



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Rayas del mar profundo del sur del Golfo de
México**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

P R E S E N T A:

DIANA TORRES GALÍNDEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ADOLFO GRACIA GASCA
Ciudad Universitaria, CD. MX., 2018**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Torres
Galíndez
Diana
5526605938
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
308195026

2. Datos del tutor

Dr
Gracia
Gasca
Adolfo

3. Datos del sinodal 1

Dr
Kobelkowsky
Díaz
Abraham

4. Datos Sinodal 2

Dr
Amezcu
Linares
Felipe

5. Datos sinodal 3

M en C
Salinas
Torres
David

6. Datos sinodal 4

M en C
Espinosa
Pérez
Héctor Salvador

7. Datos del trabajo escrito

Rayas del mar profundo del sur del Golfo de México
62 p.
2018

INDICE

Resumen	1
I. Introducción	2
I.1 Las rayas.....	3
II. Antecedentes.....	5
III. Objetivos	7
III.1 Objetivo general	7
III.2 Objetivos específicos.....	7
IV. Área de estudio	8
V. Material y métodos.....	9
V.1 Trabajo de campo	9
V.2 Trabajo de laboratorio	10
VI. Resultados	12
VI.1 Composición total de especies.....	12
<i>Cruriraja cadenati</i> Bigelow & Schroeder, 1962	13
<i>Cruriraja rugosa</i> Bigelow & Schroeder, 1958.....	14
<i>Dactylobatus clarkii</i> (Bigelow & Schroeder, 1958).....	15
<i>Dipturus oregoni</i> (Bigelow & Schroeder, 1958).....	16
<i>Dipturus teevani</i> (Bigelow & Schroeder, 1951)	16
<i>Leucoraja garmani</i> (Whitley, 1939).....	17
<i>Leucoraja lentiginosa</i> (Bigelow & Schroeder 1951)	18
<i>Pseudoraja fischeri</i> Bigelow & Schroeder, 1954.....	19
<i>Springeria folirostris</i> Bigelow & Schroeder, 1951.....	20
<i>Tetronarce nobiliana</i> (Bonaparte, 1835)	20
VI.1.1 Análisis de la distribución de la temperatura	21
VI.1.2 Comparación de los intervalos batimétricos	22
VI.2 Análisis de abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de las tres especies más abundantes.....	23
VI.2.1 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de <i>C. rugosa</i>	23
VI.2.2 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de <i>L. garmani</i>	32
VI.2.3 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de <i>L. lentiginosa</i>	41
VII. Discusión.....	51
VIII. Conclusiones.....	54
IX. Literatura citada.....	55

Lista de Figuras

Figura 1. Localización del muestreo de las seis campañas COBERPES (2-7) analizadas en el presente trabajo.....	10
Figura 2. Abundancia total de las especies muestreadas.	13
Figura 3. Distribución geográfica de <i>C. cadenati</i>	14
Figura 4. Distribución espacial de <i>C. rugosa</i> en el sur del Golfo de México.	15
Figura 5. Distribución de las especies de la familia Rajidae menos abundantes: <i>D. clarkii</i> , <i>D. oregoni</i> , <i>D. teevani</i> , <i>P. fischeri</i> y <i>S. folirostris</i>	16
Figura 6. Distribución espacial de <i>L. garmani</i>	18
Figura 7. Distribución espacial de la especie más abundante: <i>L. lentiginosa</i>	19
Figura 8. Distribución espacial de <i>T. nobiliana</i>	21
Figura 9. Intervalo de distribución de temperatura de las especies reportadas.	22
Figura 10. Distribución de la abundancia promedio de <i>C. rugosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.....	24
Figura 11. Distribución de la abundancia promedio de los machos de <i>C. rugosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	25
Figura 12. Distribución de la abundancia promedio de las hembras de <i>C. rugosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	26
Figura 13. Distribución del total de las tallas de <i>C. rugosa</i> respecto a la profundidad.	27
Figura 14. Distribución del total de la LT respecto a estratos de profundidad de 100 m de los machos de <i>C. rugosa</i>	28
Figura 15. Distribución del total de la LT respecto a estratos de profundidad de 100 m de las hembras de <i>C. rugosa</i>	29
Figura 16. Distribución de la LT de <i>C. rugosa</i> en los diferentes periodos climáticos.....	30
Figura 17. Distribución de la LT de los machos de <i>C. rugosa</i> en los diferentes periodos climáticos.	31
Figura 18. Distribución de la LT de las hembras de <i>C. rugosa</i> en los diferentes periodos climáticos.	32
Figura 19. Abundancia promedio de <i>L. garmani</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	33
Figura 20. Abundancia promedio de los machos de <i>L. garmani</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	34
Figura 21. Abundancia promedio de las hembras de <i>L. garmani</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	35
Figura 22. Distribución del total de la LT de <i>L. garmani</i> en estratos de profundidad de 100 m.....	36
Figura 23. Distribución del total de la LT de los machos de <i>L. garmani</i> en estratos de profundidad de 100 m.	37
Figura 24. Distribución del total de la LT de las hembras de <i>L. garmani</i> en estratos de profundidad de 100 m.	38

Figura 25. Distribución del total de la LT de <i>L. garmani</i> en diferentes periodos climáticos.....	39
Figura 26. Distribución del total de la LT de los machos de <i>L. garmani</i> en diferentes periodos climáticos.	40
Figura 27. Distribución del total de la LT de las hembras de <i>L. garmani</i> en diferentes periodos climáticos.	41
Figura 28. Abundancia promedio de <i>L. lentiginosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.	42
Figura 29. Abundancia promedio de los machos de <i>L. lentiginosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.....	43
Figura 30. Abundancia promedio de Las hembras de <i>L. lentiginosa</i> por estratos en los diferentes periodos climáticos.....	44
Figura 31. Distribución de la LT de <i>L. lentiginosa</i> en los diferentes estratos de profundidad analizados.	45
Figura 32. Distribución de la LT de Los machos de <i>L. lentiginosa</i> respecto a estratos de profundidad de 100 m.....	46
Figura 33. Distribución de la LT de las hembras de <i>L. lentiginosa</i> respecto a estratos de profundidad de 100 m.....	47
Figura 34. Distribución de la LT de <i>L. lentiginosa</i> en los tres periodos de muestreo.	48
Figura 35. Distribución de la LT de los machos de <i>L. lentiginosa</i> en los tres periodos de muestreo.....	49
Figura 36. Distribución de la LT de las hembras de <i>L. lentiginosa</i> en los tres periodos de muestreo.....	50

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Número de arrastres, cantidad de individuos, diversidad, biomasa relativa, intervalo de profundidad y estación del año en la que se realizó la campaña.....	11
Cuadro 2. Profundidades reportadas para cada una de las especies en las bases de datos de Fishbase y OBIS, las reportadas por McEachran y lo obtenido durante las campañas COBERPES.....	23
Cuadro 3. Localidades de muestreo de las campañas analizadas.....	61
Cuadro 4. Abundancia total y promedio de <i>L. garmani</i> , <i>L. lentiginosa</i> y <i>C. rugosa</i> en los tres periodos climáticos analizados.	62

Torres-Galíndez. D. 2018. Rayas del mar profundo del sur del Golfo de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 62 p.

Resumen

Se presenta una recopilación y análisis de la distribución batimétrica de las rayas del mar profundo del sur del Golfo de México, colectadas a lo largo de cinco años (2011-2016) en seis diferentes campañas COBERPES (Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales del Mar Profundo del Golfo de México), realizadas a bordo del buque oceanográfico Justo Sierra. Los resultados obtenidos fueron 232 ejemplares pertenecientes a 10 especies de rayas: *Cruriraja cadenati*, *Cruriraja rugosa*, *Dactylobatus clarkii*, *Dipturus oregoni*, *Dipturus teevani*, *Leucoraja garmani*, *Leucoraja lentiginosa*, *Pseudoraja fisheri*, *Springeria folirostris* y *Tetronarce nobiliana*. De éstas, destacaron tres especies por su mayor abundancia: *C. rugosa*, *L. garmani* y *L. lentiginosa*. A las cuales se les realizaron distintos análisis estadísticos, en los que se encontraron diferencias en la distribución batimétrica respecto a diferentes periodos del año, así como diferencias en la distribución de tallas con respecto a la profundidad en donde se colectaron las especies. De manera particular, *C. rugosa* y *L. lentiginosa*, presentaron diferencias en la distribución espacio-temporal, ya que se registraron en aguas más someras durante el verano y más profundas en el otoño. Las hembras de *C. rugosa* presentaron una relación positiva de la distribución de las tallas respecto a la profundidad ($F=28.56$; $p=0.03$) y diferencias significativas entre los intervalos de profundidad de 500-599 y 700-799 m. *L. lentiginosa* fue la especie más abundante y se registró a una profundidad mayor (852 m) a lo reportado anteriormente por otros autores. Las hembras de esta especie presentaron diferencias en la distribución de tallas respecto a la profundidad ($F=3.83$; $p=0.016$), siendo el intervalo de 800-899 m en el que se presentaron las mayores tallas. Se encontró una distribución batimétrica similar entre *L. lentiginosa* y *L. garmani* durante primavera y otoño. *C. cadenati* es reportada por primera vez en el sur del Golfo de México.

Palabras clave: rayas, Golfo de México, mar profundo.

I. Introducción

Los océanos abarcan la mayor porción de espacio que puede ser habitado en el planeta (Robinson, 2004, Davies *et al.*, 2007), sin embargo, el mar profundo es de los ecosistemas menos estudiados. En la actualidad, las pesquerías se han adentrado a mar profundo en búsqueda de recursos, en países como Estados Unidos de América, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y en países Europeos (Morato *et al.*, 2006), y el impacto que esto tiene sigue siendo incierto. En México el mar profundo no es explotado aun por las pesquerías, no obstante, la industria petrolera se adentró a aguas profundas desde el año 2000, con la perforación del pozo ALAK-1 (Barbosa, 2007).

El estudio de la diversidad del mar profundo es importante y ha sido reconocido por Powell y Heandrich (2003), debido a la utilidad que tiene en la medición del impacto de las perturbaciones ocasionadas por la explotación de los recursos fósiles y pesqueros. Por otro lado, Gage (2001), Felder y colaboradores (2009), así como Ferretti y colaboradores (2010) consideran la importancia de este conocimiento para entender el hábitat, así como para la realización de investigaciones de ecología marina, evolución, filogenia, fisiología ambiental, desarrollo y dispersión. El conocimiento y monitoreo de la diversidad y distribución espacial de las rayas, así como de cualquier especie, es relevante y de utilidad para la evaluación de posibles cambios en el hábitat (Felder *et al.*, 2009) y es el punto de partida para el desarrollo de estrategias de conservación (Felder *et al.*, 2009 y Lucifora *et al.*, 2011).

El Golfo de México es el noveno cuerpo de agua más grande del planeta (Felder *et al.*, 2009) que en conjunto con el mar Caribe, es considerado como una de las regiones con mayor concentración de biodiversidad marina y la región pesquera más importante del Atlántico central. La diversidad de peces reportada en el Golfo de México es de 1,541 especies (Felder *et al.*, 2009) que representan el 9.3% de la diversidad global. El Golfo de México cuenta con 49 especies de rayas, de las cuales seis son endémicas: *Dipturus olseni*, *D. oregoni*, *L. lentiginosa*, *Raja ackleyi*, *R. texana* y *S. folirostris* (McEachran, 2009).

El presente trabajo es pionero en el estudio de la distribución de rayas de mar profundo en el sur del Golfo de México, y podrá ser de utilidad para el desarrollo de estrategias de conservación de las especies de rayas y podrá ser de utilidad para el entendimiento del impacto que la explotación de hidrocarburos, así como el de actividades pesqueras en el mar profundo en el sur del Golfo de México.

I.1 Las rayas

Las rayas son un grupo de peces cartilaginosos pertenecientes a la clase Chondrichthyes (condrictios) y a la división Batomorphi (Nelson, 2016) Se caracterizan por presentar endoesqueleto cartilaginoso, cuerpo dorso-ventralmente comprimido, branquias ventrales y aletas pectorales extendidas y fusionadas al cuerpo (Bigelow y Schroeder, 1953; Aschliman, 2011). Se estima que los peces batoideos surgieron durante el Triásico tardío pero que el mayor auge y diversidad se dio durante el Jurásico y posiblemente en el Cretácico (Maisey *et al.*, 2004; López-Arbarello *et al.*, 2008; Aschliman, 2011). Actualmente se conocen 534 especies de peces batoideos en el mundo (Del Moral-Flores, 2016).

Los batoideos ocupan diversos hábitats. El 95% de las especies de rayas son marinas, habitan desde aguas someras hasta el mar profundo (Cervigón *et al.*, 1992; Wetherbee y Cortés, 2004; Del Moral Flores y Pérez Ponce de León, 2013; Del Moral-Flores *et al.*, 2016). Las rayas de mar profundo habitan por debajo de los 200 m y tienen como principal representante a la familia Rajidae (Kyne y Simpfendorfer, 2010). El 5% restante del total de las especies habitan en aguas dulces y/o salobres (Awruch, 2013; Lucifora *et al.*, 2015).

Las clasificaciones provisionales de los batoideos están basadas en características morfológicas y moleculares (Aschliman *et al.*, 2012). Aschliman (2011), propone una clasificación con base en técnicas moleculares en la que se reconocen 4 órdenes: Myliobatiformes, Rajiformes, Torpediniformes y Platyrrhiniformes; sin embargo, dado que las clasificaciones moleculares y morfológicas presentan algunas diferencias, este trabajo está basado en la clasificación de Nelson (2016), en la que se reconocen cuatro órdenes de acuerdo a caracteres morfológicos: Torpediniformes, Pristiformes, Rajiformes y Myliobatiformes.

Las rayas forman parte de la fauna acompañante en la pesca artesanal e industrial de arrastre de camarón y peces (Cervigón *et al.*, 1992). De acuerdo con la NOM-029-PESC-2006 publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la pesca de tiburones y rayas es una actividad importante en el sector pesquero desde la parte económica, alimentaria y social.

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2015), en México se reconocen 37 especies de rayas pertenecientes a las familias Dasyatidae, Myliobatidae, Rhinopteridae, Rhinobatidae y Gymnuridae, que son de importancia comercial, de las cuales 14 especies están presentes en el Golfo de México y el Mar Caribe.

Las rayas están consideradas como unos de los principales depredadores en los ecosistemas marinos. Se encuentran dispersos y son vulnerables al impacto humano debido a su baja resiliencia a los cambios y las presiones antrópicas (Kyne y Simpfendorfer, 2010). Su presencia dentro del ecosistema es relevante pues mantiene la estructura y función del ecosistema al determinar el recambio de especies de las comunidades bentónicas (Peterson *et al.*, 2001).

El conocimiento y la investigación de los condriictios de mar profundo en México son escasos. Actualmente, debido a la explotación de recursos petroleros en el sur del Golfo de México, las rayas que habitan en el mar profundo pueden experimentar modificaciones de su hábitat y daños de los cuales aún no se tiene conocimiento. Por este motivo, sumado al valor económico y ecológico de este grupo, es relevante conocer qué especies están presentes en el sur del Golfo de México, así como su distribución batimétrica en diferentes periodos del año y de acuerdo a las tallas.

II. Antecedentes

Desde hace algunas décadas los científicos se han esforzado por conocer la biodiversidad del Golfo de México (Felder *et al.*, 2009). Desde entonces, y a la fecha, se han realizado diferentes proyectos y trabajos como los siguientes, para cumplir con este propósito:

- En el Instituto de Investigación para Estudios del Golfo de México HARTE, de la Universidad de Texas A&M en Corpus Christi, se ha realizado una lista de la biodiversidad reportada hasta el 2009, principalmente de organismos que habitan en arrecifes coralinos. En esta lista se encuentran únicamente reportadas siete especies de batoideos de aguas someras: *Narcine sp*, *Rhinobatos lentiginosus*, *Raja texana*, *Dasyatis americana*, *Urobatis jamaicensis*, *Aetobatus narinari* y *Manta birostris* (Tunnell *et al.*, 2007).
- *Florida Fish and Wildlife Conservation Commission* cuenta con un listado de 14 especies de rayas reportadas en aguas cercanas a la península de la Florida, de las cuales únicamente *Raja eglanteria* habita desde aguas someras hasta el mar profundo (300 m) (Florida Fish and Wildlife Conservation Commission)¹.
- En el museo virtual sobre la biodiversidad del estado de Texas (*A virtual Museum on the State's Fish Biodiversity*) se tienen reportadas nueve especies de rayas, de las cuáles únicamente *Pteroplatytrygon violacea* se puede encontrar desde aguas someras hasta el mar profundo (1-381 m).
- De acuerdo con un trabajo realizado por Kyne y Simpfendorfer (2010) se reconocieron aproximadamente 530 especies de condricios del mar profundo a nivel global, de los cuales se calcula que alrededor de 236 especies pertenecen al superorden de los batoideos.
- En México, se han realizado distintos trabajos en los que se enlistan los batoideos encontrados en aguas someras en el sur del Golfo de México. Por ejemplo: en el estado de Veracruz. González Gándara y colaboradores (2012) reportaron ocho especies en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

- Espinosa-Pérez (2014) realizó una investigación de la biodiversidad de los peces en México; en este trabajo se reconocen 88 especies de rayas presentes tanto en el Pacífico como en el Golfo de México.
- En el 2015, Del Moral-Flores y colaboradores, realizaron una lista patrón de los tiburones, rayas y quimeras de México. En este trabajo se enlistan 95 especies de batoideos en aguas Mexicanas.
- En 2016, Del Moral-Flores y colaboradores realizaron un trabajo acerca de la distribución geográfica de los condricios en México. Se reportaron 95 especies de rayas de las cuales 46 de ellas habitan en el Golfo de México.

III. Objetivos

III.1 Objetivo general

Analizar la composición, distribución batimétrica de las rayas del mar profundo en el sur del Golfo de México.

III.2 Objetivos específicos

- Analizar la diversidad y abundancia de las rayas.
- Analizar la relación del tamaño de los ejemplares con respecto a la profundidad, sexo y periodo de muestreo.
- Examinar la distribución batimétrica de las especies de rayas en los diferentes periodos climáticos.

IV. Área de estudio

El Golfo de México, considerado como el noveno cuerpo de agua más grande del mundo, es una cuenca semi-cerrada con amplias y estrechas plataformas continentales. Las zonas más amplias se localizan cerca de las penínsulas de Florida y Yucatán, la cual decrece ligeramente en la porción Norte hacia las costas de Texas, Lousiana, Misisipi y Alabama en Estados Unidos y es muy angosta en la pendiente Occidental, frente a las costas mexicanas de Tamaulipas y Veracruz. (Aguirre-Gómez, 2002; Jochens y DiMarco, 2008). Consta de una extensión litoral de lado Oeste, Sur y Norte de 4,000 km, la cual comienza de la Bahía de Florida y termina en Cabo Catoche. Del lado Este, el Golfo de México conecta con el océano Atlántico y con las costas de Florida y Cuba (McEachran y Fechhelm, 1998). Las dimensiones del Golfo de México son 1,575 km de este a Oeste, y 900 km de Norte a Sur (Tunnell, 2005). Tiene un área calculada de 1.5 millones de km² (Felder *et al.*, 2009). Presenta una compleja distribución batimétrica, con más de 90 cuencas oceanográficas y 7 cañones en el Noroeste (Rowe y Kennicutt, 2001). Cerca de un cuarto del Golfo de México presenta profundidades alrededor de los 3000 m y la zona más profunda conocida es de 3850 m (Tunnell, 2005).

La circulación en el Golfo de México está influenciada principalmente por la corriente de Lazo que entra del Caribe tropical a través del canal de Yucatán y se desplaza por el Golfo de México hasta salir por el estrecho de Florida (McEachran y Fechhelm, 1998; Day *et al.*, 2004). La corriente de Lazo tiene influencia en los giros ciclónicos y anticiclónicos presentes en el Golfo de México y es de importancia debido a que proporciona las condiciones para enriquecer la productividad biológica (Jochens y DiMarco, 2008).

El Golfo de México recibe descarga constante de agua dulce de siete ríos: Pánuco, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva-Usumacinta, Champotón, Bravo y Mississippi (De Lanza-Espino y Gómez-Rojas, 2004). En la región sur, las descargas más importantes y las principales fuentes de sedimentos en la zona costera provienen de los ríos Coatzacoalcos y el sistema Grijalva-Usumacinta.

La Laguna de Términos también se encuentra localizada en la región sur, donde la circulación presente es de tipo ciclónica (Aguirre-Gómez, 2002). Las descargas de los ríos son importantes debido a que generan un impacto y cambio en la salinidad a lo largo de la plataforma continental (McEachran y Fechhelm, 1998), así como por el aporte de sedimentos y materia orgánica.

V. Material y métodos

V.1 Trabajo de campo

Las muestras analizadas en este trabajo fueron obtenidas de las campañas COBERPES (Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales de Mar Profundo del Golfo de México) que se han llevado a cabo a bordo del buque oceanográfico *Justo Sierra* a partir del 2009. Hasta el 2016, se han realizado ocho campañas en diferentes estaciones del año: COBERPES 1 (agosto del 2009), COBERPES 2 (abril del 2011), COBERPES 3 (noviembre 2011), COBERPES 4 (agosto 2012), COBERPES 5 (mayo 2013), COBERPES 6 (junio 2014), COBERPES 7 (abril 2016), COBERPES 8 (octubre 2017). Para el presente estudio se consideraron las campañas COBERPES 2 a 7.

Las muestras se obtuvieron mediante el uso de una red de arrastre tipo camaronera con apertura de 18 m de boca y abertura de malla de 4.5 cm. Los muestreos se realizaron en aguas profundas frente a Tamaulipas, Tabasco Campeche y Yucatán (Figura 1), en un intervalo de profundidad de 295 a 870 m. Cada uno de los arrastres tuvo una duración de 30 minutos con velocidad promedio de 2.5 nudos. Los parámetros de temperatura, de cada una de las localidades de muestreo, fueron tomados mediante el uso de una sonda CTD.

Los ejemplares capturados durante los arrastres fueron separados y colocados en bolsas perforadas dentro de tambos con formol al 10%. Posteriormente, las muestras se lavaron y colocaron en tambos con alcohol al 70%.

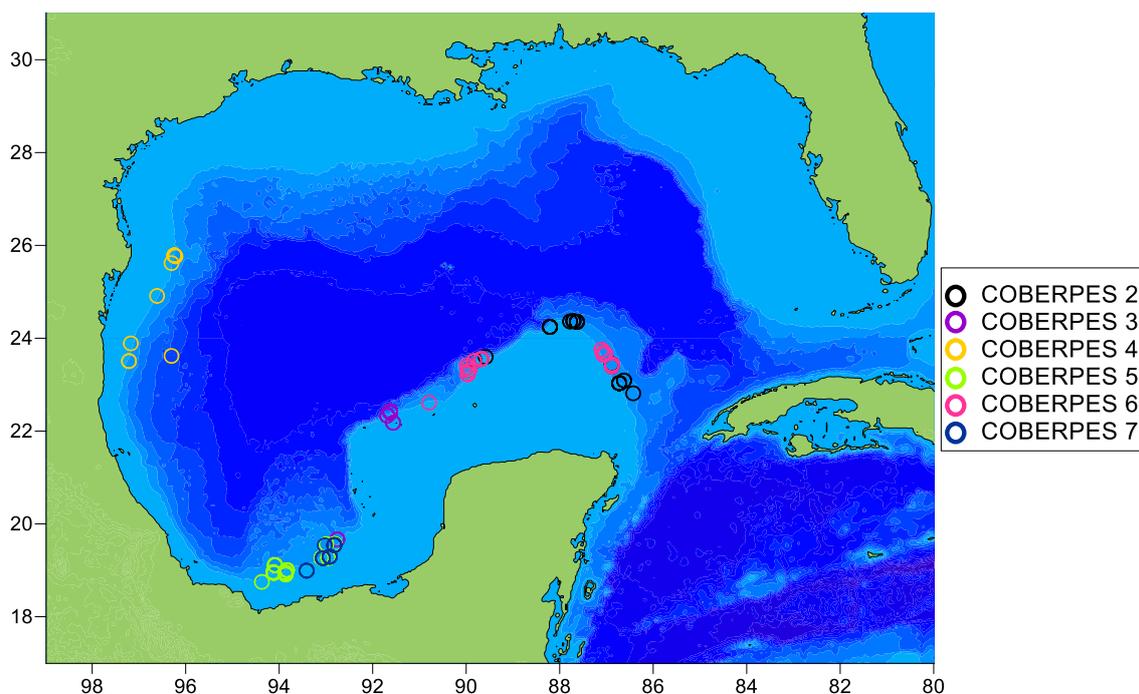


Figura 1. Localización del muestreo de las seis campañas COBERPES (2-7) analizadas en el presente trabajo.

V.2 Trabajo de laboratorio

Las especies obtenidas se determinaron con ayuda de las claves de identificación de peces de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Carpenter, 2002). El procesamiento de las muestras de la primera campaña de la cual se tienen registros, COBERPES 2, consistió en la medición de la longitud total (LT) y el peso. Para las campañas COBERPES 3, 4, 5, 6 y 7 se tomó la LT, el peso y el sexo.

Los datos obtenidos fueron comparados de acuerdo con la abundancia, diversidad de especies, tallas (LT) y distribución batimétrica.

Se desarrollaron mapas de distribución espacial para las especies utilizando el programa SURFER 11, Golden Software (las estaciones de muestreo de cada una de las campañas se muestra en el Cuadro 3 del anexo). En las especies que contaron con un tamaño de muestra >30 individuos se analizó la relación entre la talla, la abundancia (se consideró la abundancia promedio en las especies analizadas, utilizando la razón de la abundancia de las especies y el número de arrastres totales en donde al menos una de las tres especies fue colectada, Cuadro 4 del anexo), el sexo, la profundidad y la distribución espacio temporal mediante análisis de varianza y prueba de Duncan.

Se realizó una comparación de las especies reportadas en las bases de datos sobre la biodiversidad del Golfo de México (Ocean Biogeographic Information System (OBIS), Fishbase, Smithsonian, Museo de Historia Natural de Florida, en la lista de peces reportada por McEachran (2009), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM (CNPE) y las obtenidas en el presente trabajo.

El Cuadro 1 presenta el resumen general de la cantidad de arrastres realizados, la cantidad de individuos colectados, el número de especies encontradas por campaña, la biomasa relativa obtenida, los intervalos de profundidad en cada una de las campañas y la estación del año en que se realizaron.

Cuadro 1. Número de arrastres, cantidad de individuos, diversidad, biomasa relativa, intervalo de profundidad y estación del año en la que se realizó la campaña.

Campaña	Arrastres	Individuos	No. Especies	Profundidad (m)	Periodo
COBERPES 2	13	59	6	418-870	Primavera 2011
COBERPES 3	4	15	4	428-852	Otoño 2011
COBERPES 4	6	12	4	324-602	Verano 2012
COBERPES 5	12	47	5	299-810	Primavera 2013
COBERPES 6	13	69	4	358-645	Verano 2014
COBERPES 7	5	30	3	295-710	Primavera 2016

VI. Resultados

De un total de 53 arrastres realizados en un intervalo de profundidad de 295 a 870 m, se capturaron 232 rayas que, de acuerdo con la clasificación de Nelson (2016), pertenecen a 10 especies ubicadas en las familias Rajidae y Torpedinidae. La familia más abundante fue la familia Rajidae con 231 organismos.

VI.1 Composición total de especies

Las 10 especies colectadas fueron: *Cruriraja cadenati*, *Cruriraja rugosa*, *Dactylobatus clarkii*, *Dipturus oregoni*, *Dipturus teevani*, *Leucoraja garmani*, *Leucoraja lentiginosa*, *Pseudoraja fischeri*, *Springeria folirostris* y *Tetronarce nobiliana*. De éstas, las especies más abundantes fueron: *C. rugosa*, *L. garmani* y *L. lentiginosa* (Figura 2).

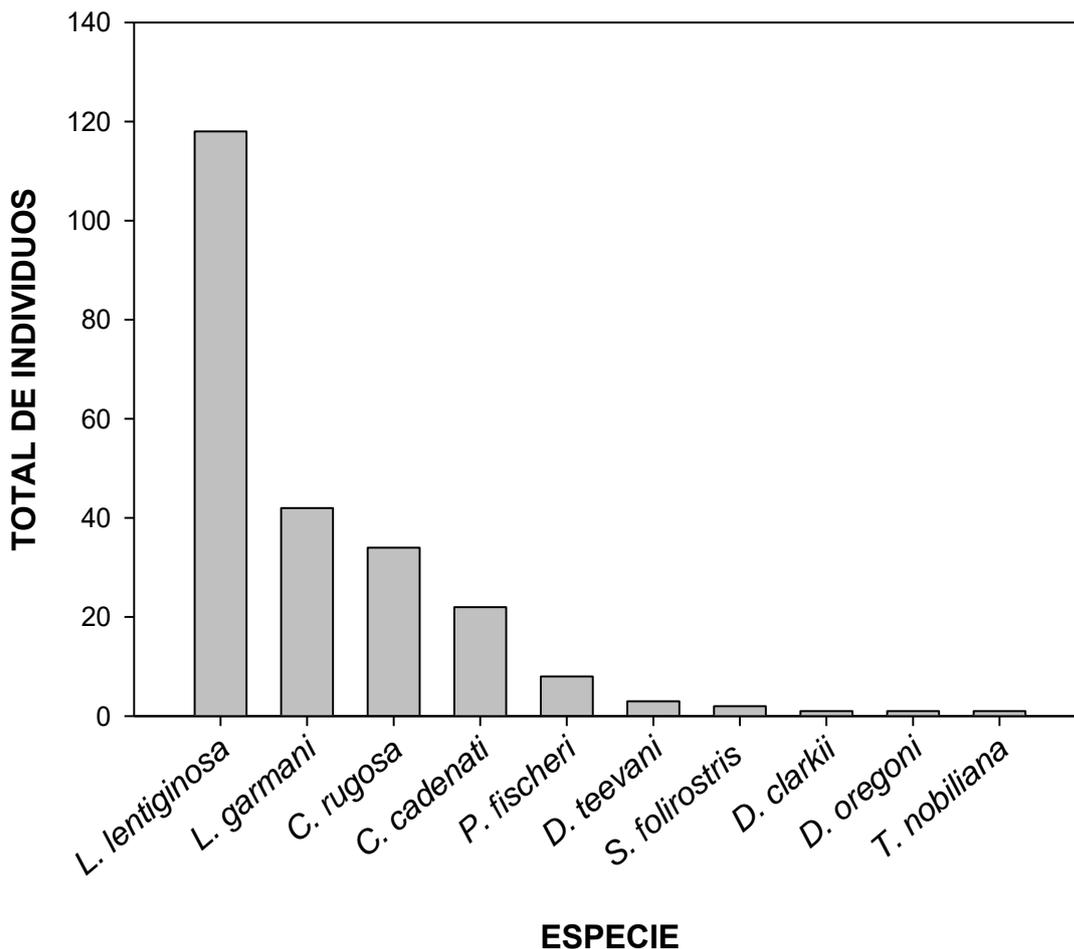


Figura 2. Abundancia total de las especies muestreadas.

A continuación, se enlista por orden y por especie la cantidad de organismos (machos, hembras y aquellos sin sexar) capturados por campaña, el intervalo de las LT, peso, profundidad y temperatura a la que se encontraron.

Rajiformes

Cruriraja cadenati Bigelow & Schroeder, 1962

Material examinado. COBERPES 2, estación B4, 1 ejemplar; estación E2, 1 ejemplar; estación E4, 5 ejemplares; estación E7, 3 ejemplares. COBERPES 4, estación A5, 1 hembra; estación A3, 2 machos y 3 hembras. COBERPES 5, estación B49bis, 1 macho y 1 hembra; estación A12, 1 ejemplar; estación A13, 3 ejemplares.

Observaciones. Se colectaron 22 organismos (machos LT 245-320 mm, 21.3-62.8 g; hembras LT 150-345 mm, 4.9-99.7 g; sin sexar LT 30.5-310 mm, 12.3-91

g) entre 418-810 m en el talud continental frente a la península de Yucatán y los estados de Tamaulipas y Tabasco (Figura 3). El intervalo de temperatura en que se encontró esta especie fue de 5.81–9.68°C. *C. cadenati* ha sido reportada en el norte del Golfo de México y en el Caribe por OBIS, Fishbase, Smithsonian y el Museo de Historia Natural de Florida. Esta es la primera vez que se registra esta especie en el sur del Golfo de México y se extiende el intervalo de profundidad a 810 m.

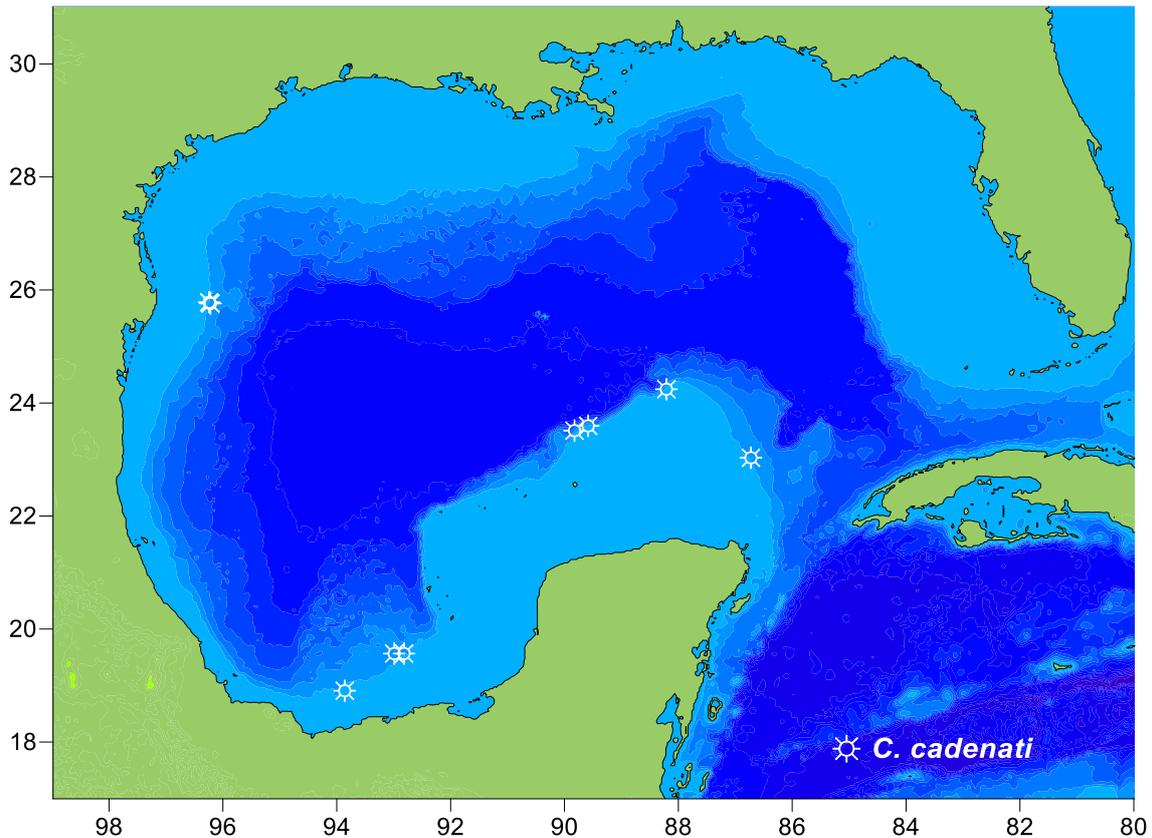


Figura 3. Distribución geográfica de *C. cadenati*.

Cruriraja rugosa Bigelow & Schroeder, 1958

Material examinado. COBERPES 2, estación B3, 2 machos y 1 hembra; estación B4, 1 ejemplar; estación B7, 1 macho; estación C2, 1 ejemplar; estación C3, 3 machos y 2 hembras; estación D1, 1 macho; estación D1bis, 1 macho. COBERPES 3, estación Alfa10, 3 machos y 1 hembra; estación B18bis, 1 macho y 1 hembra. COBERPES 4, estación C35, 1 ejemplar. COBERPES 6, estación C5rep, 1 macho y 1 hembra; estación C6, 4 machos; estación D10, 1 macho; estación D11, 1 hembra; estación D12, 1 ejemplar; estación D13, 1 macho, 1

hembra, 1 ejemplar; estación E28, 1 macho. COBERPES 7, estación A13, 1 hembra.

Observaciones. *C. rugosa* fue la tercera especie más abundante en las seis campañas (Figura 2). Se colectaron 34 organismos (machos LT 135-500 mm, 3.5–313.6 g; hembras LT 112-406 mm, 2-195.2 g; 5 sin sexar, 144–480 mm, 5.4–319 g). Los organismos se obtuvieron en un rango de 532-870 m de profundidad frente las costas de los estados de Tamaulipas, Tabasco y Yucatán (Figura 4). El intervalo de temperatura en que se encontró esta especie fue de 5.41–12.14°C. *C. rugosa*, presenta una distribución amplia: Golfo de México, el Caribe desde las Bahamas hasta Nicaragua (OBIS, Fishbase, Smithsonian, el Museo de Historia Natural de Florida, McEachran y GBIF).

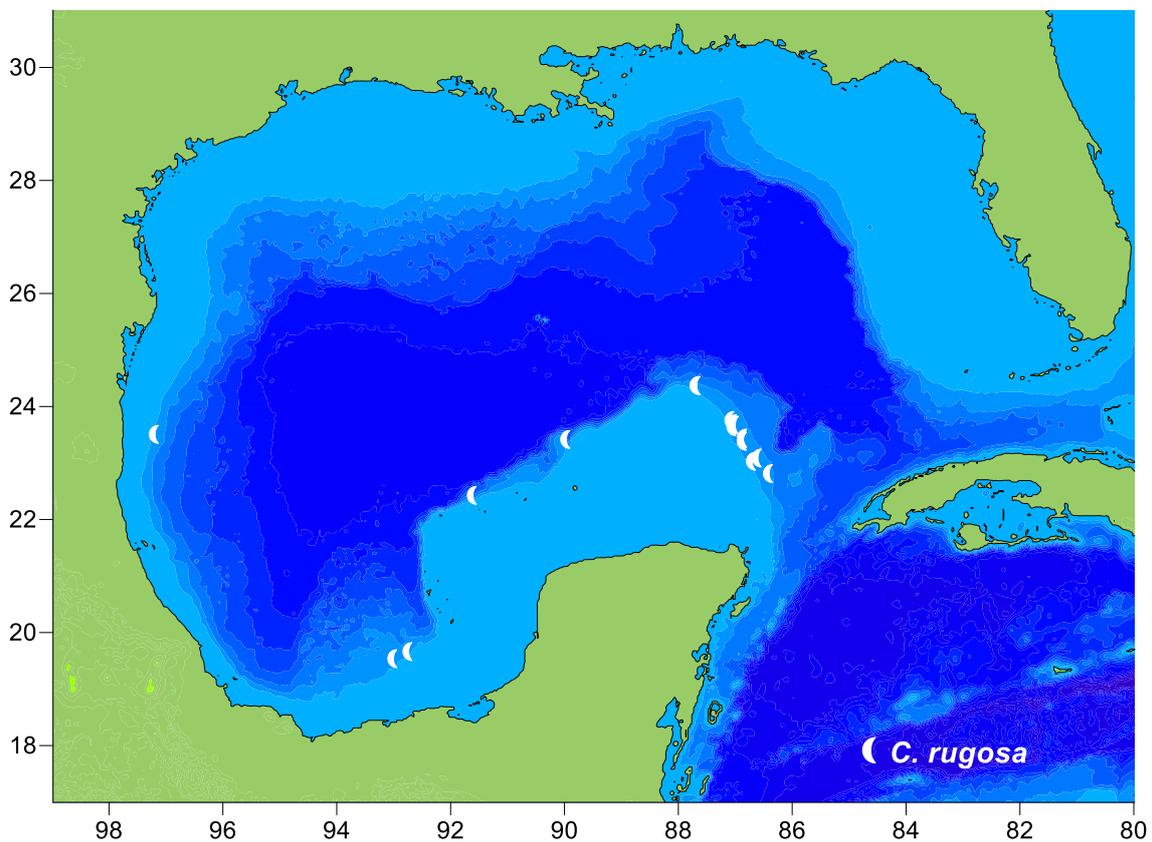


Figura 4. Distribución espacial de *C. rugosa* en el sur del Golfo de México.

Dactylobatus clarkii (Bigelow & Schroeder, 1958)

Material examinado. COBERPES 2, estación D5, 1 ejemplar.

Observaciones. Un solo organismo muestreado, (LT 420 mm; 298.1 g) a 622 m en el talud continental frente al estado de Yucatán (Figura 5). La localidad de muestreo presentó una temperatura de 7.52°C. Distribución de *D. clarkii*: Golfo

de México (norte y sur), mar Caribe hasta Colombia (OBIS, Fishbase, Smithsonian, McEachran y GBIF).

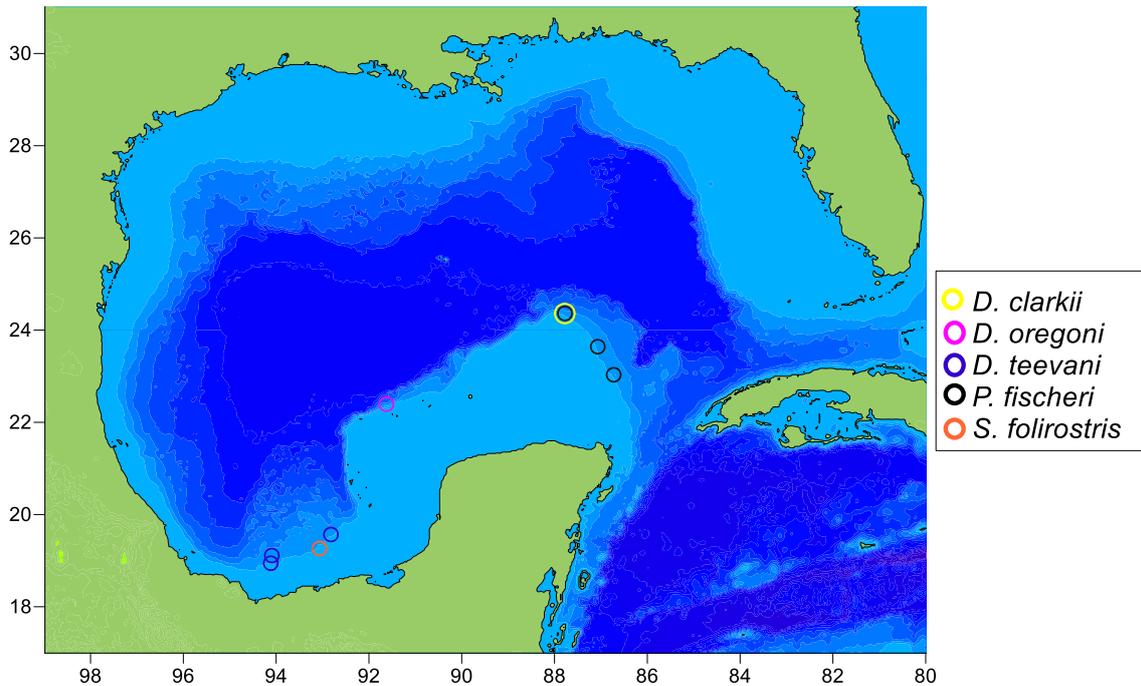


Figura 5. Distribución de las especies de la familia Rajidae menos abundantes: *D. clarkii*, *D. oregoni*, *D. teevani*, *P. fischeri* y *S. folirostris*.

Dipturus oregoni (Bigelow & Schroeder, 1958)

Material examinado. COBERPES 3, estación B16bis, 1 hembra.

Observaciones. Una hembra (LT 445 mm) recolectada a 611 m en el talud continental entre el estado de Yucatán y Campeche (Figura 5). La localidad de muestreo presentó una temperatura de 7.52°C. *D. oregoni* ha sido reportada en OBIS, en el Museo de Historia Natural de Florida y por McEachran en el Norte del Golfo de México, quién además la enlista como especie endémica del Golfo de México. En este trabajo se reporta a *D. oregoni* por primera vez en el sur del Golfo de México.

Dipturus teevani (Bigelow & Schroeder, 1951)

Material examinado. COBERPES 5, estación A13, 1 hembra; estación B31, 1 macho, estación B44, 1 macho (Figura 5).

Observaciones. Una hembra (LT 270 mm) recolectada a 593 m en el talud continental frente al estado de Tabasco (Figura 5). Las localidades de muestreo

presentaron una temperatura entre 5.82-7.98°C. *D. teevani* ha sido reportada en el Golfo de México y en el Caribe por McEachran y OBIS.

Leucoraja garmani (Whitley, 1939)

Material examinado. COBERPES 2 estación E7, 9 ejemplares. COBERPES 3 estación B2, 3 machos, 1 hembra. COBERPES 4 estación C35, 1 ejemplar; estación B16, 1 macho. COBERPES 5 estación A14, 1 macho, 3 hembras; estación A9, 3 machos, 6 hembras; estación B35, 1 macho; estación B44, 5 machos, 1 hembra. COBERPES 6 estación E34, 5 machos, 2 hembras.

Observaciones. Fue la segunda especie con mayor abundancia con, 42 ejemplares registrados (machos LT 234–365 mm, 36–214 g; hembras LT 94–375 mm, 2.5–288 g; sin sexar LT 90–300 mm, 2.2–49.8 g). Se colectaron desde los 299 hasta los 800 m de profundidad frente a los estados de Tamaulipas, Tabasco y Yucatán (Figura 6). El intervalo de temperatura en que se encontró esta especie fue de 5.81-13.25°C. *L. garmani* ha sido reportada abundantemente en la costa este de Estados Unidos y Canadá con algunos casos cerca de la costa oeste de Florida y en Caribe (OBIS, Fishbase, Smithsonian, el Museo de Historia Natural de Florida, McEachran y GBIF). Su intervalo batimétrico se extiende en este trabajo hasta los 800 m de profundidad.

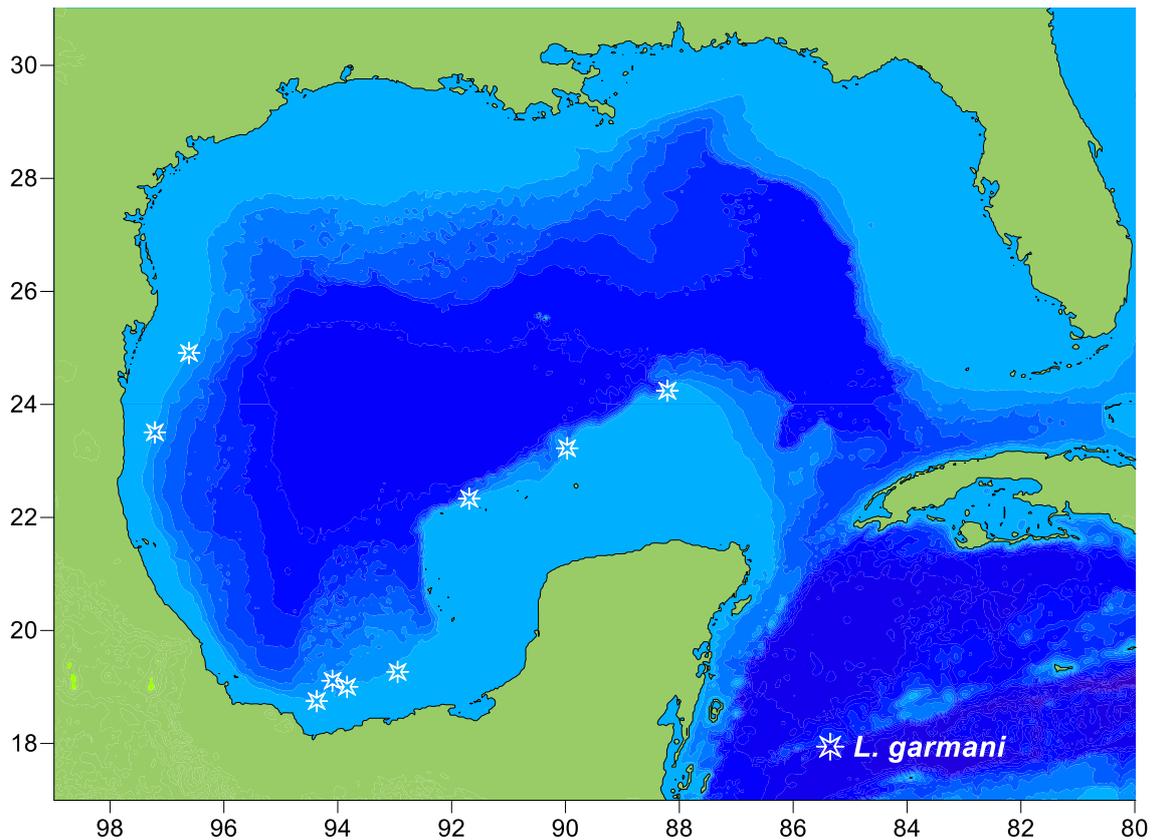


Figura 6. Distribución espacial de *L. garmani*.

Leucoraja lentiginosa (Bigelow & Schroeder 1951)

Material examinado. COBERPES 2 estación B4, 4 ejemplares; estación D6, 11 machos, 3 hembras; estación E7, 1 ejemplar. COBERPES 3 estación B18bis, 4 ejemplares. COBERPES 4 estación B26bis, 1 ejemplar; estación A2, 1 macho, 1 hembra. COBERPES 5 estación A15, 3 machos, 1 hembra; estación B28, 1 macho; estación B28bis, 6 machos, 2 hembras; estación B31, 1 macho, 1 hembra; estación B45, 1 macho, 1 hembra. COBERPES 6 estación E22, 8 machos, 14 hembras; estación E23, 3 machos; estación E35, 7 machos, 14 hembras; estación E37, 1 macho; estación F43, 1 hembra. COBERPES 7 estación A8, 2 machos, 1 hembra, 2 ejemplares; estación A10, 3 machos, 1 hembra; estación A11, 7 machos, 1 hembra; estación A12, 4 machos, 6 hembras.

Observaciones. Fue la única especie presente en las seis campañas analizadas y la más abundante, con un total de 118 ejemplares (machos LT 123–380 mm, 2–248.8 g, hembras LT 147–380 mm, 5.4–273 g; sin sexar LT 147–370 mm, 9.4–160 g). Se capturó en el intervalo de profundidad de 295 a 852 m. Se recolectó frente a los estados de Tamaulipas, Tabasco, Campeche y Yucatán (Figura 7).

El intervalo de temperatura en que se encontró esta especie fue de 5.77-12.65°C.

L. lentiginosa ha sido registrada en el norte y sur del Golfo de México, así como en el mar Caribe (OBIS, Fishbase, Smithsonian, el Museo de Historia Natural de Florida, McEachran, GBIF y CNPE). *L. lentiginosa* es también colocada en la categoría de especies endémicas del Golfo de México por McEachran (2009).

L. lentiginosa es considerada por OBIS como una especie con amplio intervalo de distribución batimétrica en zonas tropicales desde los 50 hasta los 457 m. En este trabajo se reporta a esta especie hasta 852 m extendiendo el intervalo batimétrico casi 400 m de lo registrado anteriormente.

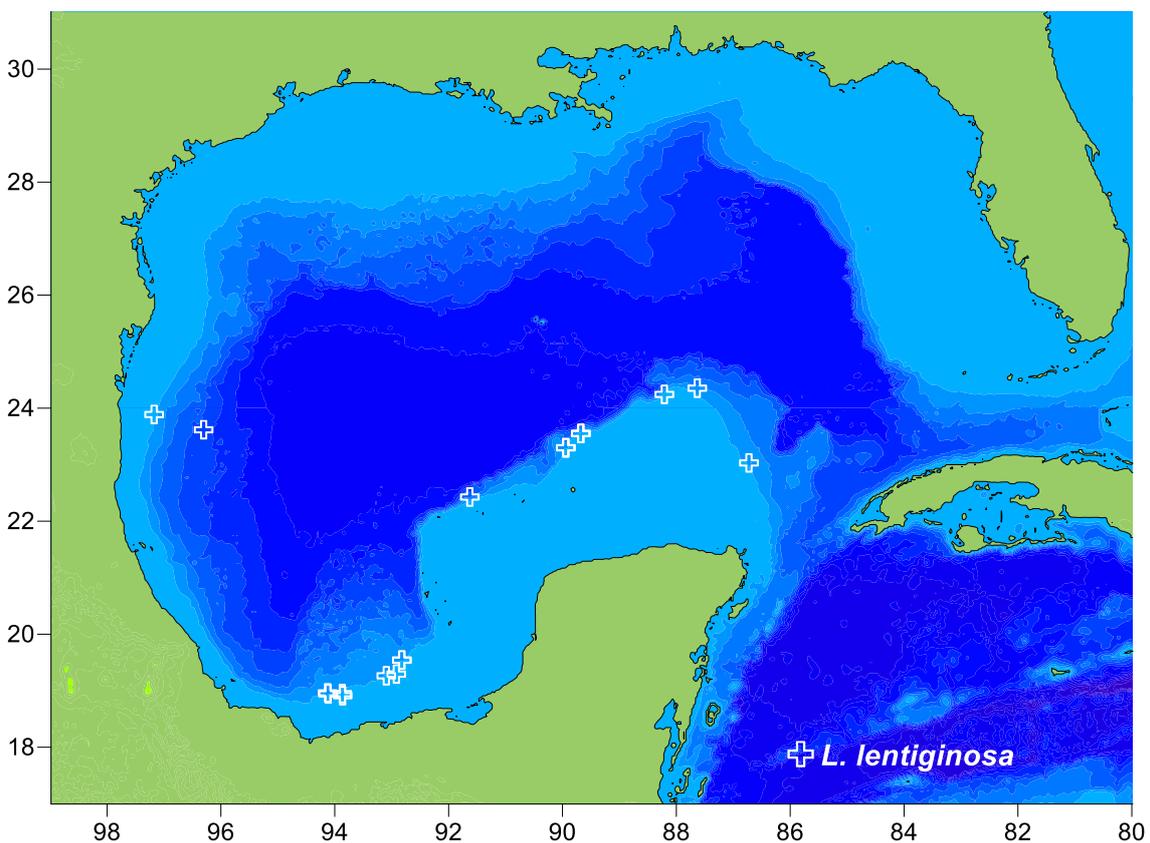


Figura 7. Distribución espacial de la especie más abundante: *L. lentiginosa*.

Pseudoraja fischeri Bigelow & Schroeder, 1954

Material examinado. COBERPES 2 estación B4, 6 ejemplares; estación D4, 1 ejemplar. COBERPES 6 estación D11, 1 hembra.

Observaciones. Ocho individuos (1 hembra LT 476 mm, 401 g; siete ejemplares LT 139-425, 5.7-218.4 g) 532-575 m. Fue colectada en la plataforma continental

frente al estado de Yucatán (Figura 5). El intervalo de temperatura en que se encontró esta especie fue de 7.63-8.22°C. *P. fischeri* es reportada en las bases de datos de OBIS, Fishbase, McEachran y Smithsonian desde el Golfo de México al Caribe.

Springeria folirostris Bigelow & Schroeder, 1951

Material examinado. COBERPES 7 estación A10, 1 macho, 1 hembra.

Observaciones. Se colectaron dos ejemplares (macho LT 290 mm y 20 g de peso; hembra LT 268 y 16 g); 420 m. en el talud continental entre los estados de Tabasco y Campeche (Figura 5). *S. folirostris* ha sido reportada anteriormente en el norte y sur del Golfo de México en las bases de datos de: OBIS, *Fishbase*, *Smithsonian* y por el Museo de Historia Natural de Florida, McEachran y CNPE del Instituto de Biología de la UNAM. La menor y mayor profundidad son reportadas por OBIS (50-600 m). *S. folirostris* es considerada por McEachran (2009) como especie endémica del Golfo de México.

Torpediniformes

Tetronarce nobiliana (Bonaparte, 1835)

Material examinado. COBERPES 5 estación B31, un macho.

Observaciones. Un ejemplar (macho LT 800 mm, 7600 g) capturado a 540 m en el talud continental frente al estado de Tabasco (Figura 8). La temperatura de la localidad de muestreo fue de 8.12°C. Única especie colectada perteneciente al orden Torpediniformes, familia Torpedinidae.

T. nobiliana ha sido reportada por OBIS desde la costa Este de Canadá hasta Brasil y en el norte del Golfo de México en la base de datos del Smithsonian, McEachran y en los mapas de distribución de especie del GBIF.

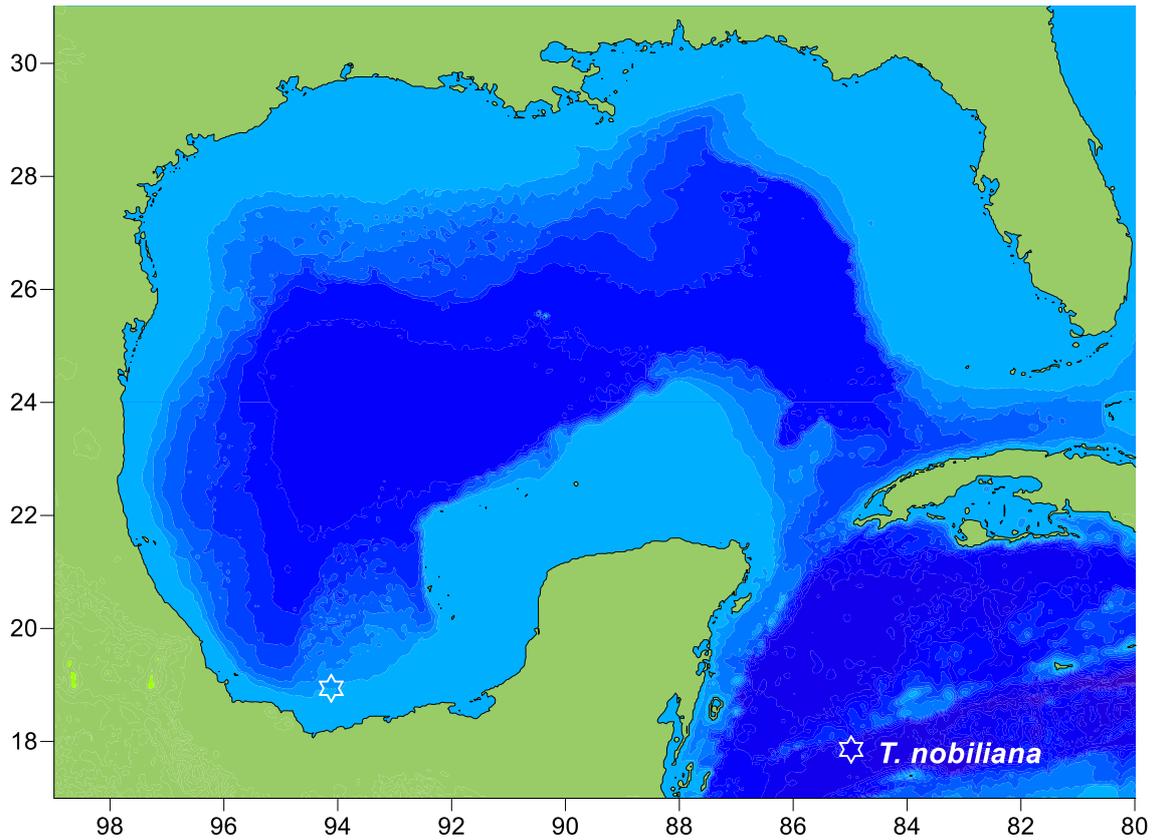


Figura 8. Distribución espacial de *T. nobiliana*.

VI.1.1 Análisis de la distribución de la temperatura

Por último, se realizó un análisis de la distribución de las especies respecto a la temperatura registrada en el agua donde fueron capturadas.

La Figura 9 muestra la distribución de cada una de las especies respecto a la temperatura. El análisis de varianza de la temperatura en la que se distribuyen las tres especies más abundantes (*C. rugosa*, *L. garmani* y *L. lentiginosa*) no presentó diferencias ($F=3.195$; $p=0.06$).

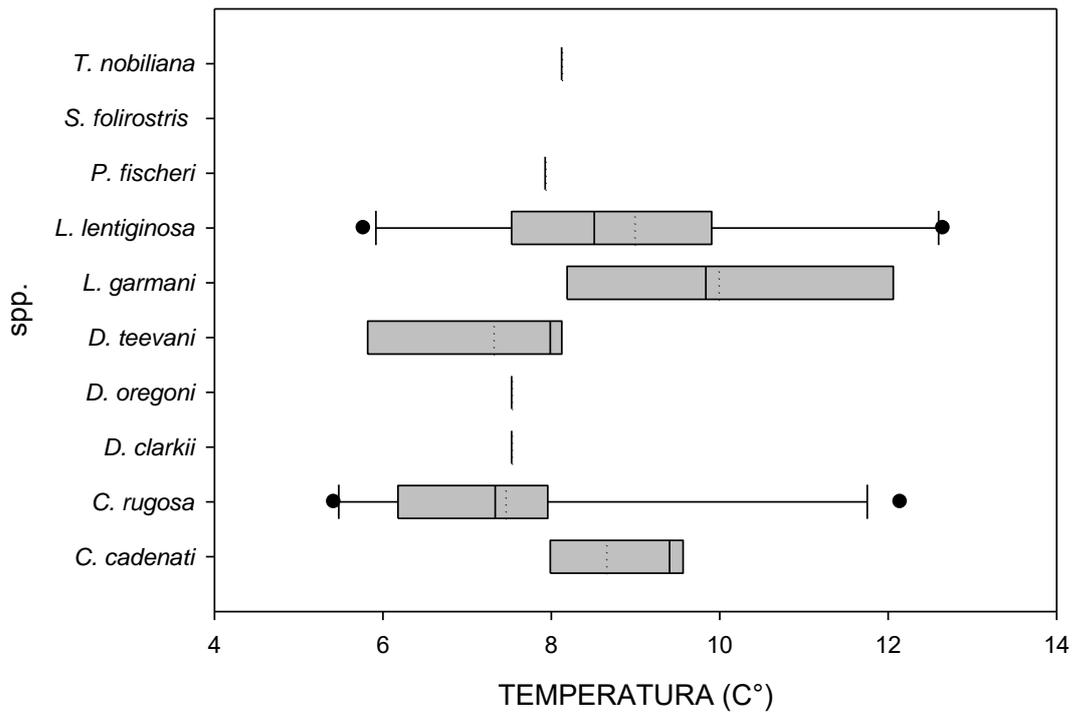


Figura 9. Intervalo de distribución de temperatura de las especies reportadas.

VI.1.2 Comparación de los intervalos batimétricos

El Cuadro 2 presenta la comparación de los intervalos batimétricos reportados en las bases de datos revisadas (OBIS y Fishbase) así como lo publicado por McEachran (2009), y los resultados obtenidos en este trabajo derivados de los datos de las campañas COBERPES (2-7).

Cuadro 2. Profundidades reportadas para cada una de las especies en las bases de datos de Fishbase y OBIS, las reportadas por McEachran y lo obtenido durante las campañas COBERPES.

Especie	Fishbase	OBIS	McEachran	COBERPES
<i>C. cadenati</i>	458	300-400	/	422-800
<i>C. rugosa</i>	366-1007	60-2000	366-1007	532-870
<i>D. clarkii</i>	475-1000	300-800	366-915	626
<i>D. oregoni</i>	369-468	/	475-1079	611
<i>D. teevani</i>	320-940	190-800	311-732	540-800
<i>L. garmani</i>	55-530	10-500	37-366	299-800
<i>L. lentiginosa</i>	53-457	50-400	53-588	346- 852
<i>P. fischeri</i>	412	400-700	412-576	534, 580
<i>S. folirostris</i>	425-472	50-600	300-512	420
<i>T. nobiliana</i>	2-800	/	0-530	540

De acuerdo con la presencia de las especies en diferentes estratos, se reporta un incremento en el intervalo batimétrico de *C. cadenati*, *L. garmani*, y *L. lentiginosa* hasta los 800 m de profundidad. El resto de las especies cayeron dentro de los datos publicados anteriormente.

VI.2 Análisis de abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de las tres especies más abundantes

VI.2.1 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de *C. rugosa*.

La Figura 10 muestra la abundancia de *C. rugosa* en los diferentes estratos en los diferentes periodos climáticos. El análisis de varianza, de la abundancia promedio de *C. rugosa* en diferentes estratos de profundidad, presentó diferencias significativas ($F=4.27$; $p=0.03$). La prueba de Duncan mostró diferencias estadísticamente significativas entre 700-799 vs 200-299, 300-399, 400-499 y 500-599, y entre 600-699 vs 300-399 y 400-499. El análisis de varianza de la abundancia promedio en los tres periodos climáticos no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=1.98$; $p=0.29$).

El análisis de varianza de la distribución batimétrica de todas las muestras de *C. rugosa*, en los diferentes periodos climáticos, presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=24.85$; $p=0.01$). La prueba de Duncan mostró

diferencias para los tres periodos climáticos, se encontraron a menor profundidad durante el verano y mayor profundidad durante el otoño.

C. rugosa

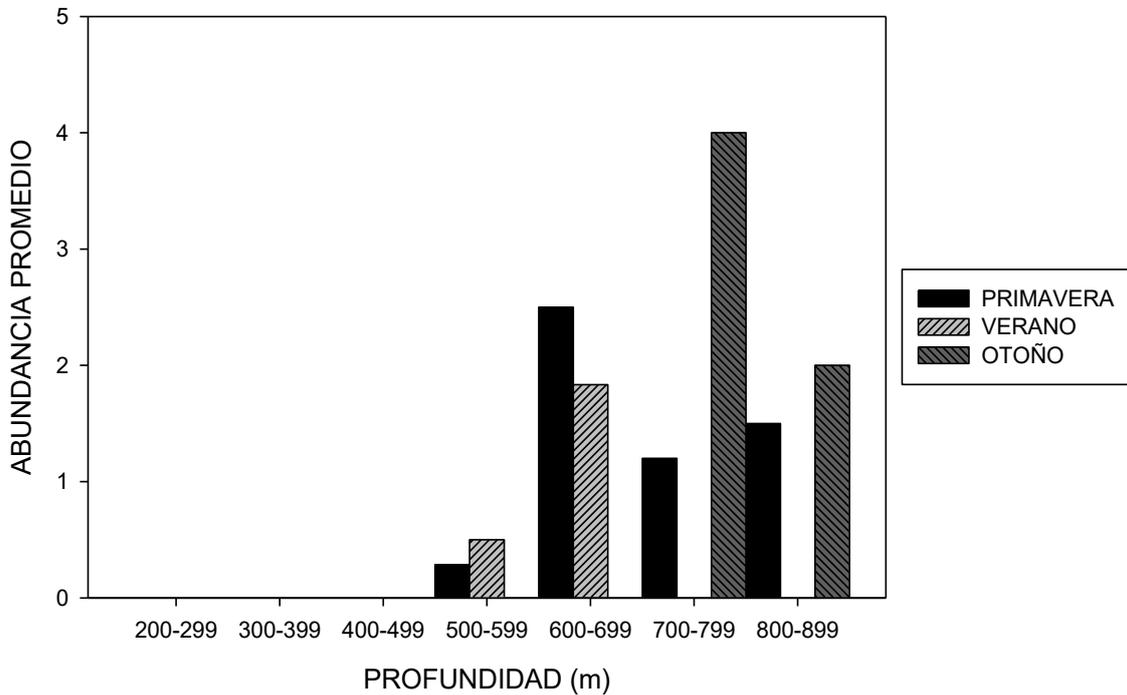


Figura 10. Distribución de la abundancia promedio de *C. rugosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia promedio de machos en los diferentes estratos y periodos no mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=1.92$; $p=0.24$ y $F=1.23$; $p=0.33$, respectivamente). El análisis de varianza de la distribución batimétrica de los machos de esta especie en los diferentes periodos climáticos analizados presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=15.72$; $p=0.01$) La prueba de Duncan arrojó diferencias entre los tres periodos de captura y los intervalos de profundidad, se presentaron a mayores profundidades en otoño y menores profundidades durante el verano (Figura 11).

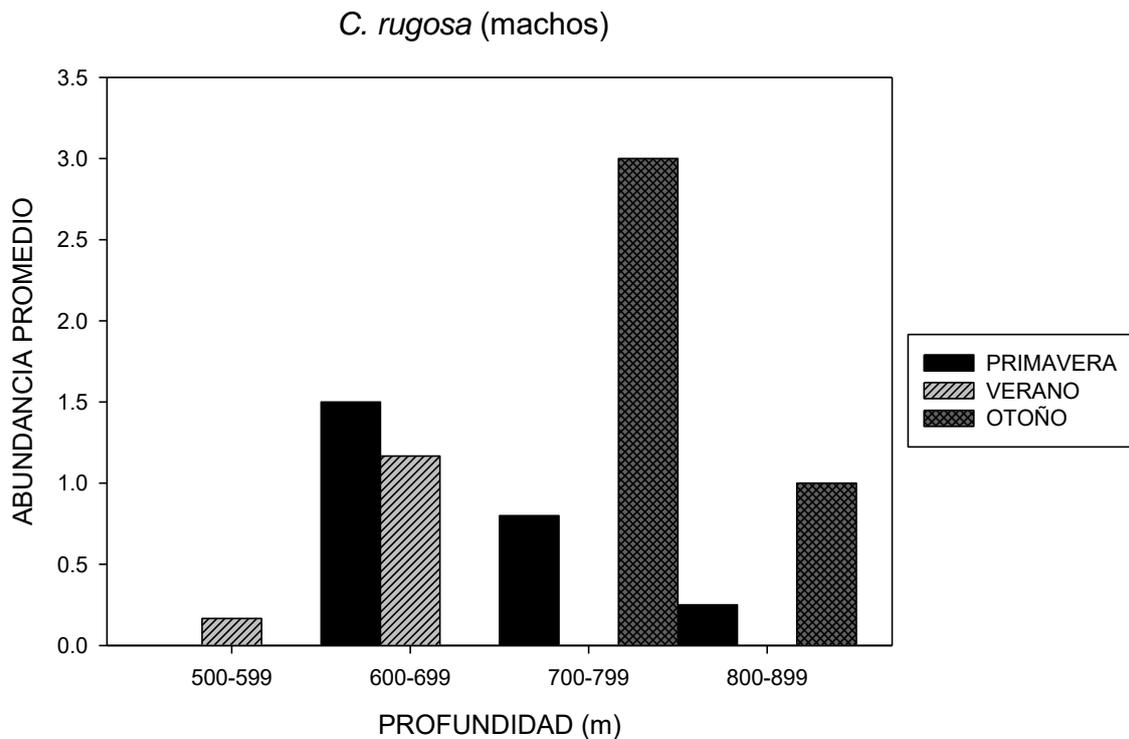


Figura 11. Distribución de la abundancia promedio de los machos de *C. rugosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia promedio de las hembras en los diferentes estratos y periodos no mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=0.73$ y $p=0.65$, $F=1.36$; $p=0.31$, respectivamente).

El análisis de varianza de la distribución batimétrica de las hembras de esta especie, mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=21.01$; $p=0.01$). La prueba de Duncan arrojó diferencias entre los tres periodos de captura y los intervalos de profundidad, se presentaron a mayores profundidades en otoño y menores profundidades durante el verano (Figura 12).

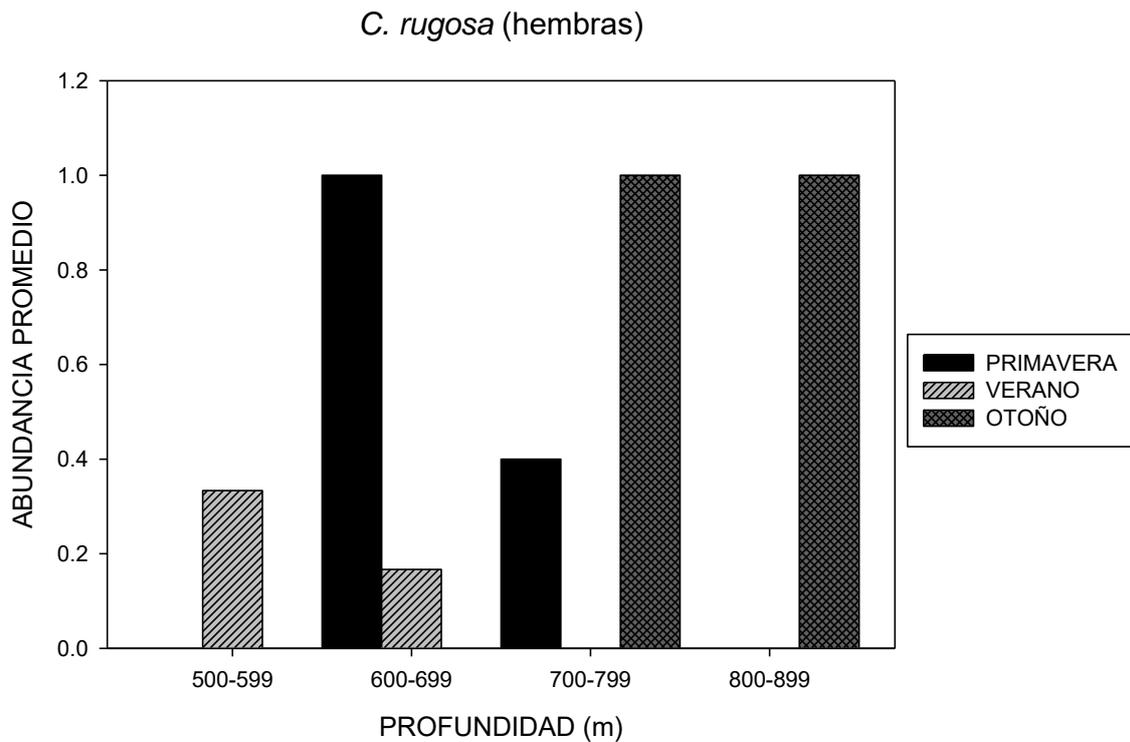


Figura 12. Distribución de la abundancia promedio de las hembras de *C. rugosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de las tallas de todos los ejemplares de *C. rugosa* respecto a la profundidad mostró diferencias significativas para los cuatro intervalos de profundidad (500-599 a 800-899 m) ($F=3.074$, $p=0.043$) (Figura 13). La prueba de Duncan mostró diferencias entre las tallas por profundidad en los estratos: 500-599 m vs 600-699 y 700-799 m.

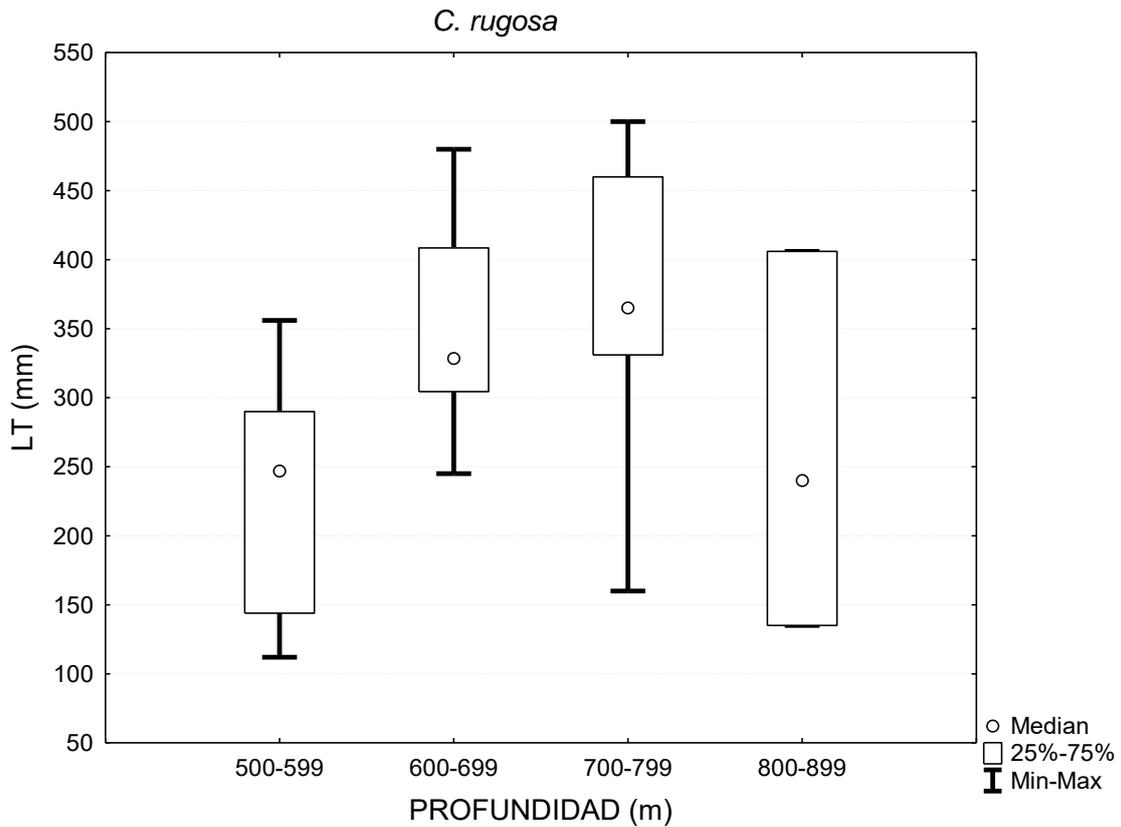


Figura 13. Distribución del total de las tallas de *C. rugosa* respecto a la profundidad.

El análisis de varianza de la LT de ambos sexos respecto a la profundidad, no mostró diferencias para los machos ($F=2.44$; $p=0.12$) (Figura 14), mientras que en las hembras se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas y una relación positiva entre la LT y los estratos de profundidad, es decir, se encontraron tallas mayores a mayor profundidad ($r=0.83$; $F=15.01$; $p=0.01$) (Figura 15). La prueba de Duncan arrojó que existen diferencias entre los estratos: 500-599 y 700-799 m. La LT promedio de los machos y las hembras varió entre $332.76 \text{ mm} \pm 102.45 \text{ mm}$; $307.77 \text{ mm} \pm 90.05 \text{ mm}$, respectivamente.

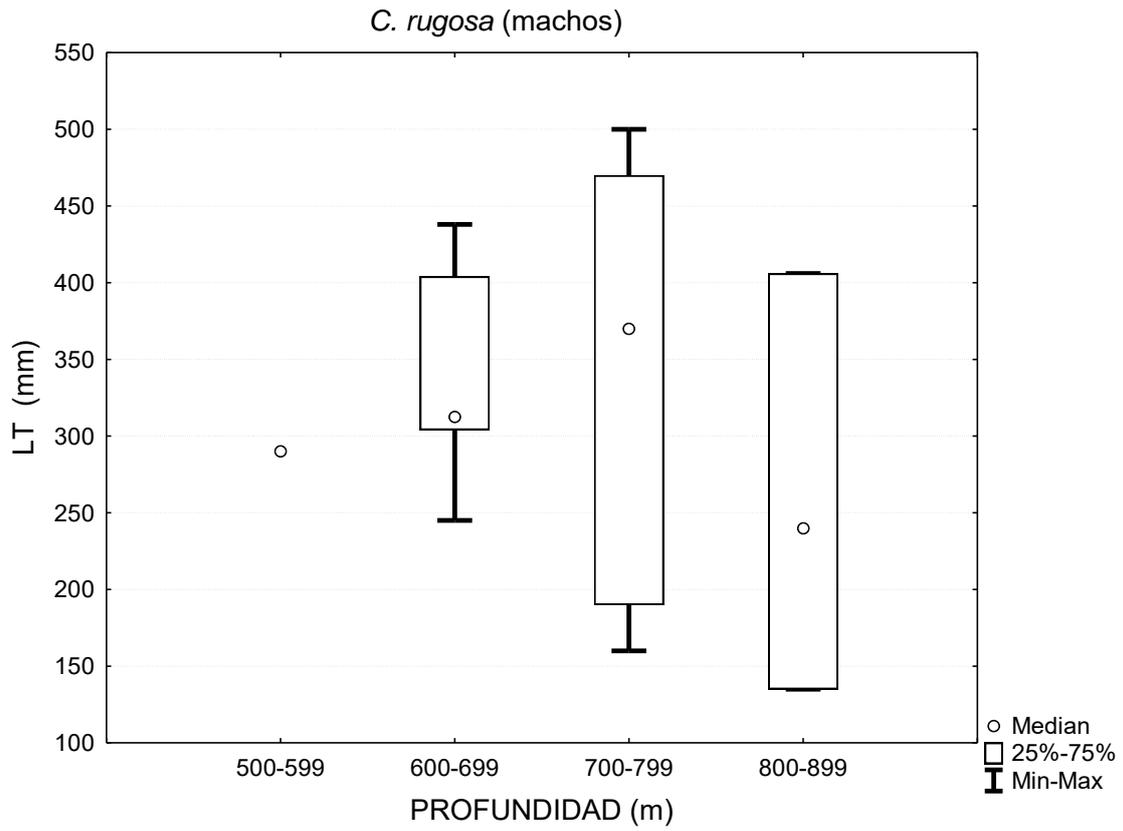


Figura 14. Distribución del total de la LT respecto a estratos de profundidad de 100 m de los machos de *C. rugosa*.

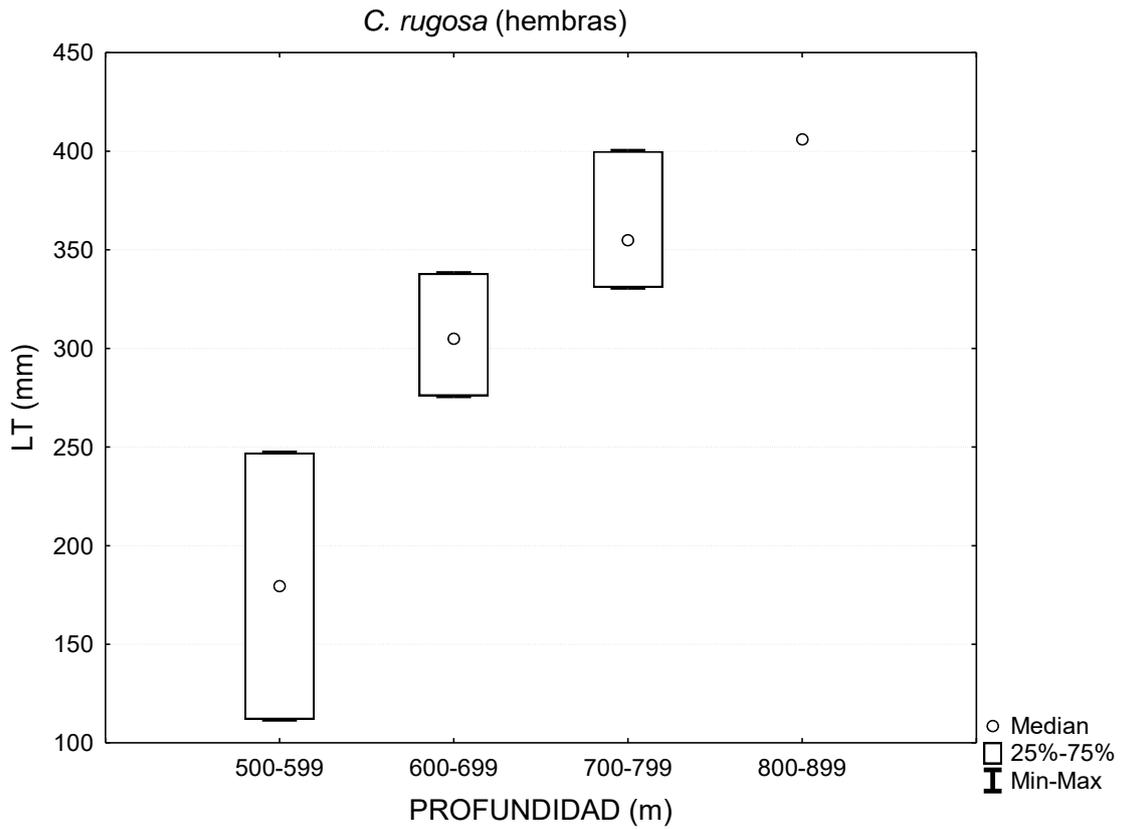


Figura 15. Distribución del total de la LT respecto a estratos de profundidad de 100 m de las hembras de *C. rugosa*.

El análisis de varianza de la LT de *C. rugosa* en los diferentes periodos de muestreo no presentó diferencias ($F=0.55$; $p=0.58$) (Figura 16).

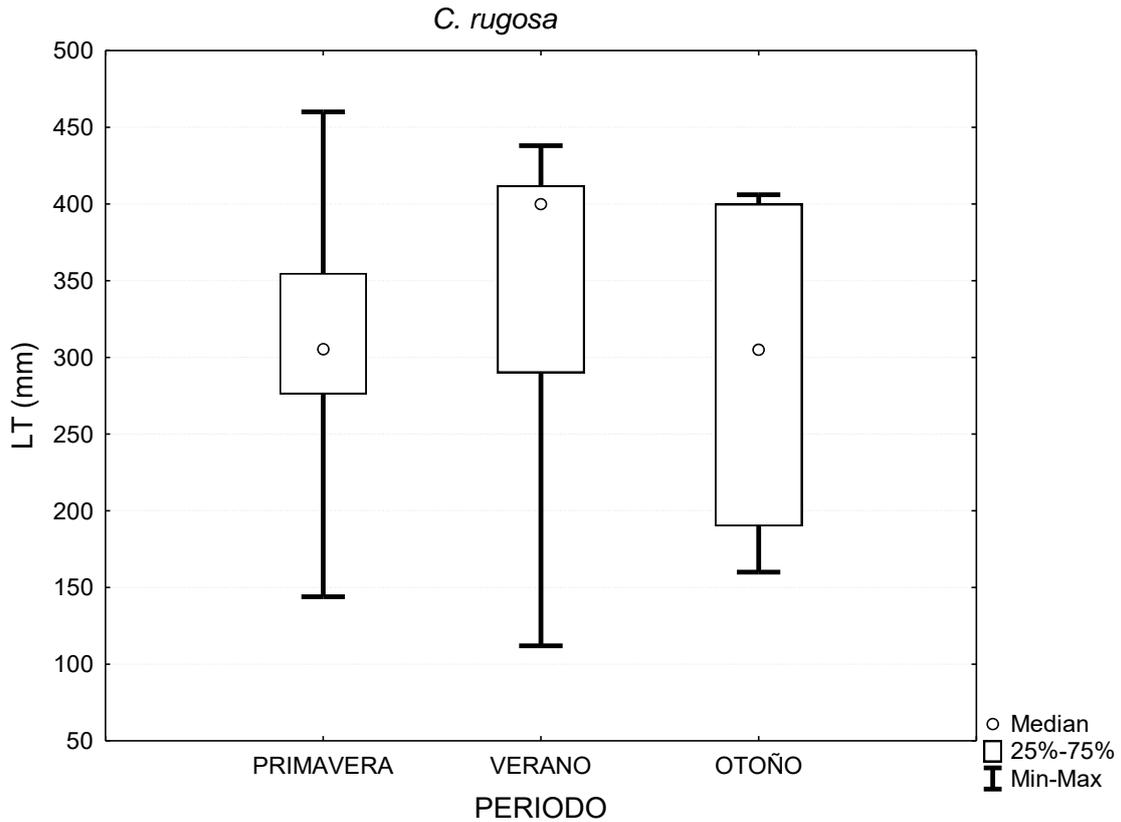


Figura 16. Distribución de la LT de *C. rugosa* en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la LT de machos y hembras de *C. rugosa* por separado respecto a los tres periodos del año en que se realizaron los muestreos tampoco mostró diferencias significativas ($F=2.06$; $p=0.16$ y $F=3.63$; $p=0.09$, respectivamente) (Figura 17 y 18).

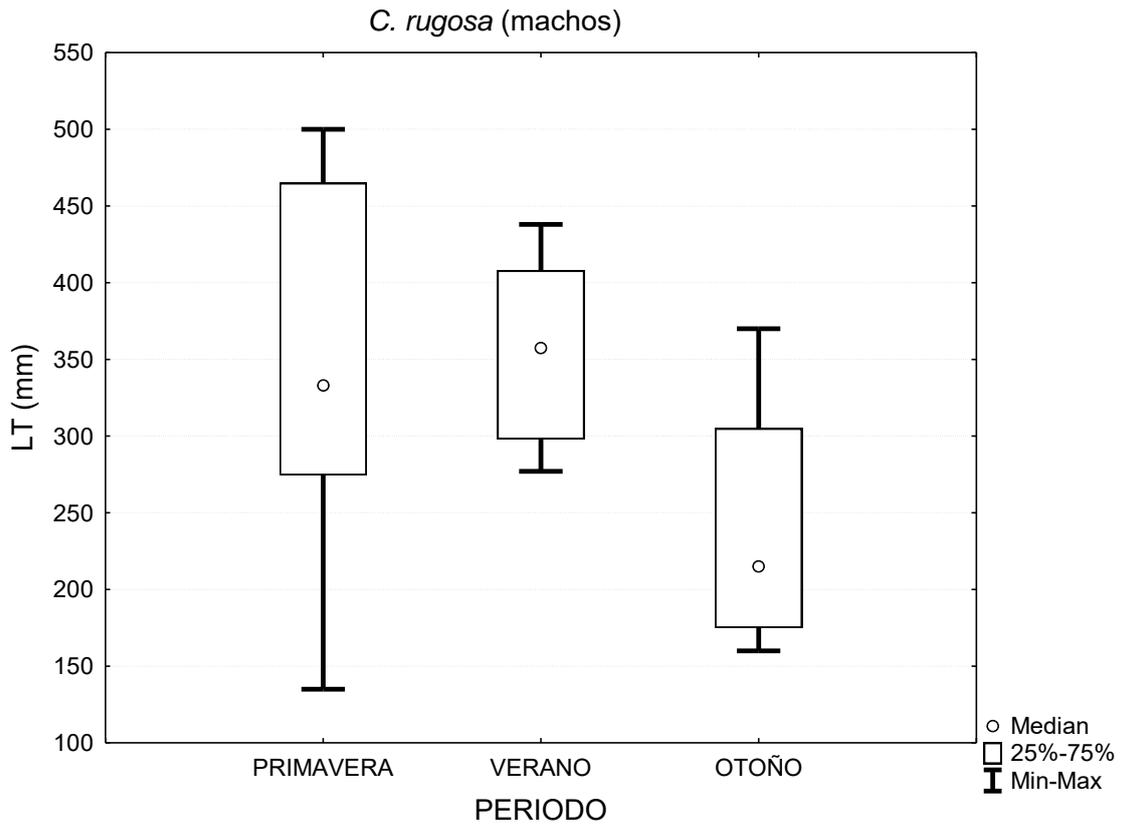


Figura 17. Distribución de la LT de los machos de *C. rugosa* en los diferentes periodos climáticos.

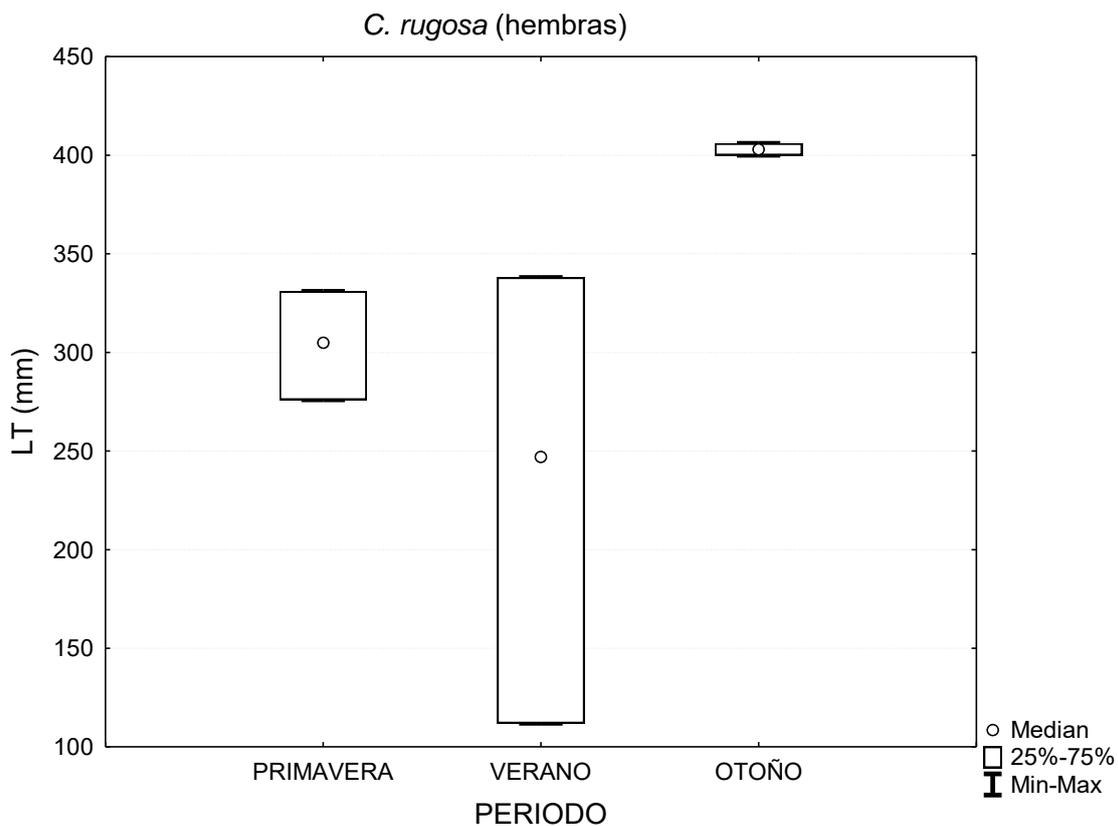


Figura 18. Distribución de la LT de las hembras de *C. rugosa* en los diferentes periodos climáticos.

VI.2.2 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de *L. garmani*.

El análisis de varianza de la abundancia promedio de esta especie respecto a los estratos de profundidad y a los periodos climáticos no mostró diferencias ($F=1.47$; $p=0.31$ y $F=0.42$; $p=0.67$, respectivamente). El análisis de varianza de la distribución batimétrica del total de los individuos colectados de *L. garmani* en los diferentes periodos de muestreo no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=1.21$; $p=0.31$) (Figura 19).

L. garmani

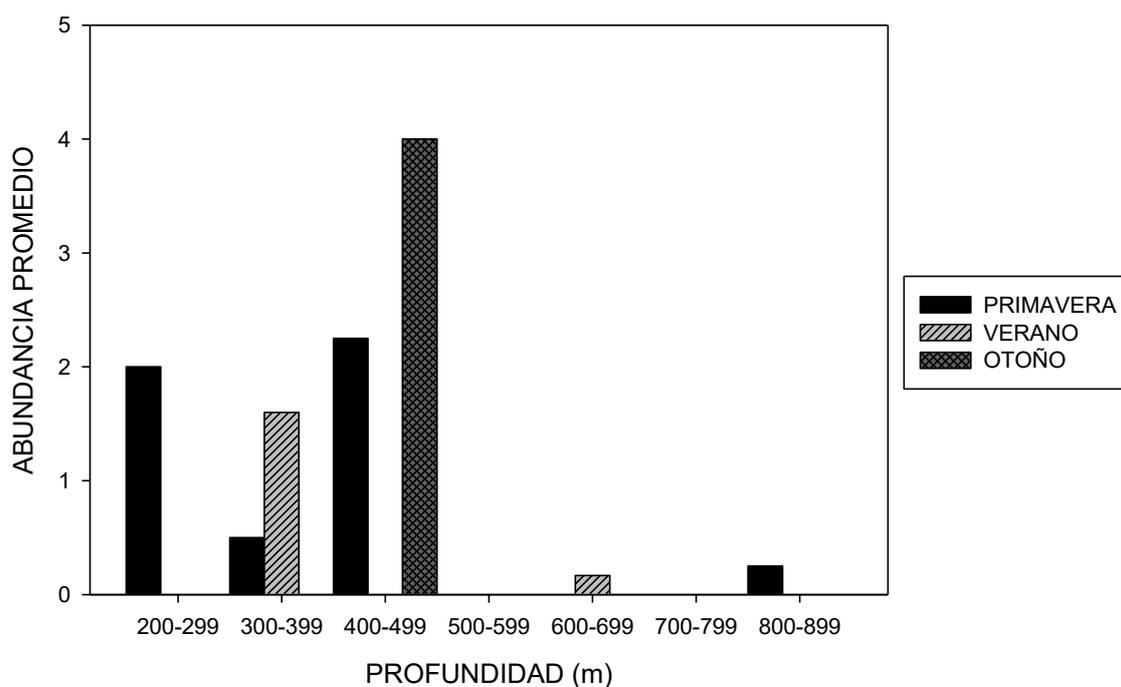


Figura 19. Abundancia promedio de *L. garmani* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia de machos en los diferentes estratos y periodos tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=0.54$; $p=0.78$ y $F=0.67$; $p=0.53$, respectivamente). El análisis de varianza, de la distribución batimétrica de los machos de esta especie, en los diferentes periodos climáticos, no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=3.58$; $p=0.06$) (Figura 20).

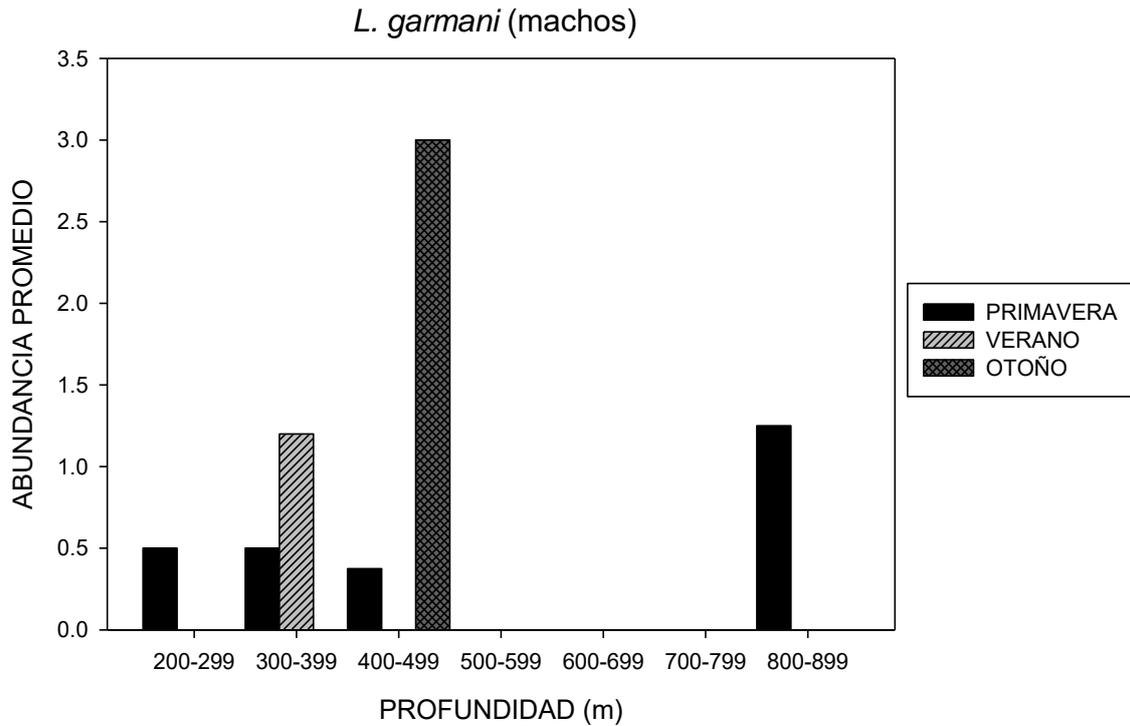


Figura 20. Abundancia promedio de los machos de *L. garmani* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia de las hembras de *L. garmani* en los diferentes estratos mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=4.10$; $p=0.04$) (Figura 21). La prueba de Duncan mostró diferencias entre el estrato 200-299 vs todos los demás, presentando éste la mayor abundancia. El análisis de varianza de la abundancia y distribución de las hembras respecto a los periodos climáticos no mostró diferencias ($F=0.35$; $p=0.71$, $F=0.26$; 0.62 , respectivamente).

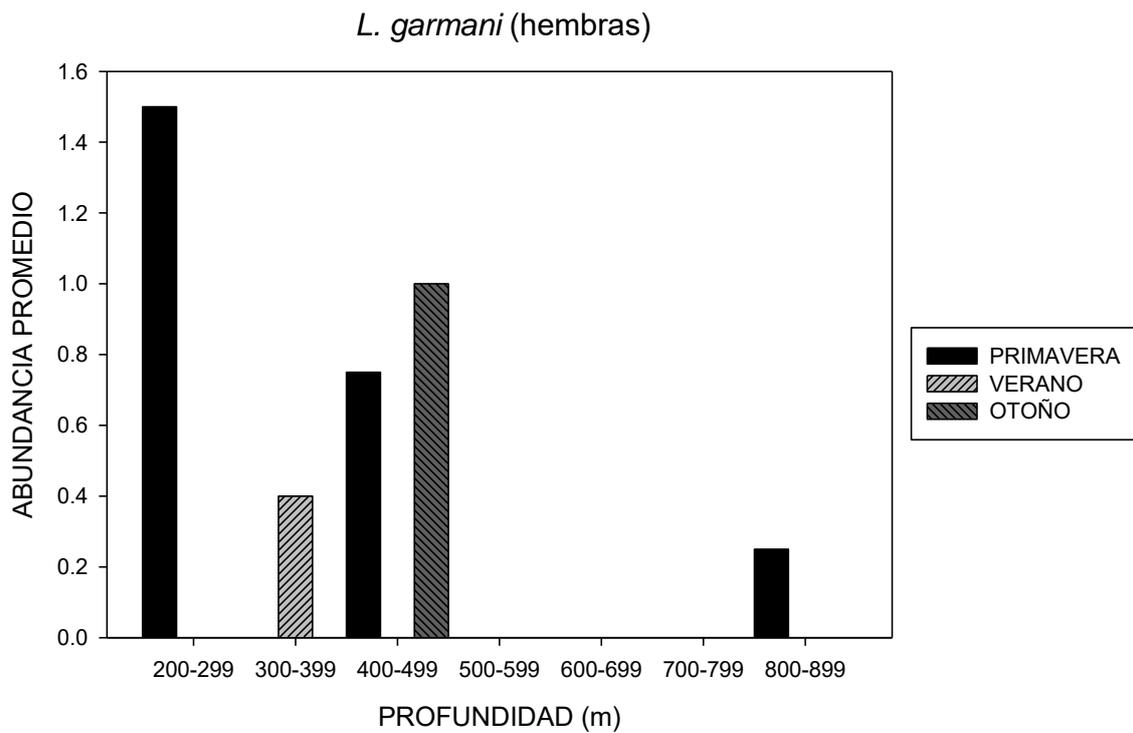


Figura 21. Abundancia promedio de las hembras de *L. garmani* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la LT de *L. garmani* respecto a los intervalos de profundidad no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=0.83$; $p=0.44$) (Figura 22).

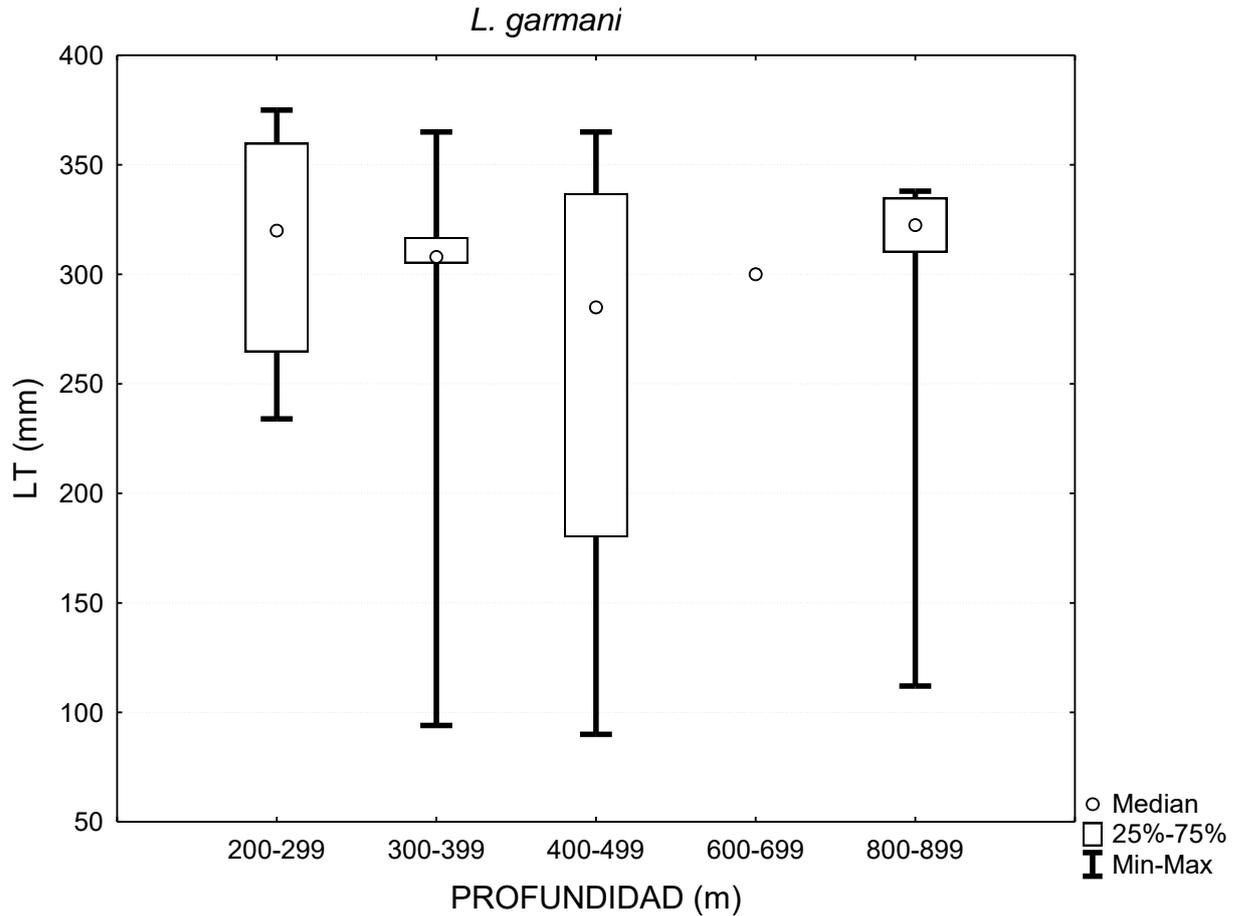


Figura 22. Distribución del total de la LT de *L. garmani* en estratos de profundidad de 100 m.

Al separar los datos por sexo (machos y hembras) tampoco se encontraron diferencias significativas en la distribución de las tallas de *L. garmani* en los diferentes intervalos de profundidad ($F=1.41$; $p=0.27$ y $F=2.78$; $p=0.11$, respectivamente) (Figura 23 y 24). El promedio de la LT de machos y hembras fue de 317 ± 30.27 mm y 287 ± 90.36 mm, respectivamente.

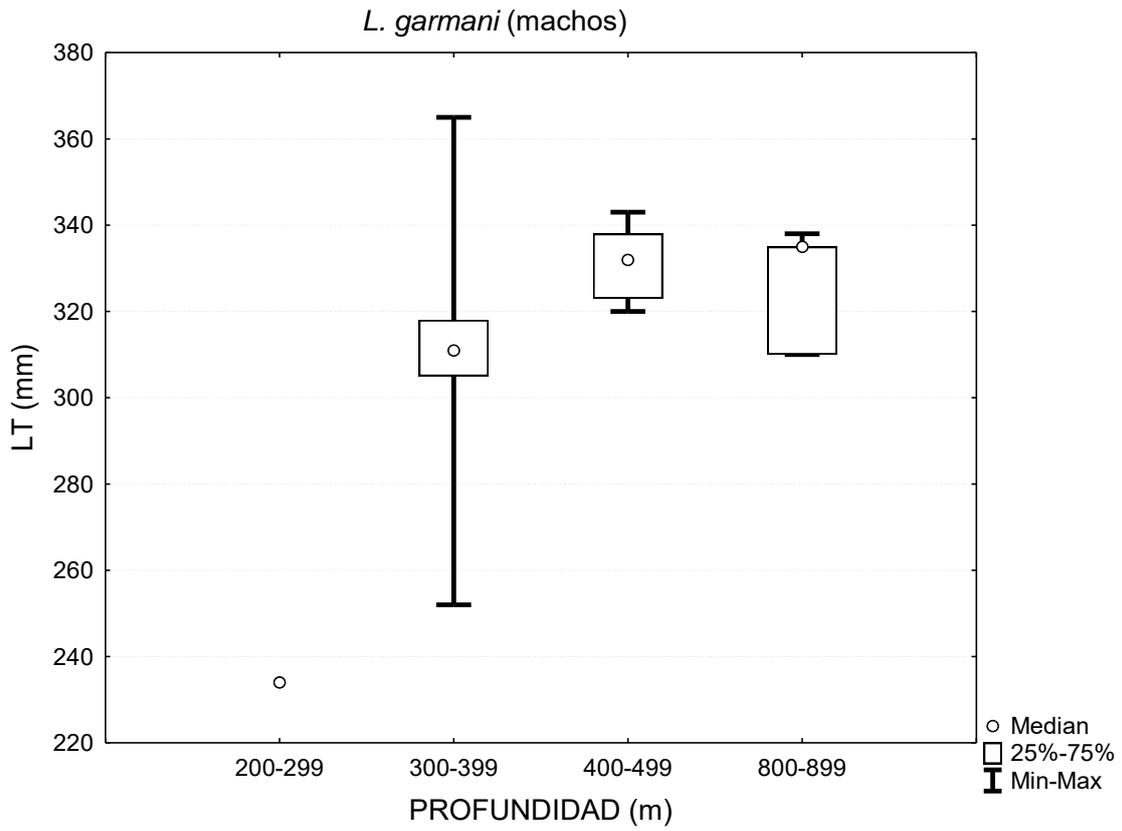


Figura 23. Distribución del total de la LT de los machos de *L. garmani* en estratos de profundidad de 100 m.

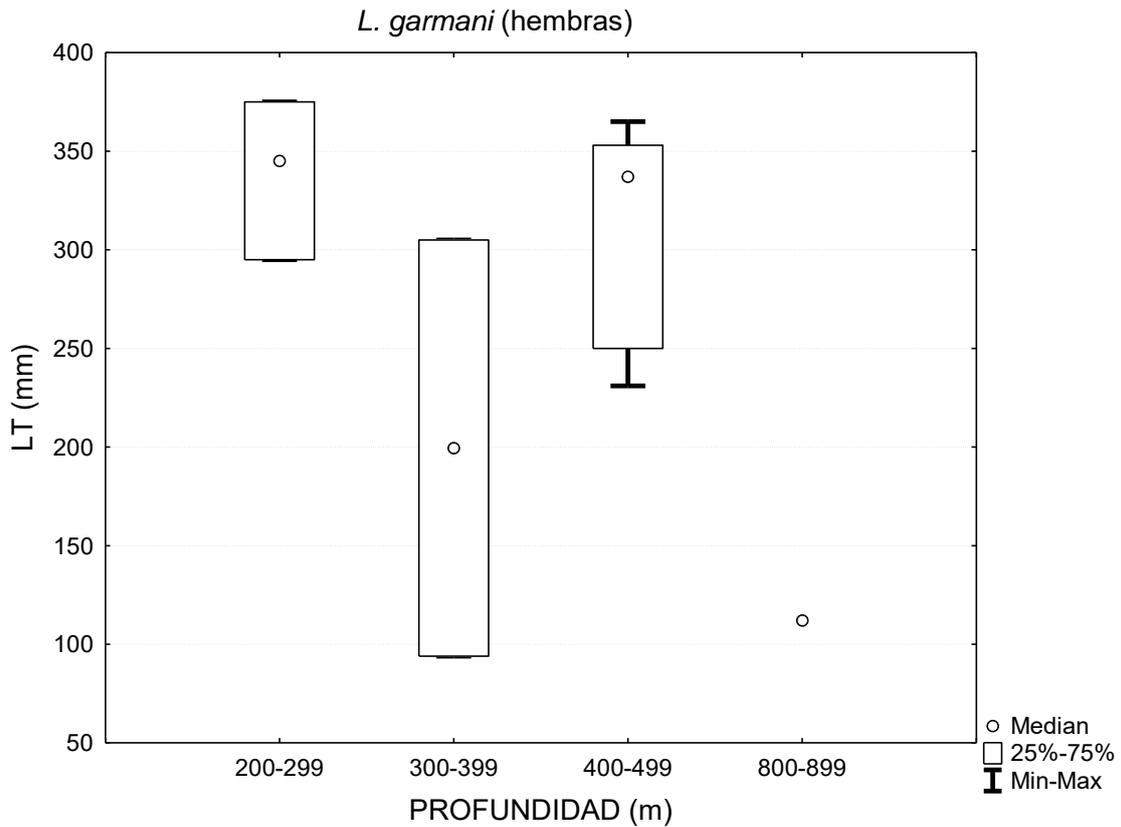


Figura 24. Distribución del total de la LT de las hembras de *L. garmani* en estratos de profundidad de 100 m.

El análisis de varianza de la distribución de tallas (LT) de *L. garmani* en los diferentes periodos de muestreo no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=1.41$; $p=0.25$) (Figura 25).

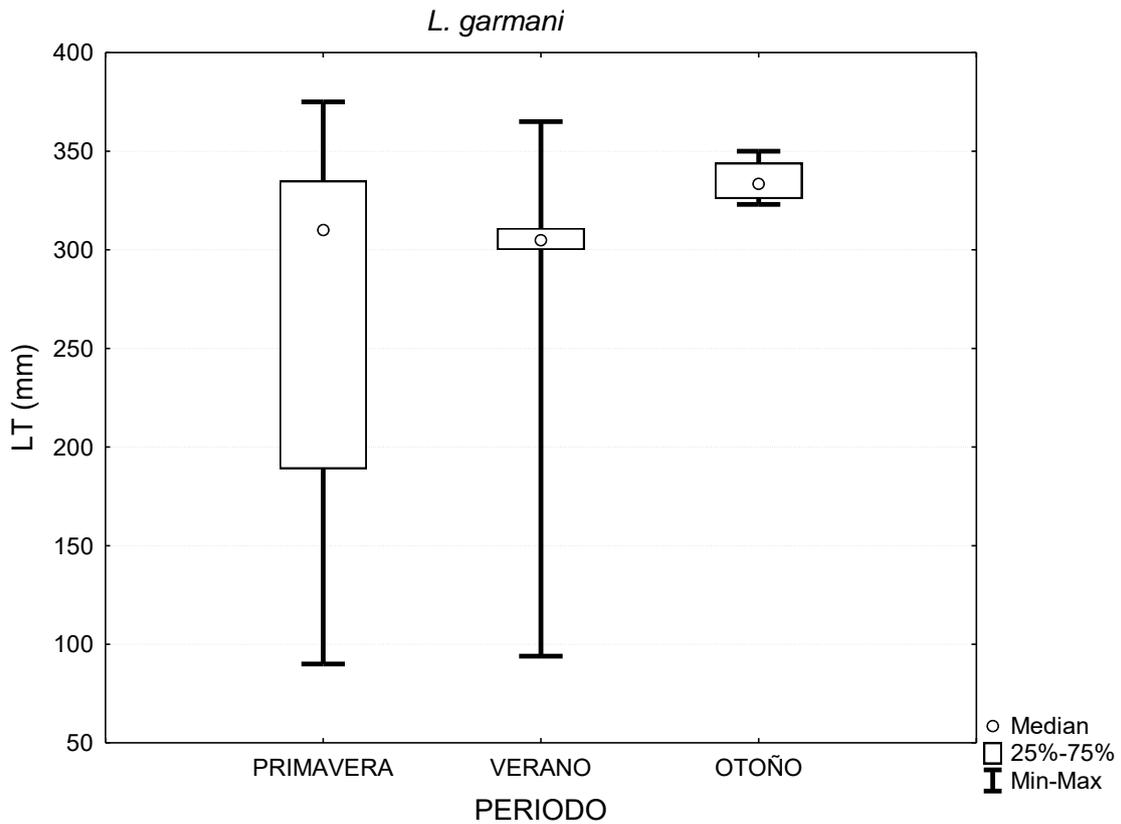


Figura 25. Distribución del total de la LT de *L. garmani* en diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza con los datos separados por sexo, tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas en la LT de machos y hembras en los diferentes periodos climáticos ($F=0.42$; $p=0.65$ y $F=1.26$; $p=0.32$, respectivamente) (Figuras 26 y 27).

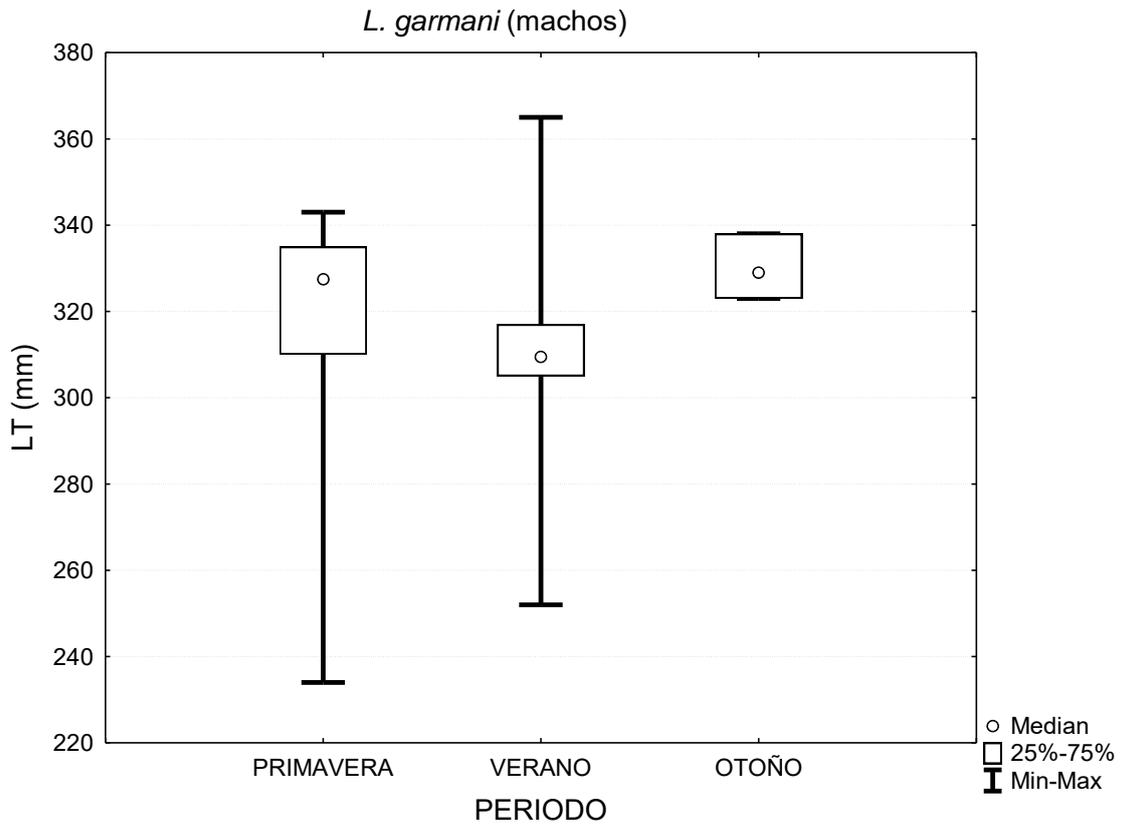


Figura 26. Distribución del total de la LT de los machos de *L. garmani* en diferentes periodos climáticos.

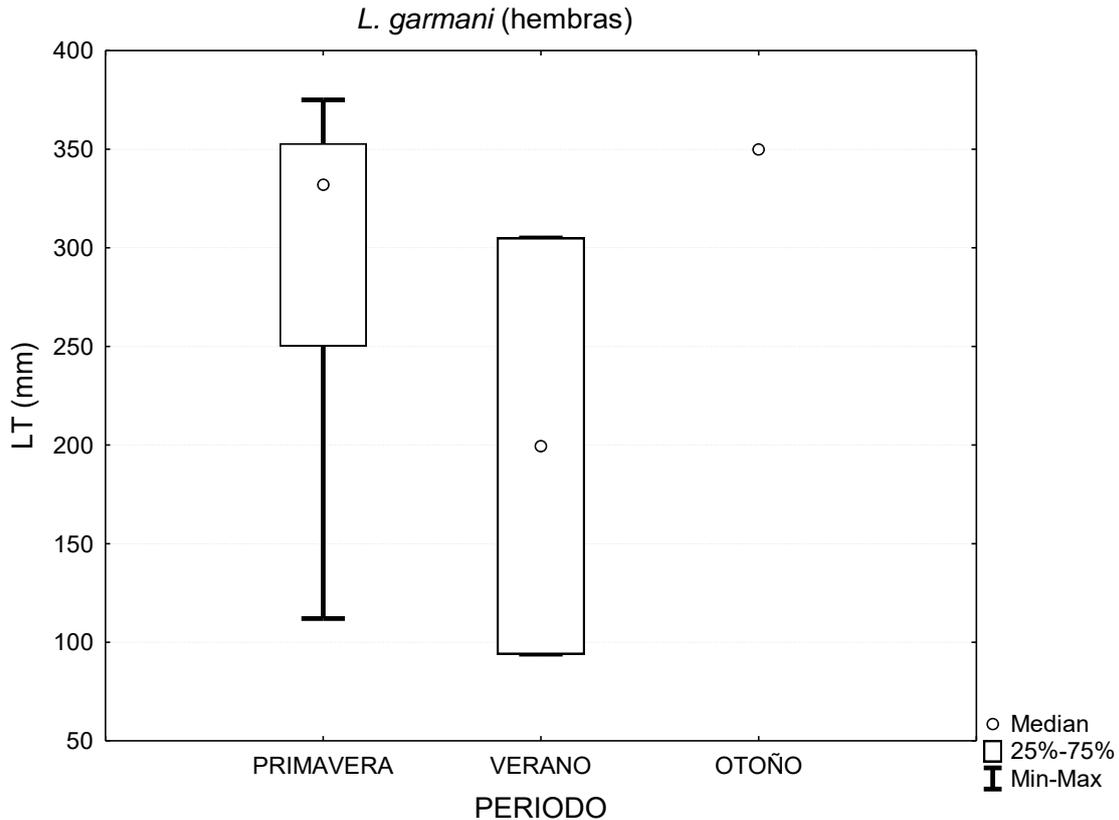


Figura 27. Distribución del total de la LT de las hembras de *L. garmani* en diferentes periodos climáticos.

VI.2.3 Abundancia, estructura de tallas y distribución batimétrica de *L. lentiginosa*.

El análisis de varianza de la abundancia promedio del total de los ejemplares en los diferentes estratos analizados, no presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=0.53$; $p=0.77$). El análisis de varianza de la abundancia del total de los organismos por periodo climático tampoco presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=0.83$; $p=0.46$). La Figura 28 muestra la abundancia total de todos los organismos de *L. lentiginosa* en los diferentes estratos y en diferentes periodos climáticos. El análisis de varianza de la distribución batimétrica de *L. lentiginosa* en los diferentes periodos climáticos presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=30.07$; $p=0.01$). La prueba de Duncan mostró diferencias entre los tres periodos, durante el otoño cambió la distribución a estratos más profundos en comparación al verano y la primavera. Durante el verano se presentaron en estratos más someros.

L. lentiginosa

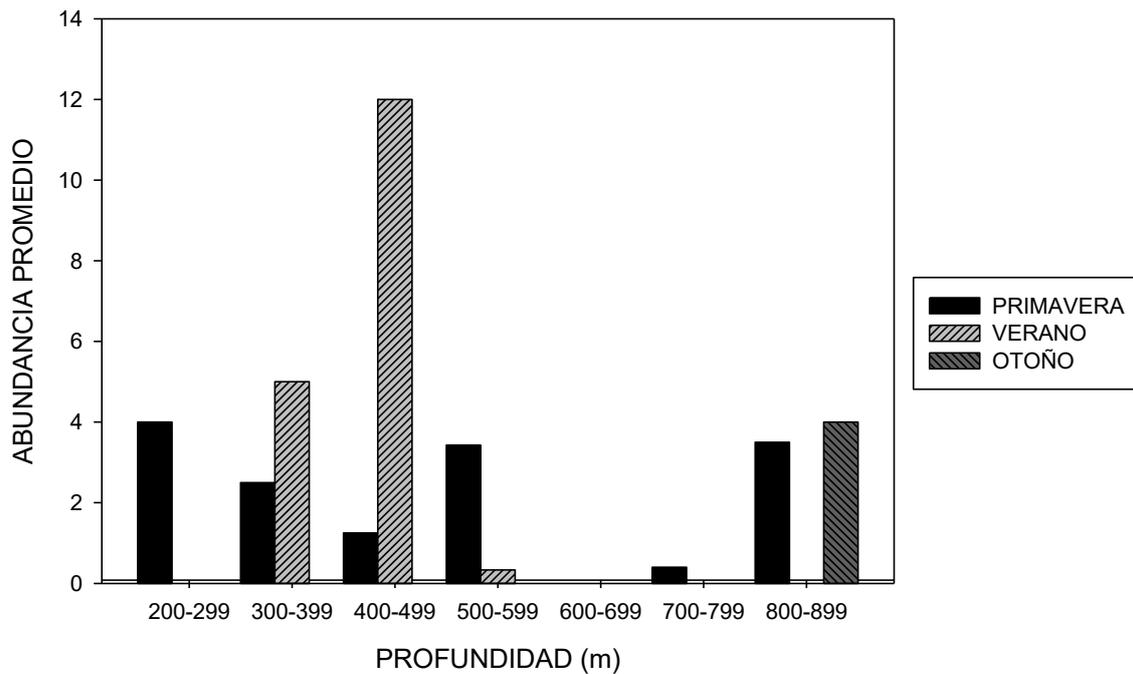


Figura 28. Abundancia promedio de *L. lentiginosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia promedio de machos en los diferentes estratos y periodos tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=0.83$; $p=0.59$, $F=0.13$; $p=0.89$, respectivamente). El análisis de varianza de la distribución batimétrica de los machos de esta especie en los diferentes periodos climáticos analizados, presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=9.61$; $p=0.01$). La prueba de Duncan mostró diferencias en la distribución batimétrica de esta especie entre todos los periodos de muestreo, durante el otoño cambió la distribución a estratos más profundos en comparación al verano y la primavera. Durante el verano se presentaron en estratos más someros (Figura 29).

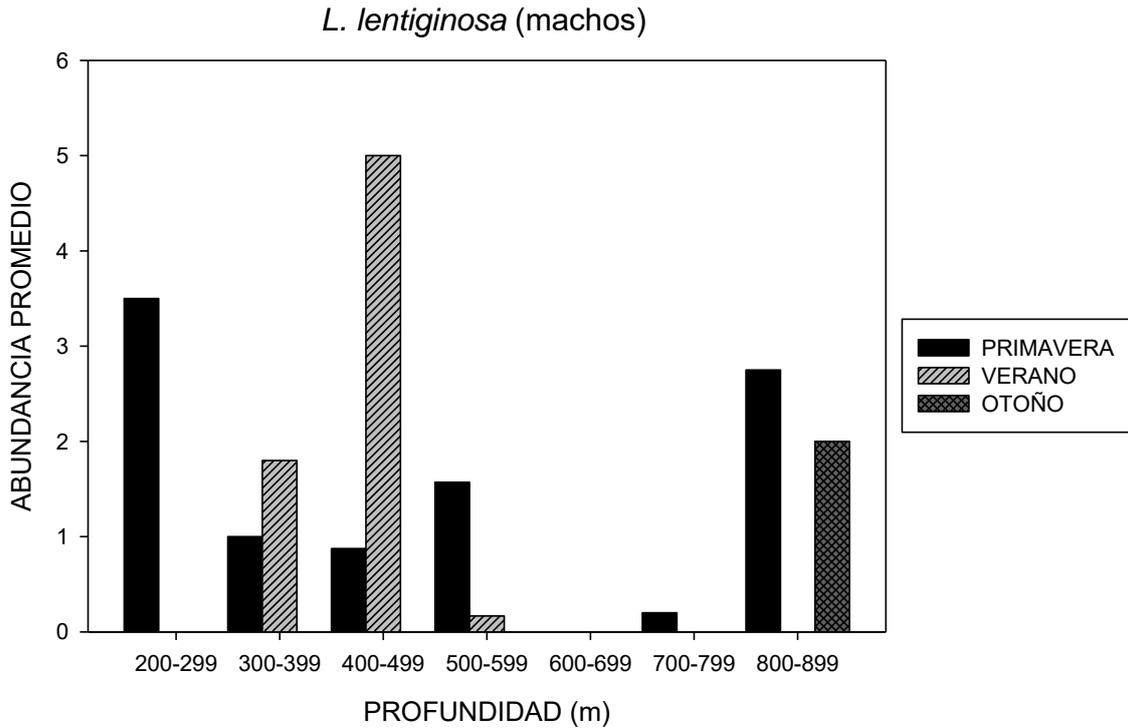


Figura 29. Abundancia promedio de los machos de *L. lentiginosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la abundancia de las hembras en los diferentes estratos y periodos no mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=0.36$; $p=0.88$, $F=1.74$; $p=0.22$, respectivamente). El análisis de varianza de la distribución batimétrica de las hembras de esta especie, presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=30.67$; $p=0.01$). La prueba de Duncan mostró diferencias en la distribución batimétrica de las hembras entre los tres periodos de muestreo, durante el otoño cambió la distribución a estratos más profundos en comparación al verano y la primavera. Durante el verano se presentaron en estratos más someros (Figura 30).

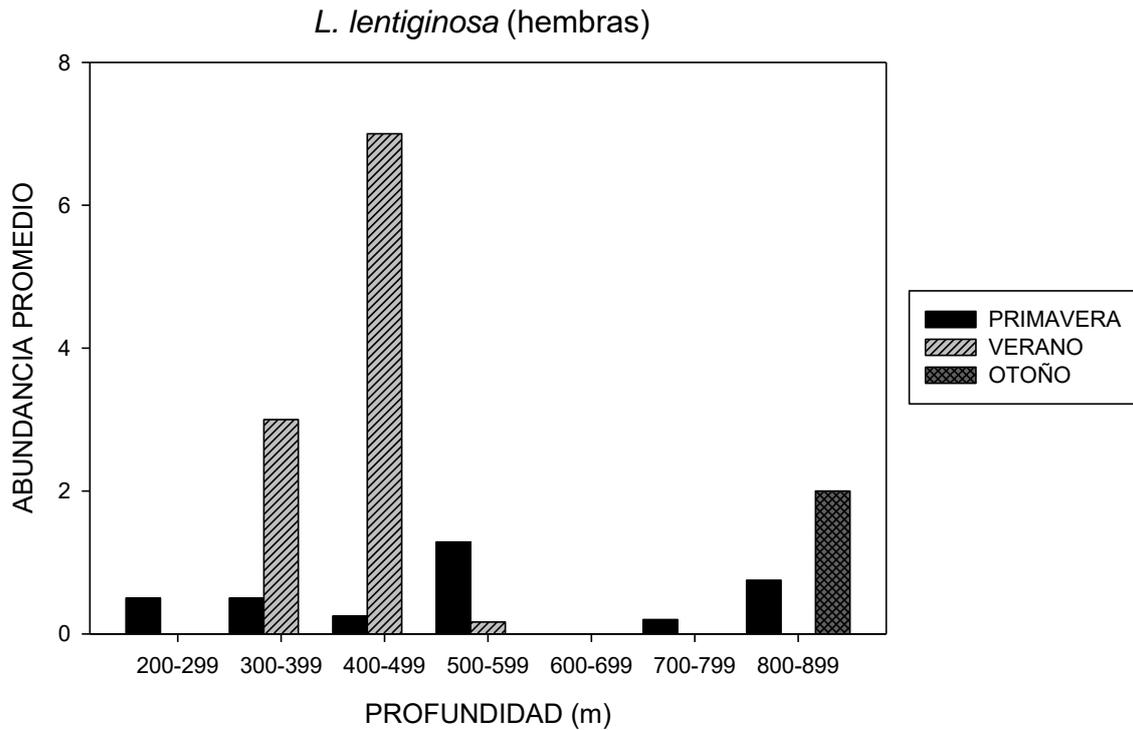


Figura 30. Abundancia promedio de Las hembras de *L. lentiginosa* por estratos en los diferentes periodos climáticos.

El análisis de varianza de la LT de todos los ejemplares de *L. lentiginosa*, en los diferentes estratos, presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=3.13$; $p=0.01$) (Figura 31). La Prueba de Duncan mostró diferencias entre los estratos: 200-299 y 700-799 m; y entre el estrato de 800-899 vs 400-499, 500-599 y 600-699 m. Se presentaron tallas mayores en el estrato de 200-299 m en comparación con el de 700-799 m.

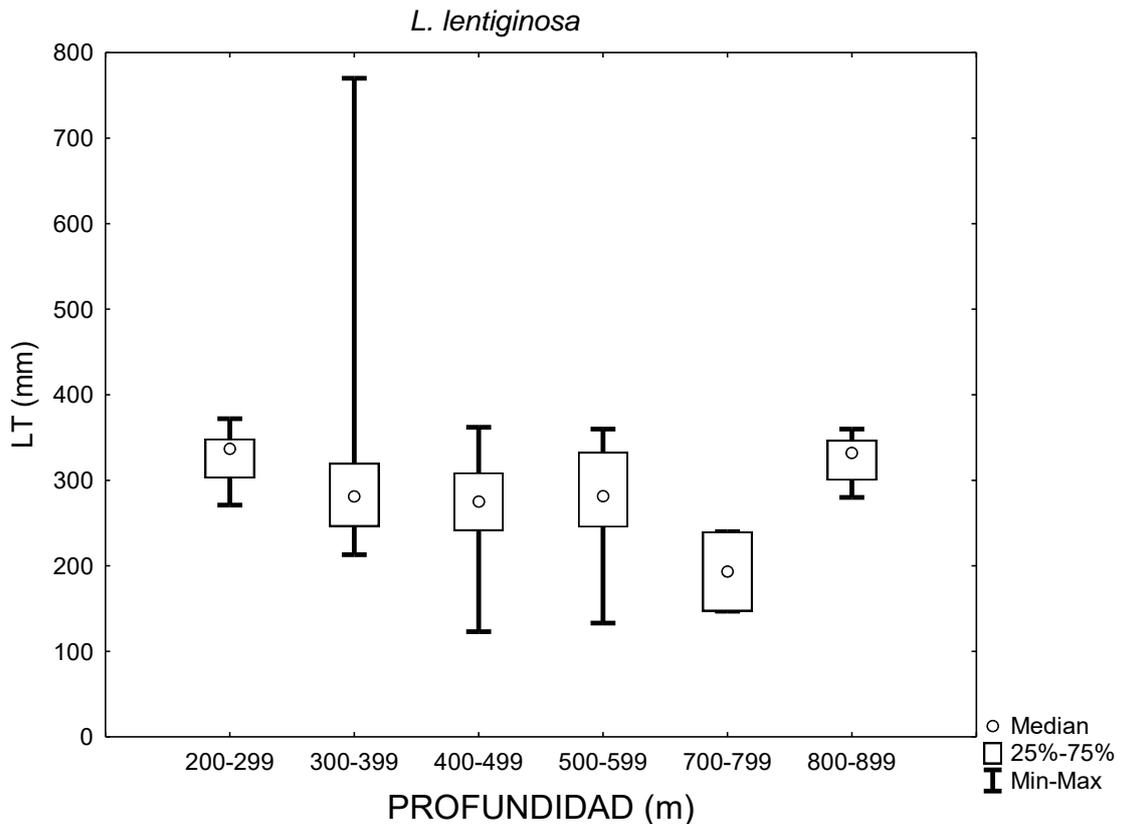


Figura 31. Distribución de la LT de *L. lentiginosa* en los diferentes estratos de profundidad analizados.

El análisis de varianza de la LT de los machos en los diferentes intervalos de profundidad de (300-399, 400-499, 500-599 y 800-899 m), no mostró diferencias estadísticamente significativas en la distribución de las tallas ($F=0.83$; $p=0.51$) (Figura 32). El análisis de varianza de la distribución de las tallas de las hembras en los estratos de profundidad analizados: 300-399, 400-499, 500-599 y 800-899 m, presentó diferencias estadísticamente significativas ($F=3.83$; $p=0.01$) (Figura 33). La prueba de Duncan mostró que existe diferencia entre el estrato de 800-899 vs 300-399 y 400-499 m.

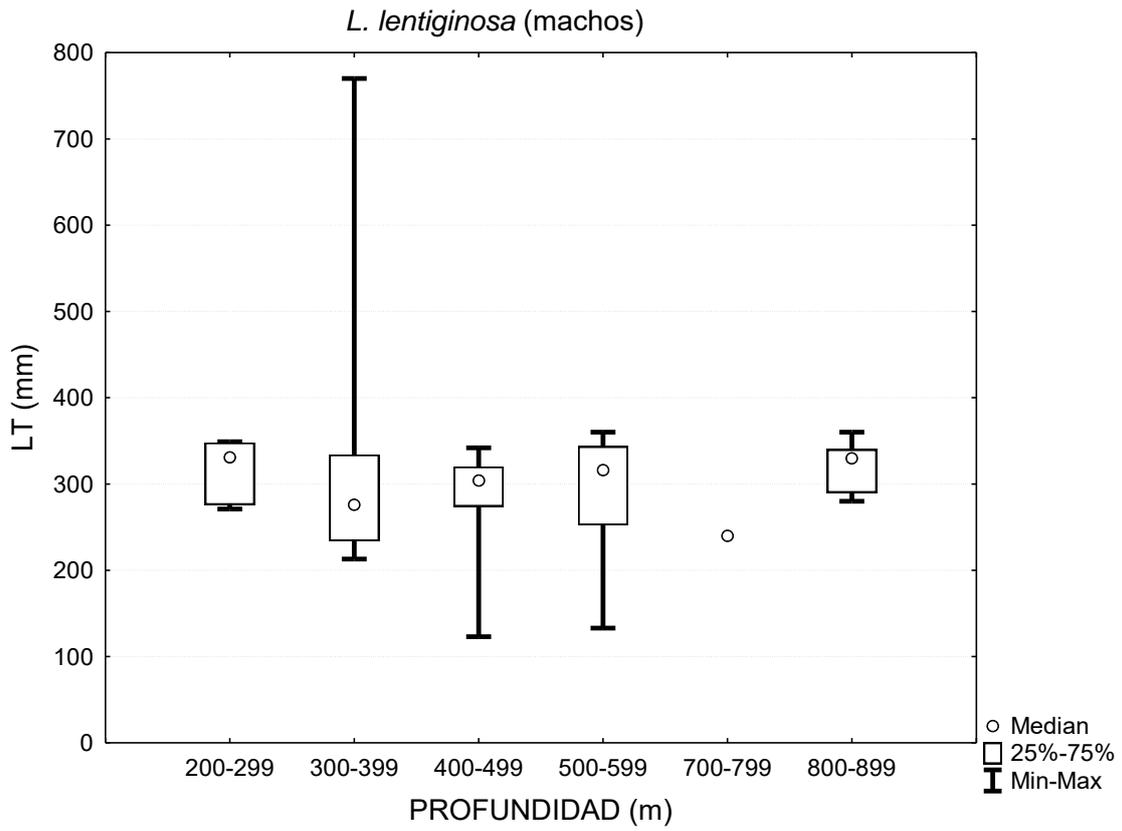


Figura 32. Distribución de la LT de Los machos de *L. lentiginosa* respecto a estratos de profundidad de 100 m.

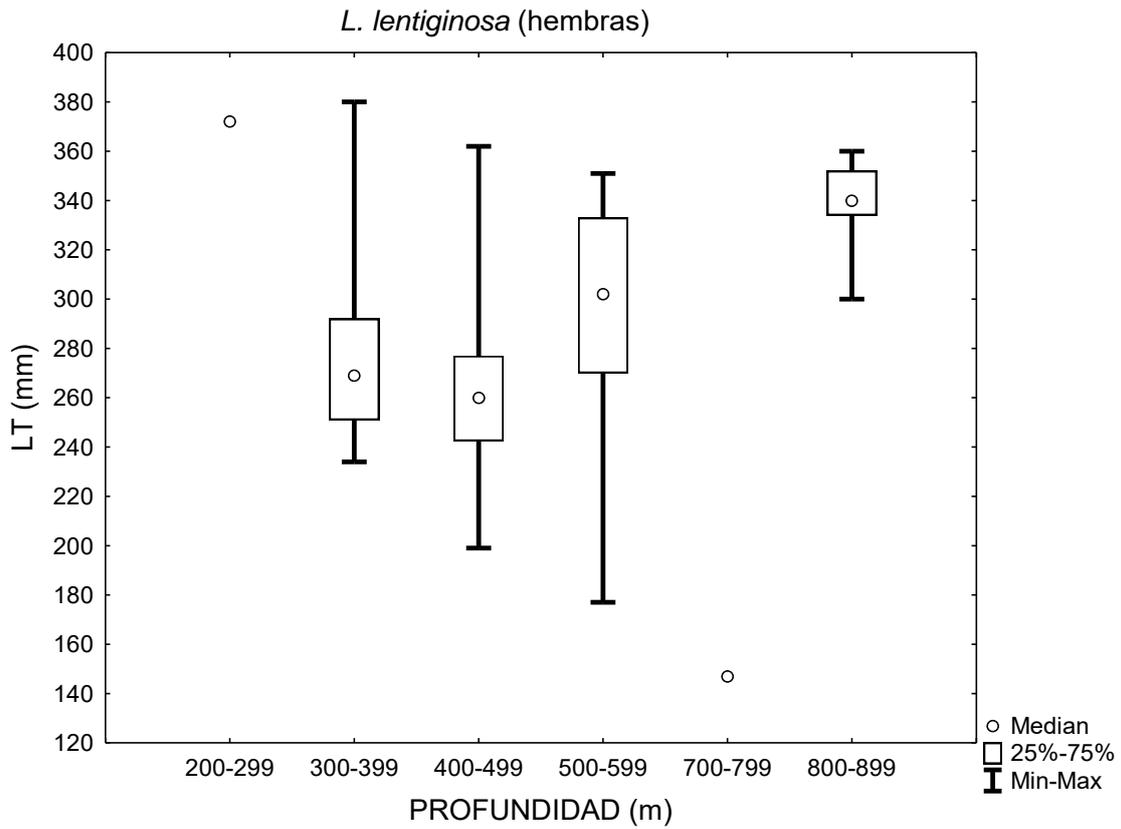


Figura 33. Distribución de la LT de las hembras de *L. lentiginosa* respecto a estratos de profundidad de 100 m.

El análisis de varianza de la LT no mostró diferencias estadísticamente significativas durante los tres periodos de muestreo ($F=2.40$; $p=0.09$) (Figura 34).

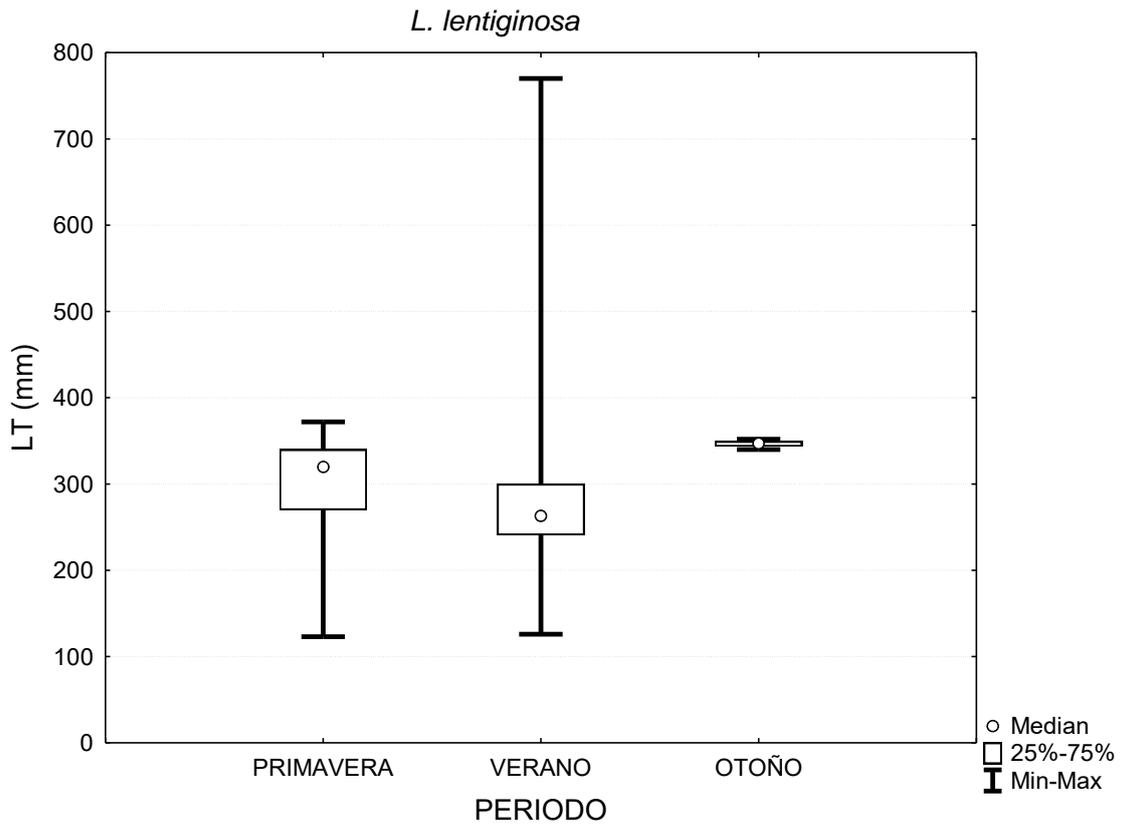


Figura 34. Distribución de la LT de *L. lentiginosa* en los tres periodos de muestreo.

En el análisis de varianza de la distribución de las tallas de los machos de esta especie tampoco se mostraron diferencias estadísticamente significativas ($F=0.63$; $p=0.53$) (Figura 35). Sin embargo, al analizar las hembras se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la LT y los diferentes periodos de muestreo ($F=5.24$; $p=0.01$) (Figura 36). La prueba de Duncan arrojó diferencias entre verano vs primavera y otoño. Se encontraron tallas más pequeñas durante el verano.

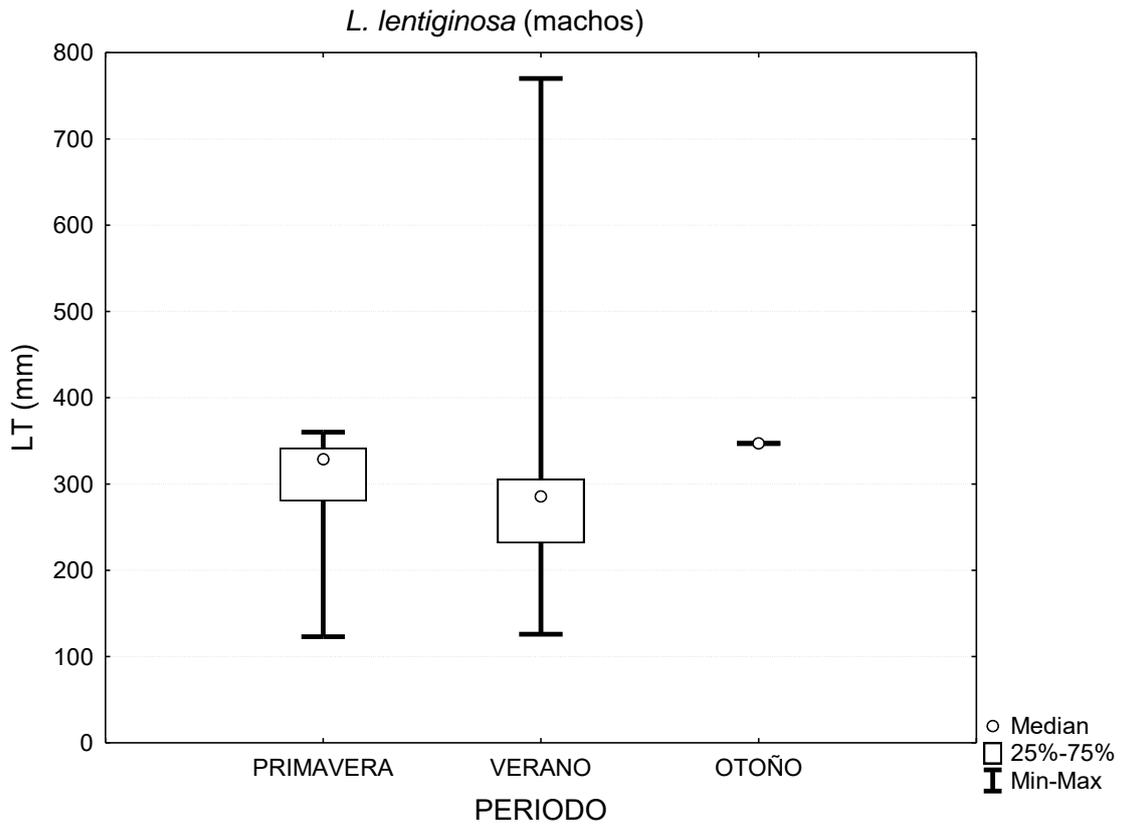


Figura 35. Distribución de la LT de los machos de *L. lentiginosa* en los tres periodos de muestreo.

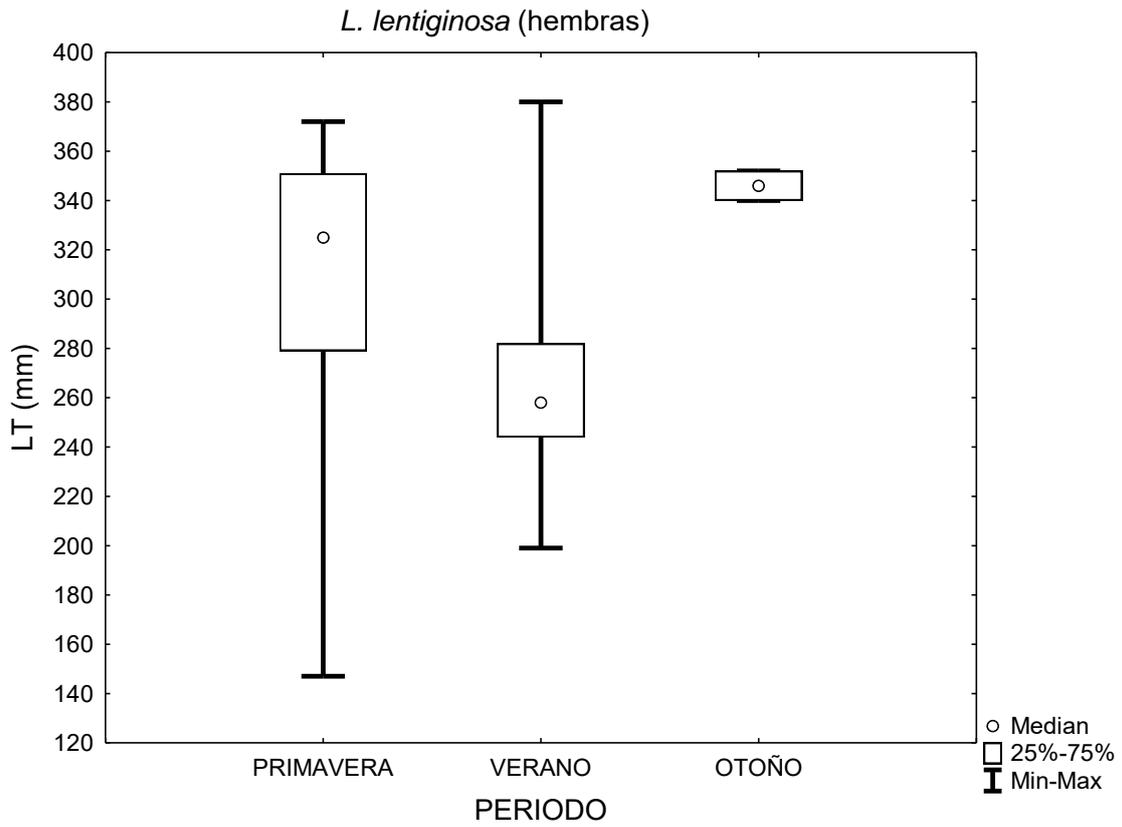


Figura 36. Distribución de la LT de las hembras de *L. lentiginosa* en los tres periodos de muestreo.

VII. Discusión

El orden de las Rajiformes es reconocido por Kyne, Simpendorfer (2010) y Helfan *et al.*, (2009) como el grupo de los batoideos más diverso y abundante presente en aguas profundas, abarcando aproximadamente el 89.9% de las especies de rayas en el mar profundo. De acuerdo a lo obtenido en este trabajo, el 99.5% de las 10 especies encontradas en el mar profundo del sur del Golfo de México nueve pertenecen a dicho orden.

De acuerdo con la lista de peces del Golfo de México reportada por McEachran (2009), se encuentran 49 especies de peces batoideos, de las cuales 28 pertenecen al mar profundo. Nueve de las 10 especies reportadas en este trabajo se encuentran en la lista de peces del Golfo de México de McEachran (2009) (*C. rugosa*, *D. clarkii*, *D. oregoni*, *D. teevani*, *L. garmani*, *L. lentiginosa*, *P. fischeri*, *S. folirostirs* y *T. nobiliana*). De las 19 especies restantes reportadas por McEachran (2009) en el mar profundo del Golfo de México, 16 fueron colectadas en el norte del Golfo de México: (*Benthobatis marcida*, *Breviraja claramaculata*, *B. colesi*, *B. spinosa*, *Cruriraja atlantis*, *Dactylobatus armatus*, *Dipturus bullsii*, *D. garricki*, *D. osleni*, *Fenestraja atripinna*, *F. cubensis*, *F. ishiyamai*, *F. plutonia*, *Rajella fuliginea*, *R. purpuriventralis* y *Springeria longirostris*). Las tres especies restantes, se encontraron en el sur del Golfo de México (*Cruriraja poeyi* se reporta en Florida y Veracruz, *Fenestraja sinusmexicanus*, en todo el Golfo de México y *Raja ackleyi* en Florida y Yucatán). Las diferencias en la diversidad de especies capturadas durante las campañas COBERPES, y las que se encuentran reportadas en la lista citada, pueden atribuirse a la técnica de pesca empleada.

De acuerdo al Instituto Nacional de la Pesca (2004), la pesca de elasmobranquios en México se realiza en su mayoría por embarcaciones menores que utilizan esencialmente redes de enmalle y palangres. Las tres especies que se encuentran registradas por McEachran (2009) en el sur del Golfo de México, no cuentan con la información del arte de pesca utilizado al momento de la captura.

Se conoce poco sobre las rayas de mar profundo del sur del Golfo de México, de los pocos registros presentes se cuenta con los de la CONANP, en donde registran que *T. nobiliana* representa el 24% de las capturas incidentales de elasmobranquios de la flota camaronera en el estado de Veracruz, siendo este el único registro de pesca para esta especie en el Golfo de México, sin embargo, se desconoce la temporada de captura. Para *P. fischeri*, *S. folirostris*, *C. rugosa*, *D. clarkii*, *L. garmani*, *D. oregoni*, *D. teevani*, se tiene registrado que han sido capturadas, pero se desconoce el área de captura y no se tienen registros de pesca comercial en el Golfo de México ni en el Caribe Mexicano.

Dentro de las bases de datos revisadas, *C. cadenati* es reportada únicamente en OBIS en el norte del Golfo de México. En este trabajo, se colecta y reporta por primera vez en el sur del Golfo de México.

Este trabajo se presenta como un primer acercamiento a los patrones de distribución de las rayas del sur del Golfo de México. De acuerdo con los datos observados en la distribución batimétrica de las rayas más abundantes durante las campañas analizadas en esta región, se aprecia que en dos de ellas existe variación en la distribución batimétrica durante los tres periodos climáticos analizados. En ambos casos existe desplazamiento a zonas menos profundas durante el verano y a zonas más profundas durante el otoño (*C. rugosa* y *L. lentiginosa*). Dicho movimiento o variación temporal de la distribución batimétrica durante el verano, podría deberse a fines reproductivos y/o desove de las rayas durante este periodo (Walker, 1999).

De acuerdo a la distribución de las tallas de las hembras de *C. rugosa*, se propone un movimiento de las hembras de esta especie, hacia zonas más profundas, de acuerdo al crecimiento. Las hembras de *L. lentiginosa* muestran también una diferenciación en las tallas respecto a la profundidad, las tallas mayores (hembras) se encontraron en el estrato de 800-899 m, sin embargo no se aprecia una relación entre la talla y la profundidad. Se sugiere continuar con la investigación de esta especie para el mejor entendimiento de su comportamiento.

El intervalo batimétrico de *C. rugosa*, en comparación con McEachran (2009), y las bases de datos analizadas (OBIS y Fishbase), se presenta en un intervalo

menor en las zonas más profundas, de los 532 a 870 m. Además, de acuerdo con los datos obtenidos de la distribución batimétrica de *L. garmani* y *L. lentiginosa*, se puede observar una distribución batimétrica similar entre estas dos especies (durante la primavera y el verano). De acuerdo con los datos analizados en la presente investigación, parecería existir una convivencia dentro de los mismos estratos durante estos dos periodos climáticos dada su distribución batimétrica, e intervalo de temperatura similares. Esta formación de grupos dentro de los condrictios ha sido sugerida anteriormente por Benavides y colaboradores (2014).

De las tres especies con mayor presencia se observa que *C. rugosa* es más abundante en estratos de mayor profundidad en comparación con *L. garmani*, especie que presenta la mayor abundancia promedio (en el caso de las hembras) en el estrato de 200-299 m. *L. lentiginosa* a pesar de ser la especie más abundante, no presenta diferencias en la abundancia promedio en todos los estratos analizados.

Esta es una primera contribución sobre la composición, distribución y abundancia de las rayas del mar profundo del sur del Golfo de México basado en un muestreo amplio y sistemático. No obstante, debido a las limitaciones de tiempo de buque y de información precisa de la batimetría, el número de arrastres efectuados en los diferentes periodos no fue homogéneo. Por lo que se plantea la necesidad de realizar monitoreo de las pesquerías comerciales y de investigación científica basados en diseños de muestreo específicos para el análisis de las rayas en el Golfo de México, se propone además realizar investigaciones sobre su biología reproductiva y el desarrollo de estas especies, para obtener resultados más precisos sobre la abundancia y dinámica de las poblaciones de rayas del Sur del Golfo de México.

VIII. Conclusiones

Se colectaron 10 especies de rayas del mar profundo en el sur del Golfo de México, de las cuales *C. cadenati* y *D. oregoni* se reportan por primera vez en el Sur del Golfo de México.

El intervalo batimétrico de *C. cadenati*, *L. garmani* y *L. lentiginosa* se extiende a mayor profundidad en comparación a lo anteriormente reportado. *C. cadenati* (de 458 a 800 m), *L. garmani* (de 530 a 800 m) y *L. lentiginosa* (588 a 852 m).

En comparación con lo reportado anteriormente, *C. rugosa* se localiza a mayores profundidades (después de los 532 m).

L. garmani, a diferencia de las otras dos especies, se presenta con mayor abundancia en los estratos someros (200-299 m) y es mínima en estratos de más de 500 m.

Las hembras de *C. rugosa* presentan relación positiva entre su LT y la profundidad. En ambos casos, machos y hembras, se presentaron a mayores profundidades en otoño y más someras durante el verano.

Se observa una distribución batimétrica de *L. lentiginosa* que varía a lo largo de los periodos climáticos analizados. Esta especie se desplaza a zonas más someras durante el verano y a zonas más profundas durante el otoño.

C. rugosa se distribuye a mayores profundidades en comparación con *L. garmani*.

L. garmani presenta una distribución batimétrica similar a *L. lentiginosa* durante primavera y verano.

IX. Literatura citada

- A virtual Museum on the State's Fish Biodiversity, Disponible en línea en: <http://www.fishesoftexas.org/home/>. Consultado el 11 de octubre de 2017.
- Aguirre-Gómez, R. 2002. Los mares mexicanos a través de la percepción remota III.1 Métodos y Técnicas para el estudio del Territorio, Universidad Nacional Autónoma de México. 95 p.
- Aschliman, N. C. 2011. The Batoid Tree of life: Recovering the Patterns and Timing of the Evolution of Skates, Rays and Allies (Chondrichthyes: Batoidea) Tesis de doctorado. Universidad del Estado de Florida.
- Aschliman, N. C., M. Nishida, M. Miya, J. G. Inoue, K. M. Rosana y G. J.P. Naylor. 2012. Body plan convergence in the evolution of skates and rays (Chondrichthyes Batoidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **63**: 28-42.
- Awruch, C.A. 2013. Reproductive endocrinology in Chondrichthyans: The present and the future. *General and comparative Endocrinology*, **192**: 60-70.
- Barbosa Cano, Fabio. 2007. Éxitos y problemas en el Golfo de México. Frente de trabajadores de la Energía, energía 7 (87) 20. Disponible en: <http://www.fte-energia.org/E87/04.html>. Consultado el 28 de Marzo de 2017.
- Benavides M, R., C. L. Brenes y A. Márquez. 2014. Análisis de población de condriactos (Vertebrata: Chondrichthyes) de aguas demersales y profundas del Caribe centroamericano, a partir de faenas de prospección pesquera con red de arrastre, *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, **6**:9-27.
- Bigelow, H. B. y W. C. Schroeder. 1953. *Fishes of the Western North Atlantic*, Sears Foundation for marine Research. Disponible en: https://archive.org/stream/fishesofwesternn02teev/fishesofwesternn02teev_djvu.txt. Consultado el: 14 de diciembre de 2016.
- Bonfil, R. 2014. Diagnóstico del estado de conservación de los elasmobranchios en México, Informe de la Consultoría. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Disponible en línea en: <http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/normatividad/estudios/DGOR/2>

014_Consewacion_Elasmobranquios.pdf Consultado el 20 de febrero de 2018.

- Carpenter, K.E. 2002. The living Marine Resources of the Western central Atlantic. Volumen 1: Introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO Species Identification guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologist Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. pp.1-600.
- Catalogue of Life: 23rd December 2016. Disponible en línea en: <http://www.catalogueoflife.org/col/search/all/key/Elasmobranchii>, Consultado el 20 de diciembre de 2016.
- Cervigón F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robiana y B. Rodríguez. 1992. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas costeras de la costa septentrional de Suramérica, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO, Roma.
- Colección Nacional de Peces (CNPE) del Instituto de Biología de la UNAM, Disponible en línea en: <http://www.ibiologia.unam.mx/peces/Peces.htm> . Consultado el 10 de octubre de 2017.
- Davies, A., J. M. Roberts y J. Hall-Spencer. 2007. Preserving Deep-sea natural heritage: Emerging issues in offshore conservation and management. *Biological conservation*, **138**: 299-312.
- Day, W. J., A. Díaz de León, G. González-Sansón, P. Moreno-Casasola y A. Yáñez-Arancibia. 2004. Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Resumen ejecutivo. p: 15-46. En: Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. SEMARNAT. 1083 p.
- De Lanza-Espino, G. y J. E. Gómez-Rojas. 2004. Características físicas del Golfo de México. p: 103-132. En: Caso. M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. SEMARNAT. 1083 p.
- Del Moral-Flores, L. F. y G. Pérez Ponce de León, 2013. Tiburones, rayas y quimeras de México. CONABIO. *Biodiversitas*, **111**:1-6
- Del Moral-Flores, J.J. Morrone, J. Alcocer, H. Espinosa-Pérez y G. Pérez-Ponce de León. 2015. Lista patrón de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México, *Arxius de Miscel-lánia Zoológica*, **13**: 47-163.

- Del Moral-Flores, L. F., J. J. Morrone, J. Alcocer y G. Pérez-Ponce de León. 2016. Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México, *Revista de biología tropical*, **64** (4): 1469-1486.
- Espinosa-Pérez, H. (2014) Biodiversidad de peces en México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 450-459.
- Felder, D. L., D. K. Camp y J. W. Tunnell Jr. 2009. An Introduction to the Gulf of Mexico Biodiversity Assessment. In: Felder, D.L. y Camp, D. K. 2009. *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and biota*. Vol. 1. Biodiversity. Texas A&M University Press, college Station, Texas. 1393 pp.
- Ferretti, F., B. Worm, G. L. Britten, M. R. Heithaus, H. K. Lotze. 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters*, **13**: 1055-1071. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2010.01489.x/epdf>.
- Florida Museum, Ichthyology. Disponible en línea en: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/index.php/fish/home/>. Consultado el 9 de octubre de 2017.
- Gage, J. D. 2001. Deep-sea benthic community and environmental impact assessment at the Atlantic Frontier. *Continental Shelf Research*, **21**: 957-986.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Disponible en línea en: <https://www.gbif.org/>. Consultado el 10 de octubre de 2017.
- González Gándara, C., V. De la Cruz Francisco, J. J. Salas Pérez y C. Domínguez Barradas. 2012. Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, **12** (3): 675-689.
- HARTE Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Universidad de Corpus Christi, Texas A&M. <http://www.harterresearchinstitute.org/> Consultado el 29 de noviembre de 2016.
- Helfman, G. S., B. B. Collette, D. E. Facey y B. W. Bowen. 2009. The diversity of Fishes, Biology, Evolution, and Ecology, Capítulo 11: A history of fishes, Segunda Edición, Wiley-Blackwell, Estados Unidos de América. pp. 169-230.
- Instituto Nacional de la Pesca, 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México.

- Disponible en línea en: <http://studylib.es/doc/7376802/instituto-nacional-de-la-pesca>. Consultado el 23 de febrero de 2018.
- Jochens, A. E. y S. F. DiMarco. 2008. Physical oceanographic conditions in the deepwater Gulf of Mexico in summer 2000-2002. *Deep-Sea Research II* **55**: 2541-2554.
- Kyne, P. M. y C. A. Simpfendorfer. 2010. Deepwater Chondrichthyans. pp. 37-114. En: Carrier, J.C., J. A. Musick y M. R. Heithaus. *Sharks and their relatives II* (2010). CRC, Boca Ratón, (FL) EE. UU. 681 p.
- López-Arbarello, A., O. W. M. Rauhut y K. Moser. 2008. Jurassic fishes of Gondwana. *Revista de la Asociación Geológica de Argentina*, **63** (4): 586-612.
- Lucifora, L. O., V. B. García, R. C. Menni, B. Worm. 2011. Spatial patterns in the diversity of sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyes) in the Southwest Atlantic. *Biodiversity and Conservation* **21**: 407-419.
- Lucifora, L.O., M.R. de Carvalho, P.M. Kyne y W. T. White. 2015. Freshwater sharks and rays. *Current Biology*, **25**: 965-979.
- Maisey, J. G., G. J. P. Naylor y D. J. Ward. 2004. Mesozoic elasmobranchs, neoselachian phylogeny and the rise of modern elasmobranch diversity. *Paleoenvironments and Biodiversity*: 17-56.
- Morato, T., R. Watson, T. J. Pitcher y D. Pauly. 2006 Fishing down to the deep. *Fish and fisheries*, **7**: 24-34.
- McEachran J.D. y J.D. Fechhelm. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico*, vol. 2. Austin, Universidad de Texas.
- McEachran, J.D. 2009. Fishes (Vertebrata: Pisces) of the Gulf of Mexico. *In*: Felder, D.L. & Camp. D.K. (Eds), *Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota*. Universidad de Texas A & M, Estados Unidos de América, pp 1223-1316.
- Musick J.A., y J. K. Ellis. 2005 Reproductive evolution of chondrichthyans. En: Hamlett WC (ed) *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes: sharks, batoids, and chimaeras*. Science Publishers, Inc., Enfield, p 562
- Nelson, J. S., T. C. Grande y M. V. H. Wilson. 2016. *Fishes of the World*, Quinta edición, Estados Unidos de América, pp 80-93.
- Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas, especificaciones para su aprovechamiento, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 14/02/2007. Disponible en:

- http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4962277&fecha=14/02/2007
Consultado el 7 de marzo de 2017.
- OBIS (Ocean Biogeographic Information System) Disponible en:
<http://www.iobis.org/>. Consultado el 15 de diciembre de 2016.
- Peterson, C.H., F. J. Fodrie, H.C. Summerson, S. P. Powers. 2001. Site- specific and density-dependent extinction of prey by schooling rays: generation of a population sink in top-quality habitat for bay scallops. *Oecologia* **129**: 349-356
- Powell, S. M., R. L. Haedrich y J. D. McEachran. 2003. The Deep-sea Demersal Fish Fauna of the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, **31**: 19-33.
- Robinson, B.H. 2004. Deep pelagic biology. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, **300**: 253-272.
- Rowe, G.T. and M.C. Kennicutt II. 2001. Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope Habitat and Benthic Ecology. Year I Interim Report. OCS Study MMS 2001-091. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, Louisiana, 166 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2015.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Boletines/2015/febrero/Documents/2015B099.pdf> Consultado el 14 de marzo de 2017.
- Smithsonian National Museum of Natural History. The fishes collection. Disponible en línea en:
<https://collections.nmnh.si.edu/search/fishes/#new-search>. Consultado el 9 de octubre de 2017.
- The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en línea en:
<http://www.iucnredlist.org>. Consultado el 23 de febrero de 2018.
- Tunnell, J. W. 2005. Biodiversity of the Gulf of Mexico Project. Harte Research Institute for the Gulf of Mexico Studies, Corpus Christi, Texas.
http://cbm.usb.vt.edu/CoMLCaribbean/pdf/III-03_gom_final_pdf.pdf. Consultado el 31 de marzo de 2017.
- Tunnell, J. W. Jr., N. Barrera, C. R. Beaver, J. Davidson, J.E. Gourley, F. Moretzsohn, S. Nañez-James, J. J. Pearce y M. E. Vega. 2007. Checklist

of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coral Reefs and Coral Reef Islands. GulfBase. www.gulfbase.org Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University - Corpus Christi. Corpus Christi, Texas. Consultado el 29 de noviembre de 2016.

Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), *Dipturus olsenii* (Bigelow y Schroeder, 1951), ejemplar de: Colección Ictiológica (CIICMYL ICMYL). En *Portal de Datos Abiertos UNAM* (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://datosabiertos.unam.mx/ICML:CIICMYL:ICMYL-P837.01> Consultado el 14 de noviembre de 2016.

Walker, P.A. 1999. Fleeting images. Dynamics of North Sea ray populations. Tesis Doctoral, Universidad de Amsterdam. Disponible en línea en: https://pure.uva.nl/ws/files/3166465/8075_UBA003000039.pdf. Consultado el 25 de noviembre de 2017.

Wetherbee, B. M. y E. Cortés. 2004. Food consumption and feeding habits. 225-246. En: Carrier, J. C., J. A. Musick y M. R. Heithaus (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*, Segunda edición (2012). CRC Press. Boca Ratón, EE. UU. 596 p.

1. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission: Skates: Clearnose Skate. <http://myfwc.com/research/saltwater/sharks-rays/ray-species/> Consultado el 15 de noviembre de 2016.

Anexo

Cuadro 3. Localidades de muestreo de las campañas analizadas.

CAMPAÑA	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
COBERPES 2	B4	23.04	-86.72
	E4	23.52	-89.82
	E2	23.60	-89.58
	B3	23.09	-86.62
	E7	24.25	-88.21
	D5	24.36	-87.78
	C2	23.39	-86.89
	C3	23.45	-86.88
	D6	24.36	-87.63
	D4	24.37	-87.78
	D1	24.38	-87.70
COBERPES 3	B7	22.82	-86.43
	D1 bis	24.38	-87.72
	B2	22.34	-91.69
	Alfa 10	19.67	-92.76
COBERPES 4	B16 bis	22.40	-91.62
	B18bis	22.43	-91.63
	A5	25.77	-96.22
	B26bis	23.89	-97.17
	C 35	23.51	-97.21
	A2	23.62	-96.30
COBERPES 5	A3	25.79	-96.24
	B16	24.92	-96.61
	B28bis	18.95	-93.87
	B49bis	18.91	-93.86
	A 12	19.57	-92.99
	A 13	19.57	-92.82
	B45	18.97	-94.13
	B31	18.95	-94.12
	B44	19.12	-94.09
	A15	19.27	-93.09
	A9	19.01	-93.84
COBERPES 6	B35	18.75	-94.37
	B28	18.92	-93.86
	A14	19.27	-92.95
	D12	23.67	-87.02
	D13	23.76	-87.10
	E34	23.23	-89.97
	E22	23.56	-89.68
	D11	23.65	-87.07
	F43	22.62	-90.79
	E35	23.30	-89.94
	C6	23.44	-86.88
	C5 rep	23.39	-86.89
COBERPES 7	D10	23.70	-87.06
	E37	23.37	-89.98
	E23	23.51	-89.83
	E28	23.42	-89.99
	A13	19.54	-93.02
	A11	19.30	-92.92
COBERPES 7	A10	19.27	-93.07
	A8	19.00	-93.41
	A12	19.55	-92.82

Cuadro 4. Abundancia total y promedio de *L. garmani*, *L. lentiginosa* y *C. rugosa* en los tres periodos climáticos analizados.

VARIABLE	ESTRATO (m)	PRIMAVERA			VERANO			OTONO		
Número de arrastres donde se colectó al menos una de las tres especies analizadas	200-299	2			0			0		
	300-399	2			5			0		
	400-499	8			2			1		
	500-599	7			6			0		
	600-699	2			6			0		
	700-799	5			0			1		
	800-899	4			0			1		
ESPECIES		<i>L. g</i>	<i>L. l</i>	<i>C. r</i>	<i>L. g</i>	<i>L. l</i>	<i>C. r</i>	<i>L. g</i>	<i>L. l</i>	<i>C. r</i>
Abundancia total de las tres especies	200-299	4	8	0	0	0	0	0	0	0
	300-399	1	5	0	8	25	0	0	0	0
	400-499	18	10	0	0	24	0	4	0	0
	500-599	0	24	2	0	2	3	0	0	0
	600-699	0	0	5	1	0	11	0	0	0
	700-799	0	2	6	0	0	0	0	0	4
	800-899	1	14	6	0	0	0	0	4	2
Abundancia promedio*										
<i>L. garmani</i>	200-299	2								
	300-399	0.5			1.6					
	400-499	2.25			0			4		
	500-599	0			0					
	600-699	0			0.17					
	700-799	0						0		
	800-899	0.25						0		
<i>L. lentiginosa</i>	200-299	4								
	300-399	2.5			5					
	400-499	1.25			12			0		
	500-599	3.43			0.33					
	600-699	0			0					
	700-799	0.4						0		
	800-899	3.5						4		
<i>C. rugosa</i>	200-299	0								
	300-399	0			0					
	400-499	0			0			0		
	500-599	0.29			0.5					
	600-699	2.5			1.83					
	700-799	1.2						4		
	800-899	1.5						2		