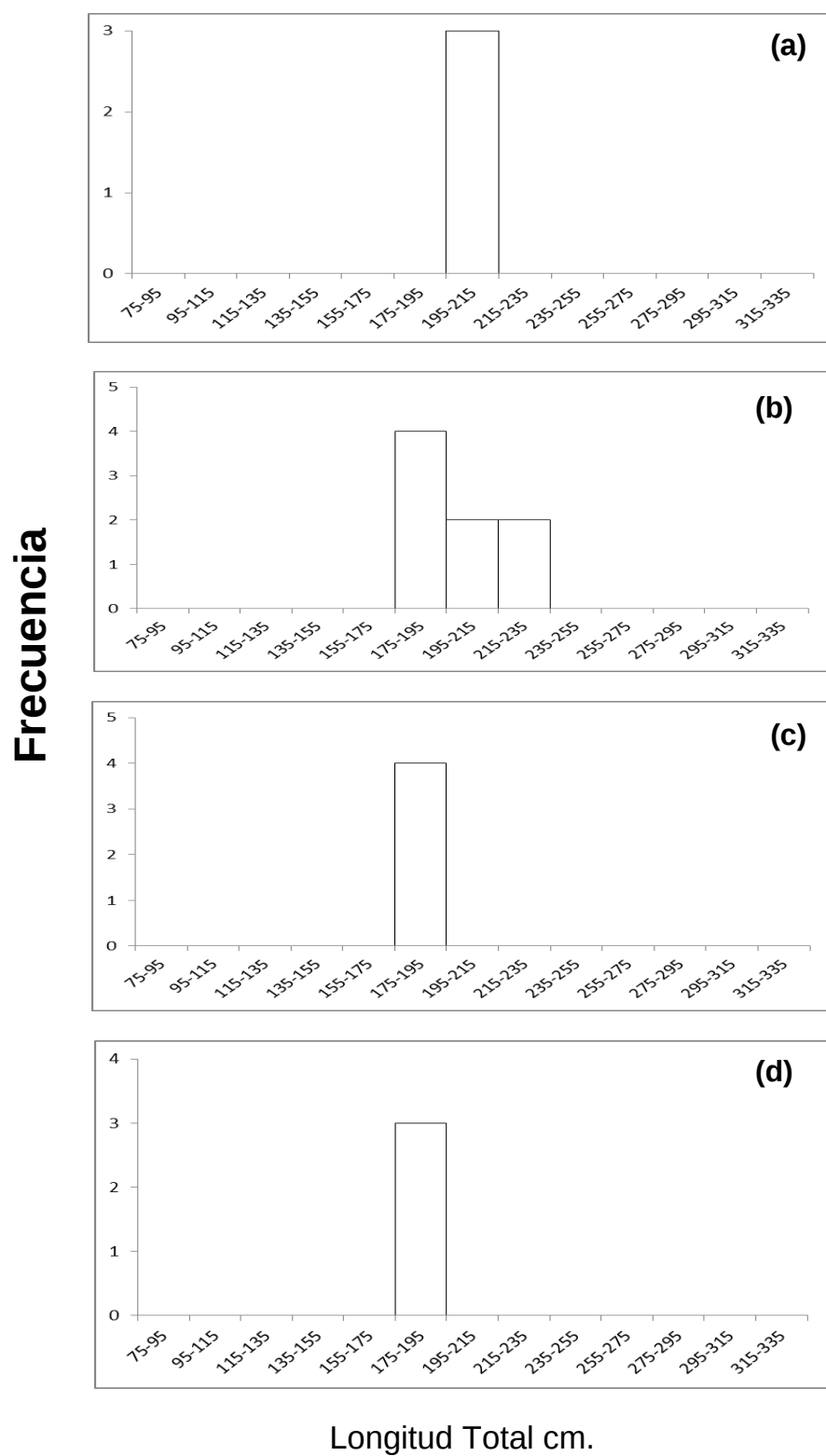


Figura 45. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para machos maduros en la zona II, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d).

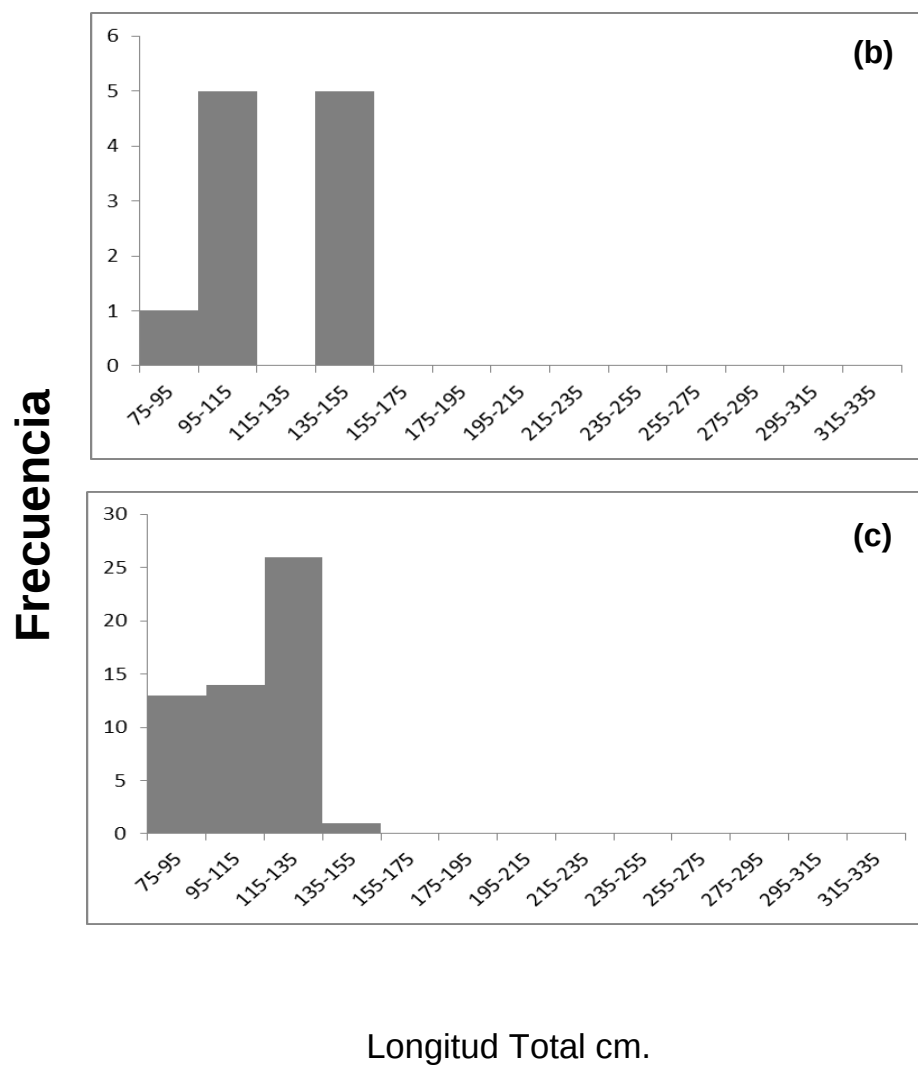


Figura 46. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para juveniles en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

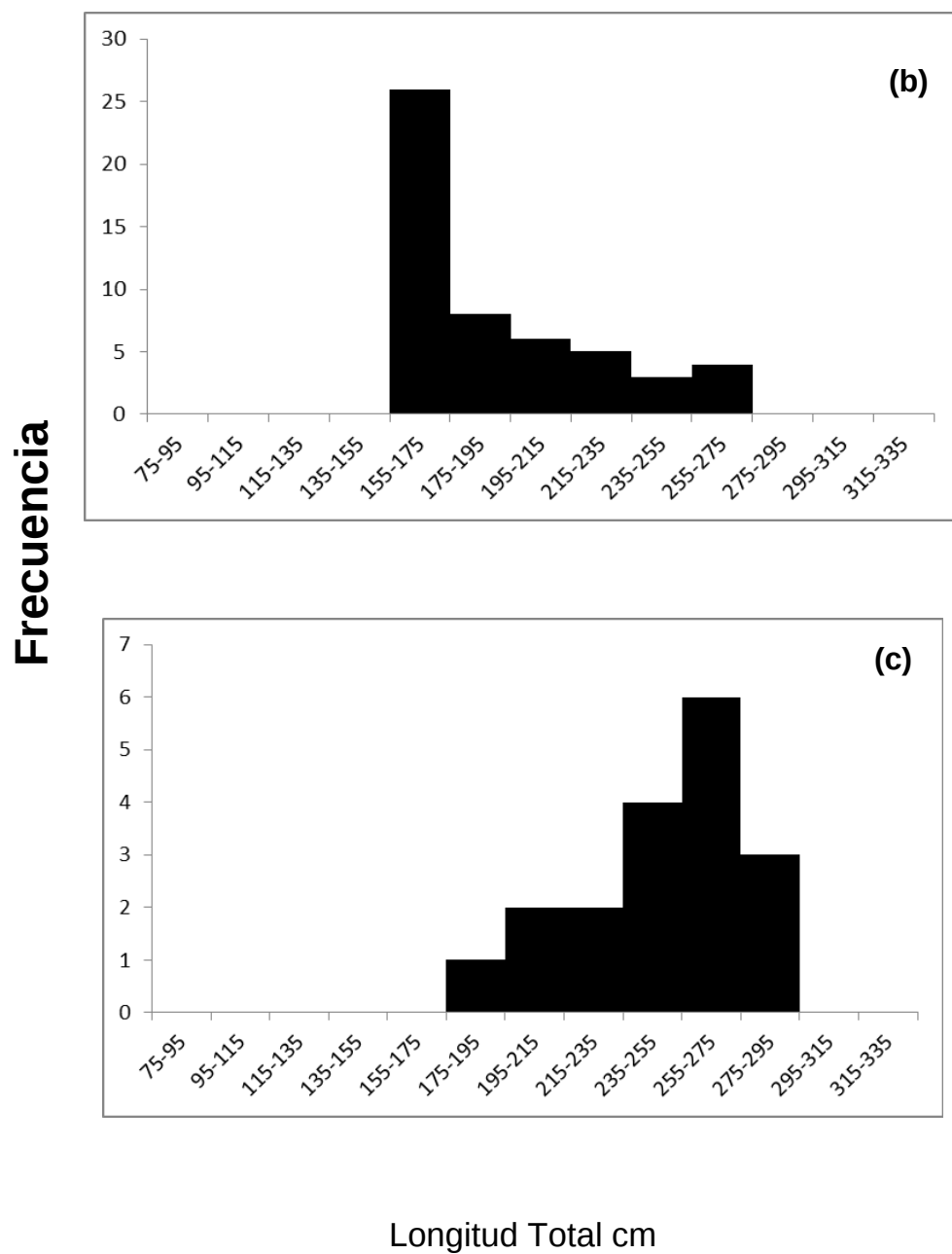


Figura 47. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para hembras maduras en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

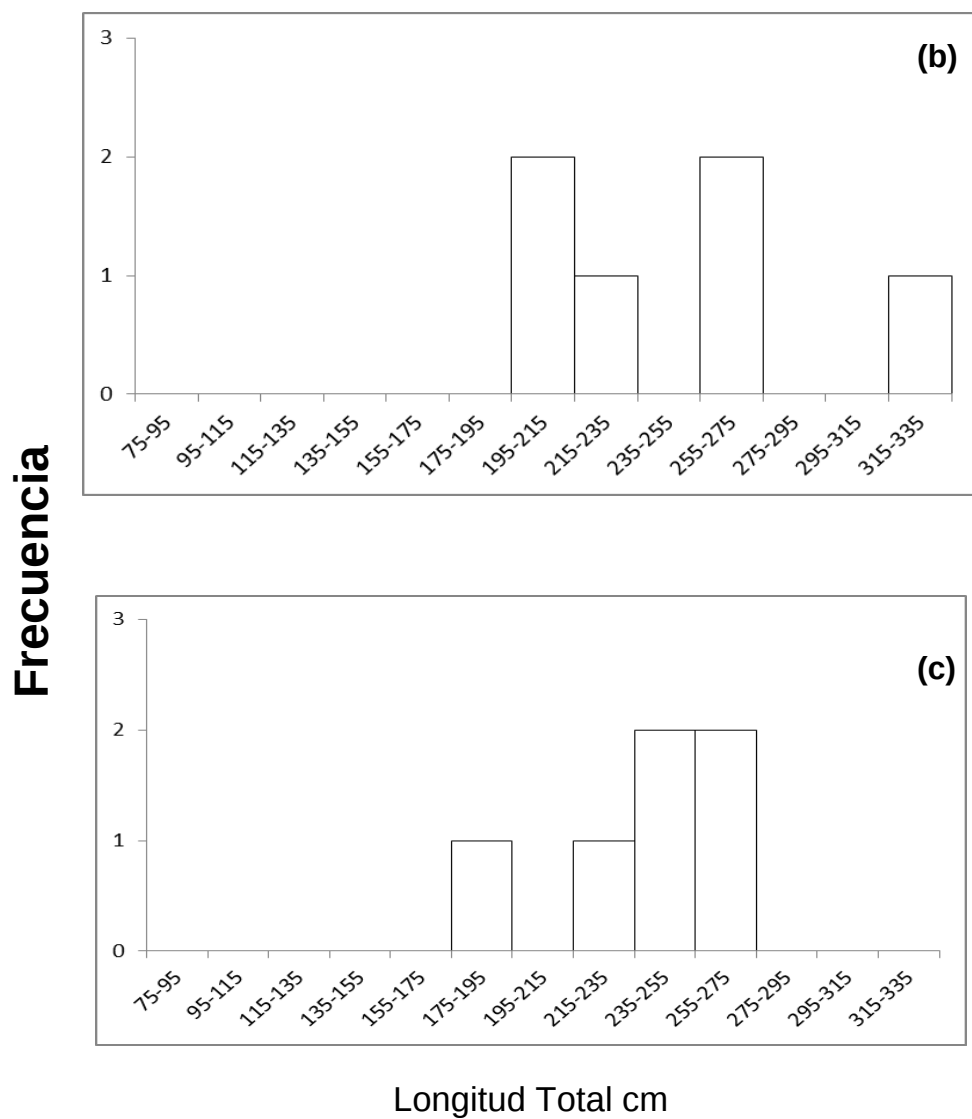


Figura 48. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para machos maduros en la zona III, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

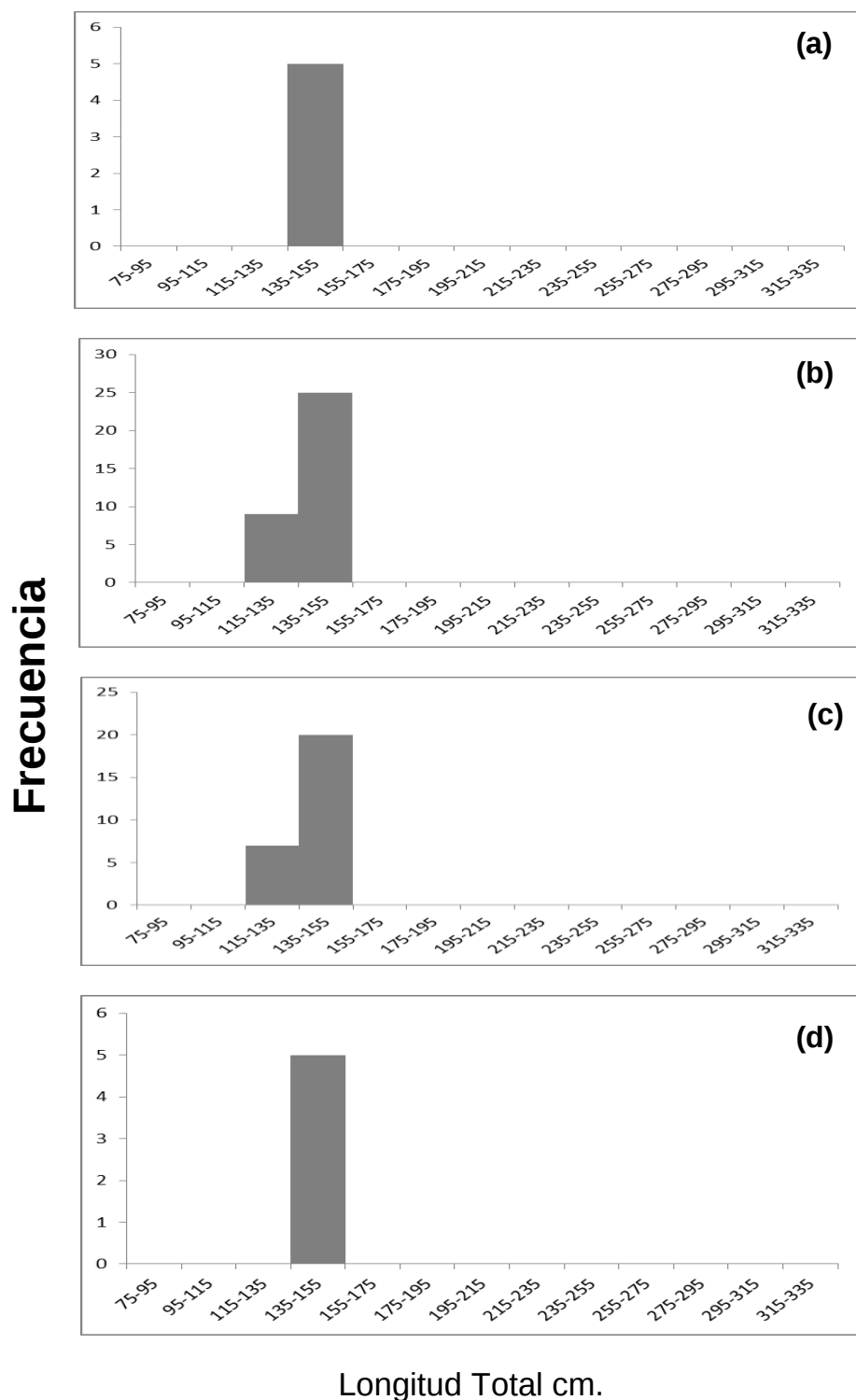


Figura 49. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para juveniles en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

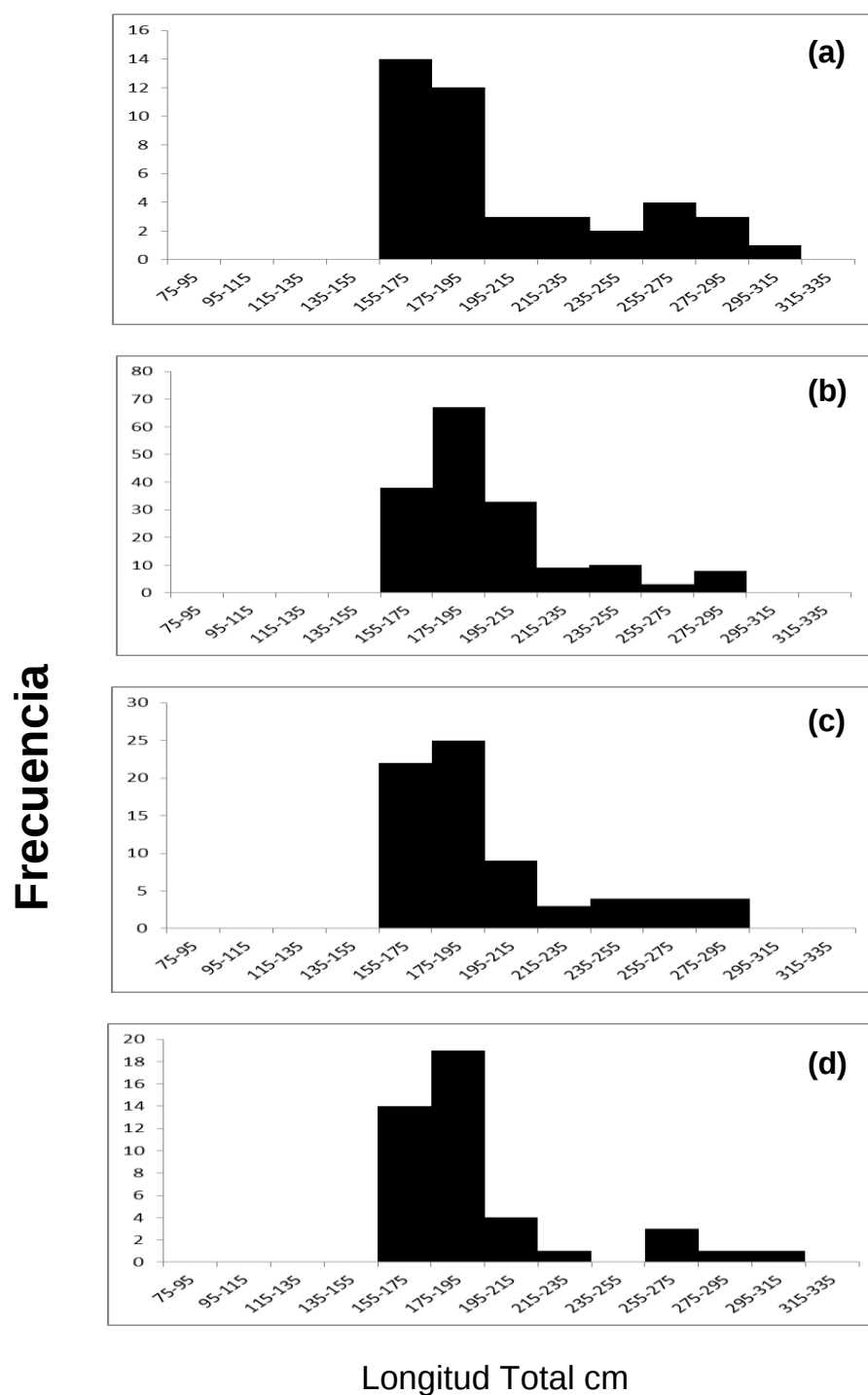


Figura 50. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para hembras maduras en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.

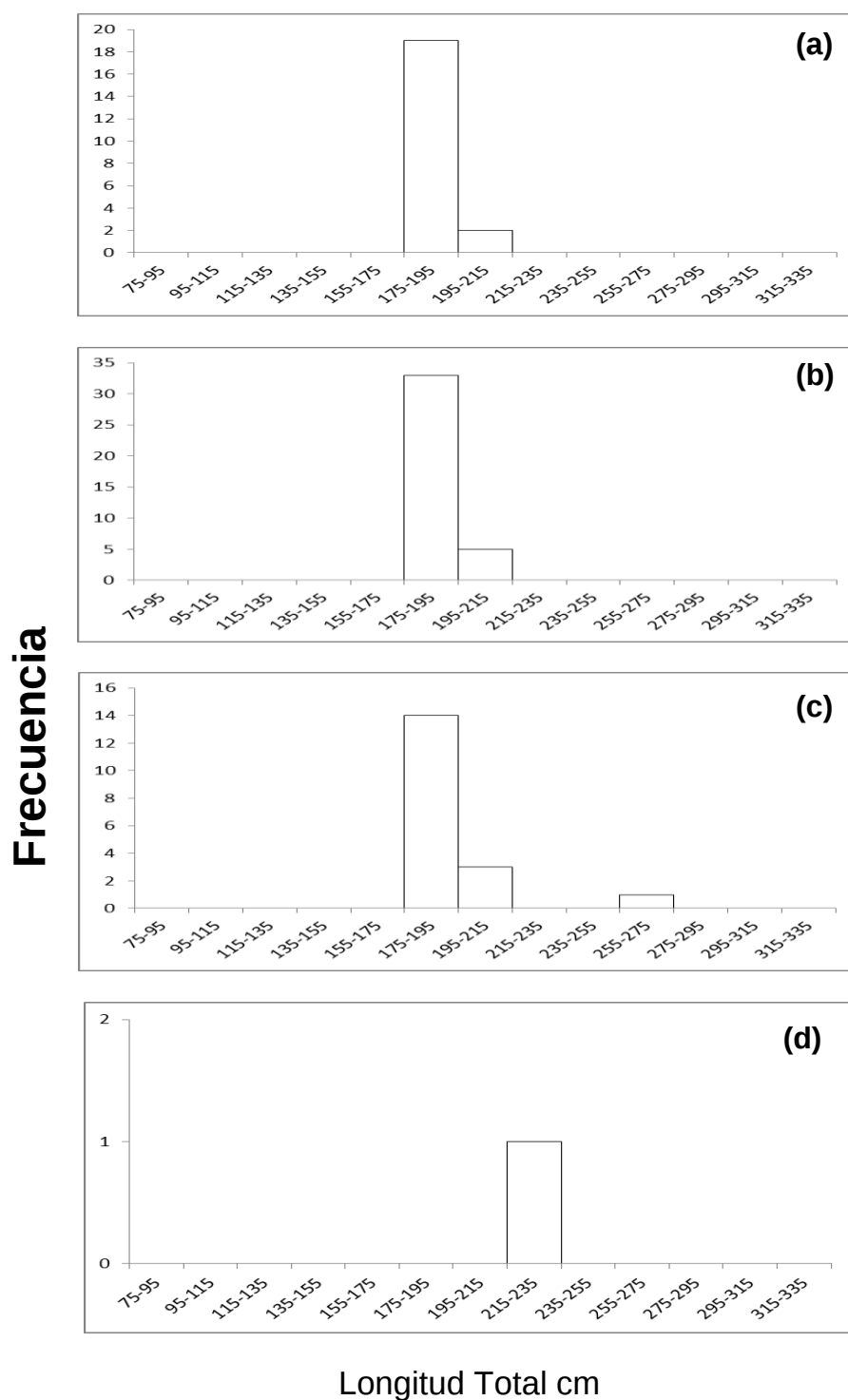


Figura 51. Frecuencias de tallas de *S. lewini* para machos maduros en la zona IV, (a) trim. 1, (b) trim. 2, (c) trim. 3, (d) trim. 4.



Bibliografía.

- Aguilar, C. N. A. 2004. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN. 123 pp.
- Aislado, T. V. 2000. Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 145 pp.
- Alejo-Plata C., Gómez-Márquez J. L., Ramos S. y Herrera E, 2007. Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo. *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) en la costa de Oaxaca, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3): 403-413.
- Alejo P. M.C., Ramos C. S. y Cruz R. L .J. 2006. La pesquería artesanal del tiburón en Salina Cruz, Oaxaca, México. Revista, Ciencia y Mar, X (30): 37-51.
- Anislado-Tolentino, V. 2008. Demografía y pesquería del tiburón martillo, *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Elasmobranchii) en dos provincias oceanográficas del Pacífico mexicano. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 252 pp.
- Brenes C. L, Hernández A. y Campos J. 2000. Distribución espacial de capturas de tiburón en el pacífico nicaragüense y su relación con algunas variables oceanográficas. Rev. Biol. Trop., 48(2/3): 399-411.
- Bolaño M. N. Hábitos alimenticios en juveniles de *Sphyrna zygaena* Linnaeus 1758 (*Chondrichthyes: Sphyrnidae*) en el puerto pesquero de Santa Roa de Salinas, Guayas durante mayo- diciembre 2004. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil.



- Bolaño M. N. 2009. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 140 pp.
- Carrera, F. M. 2007. Parámetros reproductivos de los tiburones piloto (*Carcharhinus falciformis*), martillo (*Sphyrna lewini*) y azul (*Prionace glauca*) en el Pacífico Mexicano. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 100 pp.
- Estupiñám- Montaña, C., Cedeño-Figueroa, L.G. y Galvan-Magaña, F. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. Revista Biológica y Oceanográfica. 44(2):379-386.
- Gallegos R. -Camacho y Tovar J.-Ávila 2011. Estimación de las longitudes total, furcal y patrón de juveniles de tiburón martillo, *Sphyrna lewini* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), a partir de las longitudes alternativa e interdorsal.
- Mas-Bervejillo F.(2012) Biodiversidad, abundancia relativa y estructura poblacional de los tiburones capturados por la flota de palangre pelágico en aguas uruguayas durante 1998-2009. Tesina de Licenciatura. Universidad de la República de Uruguay. 99pp.
- Ochoa- Díaz, M.R. 2009.Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California Sur: aplicación de ^{13}C Y ^{15}N . Tesis de materia. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S. 90 pp
- Salomón C. A. Aguilar, Villavicencio C. J. -Garayzar, ReyesBonilla, H-. 2009. Zonas y temporadas de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California: Estrategia para su conservación y manejo pesquero. Ciencias Marinas, 35(4): 369–388.



- Santana-Hernández H., Valdez-Flores J. J. y Méndez I. Gómez-Humarán. 2009. Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano: 1983-2002. Revista, Ciencia Pesquera, Vol. 17, núm. 2.
- Strassburg, D. W. 1958. Distribution, abundance and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 58: 335-361.
- Klimley A. P., Cabrera-Mancilla y Castillo L.J.-Geniz 1993. Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, del sur del Golfo de California, México.) *Ciencias Marinas*19(1):95-115.
- Torres-Huerta A. M, Villavicencio C. -Garayzar y Corro-Espinosa D., 2008. Biología reproductiva de la cornuda común *Sphyrna lewini* Griffith & Smith (*Sphyrnidae*) en el Golfo de California. Vol. 18 No. 3.
- Villavicencio G. C. y Aguilar C. S. 2009. La región central del Golfo de California: El área más importante de reproducción y crianza de tiburones en el Pacífico Oriental. A.P. 19-B. La Paz, BCS, México.
- Zanella L., López A. y Arauz R. 2009. Caracterización de la pesca del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en la parte externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Mar. y Cost. ISSN 1659-455X. Vol. 1. 175-195.



1. Lista Roja de la UICN (noviembre de 2010). Consulta: 09-11- 2013.
<http://www.iucnredlist.org>
2. Florida Museum of Natural History (abril de 2005). Consulta: 10-01-2014.
<http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/SmHammer/SmoothHammerhead.html>
3. FishBase (abril de 2005). Consulta: 15-01-2014.
<http://64.95.130.5/Summary/SpeciesSummary.cfm?ID=917&genusname=Sphyrna&speciesname=zygaena>
4. Info Shark (abril de 2005). Consulta: 20-01-2014.
http://www.sharkinfo.ch/SI4_01e/szygaena.html
5. Centro de Quest Reef de Investigación de Tiburones (abril de 2005).
Consulta: 05-02-2014 <http://www.elasmo-research.org/index.html>
6. Galería Shark (abril de 2005). Consulta: 10-02-2014.
<http://www.shark-gallery.netfirms.com/med/smothamm.htm>