



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**CAMBIOS INTERANUALES DE LA DISTRIBUCIÓN Y
ABUNDANCIA DE LOS CRUSTÁCEOS COMPONENTES DE LA
FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN Y SU RELACIÓN
CON EL AMBIENTE EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Biología Marina)

P r e s e n t a

Daniel Mateo Rangel Reséndez

La Paz, Baja California Sur, diciembre de 2022.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 12 horas del día 25 del mes de noviembre del 2022, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

Cambios interanuales de la distribución y abundancia de los crustáceos componentes de la fauna acompañante del camarón y su relación con el ambiente en el Golfo de California.

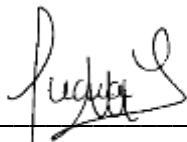
Presentada por el alumno:

Daniel Mateo Rangel Reséndez


Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **BIOLOGÍA MARINA**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

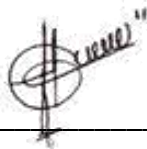
LA COMISIÓN REVISORA



Dra. Juana López Martínez
Co-Directora de Tesis



Dr. Ricardo García Morales
Co-Director de Tesis



Dr. Hugo Herrera Cervantes
Co-Tutor

Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos.

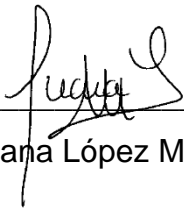
La Paz, Baja California Sur, a 29 de noviembre del 2022.

Los miembros del comité de tesis del (la) estudiante DANIEL MATEO RANGEL RESÉNDEZ del Programa de Maestría en uso, manejo y preservación de los recursos naturales, revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el Vo.Bo. dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

- Herramienta antiplagio:
-iThenticate
- Filtros utilizados:
-Citas excluidas
-Bibliografía excluida
- Porcentajes de similitud:
-12%

	Citas excluidas Bibliografía excluida	12% SIMILAR
Resumen de Coincidencias		
1	Internet 974 palabras revistas.ucr.ac.cr	3%
2	Internet 577 palabras Copiado el 24-Oct-2022 cibnor.repositorioinstitucional.mx	1%
3	Internet 297 palabras hdl.handle.net	1%
4	Internet 237 palabras Copiado el 31-Ene-2021 www.biblioteca.cicimar.ipn.mx	1%
5	Internet 178 palabras Copiado el 21-Mar-2022 www.repositoriodigital.ipn.mx	<1%
6	Internet 170 palabras Copiado el 05-Oct-2022 whc.unesco.org	<1%
7	Internet 118 palabras Copiado el 14-Nov-2021 repositorioinstitucional.uson.mx	<1%
8	Internet 89 palabras Copiado el 23-Sep-2021 doclaver.es	<1%

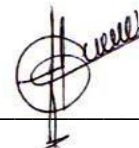
Firmas del comité



Dra. Juana López Martínez



Dr. Ricardo García Morales



Dr. Hugo Herrera Cervantes

Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dra. Juana López Martínez
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Guaymas, Sonora.
Co-director de Tesis

Dr. Ricardo García Morales
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Nayarit.
Co-director de Tesis

Dr. Hugo Herrera Cervantes
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
Co-Tutor de Tesis

Comité Revisor de Tesis

Dra. Juana López Martínez
Dr. Ricardo García Morales
Dr. Hugo Herrera Cervantes

Jurado de Examen

Dra. Juana López Martínez
Dr. Ricardo García Morales
Dr. Hugo Herrera Cervantes

Suplente

Dr. Eduardo Francisco Balart Páez

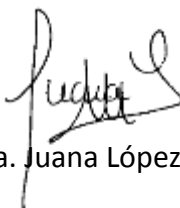
Resumen

La pesca de camarón (PC) es una actividad económica importante en el Golfo de California (GC), aportando divisas y empleos para el Sector Pesquero. Para su desarrollo, se emplean redes de arrastre que capturan incidentalmente otras especies, denominadas fauna de acompañamiento del camarón (FAC), entre ellos, el grupo de los crustáceos es muy numeroso y poco conocido, desconociendo su respuesta a la variabilidad ambiental del GC. Por lo que, se planteó que existe un cambio interanual en la composición, distribución y biomasa de los crustáceos componentes de la FAC, relacionado con el ambiente marino dentro del GC. Para ellos, se emplearon datos procedentes de cruceros prospectivos en la litoral sonorenses de GC realizados por el INAPESCA en periodo de veda (julio y agosto) durante 11 años entre 2002 y 2018. Se obtuvo el elenco sistemático, resultando 51 especies en total, de las cuales 8 son nuevos registros para la FAC del Pacífico mexicano. Se determinó la estructura de tallas, la biomasa mediante el método de área barrida, la distribución latitudinal y batimétrica, resultando una relación de ampliación con el fenómeno La Niña, además de incrementos en las tallas, biomasa absoluta, desplazamientos hacia mayores latitudes y a mayores profundidades durante este evento. Observaciones que fueron confirmadas por los modelos de regresión de las relaciones ambiente recurso de variables como temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice El Niño Oceánico (ONI), siendo la TSM la variable más importante para todos los aspectos analizados. Por último, se realizó una recopilación sobre las percepciones del sector pesquero de Guaymas que dejan ver una precaria situación de la pesca en México, y como eso podría traer consecuencias a la pesca debido a malas prácticas, así como al propio sector por el abandono en el que se encuentra.

Palabras clave: Golfo de California, Captura incidental del camarón, Variabilidad ambiental, Elenco sistemático, Distribución, Biomasa.

ORCID: 0000-0003-3474-6794

Vo.Bo. Co-Directores de Tesis


Dra. Juana López Martínez


Dr. Ricardo García Morales

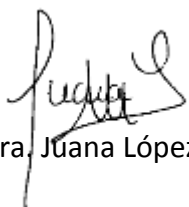
Summary

Shrimp fishing (SF) is an essential economic activity in the Gulf of California (GC), providing foreign exchange and employment for the fishing sector. For its development, trawl nets are used to incidentally capture other species, called shrimp bycatch (SBC), among them, the group of crustaceans is very numerous and little known, and their response to environmental variability in the GC is unknown. Therefore, it was proposed that there is an interannual change in the composition, distribution, and biomass of the crustacean components of the SBC, related to the marine environment within the CG. For this purpose, data from trawls in the Sonoran coast of the CG carried out by INAPESCA during the closed season (July and August) for 11 years between 2002 and 2018 were used. The systematic cast was obtained, resulting in 51 species total, of which 8 are new records for the Mexican Pacific SBC. The size structure, biomass by the swept area method, latitudinal and bathymetric distribution were determined, resulting in a relationship of increase with the La Niña phenomenon, which resulted in increases in sizes, absolute biomasses, displacements to higher latitudes, and greater depths during this event. These observations were confirmed by the regression models of the environmental resource relationships of variables such as sea surface temperature (SST), chlorophyll concentration (Chl-a), and the Oceanic Niño Index (ONI), of which SST was the most crucial variable for all the aspects analyzed. Finally, a compilation, was made on the perceptions of the fishing sector of Guaymas that reveal a precarious situation of fishing in Mexico, and how this could bring consequences to fishing due to bad practices, as well as to the sector it due to abandonment in the one found.

Keywords: Gulf of California, Shrimp bycatch, Environmental variability, Systematic cast, Distribution, Biomass

ORCID: 0000-0003-3474-6794

Vo.Bo. Co-Directores de Tesis


Dra. Juana López Martínez


Dr. Ricardo García Morales

Dedicatoria

A mi padre. Mateo de Jesús Rangel Guerra, que siempre me ha apoyado de todas las formas habidas y por haber, siempre estando presente y procurarme. Gracias por todo.

A mi madre. Isabel Cristina Reséndez Briseño, que nunca deja de preocuparse por mí, buscar siempre la forma de ayudarme, debes saber que te quiero mucho.

A mis abuelos paternos. Simón que, aunque prácticamente no lo conocí, vive en mí a través de todas esas anécdotas que me han contado sobre él. Y mi abuela María, con quien si me tocó vivir muchos momentos y estar con ella hasta el final...Que descansen en paz.

A mis abuelos maternos. Oscar, que siempre tiene palabras sabias para aconsejar y se preocupa por mí. Y mi abuela María, que nunca me deja de sorprender con sus historias de la infancia y me alegra con su tan único “¡Mijo!”, para saludarme cada vez que me ve. Perdonen por no poder estar siempre con ustedes, pero a pesar de eso, los quiero mucho.

A mis hermanas. Marisa y Cristy, quiero que sepan que a pesar de que siempre soy muy callado y apático, quiero que sepan que siempre voy a estar ahí para ustedes.

A mis amigos de la secundaria. Milton y Andrés, disculpen por distanciarme tanto tiempo, ahora que ya terminó este proceso, ya voy a estar más disponible para seguir perpetuando nuestra amistad.

A mis amigas de la prepa. Mayra y Nalleli que, a pesar de pasar largos tiempos sin vernos, es como si ese tiempo nunca pasará y siempre me alegran con sus gratas o no tan gratas palabras.

A los Vagos. Mis hermanos de la facultad, Ávila, Lili, Andrea, Iván y Larry, gracias por seguir continuando con nuestra amistad a lo largo de tantos años, valoro mucho su amistad y espero que perdure por siempre.

Al “Team Rebel” (Andrea, Paula y Carlos), unidos por Guaymas, por tantas risas, apoyo y acompañamiento en los seminarios.

A los “Master Gamers” (Rodrigo, Víctor, Luis Felipe, Imanol, Ricardo y Luis Toledo) por tantas noches épicas de películas o juegos, salidas a pescar y tantas pláticas sin sentido.

A los ex-inquilinos de la RoDaJa. Rodrigo por tantas tardes-noches de películas y series, salidas legendarias a pokemonear, bajoneo extremo y reencontrarme con One Piece; Daniela mi primera amiga de la maestría, gracias por tus pláticas y aguantar cuando nos reunimos los chicos en tu casa; y a Janeth, que nos conocimos poco tiempo y somos muy distintos, la amistad nos terminó uniendo, gracias por ser confidente y compañía durante la maestría.

Al resto mis demás compañeros que conocí a lo largo de la maestría; mi vecina Karen por su chismecito y apoyo y recomendaciones en la mejor colonia de La Paz “Santa Fe”; A Vivi por tantas risas, su amistad, aunque aún me debes mi regalo de cumpleaños; A nuestra repre, Ilse por siempre ser la líder y apoyarnos; Esteban por ser tan whitexican; y a Anayeli, María José, Mariana, Andrea, Paula, Rodrigo, Víctor, Luis Felipe, Imanol, Ricardo, Luis Toledo, Daniela, Janeth, Karen, Esteban y Vivi por tantas aventuras, acampadas en la playa y fiestas en la RoDaJa, las atesoraré por siempre.

A mi novia. Andrea, nuevamente mi compañera de generación, amiga y novia, gracias por todo tu amor y comprensión, por siempre cuidarme, preocuparte por mí, chiflarme y aguantarme de roomie. Y, sobre todo, gracias por aceptar comprometerte conmigo, ya solo resta esperar la fecha 04/05/2024 para estar unidos por siempre.

Por último y no menos importante, dedico mi tesis a mí mismo. Gracias por nunca rendirte, a pesar de que lo pensaste más veces de las que me gustaría. Gracias por ese amor a la biología y a la ciencia en general que, sin eso, esta tesis hubiera sido un martirio. Gracias por la perseverancia que le imprimiste a esta tesis con la esperanza de que tenga un algún impacto y no sea un trabajo más del montón. Gracias por todo.

Agradecimientos

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., CIBNOR y a la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos, por recibirme como alumno, por la formación y apoyo brindado, así como darme la oportunidad de crecer como persona y profesionalista.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el apoyo de la beca otorgada con número 779605/2020.

Al proyecto “Cambios históricos y recientes en la distribución de especies bentónicas y demersales marinas del Golfo de California como efecto del Calentamiento Global. Detección de especies con potencial invasivo” clave SEMARNAT-CONACYT-2018-1-A3-S-77965, del cual surgió mi tesis.

A mi Co-Directora de tesis Dra. Juana López Martínez por aceptarme como su estudiante, por su gran dedicación en cada clase, por sus revisiones realmente exhaustivas de cada versión de la tesis, y su apoyo durante toda la maestría. Gracias por tantas cosas que he aprendido de usted, por toda esa paciencia y comprensión a lo largo de todo el proceso. Gracias por todo.

A mi Co-Director de tesis Dr. Ricardo García Morales, por haber sido el primero que contacté y me recibió, por sus consejos, lecciones y apoyo durante todo este proceso.

A mi Co-Tutor Dr. Hugo Herrera Cervantes que, aunque nuestras interacciones fueron pocas, agradezco su compromiso en cada reunión tutorial donde siempre llegaba a tiempo, por sus conocimientos y guía para el desarrollo de este trabajo como para mi persona.

Al Dr. Carlos Rábago que, aunque no pertenecía a mi comité tutorial, fue parte vital del desarrollo de la tesis. Además de ser el primer investigador que conocí en persona y siempre me brindó su apoyo de manera presencial y remota.

Al Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), a los miembros de la tripulación y personal involucrado en la obtención de las muestras de FAC de los cruceros de camarón por su arduo trabajo, especialmente al Dr. Carlos Rábago y la Dra. Alma Rosa García Juárez por darnos acceso a esta información tan valiosa.

Al Laboratorio de Pesquerías por su incansable labor en el identificación y procesamiento de todas las muestras de la FAC. Particularmente, agradezco a la Dra. Eloísa Herrera Valdivia y al Dr. Rufino Morales Azpeitia, por los datos de los muestreos biológicos de la FAC, consejos y enseñanzas, así como las facilidades para realizar mi trabajo.

A mis compañeros y amigos del posgrado del CIBNOR Unidad Guaymas Jyasu Moreno, Edgar Arzola, Estefani Larios, Edgardo Farach, Leobardo Pérez, Janneth Rojas, Cinthya Nevárez, Nataly Salas y Carlos Acevedo, por sus consejos y apoyo a lo largo de la maestría.

A mis compañeros de maestría del CIBNOR Unidad La Paz que, aunque nos conocimos durante poco tiempo, el posgrado nos unió. Gracias por compartir esos momentos divertidos y tensos que solo se sienten en un posgrado. Gracias por la diversidad de conocimientos y pensamientos que se pueden tener, pero más que nada el interés por la ciencia. Un especial agradecimiento a mis amigos que hicieron más amena y divertida mi estancia, Rodrigo, Daniela, Janeth, Karen, Paula, Carlos, Víctor, Imanol, Luis Felipe, Luis Toledo, Ricardo, Vivi, Anayeli, Esteban, María José y Mariana.

A mi novia Andrea por su apoyo durante noches de desvelo con trabajos o tesis y por aguantarme de roomie.

Finalmente, agradezco a mi familia por estar siempre ahí, ser parte fundamental en mi vida y apoyar todas mis decisiones.

Contenido

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	v
Contenido	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tablas	xiii
Abreviaturas	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Pesca de camarón y su fauna de acompañamiento	3
2.2 Crustáceos como fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	5
2.3 Variabilidad ambiental y procesos oceanográficos en el Golfo de California (GC)	12
2.4 Efectos de la variabilidad ambiental en los crustáceos componentes de la fauna acompañante del camarón (FAC)	17
3. HIPÓTESIS	19
4. JUSTIFICACIÓN	20
5. OBJETIVOS	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos particulares	21
6. MATERIAL Y MÉTODOS	22
6.1 Área de estudio	22
6.2 Obtención y procesamiento de los datos	23
6.2.1 Obtención de los datos	23
6.2.2 Procesamiento de la base de datos	26
6.2.3 Selección de especies principales	27
6.3 Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	28
6.4 Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	28
6.5 Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	29
6.6 Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	31
6.7 Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	31
6.7.1 Obtención de la información ambiental	31
6.7.2 Procesamiento de la información ambiental	31
6.8 Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)	32
7. RESULTADOS	34

7.1	Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	54
7.2	Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	62
7.3	Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	72
7.4	Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	78
7.5	Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	94
7.6	Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	126
8.	DISCUSIÓN	131
8.1	Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	135
8.2	Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	139
8.3	Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	143
8.4	Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	143
8.5	Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	145
8.6	Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).....	146
9.	CONCLUSIÓN	148
10.	LITERATURA CITADA	149

Lista de figuras

Figura 1. Serie histórica de la producción (peso vivo en toneladas) de la pesca industrial y ribereña en México (CONAPESCA, 2010, 2019).	4
Figura 2. Serie de tiempo de anomalías del Índice Oceánico del Niño (ONI) del 1995 – 2020 provenientes del Laboratorio de Ciencias Físicas de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). https://psl.noaa.gov/data/correlation/oni.data	15
Figura 3. Área de estudio compuesta por cuadrantes frente al litoral sonorense del Golfo de California.	23
Figura 4. Diagrama de una red de arrastre representando los cálculos del método del área barrida (Sparre y Venema, 1997).	29
Figura 5. Área de estudio compuesta por zonas y los lances realizados durante los cruceros de veda realizados por INAPESCA de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California. ...	34
Figura 6. Organismos capturados componentes de la FAC por profundidad durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	36
Figura 7. Distribución de capturas de crustáceos componentes de la FAC por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	38
Figura 8. Abundancia relativa de las principales familias, géneros y especies capturadas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	39
Figura 9. Diagramas sobre la distribución a lo largo del Golfo de California (GC) y el interés comercial de las especies capturadas durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	52
Figura 10. Distribución de los órdenes, familias y géneros que componen a las especies capturadas durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	54
Figura 11. Longitud total promedio (mm) anual de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	62
Figura 12. Promedios de longitudes totales (mm) por zonas de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	64
Figura 13. Ancho de cefalotórax de <i>Callinectes arcuatus</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	66
Figura 14. Ancho de cefalotórax de <i>Callinectes bellicosus</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	67
Figura 15. Ancho de cefalotórax (mm) de <i>Euphyllax robustus</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	67
Figura 16. Ancho de cefalotórax (mm) de <i>Hepatus lineatus</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	68

Figura 17. Longitud total (mm) de <i>Sicyonia penicillata</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	68
Figura 18. Longitud total (mm) de <i>Squilla bigelowi</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	69
Figura 19. Longitud total (mm) de <i>Squilla mantoidea</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	69
Figura 20. Longitud total (mm) de <i>Squilla panamensis</i> componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	70
Figura 21. Biomasa absoluta (t/ha) de crustáceos componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	72
Figura 22. Biomasa absoluta de crustáceos (t/ha) componentes de la FAC por especie y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	74
Figura 23. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en las distintas zonas a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	76
Figura 24. Mapa de densidades de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	78
Figura 25. Distribución latitudinal (°) de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	79
Figura 26. Mapa de densidades de <i>Callinectes arcuatus</i> (izquierda superior), <i>Euphyllax robustus</i> (derecha superior), <i>Squilla mantoidea</i> (izquierda inferior) y <i>Callinectes bellicosus</i> (derecha inferior) de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	80
Figura 27. Distribución batimétrica (m) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	82
Figura 28. Distribución batimétrica (m) por zonas donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.....	84
Figura 29. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Callinectes arcuatus</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	86
Figura 30. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Callinectes bellicosus</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	87

Figura 31. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Euphyllax robustus</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	88
Figura 32. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Hepatus lineatus</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	89
Figura 33. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Sicyonia penicillata</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	90
Figura 34. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Squilla bigelowi</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	91
Figura 35. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Squilla mantoidea</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	92
Figura 36. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de <i>Squilla panamensis</i> presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	93
Figura 37. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).	94
Figura 38. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) por zona durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018). ...	96
Figura 39. Concentración de clorofila (mg m^{-3}) de los sitios donde fueron localizadas las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).	98
Figura 40. Concentración de Clorofila (mg m^{-3}) por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).	100
Figura 41. Modelos de las relaciones significativas ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la longitud total (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).	107
Figura 42. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los	

cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).....	113
Figura 43. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), la concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la distribución latitudinal de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).....	119
Figura 44. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la profundidad (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).....	125

Lista de tablas

Tabla 1. Listados de especies de la Fauna Acompañante de Camarón (FAC) de la pesca de arrastre en el Pacífico mexicano; orden: S = Stomatopoda, I = Isopoda, D = Decapoda; “X” marca la presencia de la especie (Brusca, 1980 ₁ ; Hendrickx, 1985 ₂ ; FAO, 1995 ₃ ; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999 ₄ ; Madrid Vera <i>et al.</i> , 2013 ₅ ; INAPESCA, 2016 ₆ ; Tirado-Ibarra <i>et al.</i> , 2020 ₇)......	6
Tabla 2. Clasificación de escalas de tiempo, los factores ambientales que las ocasionan y la respuesta biológica de los organismos (Parrish, 1997)......	13
Tabla 3. Información de la fecha de muestreo, número de lances y zona muestreada durante los cruceros de veda realizados en el área de estudio.	24
Tabla 4. Información sobre el total de lances y sus porcentajes positivos y negativos durante los cruceros de veda realizados por INAPESCA de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	35
Tabla 5. Distribución de individuos por zonas capturadas durante los cruceros de veda realizados durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	37
Tabla 6. Número de individuos capturados por especie de crustáceos presentes en las capturas de FAC durante los cruceros de veda realizados por del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	41
Tabla 7. Número de individuos estimados por especie de crustáceos componentes de la FAC por zona durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	45
Tabla 8. Características biológicas, ecológicas y económicas reportadas sobre las especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (Distr. = Distribución en el Golfo de California; End. = Endémico; Prof. = Profundidad; Ecos = Ecosistema [M = Marino; E = Estuarino]; Prov. Zoogeo = Provincia o subprovincia zoogeográfica [3 = Oregoniana; 4 = Californiana; 5 = Cortés; 6 = Panámica; 7 = Galápagos; 8 = Peru-Chileniana; 10 = Magallanica; 12 = Argentiana; 13 = Caribeña; 14 = Texana; 15 = Caroliniana (Boschi, 2000)]; Estatus = Estatus de conservación; Int. Comer = Interés comercial).	48
Tabla 9. Listado de especies seleccionadas para las estimaciones de distribución, abundancia y relaciones ambiente-recurso.	53
Tabla 10. Elenco sistemático de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en cruceros de veda de camarón realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California. (Estatus de permanencia: A = Abundante, F = Frecuente y C = Común).	55
Tabla 11. Longitud total promedio (mm) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	63
Tabla 12. Longitud total promedio (mm) por zonas de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	65
Tabla 13. Listado de individuos capturados con tallas de primera madurez (L ₅₀) inferiores según la literatura de los principales crustáceos componentes de la FAC durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California. No de ind. totales =	

Número de individuos totales; Ind. con tallas < L ₅₀ ; Porcentaje de Ind. con tallas < L ₅₀ = Porcentaje de individuos con tallas menores a L ₅₀	71
Tabla 14. Biomasa (t/ha) por año y zona a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.	73
Tabla 15. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en los distintos años obtenidos a través del método de área barrida (Ha) durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.....	75
Tabla 16. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en las distintas zonas a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.....	77
Tabla 17. Localización latitudinal (°) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.....	81
Tabla 18. Distribución batimétrica (m) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.....	83
Tabla 19. Distribución batimétrica (m) por zonas donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.....	85
Tabla 20. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó cada una de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).....	95
Tabla 21. Temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó a las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018). ...	97
Tabla 22. Promedios de concentración de clorofila (mg m ⁻³) donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).....	99
Tabla 23. Promedios de concentración de clorofila (mg m ⁻³) por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018). .	101
Tabla 24. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la longitud total (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).....	103
Tabla 25. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).....	109
Tabla 26. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), la concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la distribución latitudinal de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante	71

los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).....	115
Tabla 27. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la profundidad (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).....	121
Tabla 28. Listado de especies que se capturan por la pesca industrial y ribereña en Guaymas, Sonora mencionadas en las entrevistas a algunos productores y tomadores de decisiones.	127
Tabla 29. Listado de especies de crustáceos encontradas fuera del rango de distribución reportadas en <i>Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California</i> (Brusca <i>et al.</i> , 2005b; Hendrickx, 2005a; b), el registro atípico y el año, así como registros posteriores.	133
Tabla 30. Listado de nuevos crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	136
Tabla 31. Listados de especies de la Fauna Acompañante de Camarón (FAC) de la pesca de arrastre en el Pacífico mexicano reportadas en la subprovincia Cortés, pero que no fueron capturadas en este estudio; Provincias Zoogeo = Provincia o subprovincia zoogeográfica [3 = Oregoniana; 4 = Californiana; 5 = Cortés; 6 = Panámica; 7 = Galápagos; 8 = Peru-Chilena (Boschi, 2000)]; “X” marca la presencia de la especie (Brusca, 1980 ₁ ; Hendrickx, 1985 ₂ ; FAO, 1995 ₃ ; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999 ₄ ; Madrid Vera <i>et al.</i> , 2013 ₅ ; INAPESCA, 2016 ₆ ; Tirado-Ibarra <i>et al.</i> , 2020 ₇).	138
Tabla 32. Comparación de rango de tallas de las especies principales componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.	141

Abreviaturas

GC	Golfo de California
PC	Pesca de camarón
FAC	Fauna de acompañamiento del camarón
TSM	Temperatura superficial del mar
Chl-a	Concentración de clorofila
ONI	Índice El Niño Oceánico (Oceanic Niño Index)
ENSO	El Niño Oscilación del Sur (El Niño-Southern Oscillation)
PDO	Oscilación Decadal del Pacífico Norte (Pacific Decadal Oscillation)
LT	Longitud total
AC	Ancho de cefalotórax
L₅₀	Talla de primera madurez
PRONACES	Programas Nacionales Estratégicos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
INAPESCA	Instituto Nacional de Pesca
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization)
WoRMS	Registro Mundial de Especies Marinas (World Register of Marine Species)
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

1. INTRODUCCIÓN

El Golfo de California (GC) es uno de los mares interiores más importantes del Pacífico Oriental, albergando a la región pesquera más importante de México (Lluch-Cota *et al.*, 2007). La pesca industrial de camarón que ahí se desarrolla, ocupa el primer lugar en el mercado nacional con las mayores aportaciones de divisas (INAPESCA, 2016) y la generación de empleos, además de su alto aporte nutricional en proteína; por lo tanto, se considera justificable cualquier esfuerzo orientado hacia su manejo sustentable (López-Martínez *et al.*, 2012).

La pesca industrial del camarón se lleva a cabo mediante el método de arrastre, técnica controversial que ha sido señalada por sus consecuencias adversas en distintos componentes del ecosistema a través de la remoción de nutrientes, destrucción del hábitat, sobrepesca de especies no objetivo y de especies objetivo y cambios del ecosistema (Jennings y Kaiser, 1998). No obstante, se ha documentado que los efectos negativos asociados a la pesca de arrastre en el hábitat marino del GC no han sido significativos, lo cual se ha relacionado a los procesos oceanográficos inherentes de esta zona (Sánchez *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2012).

Por otro lado, el problema de las especies que no son el objetivo de la pesca (pesca incidental) persiste y se estima que alrededor de 114,000 toneladas de estos grupos de organismos son descartados al año (Madrid-Vera *et al.*, 2007). Estas especies son conocidas como la fauna de acompañamiento del camarón (FAC), la cual está compuesta por peces, crustáceos, moluscos y equinodermos (López-Martínez *et al.*, 2012; Herrera-Valdivia *et al.*, 2015). En el caso particular de los crustáceos, es común encontrarlos dentro de la FAC (López-Martínez *et al.*, 2010; Rodríguez-Filho *et al.*, 2020), conformando hasta un 16.5%, siendo el segundo grupo más abundante en el Océano Pacífico (López-Martínez *et al.*, 2012) y representando del 11% de la captura comercial en el GC (Rábago-Quiroz *et al.*, 2008, 2011, 2012).

Si bien, se conoce que los crustáceos componen una fracción muy importante de la FAC en la mayoría de las pesquerías de camarón del mundo efectuadas por arrastre, muy poco se sabe de su composición específica, estructura de tallas, distribución y biomasa, mucho menos de su variación interanual. Es conocido que la dinámica del medio marino varía en escalas espacio-temporales, teniendo cambios ambientales que afectan la dinámica reproductiva de las

poblaciones, induciendo cambios interanuales en el momento y la duración del período reproductivo en relación con las condiciones óptimas (Leal-Gaxiola *et al.*, 2001), igualmente en el crecimiento y la mortalidad de los mismos (López-Martínez *et al.* 2003, 2008). Los efectos de la variabilidad ambiental en el grupo de los crustáceos se puede evaluar a través de dos variables principales, la temperatura, que influye en la actividad metabólica de los organismos (Ponce-Palafox *et al.*, 2012) y la concentración de clorofila (Chl-a) se refleja la disponibilidad de alimento en el medio (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013).

Los crustáceos componentes de la FAC en el GC son poco conocidos, por lo que, determinar su composición específica y los cambios interanuales en su distribución y biomasa, son deseables para contribuir al conocimiento de las especies que habitan en el GC, su biodiversidad y a un mejor manejo de estos potenciales recursos. Esta tesis plantea que considerando que al ser el GC una zona transicional templado-tropical, la alta variabilidad interanual prevalece en el GC y debe existir un cambio interanual en la distribución y biomasa de los crustáceos componentes de la FAC de la pesca de camarón que se efectúa en la costa oriental del GC, relacionado con el ambiente marino del GC. Por lo anterior, en este trabajo se evaluó la composición específica de los crustáceos componentes de la FAC, su distribución y biomasa, y su relación con la variabilidad ambiental del margen oriental del GC, con la finalidad de contribuir al conocimiento de las especies que habitan en el GC, a su biodiversidad y aportar información que contribuya a un manejo adecuado del recurso pesquero.

2. ANTECEDENTES

2.1 Pesca de camarón y su fauna de acompañamiento.

La pesquería del camarón representa la actividad pesquera más importante a nivel nacional, ocupando el primer lugar en infraestructura (i. e. embarcaciones registradas y longitud de atraque de los puertos pesqueros nacionales, siendo Mazatlán el más importante), en valor de la producción pesquera nacional y en valor de exportaciones de productos pesqueros; además, ocupa los primeros tres lugares en volumen de producción pesquera (junto con la sardina y el atún); y cuarto lugar en volumen de exportación de productos pesqueros (López-Martínez *et al.*, 2000a; Garza, 2019). La pesca se efectúa de dos maneras distintas, la industrial, realizada por barcos con redes de arrastre en aguas marinas de Jurisdicción Federal y la ribereña, con embarcaciones menores o tipo panga, que emplean atarrayas, chinchorros de línea o redes de arrastre en sistemas lagunario-estuarinos, aguas marinas costeras y en aguas marinas en el Alto Golfo de California (DOF, 2018).

En términos de volumen, el camarón se encuentra posicionado en el lugar 2 de la producción pesquera en México; sin embargo, por su valor, es considerado el lugar 1 y teniendo a Sinaloa y Sonora, como las principales entidades productoras (CONAPESCA, 2019). Esta pesquería llegó a aportar hasta 52,000 t de peso vivo en 2015, provenientes de la pesca industrial; no obstante, en los últimos años, se ha observado un repunte de la pesca ribereña, superando a la industrial a partir de 2017 (Fig. 1) (CONAPESCA, 2010, 2019).

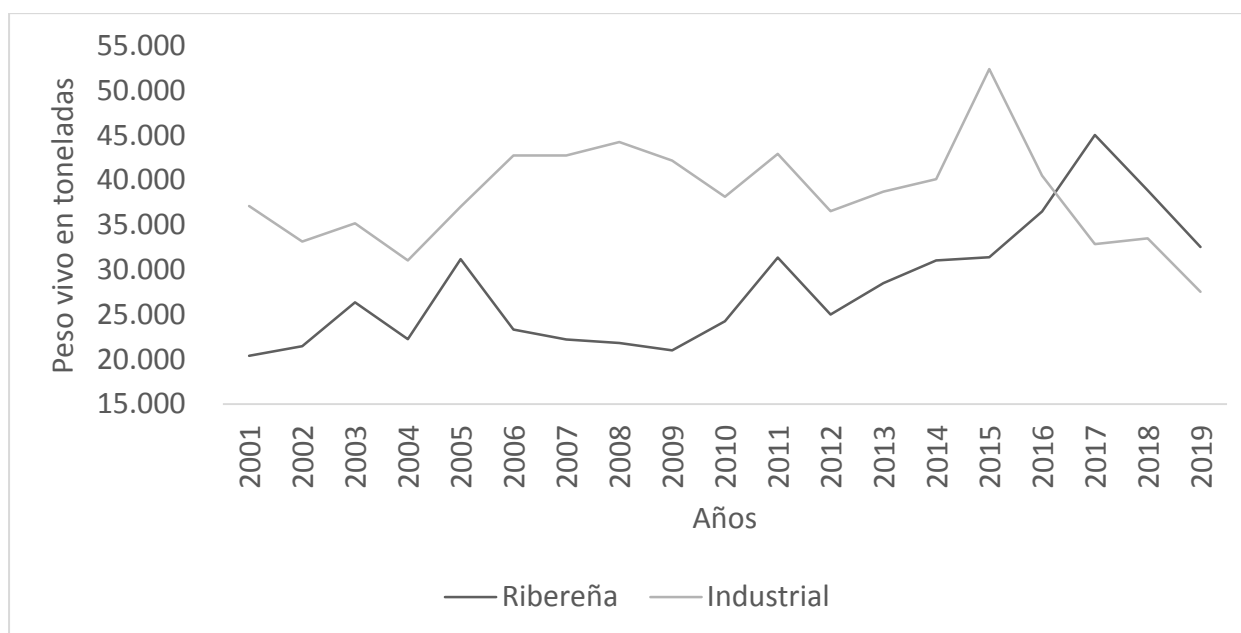


Figura 1. Serie histórica de la producción (peso vivo en toneladas) de la pesca industrial y ribereña en México (CONAPESCA, 2010, 2019).

En las costas del océano Pacífico, se lleva a cabo la pesca de camarón, teniendo como especies objetivo el camarón azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson, 1871), blanco (*Penaeus vannamei* Boone, 1931), café (*Penaeus californiensis* Holmes, 1900) y cristal (*Penaeus brevisrostris* Kingsley, 1878) (DOF, 2018). En esta zona se han reportado capturas anuales de hasta 30,000 t, con máximos de 53,000 t en 2011-2012, destacando por sus aportaciones Sinaloa con 43% y Sonora con 38% (DOF, 2018).

Una de las principales problemáticas que enfrenta el sector industrial y ribereño en la captura de camarón, es la pesca incidental de especies no objetivo o fauna de acompañamiento (López-Martínez *et al.*, 2000a; Balmori *et al.*, 2012); asimismo, se ha estimado que el camarón compone menos del 20% de la biomasa demersal en sus áreas de captura (López-Martínez y Morales-Bojórquez, 2012), llegando a estimar que las pesquerías de camarón en México descartan el 46% en el Golfo de México y hasta 77% en el océano Pacífico (Bojórquez, 1998).

En años recientes, se han obtenido valores altos de este grupo en la pesca de camarón, lo cual parece reflejar que los camarones se han pescado en zonas costeras caracterizadas por altas tasas de diversidad biológica, encontrándose grandes concentraciones de peces, crustáceos y

moluscos (incluyendo además equinodermos y esponjas) (López-Martínez *et al.*, 2012). La FAC está compuesta por peces e invertebrados, algunos de valor comercial para la pesca de escama ribereña, incluyendo organismos juveniles < 5 cm (Amezcu Martínez *et al.*, 2005; Amezcu *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2010; Rábago-Quiroz *et al.*, 2012). Esto podría reducir el stock reproductivo y facilitar la sobrepesca de los recursos, en ambos casos con consecuencias negativas para la resiliencia del ecosistema (Caddy, 2007).

Los nuevos esquemas de ordenación pesquera, dentro del marco de manejo ecosistémico de las pesquerías, impulsan el desarrollo de innovaciones tecnológicas en redes de arrastre de camarón para mitigar sus efectos, con énfasis en aquellas que reduzcan la captura incidental (Broadhurst, 2000; Eayrs, 2007; Uhlmann *et al.*, 2019). Sus implementaciones obligatorias mediante dispositivos reductores de la captura incidental en las redes camaroneras de arrastre han reducido el problema (Broadhurst *et al.*, 2006; Hannah *et al.*, 2015; McHugh *et al.*, 2017; Vieira *et al.*, 2017; Depestele *et al.*, 2018; DOF, 2018; Winger *et al.*, 2018). Aun así, la cantidad de especies no objetivo que se captura es considerable (Rodríguez Vite, 2020).

2.2 Crustáceos como fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Los crustáceos son un grupo ampliamente distribuido, solamente del orden Decapoda, uno de los más abundantes, se han registrado un total de 5,350 especies en el continente americano; particularmente, en el Golfo de California (GC), que se divide en la barrera biogeográfica formada por la isla Tiburón y Ángel de la Guardia, teniendo la provincia zoogeográfica Panámica al sur y la subprovincia Cortés al norte, con una composición de crustáceos decápodos de 825 y 265, respectivamente, dando un total de 1090 especies, lo que representa un 20% de la diversidad (Boschi, 2000). Asimismo, estudios centrados en el GC, han reportado 1,051 especies de crustáceos, de los cuales, 623 fueron decápodos, es decir un 13% (Lluch-Cota *et al.*, 2007).

En el caso particular de la costa de Sonora, no existe un listado de especies de crustáceos de la fauna acompañante del camarón (FAC), existiendo pocos estudios donde se registre este grupo, como Arzola-Sotelo (2012) quien solo aborda especies de la familia Squillidae en la costa de Sonora, tales como, *Squilla mantoidea* Bigelow, 1893, *Squilla bigelowi* Schmitt, 1940 y *Squilla panamensis* Bigelow, 1891, otros trabajos son los de López-Martínez y colaboradores (2012, 2014) que reportan la dinámica poblacional de las jaibas componentes de la FAC en el GC.

Asimismo, existen otros seis trabajos previos en distintas zonas del Pacífico mexicano que se centran en la clase Malacostraca, reportando 3 órdenes, 40 familias y 117 especies (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO, 1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020); comenzando, con Brusca (1980), que investigó sobre invertebrados intermareales del GC, reportando 2 órdenes y 6 familias divididas en 9 especies frecuentemente capturadas en arrastres camaroneros; Hendrickx (1985) trabajó sobre la FAC del GC, encontrando 3 órdenes, 31 familias y 80 especies; la guía de la FAO (FAO, 1995) que abarca el Pacífico Centro-Oriental, donde se mencionan 38 especies, divididas en 17 familias y 3 órdenes, esto dentro del Pacífico mexicano; Godínez-Domínguez y González-Sansón (1999) realizaron arrastres en las costas de Jalisco y Colima de mayo a noviembre de 1995, aportando 2 órdenes, 9 familias compuestas por 19 especies; Madrid Vera y colaboradores (2013) analizaron la FAC del Alto Golfo de California, encontrando solo 2 órdenes, 3 familias y 5 especies de crustáceos; INAPESCA (2016) realizó campañas de investigación pesquera en el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec entre los años de 2004 a 2014, reportando 3 órdenes, 21 familias y 52 especies; Tirado-Ibarra (2020) de cruceros comerciales de enero a marzo del 2015, desde las costas de Sinaloa hasta Guerrero, reportando 2 órdenes, 10 familias y 17 especies (Tabla 1).

Tabla 1. Listados de especies de la Fauna Acompañante de Camarón (FAC) de la pesca de arrastre en el Pacífico mexicano; orden: S = Stomatopoda, I = Isopoda, D = Decapoda; “X” marca la presencia de la especie (Brusca, 1980₁; Hendrickx, 1985₂; FAO, 1995₃; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999₄; Madrid Vera *et al.*, 2013₅; INAPESCA, 2016₆; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020₇).

Orden	Familia	Especie	Listados de especies de la FAC							
			80 ₁	85 ₂	95 ₃	99 ₄	13 ₅	16 ₆	19 ₇	
S	Eurysquillidae	<i>Eurysquilla veleronis</i>		X						
S	Hemisquillidae	<i>Hemisquilla californiensis</i>		X	X					
S	Lysiosquillidae	<i>Lysiosquilla manningi</i>		X	X					
S	Squillidae	<i>Michalisquilla parva</i>		X	X				X	
S	Squillidae	<i>Squilla aculeata</i>		X					X	
S	Squillidae	<i>Squilla biformis</i>		X						
S	Squillidae	<i>Squilla bigelowi</i>	X	X					X	X

S	Squillidae	<i>Squilla hancocki</i>		X		X		X	X
S	Squillidae	<i>Squilla mantoidea</i>	X	X	X		X	X	X
S	Squillidae	<i>Squilla panamensis</i>		X	X	X		X	X
S	Squillidae	<i>Squilla tiburonensis</i>	X	X					
I	Cymothoidae	<i>Cymothoa exigua</i>		X				X	
I	Cymothoidae	<i>Livoneca bowmani</i>		X					
D	Aethridae	<i>Hepatus chiliensis</i>						X	
D	Aethridae	<i>Hepatus kossmanni</i>		X	X			X	X
D	Aethridae	<i>Hepatus lineatus</i>	X	X	X			X	
D	Albuneidae	<i>Albunea lucasia</i>						X	
D	Alpheidae	<i>Automate sp.</i>		X					
D	Alpheidae	<i>Synalpheus mexicanus</i>		X					
D	Axiidae	<i>Axiopsis baronai</i>				X			
D	Axiidea	<i>Guyanacaris caespitosa</i>				X			
D	Calappidae	<i>Calappa convexa</i>		X	X			X	X
D	Calappidae	<i>Calappula saussurei</i>		X	X			X	
D	Calappidae	<i>Cryptosoma bairdii</i>					X		
D	Calappidae	<i>Mursia gaudichaudi</i>		X					
D	Calappidae	<i>Platymera gaudichaudii</i>				X			
D	Calcinidae	<i>Aniculus elegans</i>		X					
D	Calcinidae	<i>Dardanus sinistripes</i>		X			X		
D	Calcinidae	<i>Dardanus stimpsoni</i>						X	
D	Calcinidae	<i>Trizopagurus magnificus</i>		X					
D	Callianassidae	<i>Callianassa sp.</i>		X					
D	Cancridae	<i>Cancer porteri</i>		X					
D	Cancridae	<i>Cancer johngarthi</i>				X			
D	Cancridae	<i>Glebocarcinus amphioetus</i>		X	X				
D	Crangonidae	<i>Mesocrangon munitella</i>		X					
D	Diogenidae	<i>Areopaguristes</i>						X	

mclaughlinae

D	Diogenidae	<i>Clibanarius digueti</i>	X				
D	Diogenidae	<i>Clibanarius janethaigae</i>					X
D	Diogenidae	<i>Clibanarius lineatus</i>	X				
D	Diogenidae	<i>Paguristes digueti</i>	X				
D	Diogenidae	<i>Petrochirus californiensis</i>	X	X	X		X
D	Epialtidae	<i>Herbstia camptacantha</i>	X	X			
D	Epialtidae	<i>Libinia mexicana</i>	X				X
D	Epialtidae	<i>Neodoclea boneti</i>					X
D	Epialtidae	<i>Notolopas mexicanus</i>					X
D	Epialtidae	<i>Stenocionops ovatus</i>					X
D	Ethusidae	<i>Ethusa steyaerti</i>					X
D	Inachoididae	<i>Collodes sp.</i>	X				
D	Inachoididae	<i>Collodes tenuirostris</i>			X		X
D	Inachoididae	<i>Paradasygygius depressus</i>	X		X		X
D	Inachoididae	<i>Podochela sp.</i>	X				
D	Inachoididae	<i>Pyromaia tuberculata</i>	X				X
D	Inachoididae	<i>Stenorhynchus debilis</i>	X	X			X
D	Leucosiidae	<i>Persephona orbicularis</i>					X
D	Leucosiidae	<i>Persephona subovata</i>			X		X
D	Leucosiidae	<i>Persephona townsendi</i>					X
D	Lysiosquillidae	<i>Lysiosquilla desaussurei</i>	X				
D	Lysmatidae	<i>Lysmata californica</i>	X				
D	Lysmatidae	<i>Lysmata intermedia</i>	X				
D	Lysmatidae	<i>Lysmata nayaritensis</i>					X
D	Majoidae	<i>Maiopsis panamensis</i>	X				
D	Munididae	<i>Munida mexicana</i>	X				
D	Munididae	<i>Munida refulgens</i>	X				
D	Munididae	<i>Munida sp.</i>	X				
D	Munididae	<i>Munida tenella</i>	X				

D	Munididae	<i>Pleuroncodes planipes</i>	X			
D	Munididae	<i>Pleuroncodes sp.</i>	X			
D	Paguridae	<i>Pagurus gladius</i>	X			
D	Paguridae	<i>Pagurus smithi</i>	X			
D	Palaemonidae	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>				X
D	Palicidae	<i>Palicus sp.</i>	X			
D	Palinuridae	<i>Panulirus gracilis</i>	X	X		X
D	Palinuridae	<i>Panulirus inflatus</i>				X
D	Palinuridae	<i>Panulirus interruptus</i>	X	X		
D	Pandalidae	<i>Heterocarpus vicarius</i>	X			
D	Pandalidae	<i>Pantomus affinis</i>	X	X		
D	Panthenopidae	<i>Mesorhoea bellii</i>				X
D	Parthenopidae	<i>Leiolambrus punctatissimus</i>	X			
D	Parthenopidae	<i>Parthenope exilipes</i>	X			
D	Penaeidae	<i>Metapenaeopsis beebei</i>		X		
D	Penaeidae	<i>Metapenaeopsis mineri</i>	X			
D	Penaeidae	<i>Metapenaeopsis sp.</i>			X	
D	Penaeidae	<i>Penaeus brevirostris</i>		X	X	
D	Penaeidae	<i>Penaeus californiensis</i>		X		
D	Penaeidae	<i>Penaeus stylirostris</i>		X		
D	Penaeidae	<i>Penaeus vannamei</i>		X		X
D	Penaeidae	<i>Rimapenaeus pacificus</i>	X	X		X
D	Penaeidae	<i>Trachysalambria brevisuturae</i>	X		X	
D	Penaeidae	<i>Xiphopenaeus riveti</i>	X	X		X
D	Porcellanidae	<i>Porcellana cancrisocialis</i>				X
D	Portunidae	<i>Achelous acuminatus</i>				X
D	Portunidae	<i>Achelous asper</i>	X		X	X X

D	Portunidae	<i>Achelous tuberculatus</i>						X
D	Portunidae	<i>Achelous xantusii</i>	X		X			X
D	Portunidae	<i>Arenaeus mexicanus</i>	X	X	X			X
D	Portunidae	<i>Callinectes arcuatus</i>	X	X		X	X	X
D	Portunidae	<i>Callinectes bellicosus</i>	X			X		X
D	Portunidae	<i>Callinectes toxotes</i>						X
D	Portunidae	<i>Cronius ruber</i>		X				X
D	Portunidae	<i>Euphylax dovii</i>	X	X				
D	Portunidae	<i>Euphylax robustus</i>	X	X	X	X	X	X
D	Processidae	<i>Processa aequimana</i>	X					
D	Processidae	<i>Processa peruviana</i>	X	X				
D	Pseudorhombilidae	<i>Oediplax granulata</i>						X
D	Scyllaridae	<i>Evibacus princeps</i>	X	X	X			X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia affinis</i>						X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia aliaffinis</i>	X	X				X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia disdorsalis</i>	X	X	X		X	X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia disedwardsi</i>	X	X	X		X	
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia ingentis</i>	X					X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia martini</i>	X		X			
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia penicillata</i>	X					X
D	Sicyoniidae	<i>Sicyonia picta</i>	X	X				
D	Solenoceridae	<i>Hymenopenaeus doris</i>	X					
D	Solenoceridae	<i>Solenocera florea</i>	X	X	X			
D	Solenoceridae	<i>Solenocera mutator</i>	X	X	X		X	
D	Xanthidae	<i>Edwardsium lobipes</i>	X					

Dentro de estas especies, solo algunas tienen interés comercial debido en gran medida al tamaño pequeño de los organismos que son capturados en las redes de arrastre y a lo poco que se sabe de su disponibilidad y abundancia y su biología, por lo que no han sido sujetos de pesca comercial, siendo un potencial recurso a aprovecharse en un futuro. Como ejemplo, se tienen al

camarón mantis *Squilla* spp. (Arzola-Sotelo *et al.*, 2012) y varias especies de crustáceos bentónicos del GC (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991), que son explotadas comercialmente en países desarrollados en Europa y el Sudeste de Asia (Martin, 1991; Abelló y Martín, 1993; Galil y Zenetos, 2002; Maynou *et al.*, 2004). Particularmente, debido a su talla, *Squilla mantoidea* es considerada el mayor recurso comercial entre los estomatópodos de la zona (Hendrickx, 1995b; Arzola-Sotelo *et al.*, 2012).

Los camarones cacahuete o roca, son otro recurso importante, pertenecientes a la familia Sicyoniidae y algunos son comúnmente encontrados en los arrastres de camarón (Hendrickx, 1995c). Dentro de los que son más aprovechados se encuentra *Sicyonia penicillata* Lockington, 1878 (López-Martínez *et al.*, 1999, 2019), *Sicyonia ingentis* (Burkenroad, 1938) (Hendrickx, 1995c; López-Martínez *et al.*, 2019, 2020) y *Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871 (Kennedy *et al.*, 1977; Arreguín-Sánchez, 1981), siendo los que son comercialmente explotados, en especial *S. penicillata* y *Sicyonia disdorsalis* en el Golfo de California (López-Martínez *et al.*, 1999, 2002) y *S. brevirostris* en el Golfo de México (Arreguín-Sánchez, 1981), con alta demanda en la costa de Florida; por otro lado, *S. disdorsalis* (Burkenroad, 1934) es capturado para subsistencia (Hendrickx, 1995c).

Las jaibas son otro de los crustáceos de gran importancia presentes en la FAC, que en el Pacífico mexicano está constituido por la jaiba verde *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859), azul *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 y negra *Callinectes toxotes* Ordway, 1863, siendo Sinaloa y Sonora los principales productores, teniendo una producción de hasta 14,000 ton anuales en 2008 y 2014 (DOF, 2018). Y si bien, estas especies son encontradas dentro de la FAC capturada por la pesca industrial (López-Martínez *et al.*, 2014), componen un recurso de importancia para el sector ribereño, debido a que es una alternativa de captura durante el periodo de veda del camarón y por su calidad de exportación para el mercado americano (Cisneros-Mata *et al.*, 2014), además de ser de las especies capturadas más abundantes (Balmori *et al.*, 2012), convirtiéndose en uno de los pilares que sostiene la pesca ribereña.

Asimismo, se ha enfatizado el desconocimiento de las especies que conforman la FAC, en aspectos básicos de biología, dinámica y estructura poblacional (Arzola-Sotelo *et al.*, 2012), a pesar de que la pesca de camarón en la costa oriental del GC inició en 1920, teniendo más de

100 años de desarrollo (López-Martínez *et al.*, 2000a). Debido a esto, hay una necesidad apremiante de realizar estudios orientados a caracterizar los crustáceos componentes de la FAC, evaluar el estado de salud de las poblaciones, su distribución y biomasa que coadyuve al conocimiento de su ecología, conservación y potencial aprovechamiento.

2.3 Variabilidad ambiental y procesos oceanográficos en el Golfo de California (GC).

La variabilidad es una propiedad intrínseca del sistema climático de la Tierra, presentando ciclos en diferentes escalas (López-Martínez, 2008). El GC que es un mar epicontinental casi totalmente rodeado por elevaciones topográficas y conectado al océano abierto en su parte sur, creando una condición de aislamiento, sumado a ser una zona de transición templado-tropical, favorece unas características atmosféricas, oceanográficas y ecológicas únicas (Lluch-Cota y Arias-Aréchiga, 2000), aunado a una fuerte estacionalidad en prácticamente todas las variables físicas y ecológicas, tendiendo a aumentar de sur a norte (Lluch-Cota *et al.*, 2007). Esta variedad de efectos climáticos y oceanográficos provocan fluctuaciones en abundancia, biomasa, estructura de edad y patrones de distribución del recurso pesquero, como los detallados en la Tabla 2 (Parrish, 1997).

Tabla 2. Clasificación de escalas de tiempo, los factores ambientales que las ocasionan y la respuesta biológica de los organismos (Parrish, 1997).

Tipo	Periodo	Factores ambientales	Respuesta biológica
Clima	1-5 días	Tormentas, inundaciones	Comportamiento, distribución, efectos la historia de vida temprana
Estacional	2-3 meses	Mezcla turbulenta de invierno, transporte en alta mar, temperatura de la temporada de desove, floración de primavera.	Crecimiento, reservas de energía, rendimiento reproductivo, deriva larval, éxito reproductivo
Interanual	1-2 años	Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO)	Crecimiento, reclutamiento, distribución
Régimen	5-30 años	Cambios en la circulación oceánica, desarrollo de la flota pesquera	Cambios en la capacidad de carga, efectos de la sobreexplotación
Geológico	+100 años	Erosión y sedimentación, cambios en el nivel del mar, movimiento de placas.	Extinciones y evolución

Uno de los grandes retos que está enfrentando el planeta es el cambio climático. En el GC, se detectó un incremento en la temperatura del mar que se remontan a 1950 (Lluch-Belda *et al.*, 2005), lo que coincide con la aceleración del desarrollo humano que sucedió a mediados del siglo XX (Steffen *et al.*, 2007). No obstante, además del calentamiento mencionado anteriormente, a pesar de amplias revisiones sobre los impactos del cambio climático en el GC en 2010 (Lluch-Cota *et al.*, 2010) y en 2016 (Páez-Osuna *et al.*, 2016), no se han encontrado otros efectos que indiquen alguna consecuencia significativa, aun revisando algunos de los principales efectos como el aumento del nivel del mar o acidificación oceánica; mencionando

que la variabilidad ambiental parece estar completamente dominada por la interacción con fenómenos como Oscilación Decadal del Pacífico Norte (PDO) y El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) (Lluch-Cota *et al.*, 2010).

El fenómeno del ENSO ha sido señalado como el evento más importante de variabilidad interanual en el GC (Herrera-Cervantes *et al.*, 2007). Registrando efectos variados y dependientes de su intensidad y fase; como fases tenemos dos, la cálida o El Niño y la fría o La Niña (García-Morales *et al.*, 2017); mientras que, por su intensidad se clasifican en débil, moderado, fuerte y muy fuerte (Quinn y Neal, 1987). Adicionalmente, debido a la distancia entre el Pacífico-ecuatorial y el GC, el arribo a aguas del GC es otro factor, registrando que tarda de 2-3 meses en llegar a la boca del GC y de 20-25 días en recorrer toda sus costas (Herrera Cervantes, 2008), por lo que, en eventos de intensidad débil, sus efectos son menos evidentes en la sección centro y norte (Hidalgo-González y Álvarez-Borrego, 2004; Kahru *et al.*, 2004). Por lo anterior, algunos de los principales efectos registrados han sido aumentos en la productividad en La Niña (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020), cambios en la concentración de clorofila (Chl-a) positivos en La Niña y negativos en El Niño (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013; Robles-Tamayo *et al.*, 2020) e incremento de florecimientos algales en La Niña y decremento en El Niño (Páez-Osuna *et al.*, 2016).

Unas de las principales formas para medir la intensidad de los eventos ENSO en el Pacífico ecuatorial, es por medio de índices, y uno de los más utilizados es el Índice Oceánico del Niño (ONI), el cual es estimado a partir de una media móvil de 3 meses de anomalías de la TSM en la región de El Niño 3.4, situada entre los 5°N –5°S y 120°–170°O. Este índice ha sido documentado desde 1950, dividiendo los eventos en débiles (con una anomalía de SST de 0.5 a 0.9), moderados (anomalía de 1.0 a 1.4), fuertes (anomalía de 1.5 a 1.9) y muy fuertes (anomalía \geq 2.0) (Trenberth, 1984; Herrera-Cervantes *et al.*, 2020). En el GC diversos autores han observado efectos asociados a eventos ENSO cuando estos son de intensidad moderada o mayor; situándonos en los años del estudio, algunos de los años mencionados son 2002-2003, 2007-2008, 2009-2010, 2010-2011 y 2015-2016 (Herrera Cervantes, 2008; McClatchie *et al.*, 2008; Lluch-Cota *et al.*, 2010; Pérez-Arvizu *et al.*, 2013; García-Morales *et al.*, 2017; Robles-Tamayo *et al.*, 2020). Adicionalmente, entre los años 2003-2018 en el GC, se describió un periodo frío que duró del 2003-2013, seguido de un periodo cálido que abarcó del 2014-2018, ambos

influenciados por fenómenos ENSO (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020). La Figura 2 muestra el índice ONI donde se observan los eventos ENSO moderados, fuertes y muy fuertes (Fig. 2).

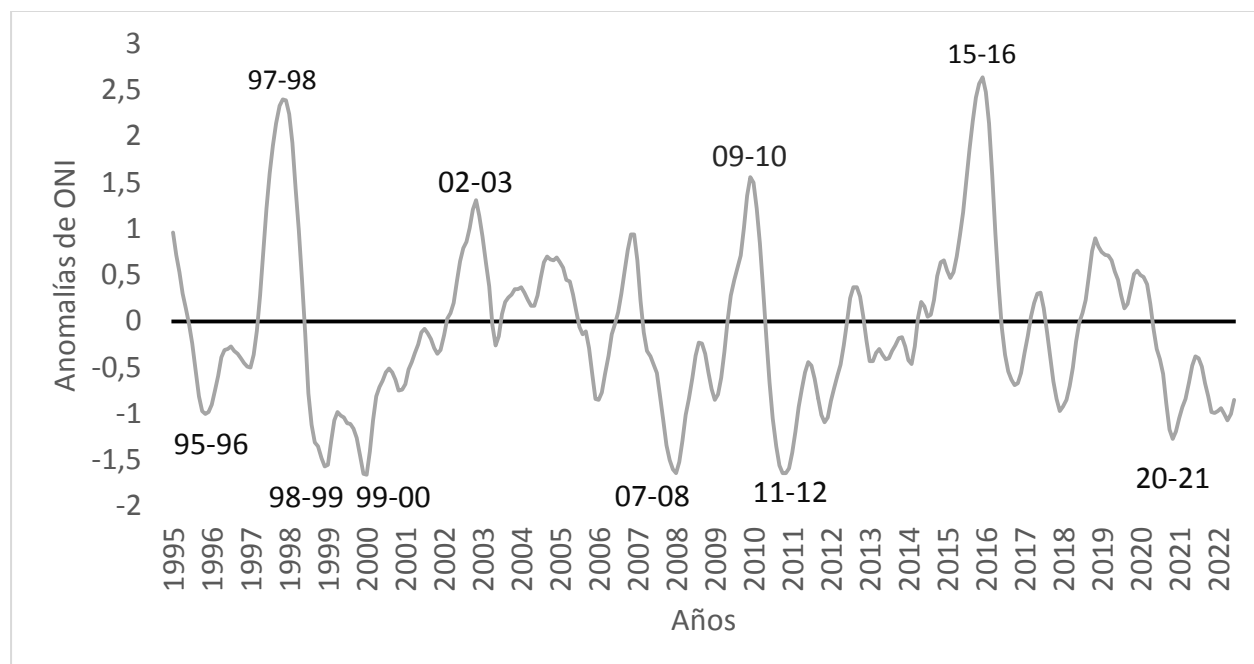


Figura 2. Serie de tiempo de anomalías del Índice Oceánico del Niño (ONI) del 1995 – 2020 provenientes del Laboratorio de Ciencias Físicas de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). <https://psl.noaa.gov/data/correlation/oni.data>.

Este estudio se centra en la zona costera oriental del GC, área donde se ha observado la presencia de una gran cantidad de fenómenos de mesoescala, con estructuras tales como giros ciclónicos y anticiclónicos, filamentos de concentraciones de clorofila, surgencias y la intrusión de agua de la Corriente Costera Mexicana (García-Morales *et al.*, 2017; Farach-Espinoza *et al.*, 2021). De acuerdo con la regionalización del GC efectuada por Robles-Tamayo *et al.* (2020), esta zona corresponde a la región central, con una fuerte variabilidad anual, seguida por eventos semestrales, estacionales e interanuales, con una climatología característica (García Morales *et al.*, 2017; Robles-Tamayo *et al.*, 2020)).

La temperatura superficial del mar (TSM) se considera la variable más importante en oceanografía, por su influencia en propiedades físicas, químicas y biológicas de los océanos, siendo una excelente métrica para observar cambios en los ecosistemas marinos (Filipponi *et*

al., 2017). En el GC se ha observado una tendencia de la TSM a disminuir latitudinalmente de sur a norte (Soto Mardones *et al.*, 1999; Escalante *et al.*, 2013). No obstante, Robles-Tamayo y colaboradores (2018) encontraron que durante los meses cálidos la tendencia cambia y ocurre un incremento latitudinal de sur a norte, con la región norte registrando temperaturas superiores al resto de las zonas. Esta conducta de la región norte se debe a que está rodeada por desiertos que le aportan una gran radiación solar (Robles-Tamayo *et al.*, 2018), aunado a su baja profundidad (Lavin, M.F., Marinone, 2003), que llega hasta los 300 m, comparado con la zona central que se extiende hasta los 2,800 m (Roden, 1958); en tanto que, la región central y sur se ven influenciadas por el Pacífico y su entrada y salida de masas de agua (Castro *et al.*, 2000), que generan una menor variabilidad de la temperatura a lo largo del año (Robles-Tamayo *et al.*, 2018). Adicionalmente, se ha observado que el ENSO representa la mayor influencia en la variabilidad interanual de la TSM en el GC (Herrera-Cervantes *et al.*, 2007).

Por otro lado, la concentración de clorofila es otra variable de gran relevancia, debido a su utilidad para los análisis de cuantificación de la biomasa fitoplanctónica, el cual es la base principal de la red trófica en la zona pelágica, permitiendo conocer la distribución de zonas de productividad primaria y determinar los niveles de fertilidad de los océanos (Chavez *et al.*, 2011; Robles-Tamayo *et al.*, 2020). Por otro lado, los valores de Chl-a muestran variaciones interanuales y se ha identificado concentraciones altas, debido a las surgencias, que a su vez se ven fuertemente influenciados por los eventos ENSO (García-Morales *et al.*, 2017).

La productividad primaria es mayor en la costa oriental del GC, con excepción del norte de la zona occidental, que presenta una mayor área eutrófica que la costa oriental en Sonora (Heras-Sánchez *et al.*, 2019). En la zona costera de Sonora entre 2001-2020, se observaron diferencias latitudinales en la concentración de Chl-a, mientras que, la zona central y norte tuvieron condiciones similares, mostrando los promedios más bajos, comparadas con la zona Sur y Grandes Islas que presentaron niveles altos de 2002 a 2012 y descensos de 2013 a 2016 (Robles-Tamayo *et al.*, 2020).

2.4 Efectos de la variabilidad ambiental en los crustáceos componentes de la fauna acompañante del camarón (FAC).

Es conocido que el ambiente es altamente determinante en la dinámica de las poblaciones de los crustáceos, debido a su condición de organismos poiquiloterms (Vernberg y Vernberg, 1969; Atkinson, 1995; Cuculescu, Hyde y Bowler, 1995), por lo que, al ser organismos que no termoregulan, la temperatura influye fuertemente en este grupo (Crococ y van der Velde, 1995; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001; López-Martínez *et al.*, 2002, 2003; De León *et al.*, 2005; López-Martínez *et al.*, 2005, 2008; Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009) y todos los organismos poseen valores óptimos fisiológicamente, lo que se conoce como ventana ambiental óptima, la cual es un rango de condiciones ideales determinado por la tolerancia de las especies a factores limitantes (Cury y Roy, 1989).

En el caso de la estructura de tallas de las poblaciones de los crustáceos, la misma es influenciada por factores ambientales, ya que el medio ambiente es determinante en el éxito de la supervivencia larval (Cushing, 1990; Farrell *et al.*, 1991; Pinedas, 1994; Criales y Lee, 1995), igualmente se conoce que los períodos de reproducción son más largos durante temporadas cálidas (Estrada-Valencia, 1999; Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003; Santamaría-del-Ángel *et al.*, 2011; Diarte-Plata *et al.*, 2018), afectando el desarrollo de las gónadas, la reproducción y la supervivencia de los estadios larvales (Leal-Gaxiola *et al.*, 2001), además de alteraciones en el crecimiento por cambios de temperatura (Del Valle-Lucero, 1989), estas últimas pueden ser influenciadas por eventos El Niño, con incrementos de talla cuando su intensidad es moderada o débil, o verse afectada cuando son de intensidad fuerte (López-Martínez 2000; López-Martínez *et al.*, 2003).

Asimismo, en términos de abundancia, se ha encontrado una relación estrecha entre ambiente y capturas (Barret y Ralph, 1977; Castello y Moller, 1978; Da Silva, 1986; Sheridan, 1996). El ENSO es uno de los eventos del que se han registrado más afectaciones, con mayores abundancias en La Niña y disminuciones en El Niño en *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei* y *Penaeus occidentalis*; caso contrario en *Penaeus californiensis* y *Penaeus brevirostris*, que presentan incrementos en El Niño y disminuciones en La Niña (Díaz-Ochoa, 2003; INAPESCA, 2016; DOF, 2018).

Respecto a la distribución atípica temporal de especies registrada por diversos autores en condiciones El Niño, Paredes y colaboradores (2004) plantearon tres teorías principales: la primera es sobre procesos migratorios por larvas bentónicas o juveniles de especies pelágicas transportadas por corrientes marinas (Zinsmeister, 1974; Diaz y Ortlieb, 1993; Arntz y Fahrbach., 1996), lo cual ha sido descrito en *Pleuroncodes planipes* (Hubbs, 1948; Lluch-Belda *et al.*, 2005), *Callinectes arcuatus* y *Achelous xantusii* (Williams *et al.*, 2001; Sadowski *et al.*, 2018); la segunda es de una tropicalización causada por eventos El Niño, que permite alcanzar latitudes que ocuparon en tiempos remotos (DeVries, 1986; Rollins *et al.*, 1986; Devries, 1987; DeVries y Wells, 1990); y finalmente, algunos autores sostienen que el acercamiento de aguas cálidas de zonas oceánicas a la costa, posibilita la creación de áreas de refugio, observado en algunas especies de moluscos y crustáceos portunidos (Tarazona y Valle, 1998; Paredes *et al.*, 2004).

Muchos de estos cambios latitudinales en la distribución fueron registrados por Lluch-Belda y colaboradores (2005) en una recopilación de desplazamientos anómalos de las especies desde 1918-2002, encontrando una aparente relación entre desplazamientos al norte durante eventos El Niño (McGowan *et al.*, 1998; Lonhart y Tupen, 2001; Williams *et al.*, 2001; Lluch-Belda *et al.*, 2005; Goddard *et al.*, 2016), así como efectos opuestos durante eventos La Niña (Diaz y Kiladis, 1992). En crustáceos del género *Callinectes* se han documentados diversos desplazamientos al norte (Piers, 1920; Hubbs, 1948; Perry, 1972; Williams *et al.*, 2001; Knott *et al.*, 2003; Kuris *et al.*, 2007; Johnson, 2015; Sadowski *et al.*, 2018). Por otro lado, en el hemisferio sur, hay registros de *C. arcuatus* en costas de Chile durante eventos El Niño, siendo que la distribución sureña de esta especie llega hasta Perú (Fischer y Wolff, 2006).

Por último, también existen cambios en la distribución batimétrica de los crustáceos, y estos se han asociado a las condiciones ambientales (Fariña *et al.*, 1997). En algunos casos, se han observado desplazamientos a aguas profundas durante condiciones cálidas o El Niño (Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; López-Martínez, 2000) o durante periodos fríos (Pérez-Farfante, 1969). Por el contrario, se han encontrado agregaciones masivas de *Euphyllax dovii* Stimpson, 1860 en zonas superficiales de bahías occidentales de las Islas Galápagos en 2007 (Hickman y Zimmerman, 2000) y en Isla Cocos, Costa Rica durante el EN de 2015 (Hearn *et al.*, 2020). Estos movimientos se han atribuido a una migración vertical de especies asociado a la supervivencia (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

3. HIPÓTESIS

Existe un cambio interanual en la distribución y biomasa de los crustáceos componentes de la FAC, relacionado con el ambiente marino dentro del litoral sonorense en el GC.

4. JUSTIFICACIÓN

El GC alberga a la región pesquera más importante de México, donde se realiza la pesca industrial de camarón, ocupando el primer lugar en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, el método de pesca que utiliza es arrastre, mismo que captura especies que no son el objetivo de la pesca, también conocidas como fauna acompañante del camarón FAC; dentro de este grupo se encuentran los crustáceos, que han sido poco estudiados, por lo cual, determinar su composición específica y los cambios interanuales en su distribución y biomasa son deseables para contribuir a su conocimiento y un manejo adecuado de estos recursos. Con el cumplimiento de los objetivos planteados y una vez obtenidos los resultados del proyecto de tesis, se pretende contribuir al conocimiento de la biodiversidad del Golfo de California, además de impactar significativamente en la generación de conocimiento científico a las instituciones de investigación y educativas mediante presentación de ponencias en congresos, artículos científicos, foros de divulgación con el sector productivo y actores clave en la toma de decisiones de los estados aledaños al GC (Sonora, Sinaloa y la península de Baja California) involucradas con medio ambiente y el manejo de recursos naturales.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar los cambios en la composición específica, distribución y biomasa de los crustáceos componentes de la Fauna Acompañante del Camarón de la pesquería de camarón que se desarrolla en el litoral sonorense del GC del periodo del 2002 al 2018 y su relación con variables ambientales.

5.2 Objetivos particulares

1. Obtener un elenco sistemático de los crustáceos componentes de la FAC en el litoral sonorense del GC entre 2002 y 2018.
2. Determinar la estructura de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la FAC del periodo del 2002 al 2018 en el litoral sonorense del GC.
3. Determinar la biomasa de las principales especies de crustáceos componentes de la FAC del periodo del 2002 al 2018 en el litoral sonorense del GC.
4. Determinar la distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos componentes de la FAC del periodo del 2002 al 2018 en el litoral sonorense del GC.
5. Determinar la relación ambiente-recurso entre la concentración de clorofila y temperatura superficial del mar y la distribución de las principales especies de crustáceos componentes de la FAC del periodo del 2002 al 2018 en el litoral sonorense del GC.
6. Sintetizar la percepción sobre la FAC y sus cambios de abundancia y distribución asociadas al ambiente mediante entrevistas hacia los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio.

El GC es un mar interior, limitado por la península de Baja California al oeste y la costa de Sonora, Sinaloa y Nayarit al este, y comunicado abiertamente con el Océano Pacífico hacia el sur (Roden, 1964). Se localiza en la zona de transición entre los regímenes climáticos tropicales y subtropicales, por lo que presenta una variabilidad climática compleja (Lluch-Cota *et al.*, 2010). Durante el verano dominan vientos relativamente débiles provenientes del sureste, mientras que en invierno predominan con mayor intensidad los vientos procedentes del noroeste (Marinone *et al.*, 2004; Lluch-Cota *et al.*, 2007), resultando en dos períodos anuales marcados, uno frío con alta productividad biológica y uno cálido con baja productividad, ambos separados por dos tiempos cortos de transición (Álvarez-Molina *et al.*, 2013; García-Morales *et al.*, 2017).

El presente estudio se llevó a cabo en el GC, particularmente en el litoral sonorense, una de las áreas de mayor producción de camarón en el país. El área de estudio (26.3°N, -109.2°O - 31.3°N, -114.9°O) está compuesta por 34 cuadrantes de 0.5 x 0.5 grados, comprendiendo una extensión de 64,289 km² y ~1,250 km de línea costera. Esta zona se ubica desde Puerto Peñasco al norte, pasando por Bahía Kino y Guaymas, hasta el sur en Agiabampo, Sonora, limitando con la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, mientras que del lado de Baja California va de San Felipe hasta San Luis Gonzaga. Asimismo, estos cuadrantes se dividieron en 5 zonas, utilizando como referencia la subdivisión zoogeográfica del GC que comienza en el Norte del GC y el Centro son divididas por una línea que va de la región norte de Kino, Sonora a Punta San Francisquito, Baja California; Y la zona Central y Sur son separados por un línea que inicia en Guaymas, Sonora y termina en La Paz, Baja California Sur, esto fue establecido por Walker (1960) y modificado por Thomson (2000), (Thomson *et al.*, 2000; Brusca *et al.*, 2005a). Los cuadrantes situados en la región norte fueron divididos en dos, unos orientados hacia la costa de Baja California, denominada como zona Noroeste (NO) y los otros cuadrantes que se encuentran del lado del Sonora, como zona Norte (N), debido a las observaciones sobre las diferencias entre las costas oriental y occidental hechas por Heras-Sánchez y colaboradores (2019); los cuadrantes situados en la región sur del GC se dividieron en tres zonas, la zona centro (C) que corresponde Bahía, siendo el Centro del GC (Walker, 1960); mientras que el Sur del GC de Walker (1960), fue divididos para tener una superficie similar al resto de áreas, estando compuesto por la zona sur

(S) de Guaymas a Bahía de Lobos, y la zona sureste (SE) que abarca Yavaros y Agiabampo, llegando hasta la Bahía de Topolobampo (Fig. 3).

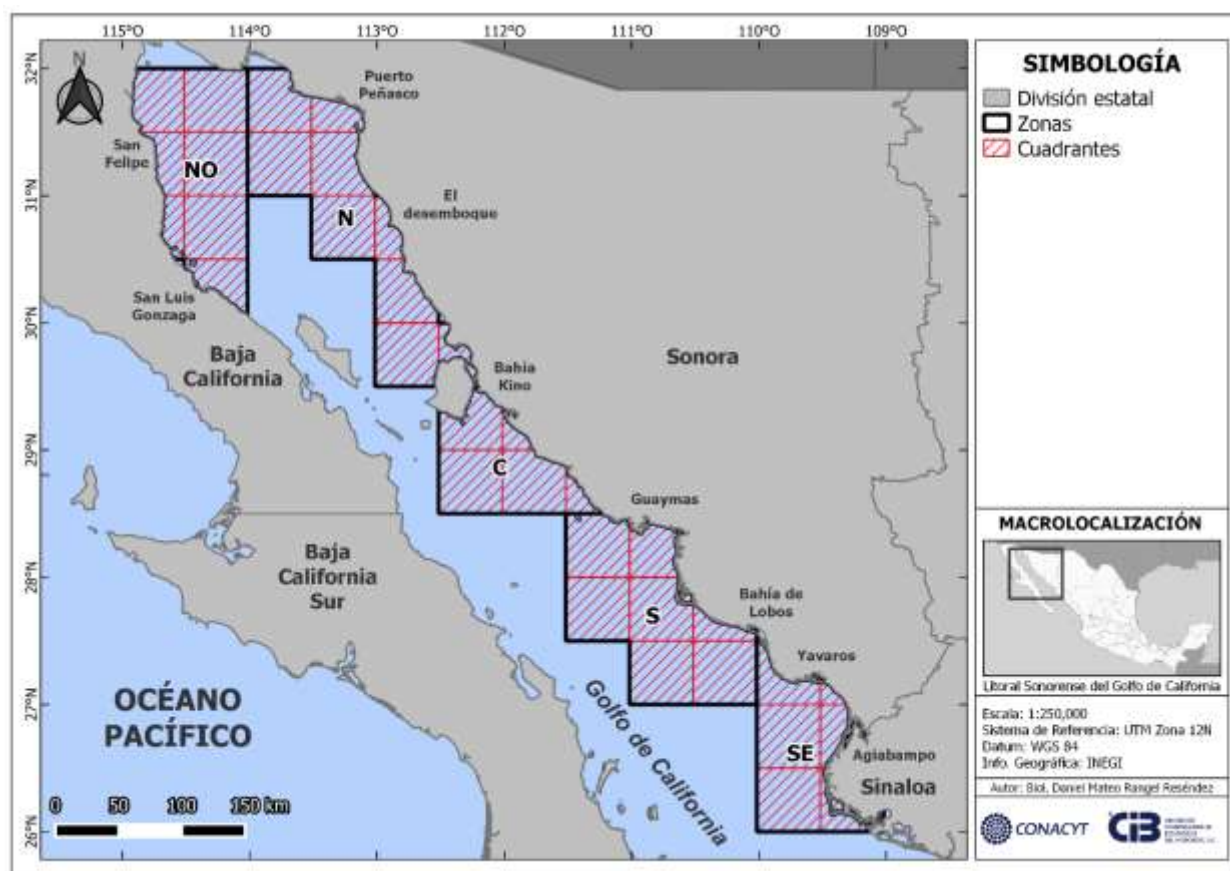


Figura 3. Área de estudio compuesta por cuadrantes frente al litoral sonorense del Golfo de California.

6.2 Obtención y procesamiento de los datos.

6.2.1 Obtención de los datos.

La información utilizada en esta tesis forma parte del proyecto PRONACES-SEMARNAT-CONACYT-2018-1-A3-S-77965, que se está desarrollando con base en muestras de FAC recolectadas durante cruceros de veda de camarón efectuados por el INAPESCA y en los que participo personal técnico del CIBNOR Guaymas en el litoral sonorense del GC durante los años de 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2015, 2016, 2017 y 2018, mismas que fueron procesadas en el laboratorio de Pesquerías del CIBNOR y el INAPESCA Guaymas y los datos integrados en bases de datos. No obstante, como los datos de 2002 y 2003 están incompletos, solo fueron usados para el listado de especies de crustáceos presentes en la FAC (Tabla 3).

Tabla 3. Información de la fecha de muestreo, número de lances y zona muestreada durante los cruceros de veda realizados en el área de estudio.

Fechas de muestreos	Zonas (Área de estudio)	No. de lances muestreados
Veda julio-agosto 2002	Centro, Sur y Sureste	33
Veda julio 2003	Norte, Sur y Sureste	37
Veda julio-agosto 2004	Noroeste, Norte, Centro, Sur y Sureste	111
Veda agosto 2005	Norte, Centro, Sur y Sureste	56
Veda julio-agosto 2007	Noroeste, Norte, Centro, Sur y Sureste	79
Veda julio-agosto 2008	Noroeste, Norte, Centro, Sur y Sureste	138
Veda julio-agosto 2011	Noroeste y Norte	35
Veda julio 2015	Centro, Sur y Sureste	156
Veda julio-agosto 2016	Noroeste, Norte, Centro, Sur y Sureste	173
Veda julio-agosto 2017	Centro, Sur y Sureste	100
Veda julio-agosto 2018	Centro, Sur y Sureste	108

Los muestreos se realizaron dentro de la zona Norte del Golfo que se localiza entre los 31° N, -114.5°O y 29° N, -112.3°O; mientras que, Sonora que abarca desde los 28.4° N, -112.3° O y 25.5° N, -109.2° O, ambas procedentes del programa de camarón del Pacífico del INAPESCA (INAPESCA, 2016). Los cruceros se efectuaron durante los meses de julio y agosto a bordo de los Buques DELLY IV (2002), BIP XI (2003-2011) y CHUYITO XXVIII (2016-2018), durante el periodo de veda del camarón, que abarca de marzo a septiembre de cada año (DOF, 2018). Estos cruceros tienen como objetivo principal analizar las condiciones de las poblaciones del camarón para definir la apertura y cierre de la temporada de pesca comercial de este recurso.

Estos cruceros aportan información comparable entre ellos debido a que siguen la misma metodología. El área donde se realizaron estos cruceros comprende las Zonas 10 y 20 del programa de muestreo de camarón del Pacífico del INAPESCA (INAPESCA, 2011). Sus límites se ubicaron al extremo Norte por el Paralelo 31° N por una línea imaginaria entre San Felipe, Baja California y Puerto Peñasco, Sonora (línea que marca el límite inferior de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado) y al Sur hasta la desembocadura del Río Fuerte, Sinaloa. Los arrastres se efectuaron con dos redes de arrastre camaroneras con abertura de 30.5 m, una longitud de 30 m (boca), luz de malla de 50 mm y una longitud de 30 m, con la que se efectúan arrastres continuos en dirección paralela a la costa con una duración de una hora durante las 24 horas del día, esto es, día y noche, registrando en la bitácora de pesca la posición inicial y final de la pesca, hora de inicio y fin de ésta, profundidad de pesca, velocidad de arrastre, y la temperatura de mar y ambiental (INAPESCA, 2011). Al finalizar el arrastre, la captura se depositó sobre la cubierta registrándose el peso de camarón por especie, así como el peso de la FAC.

Para los muestreos biológicos de la FAC, se tomó una muestra al azar con un peso cercano a 20 kg, cantidad estimada por la FAO para muestreos de FAC, calibrada por López-Martínez (2006), siguiendo criterios estándar (Box *et al.*, 2008), después se separó por grupo taxonómico, se guardó en una bolsa y se colocó en congelación para su posterior análisis en laboratorio. La identificación y procesamiento del material biológico se realizó en el Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR, Unidad Guaymas en Sonora y Laboratorio de Peces del CIBNOR La Paz.

A cada una de las especies presentes se les asignó una clave y se tomó fotografía digital, en aquellas especies donde la identificación era incierta, se solicitó la ayuda del Dr. Michael Hendricks, especialista en crustáceos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, además de conformar un álbum de FAC del Golfo de California.

Se efectuó un muestreo masivo de cada una de las especies presentes, consistente en la determinación de longitud total (desde la punta del rostrum hasta la punta del telsum), longitud abdominal (desde el primer segmento hasta la punta del telsum) en camarones, longitud y ancho del cefalotórax en caso de las jaibas y cangrejos, además de otras medidas en otros grupos taxonómicos tales como longitud del manto para los calamares, alto y ancho del vértice

caracoles y peso total en todos los organismos. La identificación taxonómica de las especies fue efectuada basándose en los capítulos de crustáceos de la Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca - Pacífico centro-oriental (Hendrickx, 1995c; d, b, e; a), además de otras claves de crustáceos como (Lemaitre y Alvarez León, 1992; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2003; García-Madrugal, 2007; Arzola-González *et al.*, 2010; Salgado-Barragán y Hendrickx, 2010; Torres-Alfaro *et al.*, 2012). La información generada, fue integrada en una base de datos de Excel por personal del laboratorio. Ejemplares de referencia fueron fijados con formaldehído a 10% y preservados en alcohol etílico a 70%. Este material se encuentra en el Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR, Campus Guaymas, para posteriormente ser incorporado a la Colección del Centro. Toda esta información fue registrada, georreferenciada y concentrada en bases de datos para su análisis. Igualmente se integró una base de datos con los registros de bitácora de viaje de cada crucero, misma que incluye información sobre los lances, área, fecha, hora, coordenadas, temperatura, profundidad del arrastre y datos del peso capturado.

6.2.2 Procesamiento de la base de datos.

Con las dos bases de datos (biológica y de la bitácora) se llevó a cabo el procesamiento de datos. Comenzando con la bitácora de los lances, se realizó un análisis exploratorio de la base, con la finalidad de ubicar y corregir datos anómalos. Se estandarizaron todas las coordenadas a formato de grados decimales, para su posterior georreferenciación en el programa QGIS 3.22 (QGIS Project, 2022), donde por medio de la referencia de las fechas, número de lance, estación y subzona, se reubicaron aquellos lances mal ubicados. Asimismo, se estimó la ruta con base en su coordenada inicial y final, con lo que se midió y verificó la distancia entre cada lance para encontrar errores en la ubicación, así como determinar el punto central de esa ruta (centroide) y sus coordenadas. Con todos los puntos en los sitios correctos, se extrajeron las coordenadas y se sustituyeron en la base de datos.

Por su parte, con el listado biológico se revisó la taxonomía de todas las especies de la base en el Registro Mundial de Especies Marinas WoRMS (<https://www.marinespecies.org>), para asegurar que todas las especies de crustáceos contenidas en la base estuvieran registradas en el Golfo de California, así como su distribución latitudinal y datos biológicos de las especies, consultando Brusca (2005) para organismos del orden Isopoda, Hendrickx (2005a) para Decapoda y (2005b) para Stomatopoda.

Después, se realizó una búsqueda exhaustiva sobre la longitud máxima, distribución, ecosistema, profundidad, estatus de conservación (en CITES, SEMARNAT y UICN), interés comercial (el interés comercial fue catalogado en Alto, para los camarones *Penaeus*, siendo uno de los crustáceos más aprovechados; Medio, los organismos mencionados en la Carta Nacional Pesquera o que cuentan con amplia información sobre su interés; Bajo, aquellos que son mencionados en la guía FAO (Hendrickx, 1995c; d, b, e; a) para la identificación de especies para fines de la pesca o tengan pocos datos sobre su interés en publicaciones; Nulo, no hay datos sobre su aprovechamiento) e información sobre biogeografía (si es una especie residente y endémica); para ello se recurrió principalmente al SeaLifeBase (<https://www.sealifebase.ca>) y listados de la FAO sobre crustáceos. Con la información sobre distribución se confirmó que todas las especies identificadas pertenecían al área de estudio.

Posterior a eso, se trabajó con los pesos y tallas de todas las especies, utilizando la referencia de longitud máxima de cada especie para establecer un límite y modificar los posibles errores en mediciones. En casos particulares donde faltó alguno de los dos datos (peso o talla) se estimó una relación biométrica peso-talla en Excel mediante la cual se pudo determinar la información faltante, ajustando al mejor modelo utilizando como indicador de la varianza explicada el coeficiente de determinación (Sparre y Venema, 1997). Para aquellos casos en los que no tenía registro de ambos datos, se les asignó el promedio calculado para la especie en cuestión.

Con la información de los lances a los que pertenece cada especie, se revisó si existían discrepancias entre el listado biológico y la bitácora, utilizando de referencia la fecha, número de lance, subzona y estación para revisar la presencia de algún error. Al mismo tiempo, en la base de datos de la bitácora se registró una columna con presencia o ausencia de capturas por cada lance para análisis posteriores. Por último, a todas las especies se les asignaron coordenadas iniciales, finales y el centroide con base en la fecha y lance donde fueron capturadas.

6.2.3 Selección de especies principales.

Para la selección de las especies en los cuales se centró los análisis posteriores de biomasa y distribución, se utilizó la información previamente recolectada sobre cada una, incluyendo el interés comercial, estatus de conservación, aspectos de distribución, y si es residente y/o

endémico; esta búsqueda fue principalmente soportada por la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018), capítulos referentes a crustáceos de la guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca (Hendrickx, 1995c; d, b, e; a), la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010) y datos procedentes de la Lista Roja de Especies Amenazadas UICN y CITES. Otra variable por considerar en la selección de las especies fue la cantidad de datos en los años que se registraron para cada una de ellas.

6.3 Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Los elencos sistemáticos son de gran relevancia para el conocimiento de la biodiversidad y han retomado relevancia debido a su importancia en la toma de decisiones con un enfoque de manejo sustentable a nivel ecosistémico (Rodríguez-Romero *et al.*, 2012).

En un primer paso, las especies fueron clasificadas según su abundancia relativa como: abundantes (A), aquéllas con una abundancia relativa mayor al 1%; frecuentes (F), especies con abundancias relativas entre 0.1 y 0.99%; comunes (C), con abundancias relativas entre 0.01 y 0.099%; raras (R), con abundancias relativas menores a 0.01% (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008).

Sumando la información recopilada sobre la taxonomía, nombre común de cada especie y su clasificación de abundancia, se ordenaron los datos con base en el arreglo del “Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados”, donde se estableció el elenco sistemático siguiendo el orden indicado en el capítulo 10 para Stomatopoda (Hendrickx, 2005), el capítulo 11 para los Peracarida : Isopoda (Brusca *et al.*, 2005b) y el capítulo 14 para Decapoda: Dendrobranchiata, Caridea, Palinura, Anomura y Brachyura (Hendrickx, 2005).

6.4 Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Para obtener las estructuras de tallas de las especies de crustáceos, se agruparon los organismos en intervalos de 5 mm de LT y se graficaron en histogramas por especie y por zona en el programa Excel 365.

6.5 Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La estimación de biomasa absoluta se determinó por medio del método de área barrida descrito por Sparre y Venema (1997) y adaptado por Rábago-Quiroz (2011) sobre las zonas dentro del área de estudio y fue calculado en el programa Excel 365. Este método parte de los supuestos de que la pesca se efectuó al azar y que todos los individuos son atrapados al paso de la red.

Los datos requeridos para los análisis como el desplazamiento, longitud de relinga superior y el tiempo de duración fueron tomados durante los muestreos.

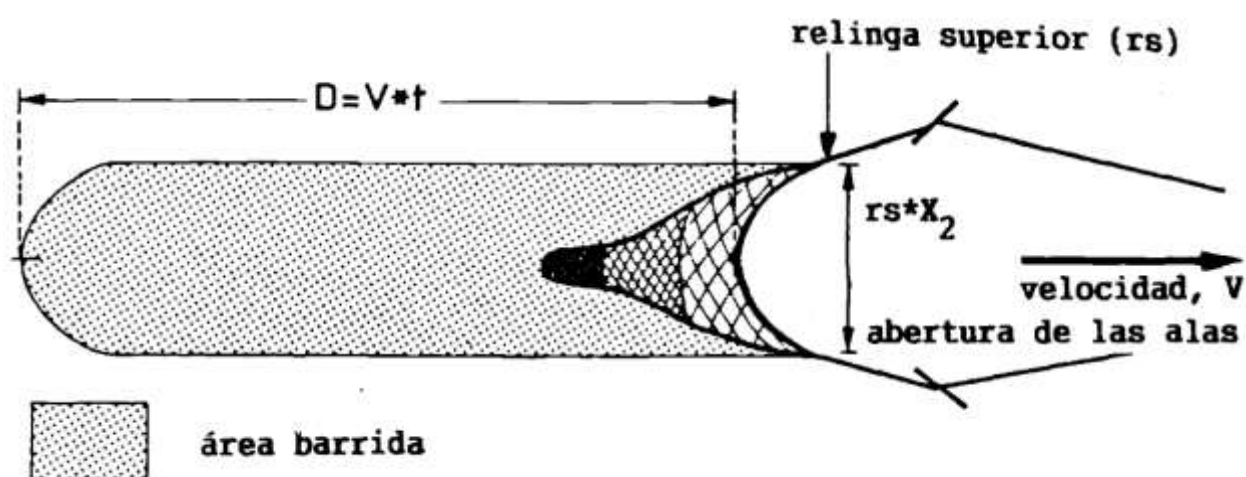


Figura 4. Diagrama de una red de arrastre representando los cálculos del método del área barrida (Sparre y Venema, 1997).

El área barrida obtiene su nombre de la zona por la que se desplaza sobre un sector de la red de arrastre, cuya área es igual a la longitud del sector por el ancho de la red (Fig. 4). Ésta se calcula con las siguientes formula:

$$D = V * t \qquad a = D * rs * X_2 \qquad (1)$$

Donde primero se calcula D que es la distancia, V es la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo y t es la duración del arrastre. Con la distancia calculada, se procede estimar el área barrida (a), multiplicando la distancia (D) por la relinga superior (rs) y la abertura de las alas (X_2).

Para estimar la biomasa se utilizó la captura por unidad de área (CPUA) calculando la captura por lance entre el área mediante la fórmula:

$$\frac{Cp/t}{a/t} = \frac{Cp}{a} \quad kg/mn^2 \quad (2)$$

Donde Cp es la captura en peso por lance, t es el tiempo (en horas) de la duración del lance, Cp/t es la captura en peso por hora, a es el área barrida y la a/t es el área barrida por hora.

La estimación de la biomasa promedio por área (\bar{b}) obtenida a partir de la siguiente fórmula donde Cp/a es la captura media por unidad de área de todos los lances y $X1$ la parte de la biomasa capturada realmente en el sector efectivo de barrido. El valor de $X1$ se sitúa entre 0.5 y 1.0, pero para nuestro caso de estudio se tomó el valor de 1, debido que se requiere experimentación para determinar el valor para cada especie (Rábago-Quiroz *et al.*, 2011):

$$\bar{b} = \frac{(Cp/a)}{X1} \quad kg/mn^2 \quad (3)$$

La estimación de la biomasa total (B) se realizó a partir del tamaño total del área de estudio (A mn^2), Cp/a y $X1$:

$$B = \frac{(Cp/a)*A}{X1} \quad (4)$$

Posteriormente, con el fin de obtener una mayor precisión, se realizó una estratificación del área, obteniendo así la estimación de biomasa para cada zona del área de estudio. Esto se logró mediante la ecuación para la estimación de biomasa de forma estratificada de Sparre y Venema (1997), donde:

$$B = \frac{A}{X1} * \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^v Ca(i) = \frac{A}{X1} * \bar{Ca} \quad (5)$$

La varianza para cada área muestreada se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$VAR (B) = \left[\frac{a}{X1} \right]^2 * \frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^v [Ca (i) - \bar{Ca}]^2 \quad (6)$$

Finalmente, los límites de confianza al 95% se determinaron con la fórmula mostrada a continuación:

$$\mu \pm t * \sqrt{\frac{VAR}{N}} = t \frac{ds}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

6.6 Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Para la distribución de las principales especies de crustáceos de la FAC se tomaron dos enfoques, el latitudinal y el batimétrico. Seleccionando los datos previamente georreferenciados en QGIS 3.18, se extrajo latitud a las que se encontraron las distintas especies y se obtuvieron los promedios por especies y por zonas. Asimismo, para la distribución batimétrica, se utilizaron los datos de profundidad, los cuales se agruparon por especie y por zona.

6.7 Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

6.7.1 Obtención de la información ambiental

Se obtuvo información ambiental a partir de sensoria remota utilizando datos obtenidos del Ocean Color Web (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/>) de La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, más conocida como NASA (por sus siglas en inglés, National Aeronautics and Space Administration), donde se obtuvo la concentración de clorofila y temperatura superficial del mar del sensor Aqua-MODIS, ambos en la temporada de verano, con resolución de 4 km y del periodo de 2002 al 2018.

6.7.2 Procesamiento de la información ambiental

En ArcGIS 10.3 se utilizaron los datos georreferenciados de capturas de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) y los ráster ambientales descargados del Ocean Color Web. Primeramente, con la función Project, se estableció su proyección en el sistema geodésico WGS 84 (EPSG: 4326), para después emplear la función Extract Values to Points, mediante la cual, se extrajo la información ambiental de Chl-a y SST de cada punto, quedando asociada a cada captura y almacenada en una base de datos.

En Excel 365, usando la base de datos ambiental y la información previamente obtenida sobre estructuras de tallas, biomasa y distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC), se hicieron gráficos XY para representar los cambios en el tiempo de manera general y por zonas, así mismo, se evaluó la

potencial relación de las variables ambientales con los datos de distribución y biomasa mediante análisis de regresión, utilizando para ello, estimación no lineal y como criterio de ajuste el coeficiente de determinación R^2 .

6.8 Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Como parte del programa de Estancias en el Sector de Incidencia entre el 20-25 de mayo del 2022 se visitaron distintas localidades de los municipios de Guaymas y Empalme en Sonora. Donde se entrevistó a distintos actores y tomadores de decisiones de la pesca industrial y ribereña, para conocer su percepción sobre las principales especies que componen la FAC, cuáles de ellas aprovechan y de qué manera, cambios en la distribución y biomasa a lo largo del tiempo y la relación con eventos climáticos, así como las principales problemáticas que enfrenta cada sector y su experiencia durante sus años desempeñando sus actividades.

De manera particular, se entrevistaron 8 personas divididas de la siguiente manera: del sector ribereño fueron 7 personas de diferentes cooperativas, 2 fueron presidentes de sus respectivas cooperativas, 3 pescadores asociados a alguna cooperativa y 2 pescadores que se autodenominan libres, debido a que no tienen asociación con ningún grupo. Asimismo, solo se tuvo contacto con un representante de la pesca industrial, el cual, es presidente de su propia empresa. Todos los entrevistados tienen más de 20 años de experiencia, algunos llegando a los 45 años en el medio de las pesquerías.

En cuanto a las preguntas fueron las siguientes: ¿Qué arte o artes de pesca que utilizan?, ¿Cuáles son sus organismos objetivo?, ¿Qué organismos capturan incidentalmente?, ¿Les dan algún aprovechamiento a estos organismos?, ¿Han notado cambios en sus capturas, teniendo mayores o menores abundancias?, Si es así ¿A qué motivos le atribuyen el cambio? ¿Creen que el clima tenga algún efecto en la captura?, ¿Qué problemáticas enfrenta el sector pesquero?, ¿Qué legislaciones esperas por parte del gobierno? y ¿La pandemia del COVID-19 les afectó?, las respuestas fueron grabadas en audio, para posteriormente extraer cada detalle, compilarlo la información anecdótica de los pescadores entrevistados y analizar similitudes con los datos que analizamos en secciones anteriores.

Adicionalmente, se revisaron el género y especie de los organismos mencionadas por los pescadores, corroborando nombre comunes con la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018) y nombre científico en el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, por sus siglas en ingles).

7. RESULTADOS

La unión de los cuadrantes con lances, así como la omisión de cuadrantes vacíos, resultó en 5 zonas con una superficie total de 4,693,269 Ha, dividido en las siguientes superficies: Noroeste (NO) 1,352,200 Ha, Norte (N) 1,109,2017 Ha, Centro (C) 497,037 Ha, Sur (S) 790,147 Ha y Sureste (SE) 944,659 Ha (Fig. 5).

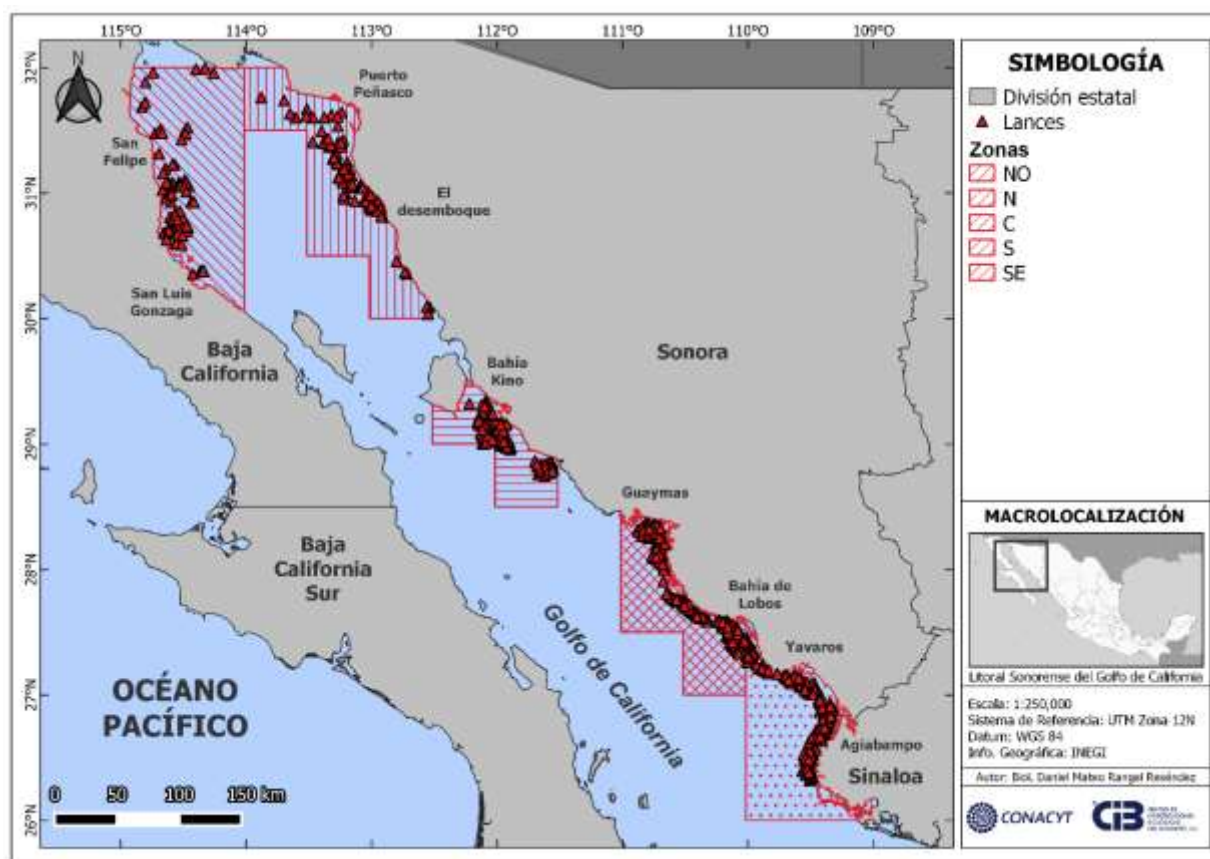


Figura 5. Área de estudio compuesta por zonas y los lances realizados durante los cruceros de veda realizados por INAPESCA de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

A lo largo del periodo que comprende este estudio, se realizaron 19 cruceros prospectivos en los meses de julio y agosto del 2002 al 2018, a bordo de los Dolly IV, B/P BIP XII y B\M CHUYITO XXVIII, con un total de 1,021 lances. La información biológica estuvo integrada por 6,999 registros, que representaron un total de 128,128 individuos capturados en los distintos lances. En 2003 y 2015 solo se efectuaron cruceros en julio y en 2005 sólo en agosto. En los años 2004, 2007, 2008, 2016 se realizaron cruceros en ambos meses y se capturó en todas las zonas; Se obtuvo un total de 309 muestras, representando el 30% de los lances en los que hubo captura de crustáceos. Los años de mayor cantidad de lances positivos, es decir, donde hubo captura de

crustáceos, fueron 2008 y 2011, mientras que el año con menor captura de crustáceos fue 2003 (Fig. 5; Tabla 4).

Tabla 4. Información sobre el total de lances y sus porcentajes positivos y negativos durante los cruceros de veda realizados por INAPESCA de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Fechas de muestreos	Zonas (Área de estudio)	Lances positivos		Lances negativos	
Veda julio-agosto 2002	C, S y SE	5	15%	28	85%
Veda julio 2003	N, S y SE	3	8%	34	92%
Veda julio-agosto 2004	NO, N, C, S y SE	16	14%	95	86%
Veda agosto 2005	N, C, S y SE	8	14%	48	86%
Veda julio-agosto 2007	NO, N, C, S y SE	37	47%	42	53%
Veda julio-agosto 2008	NO, N, C, S y SE	89	64%	49	36%
Veda julio-agosto 2011	NO y N	25	71%	10	29%
Veda julio 2015	C, S y SE	31	20%	125	80%
Veda julio-agosto 2016	NO, N, C, S y SE	29	17%	144	83%
Veda julio-agosto 2017	C, S y SE	38	38%	62	62%
Veda julio-agosto 2018	C, S y SE	28	26%	80	74%

La profundidad promedio en el área de estudio fue de 26 metros, con un rango de 5 – 69 m. La región menos profunda se localizó en la zona SE con un promedio de 19 m y un rango de 5 – 35 m, mientras que las regiones más profundas se ubicaron al norte, teniendo la zona NO como la principal, con una profundidad promedio de 33 m con un rango de 9 – 69 m. Así mismo, tanto la zona NO, como la zona S, presentaron el mayor rango de profundidad con 60 m de diferencia entre sus partes más someras hasta las más profundas. Las capturas se distribuyeron en tres estratos de profundidad; el primero desde los 5 – 24 m y ocupa el 48%, después entre de 24 –

31 m se tuvo un 48% y, por último, se encuentra el estrato que va desde los 31 – 69 m con 4%. Asimismo, la mayoría de las capturas se localizaron entre los 17 – 29 m, con casi un 55% de todas las capturas (Fig. 6).

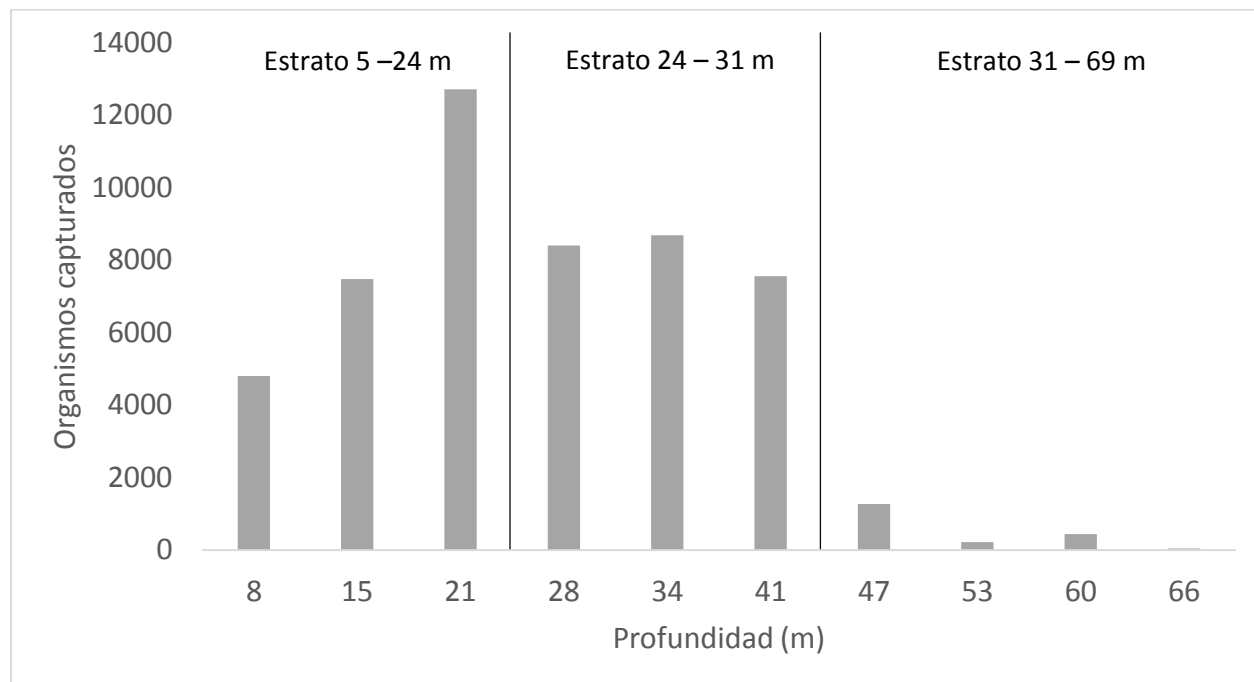


Figura 6. Organismos capturados componentes de la FAC por profundidad durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

La mayor cantidad de organismos se obtuvo en los años 2008, 2015 y 2017, caso contrario a 2002, 2003 y 2004. Especialmente, en 2002 que se ubicaron al sur, presentando un marcado desplazamiento hacia el norte entre 2005 – 2011; posteriormente en 2015 en adelante se volvieron a desplazar hacia las zonas SE y C (Tabla 5; Fig. 7).

Tabla 5. Distribución de individuos por zonas capturadas durante los cruceros de veda realizados durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Año	Zonas					Total
	NO	N	C	S	SE	
2002	-	-	-	2,544	405	2,949
2003	-	0	-	45	440	485
2004	468	121	60	656	373	1,678
2005	-	54	151	833	0	1,038
2007	1,394	1,257	1,243	2,347	0	6,240
2008	2,334	3,399	1,663	10,122	5,658	23,175
2011	6,855	9,946	-	-	-	16,801
2015	-	-	22,359	1,793	1,699	25,851
2016	405	555	1,530	2,448	1,295	6,233
2017	-	-	3,743	5,783	15,374	24,900
2018	-	-	3,253	5,505	10,023	18,780
Total	11,456	15,331	34,001	32,075	35,266	128,128

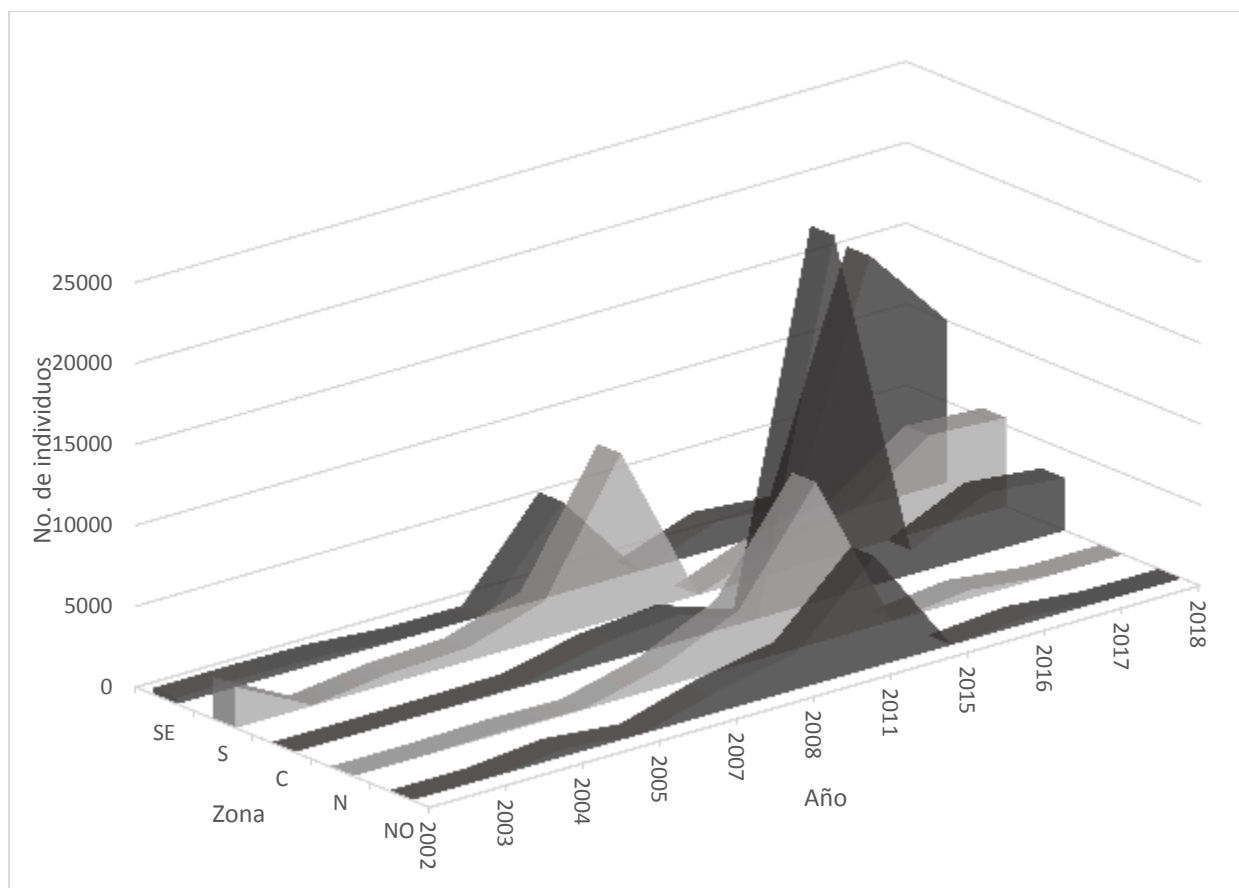


Figura 7. Distribución de capturas de crustáceos componentes de la FAC por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Por otro lado, se colectaron 128,128 ejemplares, pertenecientes a 3 órdenes, 21 familias, 31 géneros y 51 especies. El orden Decapoda fue el más diverso con 18 familias, 26 géneros y 41 especies. Las familias más representativas, en números de especies fueron: Portunidae con 9 especies, seguidas por Squillidae con 8 y Penaeidae, Diogenidae y Sicyoniidae con 5 especies cada una. Asimismo, por género tenemos a *Squilla* con 6, *Sicyonia* con 5, *Penaeus* con 4 y *Callinectes* con 3. Se observó una dominancia de *Penaeus* (40%), así como *Callinectes* (17%) y *Pyromaia* (13%).

El intervalo de tallas de todos los crustáceos osciló entre 1.1 - 225 mm de longitud total. La especie de camarón *Penaeus brevirostris* fue quien obtuvo las menores tallas, mientras que, la mayor longitud la tuvo *Penaeus stylirostris*. En cuanto a las abundancias relativas, las capturas estuvieron conformada por un 31% de especies abundantes, 28% de especies frecuentes, 37% de especies comunes y solo dos especies raras (4%), siendo las más importantes en abundancia

relativa: *Penaeus californiensis* Holmes, 1900, *Pyromaia tuberculata* (Lockington, 1877), *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, *Euphylax robustus* A. Milne-Edwards, 1874 in Fischer, de Folin & Périer, 1872-1876, *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859), *Penaeus stylirostris* Stimpson, 1871, *Squilla mantoidea* Bigelow, 1893, *Squilla bigelowi* Schmitt, 1940, *Sicyonia penicillata* Lockington, 1878, *Cymothoa exigua* Schioedte & Meinert, 1884, *Achelous xantusii* Stimpson, 1860, *Penaeus vannamei* Boone, 1931, *Hepatus lineatus* Rathbun, 1898, *Achelous asper* (A. Milne-Edwards, 1861), *Squilla tiburonensis* Schmitt, 1940 y *Petrochirus californiensis* Bouvier, 1895 (Fig. 8).

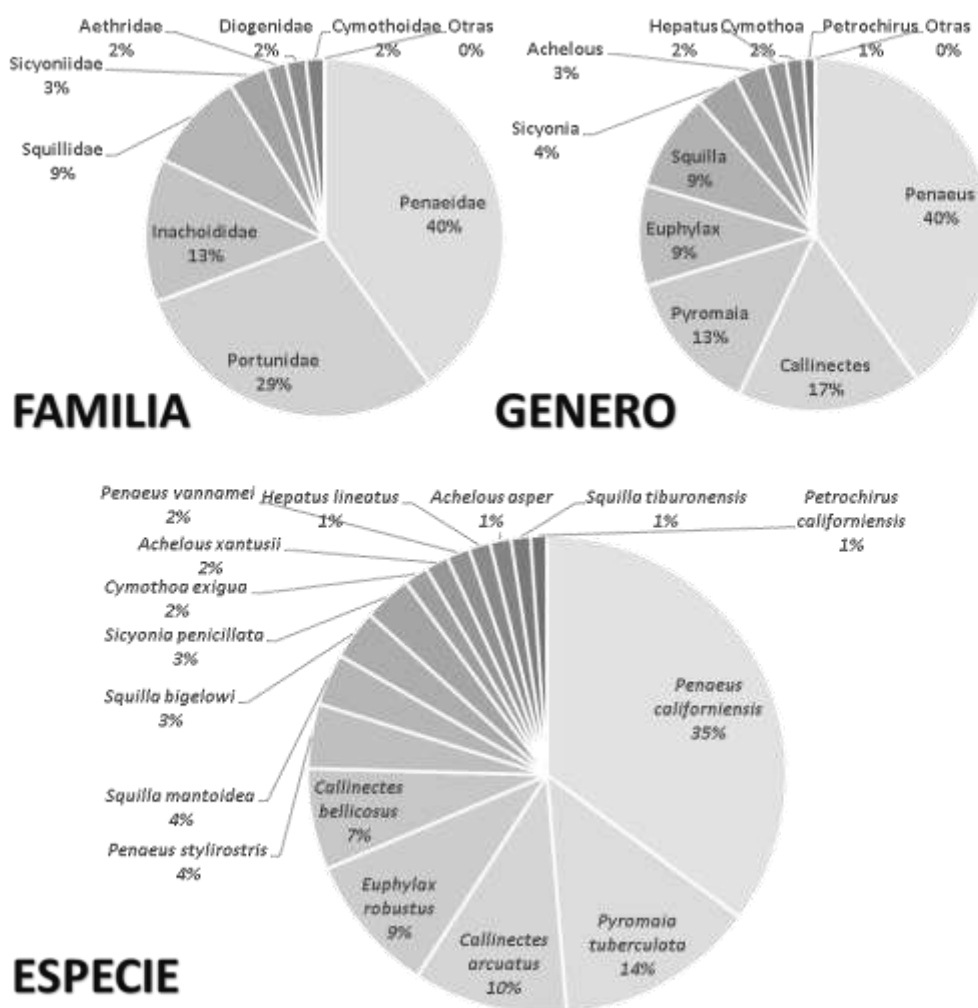


Figura 8. Abundancia relativa de las principales familias, géneros y especies capturadas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

La abundancia estimada de los individuos a través de los años muestra distintos patrones de dominancia con *Euphylax robustus* (2002, 2016), *Achelous xantusii* (2003, 2004), *Achelous asper* (2005), *Penaeus californiensis* (2007, 2008, 2017, 2018), *Callinectes arcuatus* (2011) y *Pyromaia tuberculata* (2015) como los más abundantes, siendo esta última la que tuvo el registro de individuos más alto observado en este estudio. Asimismo, otras especies con presencia destacada fueron *Callinectes bellicosus*, *Penaeus stylirostris*, *Squilla mantoidea*, *Squilla bigelowi* y *Squilla penicillata*. Por último, algunas especies con pocas apariciones, pero que mostraron picos altos de abundancia de individuos, fueron *Cymothoa exigua* (2011), *Squilla tiburonensis* (2015) y *Pyromaia tuberculata* (2015) (Tabla 6).

Tabla 6. Número de individuos capturados por especie de crustáceos presentes en las capturas de FAC durante los cruceros de veda realizados por del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Especies	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	Total
<i>Penaeus californiensis</i>					3,101	11,247	1,644	905		15,454	10,007	42,357
<i>Pyromaia tuberculata</i>								16,000		43	311	16,354
<i>Callinectes arcuatus</i>	339	0	102	189	103	2,804	5,049	716	1,127	55	2,100	12,583
<i>Euphyllax robustus</i>	2,520	0	190	149	355	1,324	1,259	1,387	1,862	929	1,417	11,391
<i>Callinectes bellicosus</i>	90	65	129	259	539	1,458	675	129	717	2,500	1,711	8,270
<i>Penaeus stylirostris</i>					119	2,589	300	68		1,321	890	5,286
<i>Squilla mantoidea</i>			142	108	507	1,475	519	446	415	531	90	4,232
<i>Squilla bigelowi</i>			226		432	746	2,213	350	10	78		4,054
<i>Sicyonia penicillata</i>					458	697	971	1,140		476	181	3,922
<i>Cymothoa exigua</i>							1,960					1,960
<i>Achelous xantusii</i>		120	302			198		615	160	239	273	1,905
<i>Penaeus vannamei</i>					281	157				1,447		1,884
<i>Hepatus lineatus</i>						7	376	266	55	93	960	1,757

<i>Achelous asper</i>	68	279	22	119	8	737	333	144	1,708	
<i>Squilla tiburonensis</i>	10				406	1,173			1,589	
<i>Petrochirus californiensis</i>	230				105	574	340	78	1,327	
<i>Squilla panamensis</i>	210		150	208		130	74	153	924	
<i>Clibanarius lineatus</i>							750	5	15	770
<i>Arenaeus mexicanus</i>					141	100	482		723	
<i>Rimapenaeus pacificus</i>					88	477	25	14	604	
<i>Solenocera mutator</i>					603				603	
<i>Hepatus kossmanni</i>	300	36				162		60	558	
<i>Sicyonia disdorsalis</i>					35	400			435	
<i>Calappa convexa</i>	35		40		30		265	30	400	
<i>Sicyonia picta</i>						357		13	370	
<i>Squilla aculeata</i>			126				135		261	
<i>Penaeus brevirostris</i>							253		253	
<i>Solenolambrus arcuatus</i>						200			200	

<i>Squilla biformis</i>	54	100				154		
<i>Persephona orbicularis</i>			83	15		40	138	
<i>Michalisquilla parva</i>						118	118	
<i>Clibanarius digueti</i>				113		5	117	
<i>Dardanus sinistripes</i>						20	90	110
<i>Renocila thresherorum</i>			108				108	
<i>Porcellana cancrisocialis</i>			104				104	
<i>Persephona subovata</i>				50		13	40	103
<i>Libinia mexicana</i>							80	80
<i>Sicyonia aliaffinis</i>			30	50				80
<i>Euphylax dovii</i>							70	70
<i>Sicyonia ingentis</i>	9	20					30	59
<i>Pilumnus townsendi</i>			30				18	48
<i>Cloridopsis dubia</i>							25	25
<i>Paguristes anahuacus</i>			25					25

<i>Panulirus gracilis</i>		13	8	20
<i>Paguristes sanguinimanus</i>	2		18	19
<i>Mesorhoea bellii</i>			17	17
<i>Callinectes toxotes</i>		15		15
<i>Ethusa lata</i>			15	15
<i>Pinnaxodes gigas</i>			15	15
<i>Evibacus princeps</i>				9
<i>Cronius ruber</i>				5

Por zona, se encontraron diferencias en la composición de especies, en el litoral de Sonora (zona N, C, S y SE) se localizaron 49 especies, mientras que en el litoral norte de Baja California (NO) se registraron 24. Las especies principales por zona fueron *Callinectes arcuatus* al NO, *Pyromaia tuberculata* en la C y *Penaeus californiensis* en N, S y SE, además de otras especies como *Squilla bigelowi* en NO, *C. arcuatus* en la N y SE, *Squilla mantoidea* en la N, *P. californiensis* en la C, *Euphylax robustus* en la C y S, y *Callinectes bellicosus* en la SE (Tabla 7).

Tabla 7. Número de individuos estimados por especie de crustáceos componentes de la FAC por zona durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Especies	NO	N	C	S	SE	Total
<i>Penaeus californiensis</i>	1,235	3,470	4,120	13,601	19,932	42,357
<i>Pyromaia tuberculata</i>			16,058	296		16,354
<i>Callinectes arcuatus</i>	4,179	2,448	486	2,144	3,326	12,583
<i>Euphylax robustus</i>	879	1,330	3,422	5,207	554	11,391
<i>Callinectes bellicosus</i>	167	926	2,287	1,822	3,068	8,270
<i>Penaeus stylirostris</i>	133	280	246	2,258	2,370	5,286
<i>Squilla mantoidea</i>	356	2,095	263	936	582	4,232
<i>Squilla bigelowi</i>	2,323	771	815	146		4,054
<i>Sicyonia penicillata</i>	460	836	1,315	906	406	3,922
<i>Cymothoa exigua</i>	185	1,775				1,960
<i>Achelous xantusii</i>		20	525	1,010	350	1,905
<i>Penaeus vannamei</i>	135	69	138	537	1,006	1,884
<i>Hepatus lineatus</i>	357	51	625	190	533	1,757
<i>Achelous asper</i>			82	1,432	195	1,708

<i>Squilla tiburonensis</i>	115	291	1,158	10	15	1,589
<i>Petrochirus californiensis</i>	30	78	185	680	353	1,327
<i>Squilla panamensis</i>	294		472	123	36	924
<i>Clibanarius lineatus</i>			15	5	750	770
<i>Arenaeus mexicanus</i>	45	96	100		482	723
<i>Rimapenaeus pacificus</i>	38	50		46	470	604
<i>Solenocera mutator</i>	273	330				603
<i>Hepatus kossmanni</i>			218	36	305	558
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	35		400			435
<i>Calappa convexa</i>		80	45	148	128	400
<i>Sicyonia picta</i>			370			370
<i>Squilla aculeata</i>	126			30	105	261
<i>Penaeus brevirostris</i>			125		128	253
<i>Solenolambrus arcuatus</i>			200			200
<i>Squilla biformis</i>				154		154
<i>Persephona orbicularis</i>	30	53		40	15	138
<i>Michalisquilla parva</i>			58	25	35	118
<i>Clibanarius digueti</i>				117		117
<i>Dardanus sinistripes</i>			20		90	110
<i>Renocila thresherorum</i>	15	93				108
<i>Porcellana cancrisocialis</i>	17	88				104
<i>Persephona subovata</i>			63	40		103

<i>Libinia mexicana</i>			80	80
<i>Sicyonia aliaffinis</i>	30	50		80
<i>Euphylax dovii</i>		70		70
<i>Sicyonia ingentis</i>		30	29	59
<i>Pilumnus townsendi</i>	30	18		48
<i>Cloridopsis dubia</i>		25		25
<i>Paguristes anahuacus</i>	25			25
<i>Panulirus gracilis</i>			20	20
<i>Paguristes sanguinimanus</i>	19			19
<i>Mesorhoea bellii</i>	17			17
<i>Callinectes toxotes</i>			15	15
<i>Ethusa lata</i>			15	15
<i>Pinnaxodes gigas</i>	15			15
<i>Evibacus princeps</i>			9	9
<i>Cronius ruber</i>			5	5

Por otro lado, la revisión bibliográfica de las características biológicas, ecológicas y económicas de las especies mostró que la mayoría de las especies se distribuyen a lo largo de todo el GC, mientras que el 16% solo en el centro y sur, el 12% en el sur y solo *Pinnaxodes gigas* en el norte-centro. Asimismo, todas las especies son residentes y un 18% fueron endémicas del GC. En cuanto a la profundidad, las especies se distribuyen desde los 0 - 650 m, localizándose en promedio desde los 5 - 150 m. De acuerdo con la composición de las especies por tipo de ecosistemas que habitan, el 24% fue marino y el otro 76% marino-estuarino. En las provincias zoogeográficas se observó que 10 especies (20%) no se presentaron en la subprovincia Cortés, *Penaeus vannamei*, *Callinectes toxotes*, *Penaeus brevirostris*, *Achelous xantusii*, *Cronius ruber*,

Cloridopsis dubia, *Euphylax dovii*, *Panulirus gracilis*, *Persephona orbicularis* y *Achelous asper*, mientras que solo 3 especies (6%) estuvieron restringidas a esta subprovincia *Paguristes anahuacus*, *Squilla bigelowi* y *Renocila thresherorum*. En cuanto a su estatus de conservación, solo dos especies cuentan con algún estatus de conservación, *Panulirus gracilis* y *Evibacus princeps*. Por último, el 76% de las especies tienen un interés comercial, para el resto no se encontró información al respecto (Fig. 9; Tabla. 8).

Tabla 8. Características biológicas, ecológicas y económicas reportadas sobre las especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (Distr. = Distribución en el Golfo de California; End. = Endémico; Prof. = Profundidad; Ecos = Ecosistema [M = Marino; E = Estuarino]; Prov. Zoogeo = Provincia o subprovincia zoogeográfica [3 = Oregoniana; 4 = Californiana; 5 = Cortés; 6 = Panámica; 7 = Galápagos; 8 = Peru-Chileniana; 10 = Magallánica; 12 = Argentina; 13 = Caribeña; 14 = Texana; 15 = Caroliniana (Boschi, 2000)]; Estatus = Estatus de conservación; Int. Comer = Interés comercial).

Espece	Distr.	End.	Prof. (m)	Ecos.	Prov. Zoogeo.	Estatus	Int. Comer
<i>Arenaeus mexicanus</i>	GC	No	0 - 80	M; E	5*,6,8	No	Bajo
<i>Calappa convexa</i>	GC	No	5-60	M; E	5*,6,7*	No	Bajo
<i>Callinectes arcuatus</i>	GC	No	0 - 75	M; E	4,5*,6,7*, 8,12	No	Medio
<i>Callinectes bellicosus</i>	GC	No	0 - 76	M; E	4,5*,6	No	Medio
<i>Clibanarius digueti</i>	GC	No	7-90	M; E	5*,6	No	Bajo
<i>Clibanarius panamensis</i>	GC	No	0 - 3	E	5*,6,8	No	Bajo
<i>Cronius ruber</i>	GC	No	0 - 60	M; E	4,6,7*,10,	No	Bajo

					11,12,13, 14,15*		
<i>Cymothoa exigua</i>	GC	No	0 - 75	M; E	5*,6	No	Nulo
<i>Dardanus sinistripes</i>	GC	No	0 - 7.5	E	5*,6	No	Nulo
<i>Ethusa lata</i>	GC	No	28 - 115	M; E	4,5*,6,7*	No	Bajo
<i>Euphylax robustus</i>	GC	No	10-66	M; E	5*,6	No	Medio
<i>Evibacus princeps</i>	GC	No	3-90	M; E	5*,6	1PM	Bajo
<i>Hepatus kossmanni</i>	GC	No	3.5 - 75	M; E	4,5*,6	No	Bajo
<i>Hepatus lineatus</i>	GC	Si	0 - 185	M; E	4,5*,6,13	No	Bajo
<i>Libinia mexicana</i>	GC	Si	0 - 50	M; E	5*,6	No	Nulo
<i>Mesorhoea bellii</i>	GC	No	0 - 100	M; E	4,5*,6,7*	No	Nulo
<i>Paguristes anahuacus</i>	GC	Si	6-30	M; E	5*	No	Medio
<i>Paguristes sanguinimanus</i>	GC	Si	6-30	M; E	5*,6	No	Bajo
<i>Penaeus californiensis</i>	GC	No	2 - 180	M; E	3,4,5*,6,7 *,8	No	Alto

<i>Penaeus stylirostris</i>	GC	No	5-45	M; E	4,5*,6	No	Alto
<i>Persephona orbicularis</i>	GC	No	4 - 339	M; E	6,8	No	Nulo
<i>Persephona subovata</i>	GC	No	120 - 300	M; E	4,5*,6	No	Nulo
<i>Petrochirus californiensis</i>	GC	Si	0 - 110	M; E	5*,6,8	No	Bajo
<i>Pilumnus townsendi</i>	GC	No	0 - 288	M; E	5*,6	No	Nulo
<i>Porcellana cancrisocialis</i>	GC	No	0 -100	M; E	4,5*,6	No	Nulo
<i>Pyromaia tuberculata</i>	GC	No	0 - 650	M; E	3,4,5*,6,1 0	No	Nulo
<i>Rimapenaeus pacificus</i>	GC	No	2 - 100	M; E	5*,6,8	No	Bajo
<i>Sicyonia aliaffinis</i>	GC	No	4 - 242	M; E	4,5*,6,7*	No	Bajo
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	GC	No	5 - 135	M; E	5*,6,8	No	Bajo
<i>Sicyonia ingentis</i>	GC	No	5 - 300	M; E	3,4,5*	No	Bajo
<i>Sicyonia penicillata</i>	GC	No	1 - 180	M; E	4,5*,6	No	Bajo
<i>Sicyonia picta</i>	GC	No	16 - 400	M; E	5*,6,8	No	Bajo

<i>Solenocera mutator</i>	GC	No	2 - 380	M; E	4,5*,6,8	No	Bajo
<i>Solenolambrus arcuatus</i>	GC	Si	15 - 300	M; E	5*,6,7*	No	Nulo
<i>Squilla bigelowi</i>	GC	Si	6 - 150	M; E	5*	No	Medio
<i>Squilla tiburonensis</i>	GC	Si	5 - 150	M; E	4,5*,6	No	Medio
<i>Achelous asper</i>	GC centro y sur	No	0 - 110	M; E	6,8	No	Bajo
<i>Achelous xantusii</i>	GC centro y sur	No	0 - 270	M; E	4,6	No	Bajo
<i>Panulirus gracilis</i>	GC centro y sur	No	15 - 22	M; E	6,7*	2DI	Medio
<i>Penaeus vannamei</i>	GC centro y sur	No	4-72	M; E	6	No	Alto
<i>Renocila thresherorum</i>	GC centro y sur	No	0 - 76	M; E	5*	No	Nulo
<i>Squilla aculeata</i>	GC centro y sur	No	0 - 73	M; E	4,5*,6	No	Medio
<i>Squilla mantoidea</i>	GC centro y sur	No	15 - 110	M; E	4,5*,6	No	Medio
<i>Squilla panamensis</i>	GC centro y sur	No	15 - 313	M; E	4,5*,6	No	Medio
<i>Pinnaxodes gigas</i>	GC norte y centro	Si	0 - 110	M; E	5*,6	No	Nulo
<i>Callinectes toxotes</i>	GC sur	No	0 - 77	M; E	6	No	Medio

<i>Cloridopsis dubia</i>	GC sur	No	0 - 73	E	4,6,7*,10, 11,12,13, 14,15	No	Bajo
<i>Euphylax dovii</i>	GC sur	No	0- 60	M; E	4,6,7*,8	No	Bajo
<i>Michalisquilla parva</i>	GC sur	No	jul-46	M; E	4,5*,6	No	Bajo
<i>Penaeus brevirostris</i>	GC sur	No	20 - 180	M; E	3,4,6,7*,8	No	Alto
<i>Squilla biformis</i>	GC sur	No	25 - 518	M; E	4,5*,6	No	Medio

Notas: *=Subprovincias; ¹ PM = Preocupación menor; ² DI = Datos insuficientes.

DISTRIBUCIÓN

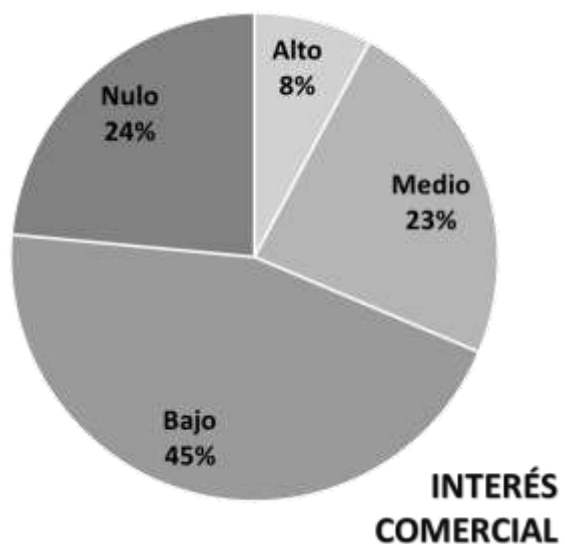
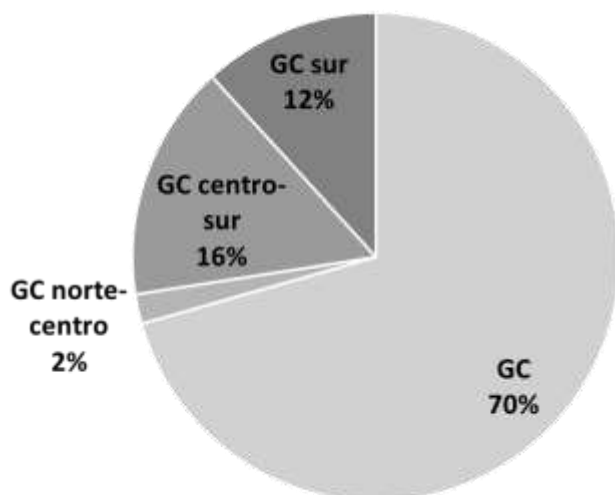


Figura 9. Diagramas sobre la distribución a lo largo del Golfo de California (GC) y el interés comercial de las especies capturadas durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Finalmente, con base en la tabla con la información de todas las especies contenidas en este estudio (Tabla 8), así como los datos de abundancia, se escogieron 8 especies. Estas especies son con las que se trabajaron los aspectos de abundancia y distribución (Tabla 9).

Tabla 9. Listado de especies seleccionadas para las estimaciones de distribución, abundancia y relaciones ambiente-recurso.

Especies seleccionadas		
<i>Callinectes arcuatus</i>	<i>Callinectes bellicosus</i>	<i>Euphylax robustus</i>
<i>Hepatus lineatus</i>	<i>Sicyonia penicillata</i>	<i>Squilla bigelowi</i>
<i>Squilla mantoidea</i>	<i>Squilla panamensis</i>	

7.1 Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Se encontraron 51 especies pertenecientes a 2 subclases, 2 superórdenes, 3 órdenes, 4 subórdenes, 3 infraórdenes, 1 sección, 2 subsecciones, 14 superfamilias, 20 familias, 11 subfamilias y 31 géneros. Se observó que el orden dominante fue Decapoda; en las familias, Portunidae y Squillidae, y en cuanto a los géneros, los principales resultaron ser *Squilla*, *Sicyonia* y *Penaus* (Fig. 10; Tabla 10).

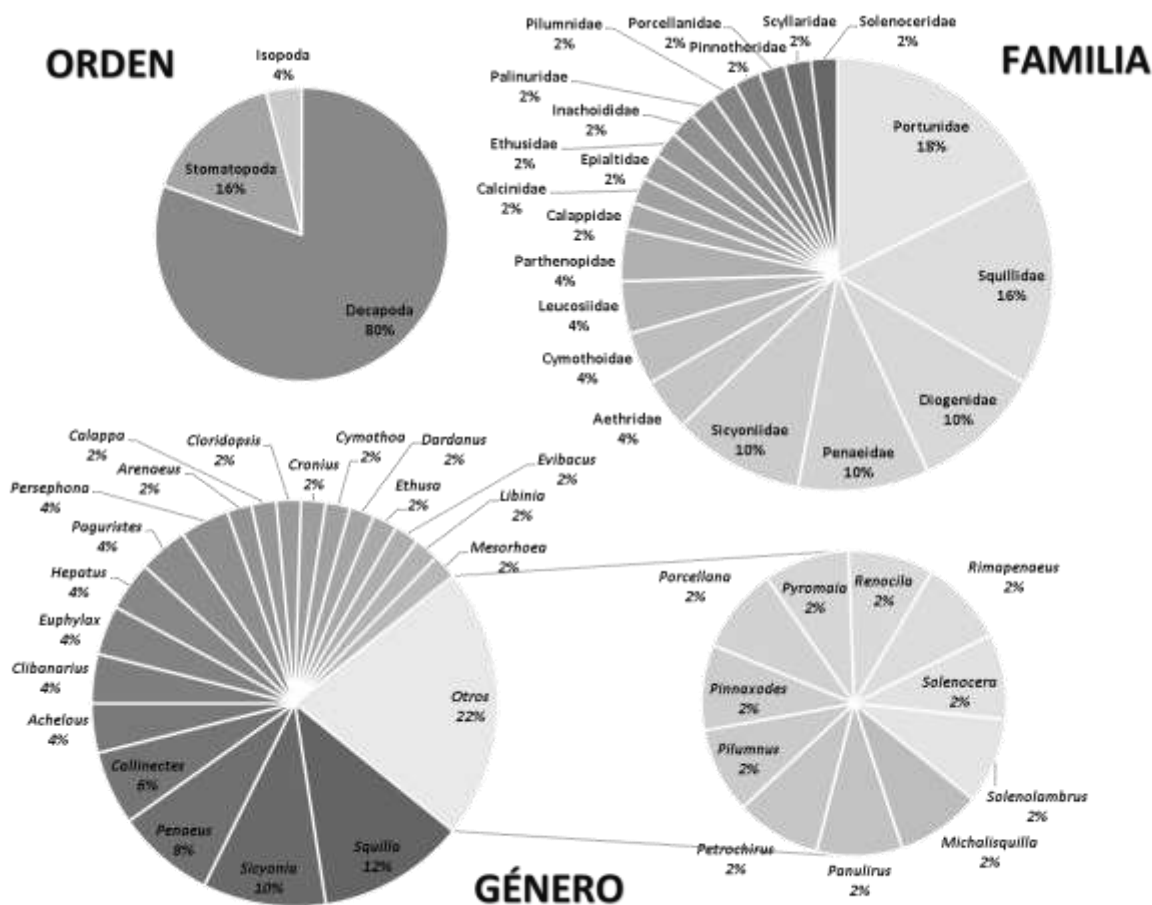


Figura 10. Distribución de los órdenes, familias y géneros que componen a las especies capturadas durante los cruceros de veda realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Tabla 10. Elenco sistemático de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en cruceros de veda de camarón realizados del 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California. (Estatus de permanencia: A = Abundante, F = Frecuente y C = Común).

Especie	Estatus permanencia	Nombre común
REINO ANIMALIA		
FILO ARTHROPODA		
SUBFILO CRUSTACEA		
SUPERCLASE MULTICRUSTACEA		
CLASE MALACOSTRACA		
SUBCLASE HOPLOCARIDA		
ORDEN STOMATOPODA		
SUBORDEN UNIPILTATA		
SUPERFAMILIA SQUILLOIDEA		
FAMILIA SQUILLIDAE		
<i>Cloridopsis dubia</i> (H. Milne Edwards, 1837)	C	Camarón galera de estero
<i>Squilla aculeata</i> Bigelow, 1893	F	Camarón galera pateadora
<i>Squilla biformis</i> Bigelow, 1891	F	Camarón galera bruja
<i>Squilla bigelowi</i> Schmitt, 1940	A	Camarón galera de Bigelow
<i>Squilla mantoidea</i> Bigelow, 1893	A	Camarón galera de

		catalina
<i>Squilla panamensis</i> Bigelow, 1891	F	Camarón galera panameña
<i>Squilla tiburonensis</i> Schmitt, 1940	A	Camarón galera tiburón
<i>Michalisquilla parva</i> (Bigelow, 1891)	C	Camarón galera langostino

SUBCLASE EUMALACOSTRACA

SUPERORDEN PERACARIDA

ORDEN ISOPODA

SUBORDEN CYMOTHOIDA

SUPERFAMILIA CYMOTHOIDEA

FAMILIA CYMOTHOIDAE

<i>Cymothoa exigua</i> Schioedte & Meinert, 1884	A	Isópodo come-lengua
<i>Renocila thresherorum</i> Williams & Bunkley-Williams, 1980	C	Isópodo come-lengua

SUPERORDEN EUCARDIA

ORDEN DECAPODA

SUBORDEN DENDROBRANCHIATA

SUPERFAMILIA PENAEOIDEA

FAMILIA PENAEIDAE

<i>Penaeus brevirostris</i> Kingsley, 1878	F	Camarón cristal
--------------------------------------------	---	-----------------

<i>Penaeus californiensis</i> Holmes, 1900	A	Camarón café
<i>Penaeus stylirostris</i> Stimpson, 1871	A	Camarón azul
<i>Penaeus vannamei</i> Boone, 1931	A	Camarón blanco
<i>Rimapenaeus pacificus</i> (Burkenroad, 1934)	F	Camarón cebra
FAMILIA SICYONIIDAE		
<i>Sicyonia aliaffinis</i> (Burkenroad, 1934)	C	Camarón cáscara dura
<i>Sicyonia disdorsalis</i> (Burkenroad, 1934)	F	Camarón aquillado
<i>Sicyonia ingentis</i> (Burkenroad, 1938)	C	Camarón de piedra del Pacífico
<i>Sicyonia penicillata</i> Lockington, 1877	A	Camarón cacahuete
<i>Sicyonia picta</i> Faxon, 1893	F	Camarón cacahuete pequeña
FAMILIA SOLENOCERIDAE		
<i>Solenocera mutator</i> Burkenroad, 1938	F	Camarón chupador
SUBORDEN PLEOCYEMATA		
INFRAORDEN ACHELATA		
FAMILIA PALINURIDAE		
<i>Panulirus gracilis</i> Streets, 1871	C	Langosta barbona
FAMILIA SCYLLARIDAE		
<i>Evibacus princeps</i> Smith, 1869	R	Cigarra chata
INFRAORDEN ANOMURA		

SUPERFAMILIA PAGUROIDEA**FAMILIA DIOGENIDAE**

<i>Clibanarius digueti</i> Bouvier, 1898	C	Cangrejo ermitaño de manglar
<i>Clibanarius lineatus</i> (H. Milne Edwards, 1848)	F	Cangrejo ermitaño diabólico
<i>Paguristes anahuacus</i> Glassell, 1938	C	Cangrejo ermitaño
<i>Paguristes sanguinimanus</i> Glassell, 1938	C	Cangrejo ermitaño
<i>Petrochirus californiensis</i> Bouvier, 1895	A	Cangrejo ermitaño morado boxeador

FAMILIA CALCINIDAE

<i>Dardanus sinistripes</i> (Stimpson, 1859)	C	Cangrejo ermitaño de garra izquierda
----------------------------------------------	---	--------------------------------------

SUPERFAMILIA GALATHEOIDEA**FAMILIA PORCELLANIDAE**

<i>Porcellana cancrisocialis</i> Glassell, 1936	C	Cangrejo porcelana
-------------------------------------------------	---	--------------------

INFRAORDEN BRACHYURA**SECCIÓN EUBRACHYURA****SUBSECCIÓN HETEROTREMATA****SUPERFAMILIA DORIPPOIDEA****FAMILIA ETHUSIDAE**

<i>Ethusa lata</i> Rathbun, 1894	C	Cangrejo medusa
----------------------------------	---	-----------------

SUPERFAMILIA CALAPPOIDEA**FAMILIA CALAPPIDAE**

Calappa convexa de Saussure, 1853 F Camarón cajeta bola

SUPERFAMILIA AETHROIDEA**FAMILIA AETHRIDAE**

Hepatus kossmanni Neumann, 1878 F Cangrejo cajeta habana

Hepatus lineatus Rathbun, 1898 A Cangrejo cajeta moteada

SUPERFAMILIA LEUCOSIOIDEA**FAMILIA LEUCOSIIDAE****SUBFAMILIA EBALIINAE**

Persephona subovata (Rathbun, 1894) C Cangrejo araña

Persephona orbicularis Bell, 1855 F Cangrejo araña

SUPERFAMILIA MAJOIDEA**FAMILIA EPIALTIDAE****SUBFAMILIA PISINAE**

Libinia mexicana Rathbun, 1892 C Cangrejo araña mexicano

FAMILIA INACHOIDIDAE**SUBFAMILIA INACHOIDINAE**

Pyromaia tuberculata (Lockington, 1877) A Cangrejo araña

SUPERFAMILIA PARTHENOPOIDEA**FAMILIA PARTHENOPIDAE****SUBFAMILIA PARTHENOPINAE**

<i>Mesorhoea bellii</i> (A. Milne-Edwards, 1878)	C	Cangrejo codo
<i>Solenolambrus arcuatus</i> Stimpson, 1871	F	Cangrejo verdadero

SUPERFAMILIA PORTUNOIDEA**FAMILIA PORTUNIDAE****SUBFAMILIA PORTUNINAE**

<i>Arenaeus mexicanus</i> (Gerstaecker, 1856)	F	Jaiba arenera
<i>Callinectes arcuatus</i> Ordway, 1863	A	Jaiba azul
<i>Callinectes bellicosus</i> (Stimpson, 1859)	A	Jaiba café
<i>Callinectes toxotes</i> (Ordway, 1863)	C	Jaiba negra

SUBFAMILIA THALAMITINAE

<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)	R	Jaiba pecosa
--------------------------------------	---	--------------

SUBFAMILIA PODOPHTHALMINAE

<i>Euphylax dovii</i> Stimpson, 1860	C	Jaiba marciana
<i>Euphylax robustus</i> A. Milne-Edwards, 1874 in Fischer, de Folin & Périer, 1872-1876	A	Jaiba robusta

SUBFAMILIA ACHELOUINAE

<i>Achelous asper</i> (A. Milne-Edwards, 1861)	A	Jaiba áspera
<i>Achelous xantusii</i> Stimpson, 1860	A	Jaiba de Xantus

SUBFAMILIA PILUMNINAE

Pilumnus townsendi Rathbun, 1923 C Cangrejo peludo

SUBSECCIÓN THORACOTREMATA**SUPERFAMILIA PINNOTHEROIDEA****FAMILIA PINNOTHERIDAE****SUBFAMILIA PINNOTHERINAE**

Pinnaxodes gigas Green, 1992 C Cangrejo guisante

7.2 Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

Las tallas promedio anual de las distintas especies mostraron sus valores más bajos durante 2002 y 2015, con particulares aumentos en 2004 y 2007. Casi todas las especies tuvieron el mismo comportamiento, con *Callinectes arcuatus*, *Callinectes bellicosus* y *Euphylax robustus* con sus menores tallas en 2002 y otras como *Sicyonia penicillata*, *Squilla bigelowi*, *Squilla mantoidea* y *Squilla panamensis* en 2015 y *Hepatus lineatus* que fue la única con los valores más bajos en 2018. Por otro lado, varias especies como *C. arcuatus*, *C. bellicosus*, *E. robustus*, *S. penicillata*, *S. mantoidea* y *S. panamensis* tuvieron sus mayores tallas entre 2004 y 2007, solo dejando a *H. lineatus* y *S. mantoidea* con aumentos en 2016 (Fig. 11; Tabla 11).

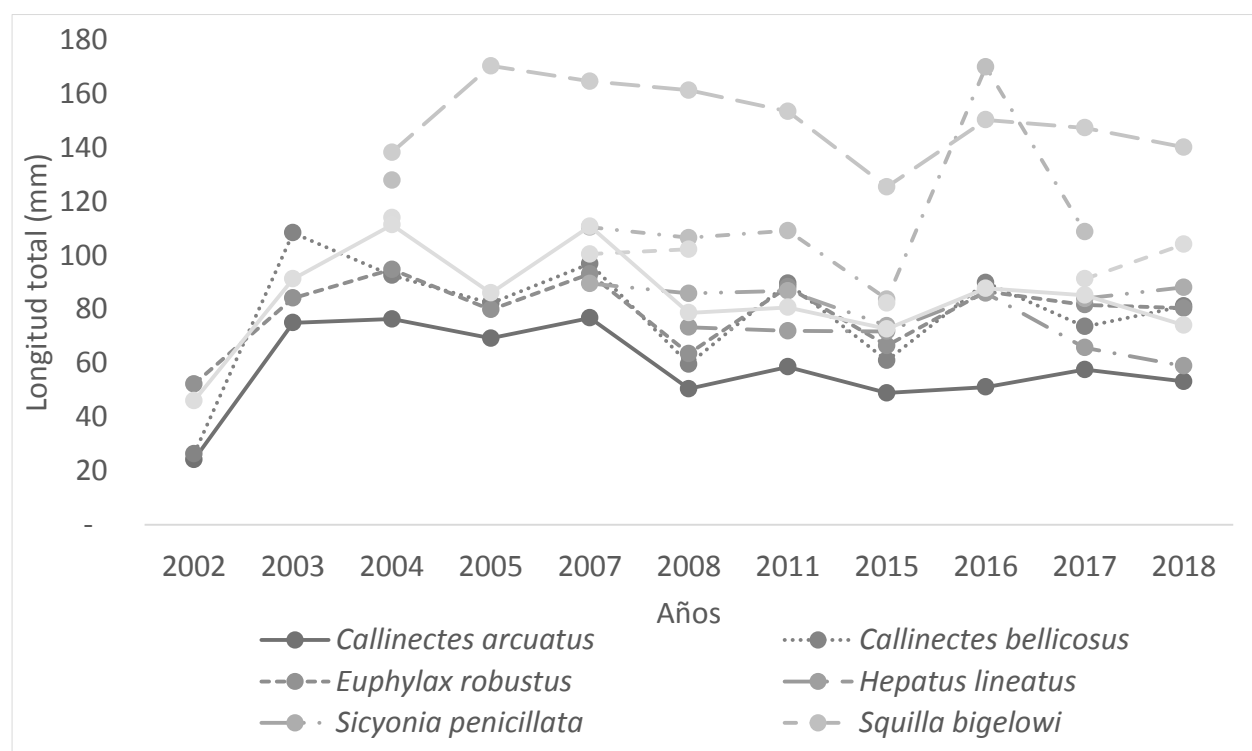


Figura 11. Longitud total promedio (mm) anual de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Tabla 11. Longitud total promedio (mm) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Especies	Promedios de longitud total (mm) por especie											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	24.2	75.0	76.4	69.3	76.8	50.5	58.6	49.0	51.2	57.6	53.2	58.3
<i>Callinectes bellicosus</i>	26.3	108.4	92.6	82.3	96.9	59.6	89.7	61.0	89.9	73.6	81.2	78.3
<i>Euphylax robustus</i>	52.2	84.2	94.8	79.9	93.1	63.6	88.3	66.5	86.6	81.7	80.4	79.2
<i>Hepatus lineatus</i>	-	-	-	-	-	73.3	72.0	71.8	86.0	65.7	59.0	71.3
<i>Sicyonia penicillata</i>	-	-	-	-	89.6	85.9	86.8	73.9	-	84.0	88.1	84.7
<i>Squilla bigelowi</i>	-	-	127.9	-	110.5	106.5	109.2	83.7	170.0	108.8	-	116.7
<i>Squilla mantoidea</i>	-	-	138.3	170.3	164.6	161.3	153.5	125.4	150.3	147.4	140.2	150.2
<i>Squilla panamensis</i>	-	-	114.0	-	100.5	102.3	-	82.2	-	91.3	104.1	99.1
Total general	46.1	91.3	111.3	86.1	110.8	78.7	80.7	72.7	87.8	85.2	74.1	

En cuanto a la longitud total por zonas, existiendo un gradiente de talla norte a sur, con la mayoría de las especies presentando sus más tallas más grandes en zonas norteñas. En la NO destacó *Callinectes bellicosus*, *Euphylax robustus* y *Squilla panamensis*; mientras que, en la N se presentaron *Hepatus lineatus*, *Sicyonia penicillata*, *Squilla bigelowi* y *Squilla mantoidea*; y *Callinectes arcuatus* presentando sus mayores tallas en la zona C. La zona S, mostró algunas tallas interesantes de *S. penicillata* y *S. mantoidea*. Finalmente, la zona SE fue la que registró las menores longitudes totales (Fig. 12; Tabla 12).

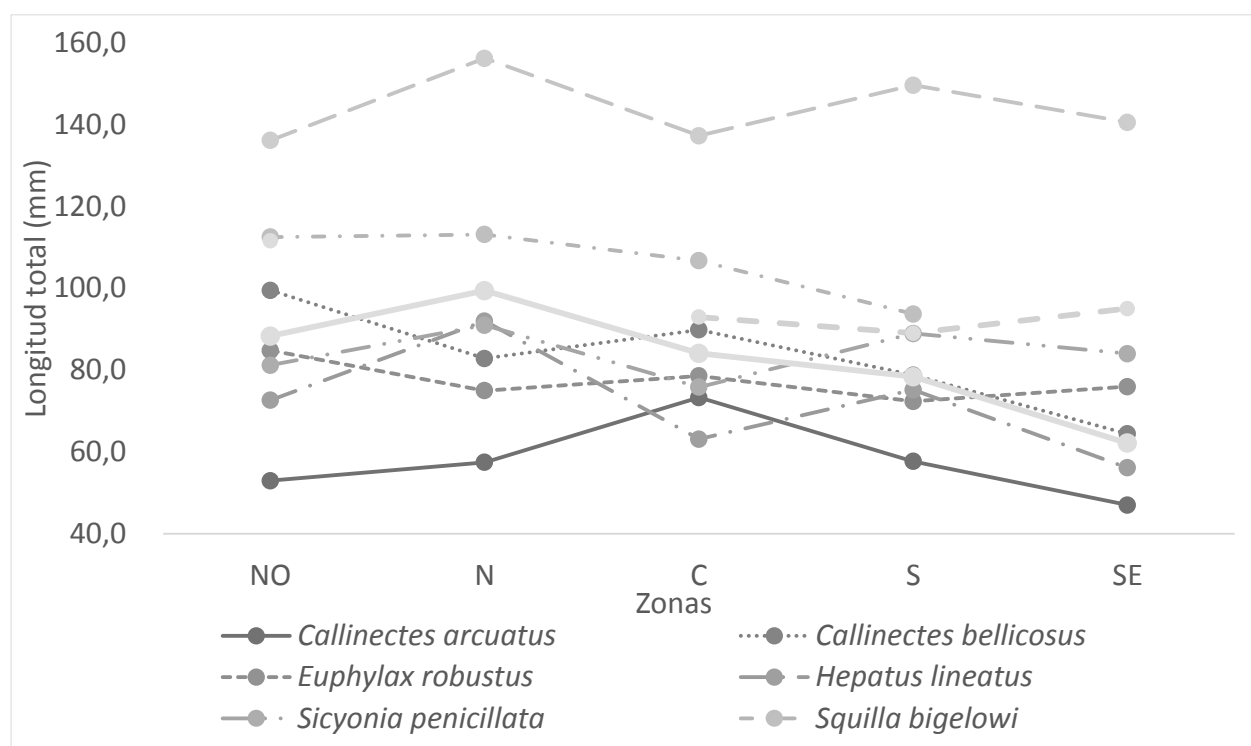


Figura 12. Promedios de longitudes totales (mm) por zonas de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Tabla 12. Longitud total promedio (mm) por zonas de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Especies	Zonas				
	NO	N	C	S	SE
<i>Callinectes arcuatus</i>	53.0	57.5	73.3	57.7	47.0
<i>Callinectes bellicosus</i>	99.4	82.8	89.8	78.8	64.4
<i>Euphylax robustus</i>	84.8	75.0	78.6	72.3	75.9
<i>Hepatus lineatus</i>	72.6	92.0	63.1	75.2	56.1
<i>Sicyonia penicillata</i>	81.2	91.0	75.8	88.9	84.0
<i>Squilla bigelowi</i>	112.5	113.1	106.7	93.7	
<i>Squilla mantoidea</i>	136.1	156.1	137.2	149.6	140.5
<i>Squilla panamensis</i>	111.6		93.0	89.0	95.0
Total general	88.3	99.4	84.1	78.4	62.2

En las estructuras de tallas de cada una de las principales especies de crustáceos de la FAC, se encontró que *Callinectes arcuatus* tuvo una $n=610$, una relación peso-talla con una $y=4E-05x^{3.1769}$ y $R^2=0.85$. Asimismo, su rango de ancho de cefalotórax (mm) abarcó desde 35–154 mm, con un 44 % de abundancia entre 70–89 m y un 12% de la talla más frecuente entre 80–84 mm (Fig. 13).

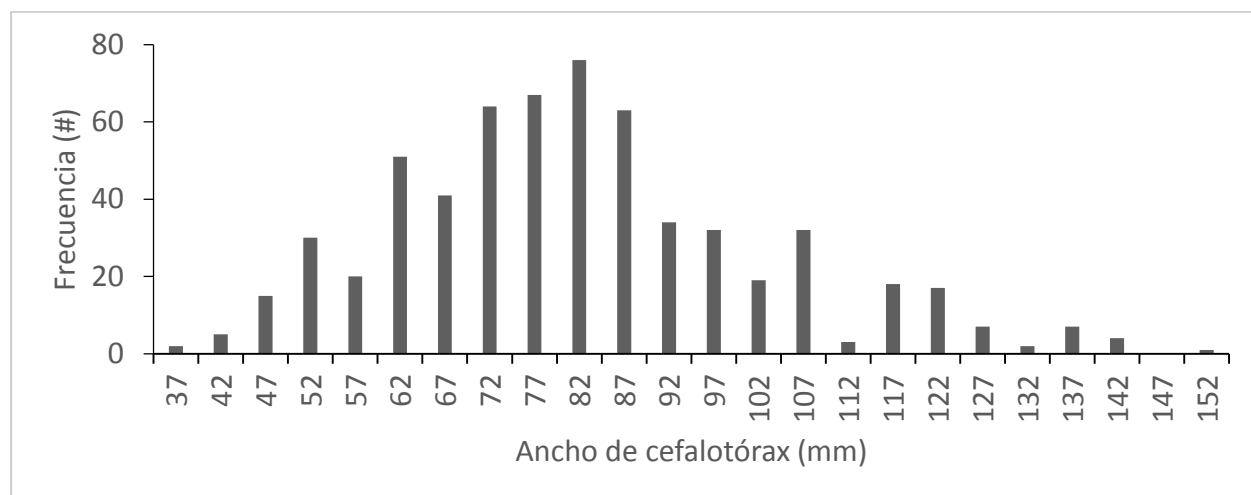


Figura 13. Ancho de cefalotórax de *Callinectes arcuatus* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Callinectes bellicosus tuvo una $n=213$, una relación de peso-talla con una $y=0.0027x^{2.6017}$ y $R^2=0.92$. Asimismo, su rango de ancho de cefalotórax (mm) abarcó de 45 – 189 mm, con un 66% de abundancia entre 60 – 109 m y un 12% de la talla más frecuente entre 100 – 104 mm (Fig. 14).

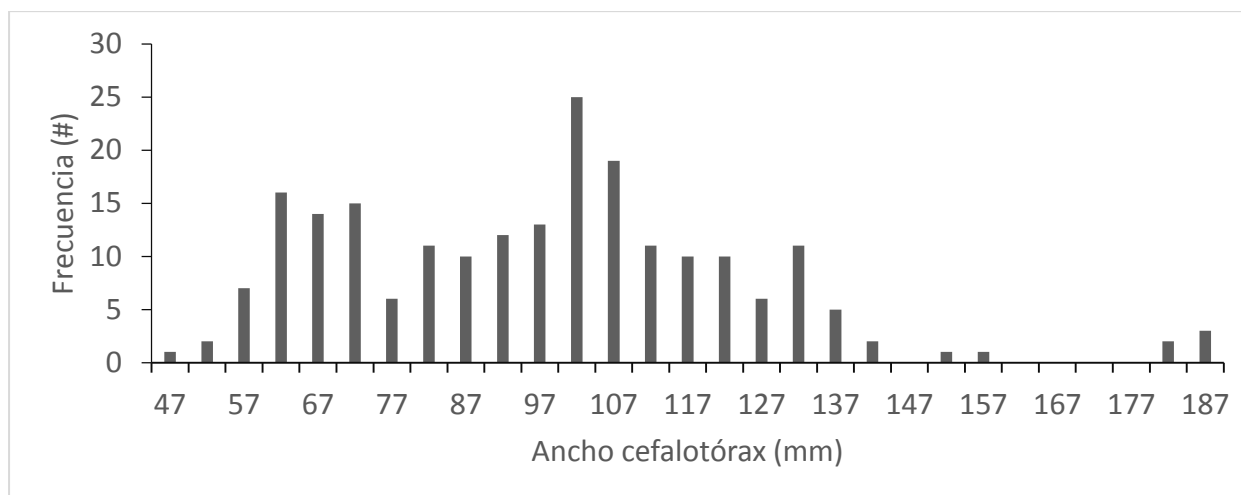


Figura 14. Ancho de cefalotórax de *Callinectes bellicosus* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

La estructura de tallas de *Euphyllax robustus* tuvo una $n=328$, una relación de peso-talla con una $y=0.0131x^{2.2969}$ y $R^2=0.97$. El rango de ancho de cefalotórax (mm) de 55-139 mm, con una abundancia de 66% entre 80-109 mm, y un 17% de la talla más frecuente entre 90-94 mm (Fig. 15).

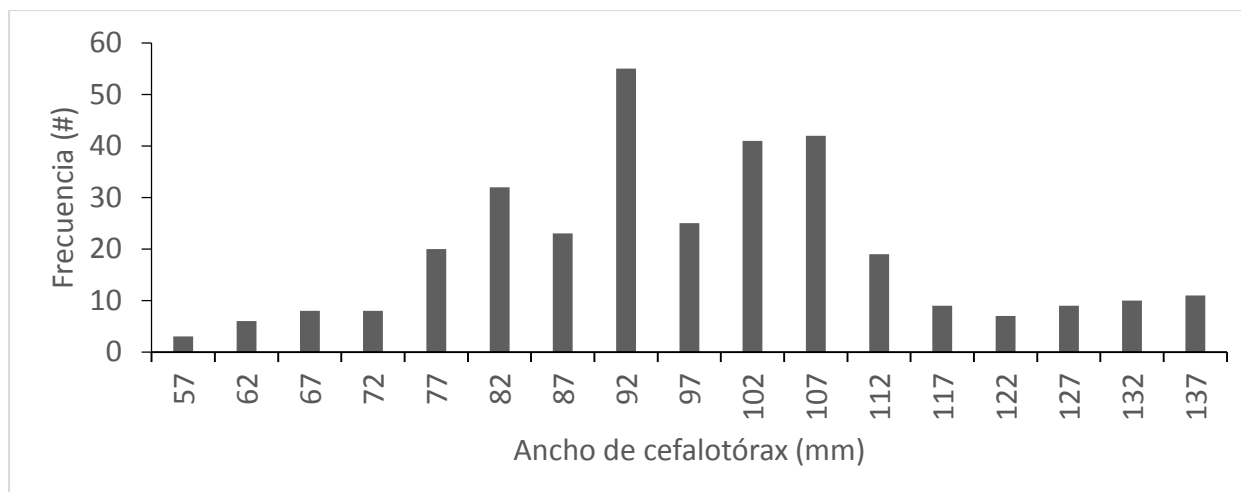


Figura 15. Ancho de cefalotórax (mm) de *Euphyllax robustus* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Continuando con *Hepatus lineatus* tuvo una $n = 44$, una relación de peso-talla con una $y=0.0006x^{2.9391}$ y $R^2=0.98$. El rango de ancho de cefalotórax (mm) abarcó de 35-159 mm, con una

abundancia de 61% entre 60-94 mm, y un 11% de la talla más frecuente entre 75-79 mm (Fig. 16).

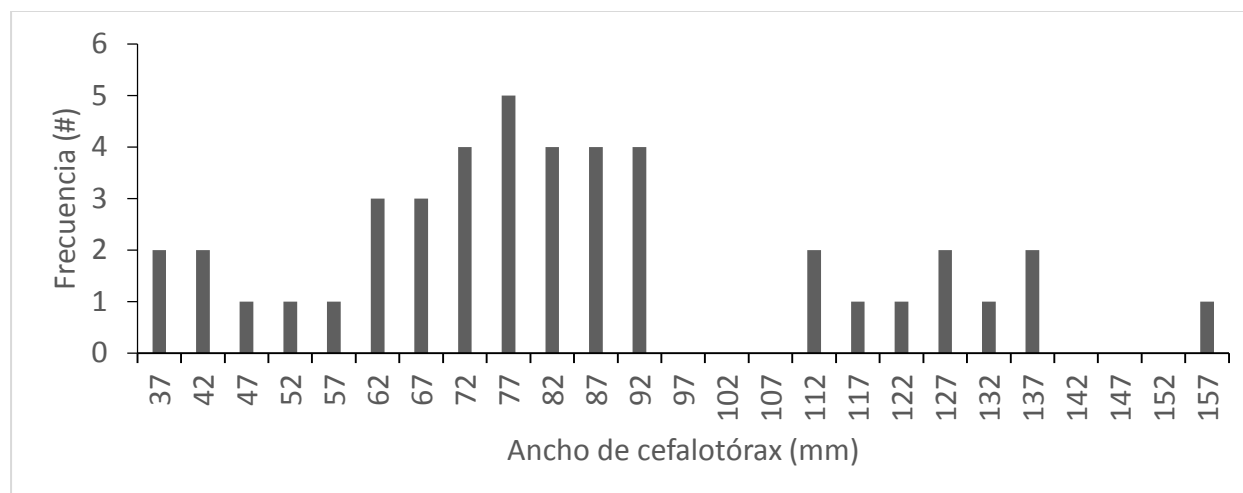


Figura 16. Ancho de cefalotórax (mm) de *Hepatus lineatus* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

La especie *Sicyonia penicillata* tuvo una $n=146$, una relación de peso-talla con una $y=6E-05x^{2.7192}$ y $R^2=0.8706$. El rango de longitud total (mm) abarcó de 50-144 mm, con una abundancia de 77% entre 75-104 mm, y un 19% de la talla más frecuente entre 85-89 mm (Fig. 17).

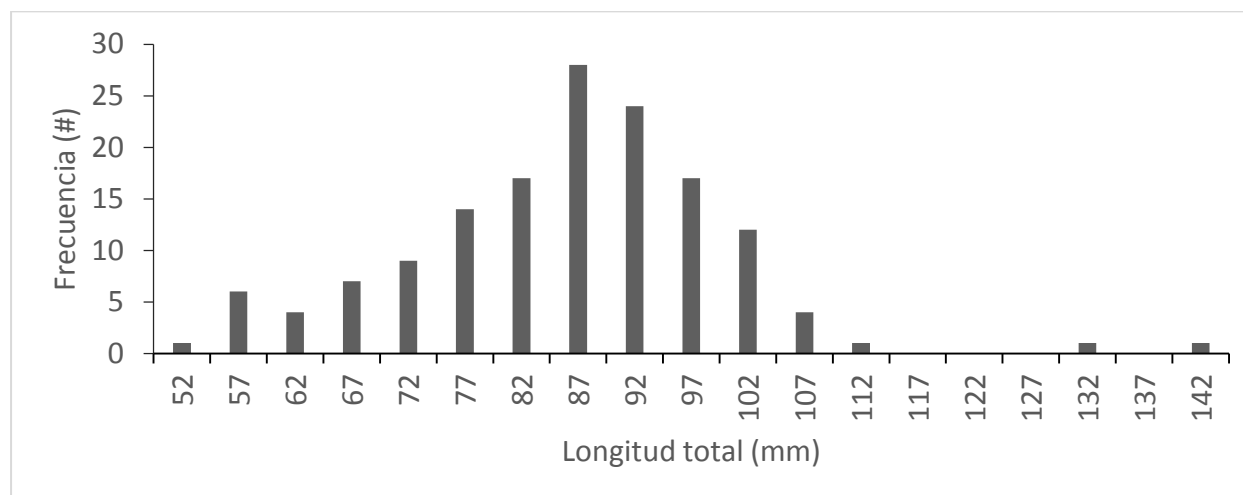


Figura 17. Longitud total (mm) de *Sicyonia penicillata* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

La especie *Squilla bigelowi* tuvo una $n = 383$, una relación peso-talla con una $y = 5E-05x^{2.6783}$ y $R^2 = 0.875$. El rango de longitud total (mm) abarcó de 70 – 209 mm, con una abundancia de 63% entre 95 – 124 mm, y un 14% de la talla más frecuente se entre 100 – 104 mm (Fig. 18).

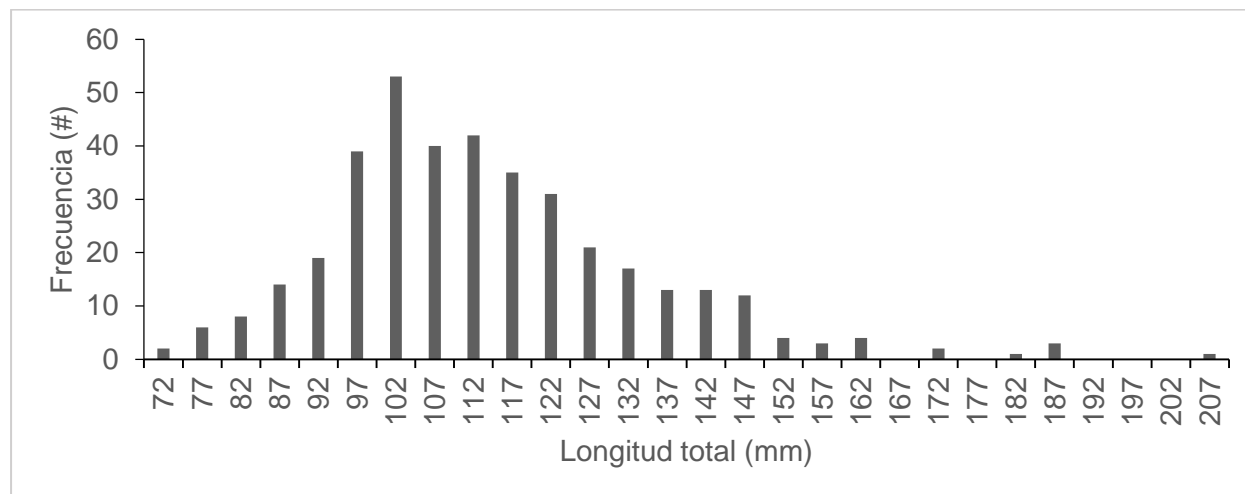


Figura 18. Longitud total (mm) de *Squilla bigelowi* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

La especie *Squilla mantoidea* tuvo una $n=177$, una relación peso-talla con una $y=7E-06x^{3.0784}$ y $R^2 =0.84$. El rango de longitud total (mm) abarcó de 50-224 mm, con una abundancia de 64% entre 145-194 mm, y un 10% de la talla más frecuente entre 160-164 mm (Fig. 19).

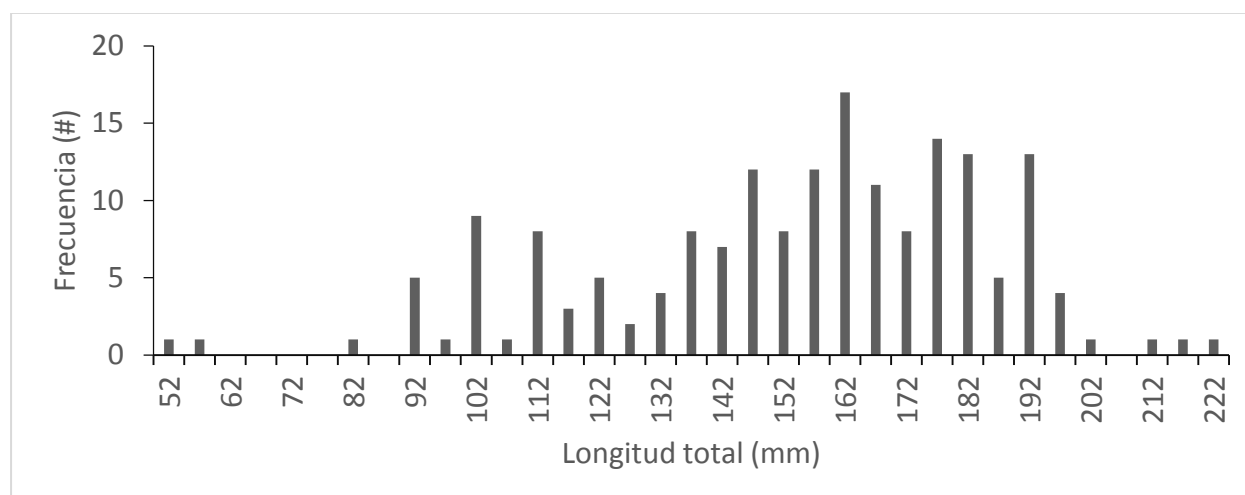


Figura 19. Longitud total (mm) de *Squilla mantoidea* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

La especie *Squilla panamensis* tuvo una $n = 118$, una relación peso-talla con una $y = 3E-05x^{2.7441}$ y $R^2 = 0.84$. El rango de longitud total (mm) abarcó de 50 – 194 mm, con una abundancia de 79% entre 90 – 124 mm, y un 43% de la talla más frecuente entre 110 – 124 mm (Fig. 20).

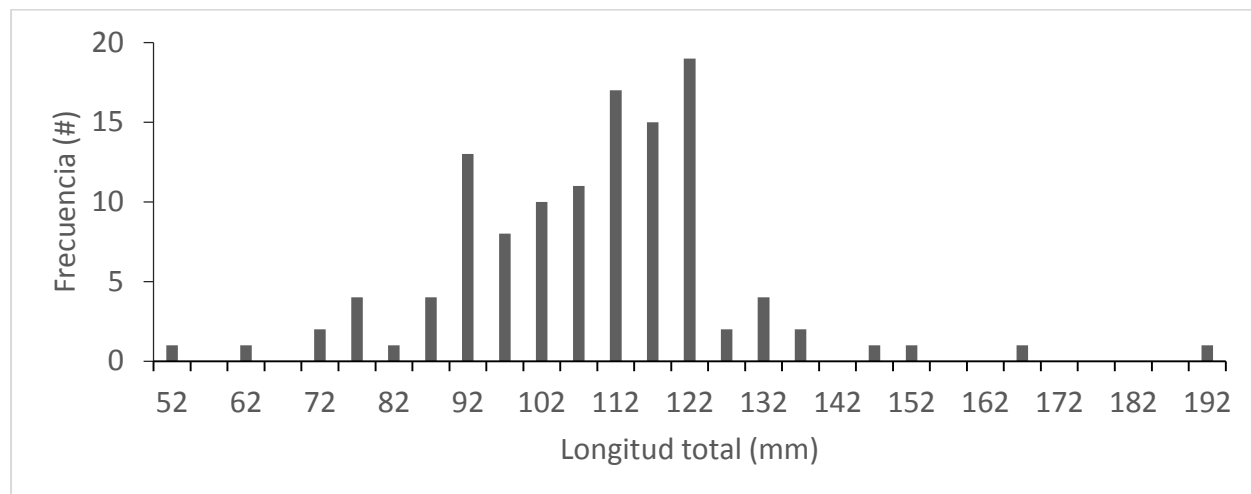


Figura 20. Longitud total (mm) de *Squilla panamensis* componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Finalmente, se calculó el número de individuos capturas que estuvieron por debajo del promedio de talla de primera madurez (L_{50}), la cual se obtuvo buscando los valores reportados en la literatura. No obstante, solo se encontró información sobre L_{50} de *Callinectes arcuatus*, *Callinectes bellicosus* y *Sicyonia penicillata*. En cuanto a las capturas de las 3 especies, se obtuvo un total de 1195 individuos, se los cuales, 159 tuvieron tallas inferiores a L_{50} , representando un 30.57%. De manera particular, *C. arcuatus* (15.71%) fue la especie con más individuos con tallas menores a L_{50} , seguido de *C. bellicosus* (14.21%) con valores muy similares, por último, *S. penicillata* (0.65%) que solo capturó un individuo con estas características (Tabla 13).

Tabla 13. Listado de individuos capturados con tallas de primera madurez (L_{50}) inferiores según la literatura de los principales crustáceos componentes de la FAC durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California. No de ind. totales = Número de individuos totales; Ind. con tallas $< L_{50}$; Porcentaje de Ind. con tallas $< L_{50}$ = Porcentaje de individuos con tallas menores a L_{50} .

Especies	No. de ind. totales	Ind. con tallas $< L_{50}$	Porcentaje de Ind. con tallas $< L_{50}$	Promedio de L_{50} reportado	Autores
<i>Callinectes arcuatus</i>	662	104	15.71%	35	(Escamilla-Montes, 1998; Estrada-Valencia, 1999; Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2003; Fischer y Wolff, 2006; Ramos-Cruz, 2008; Ortega-Lizárraga, 2012; Arciniega-Flores y Mariscal-Romero, 2013; Cisneros Mata <i>et al.</i> , 2014; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Diarte-Plata, 2016; Ortega-Lizárraga <i>et al.</i> , 2016a; Padilla-Serrato <i>et al.</i> , 2019)
<i>Callinectes bellicosus</i>	380	54	14.21%	47	(Escamilla-Montes, 1998; Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2003; Hernández y Arreola-Lizárraga, 2007; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Rodríguez-Félix <i>et al.</i> , 2015; Diarte-Plata, 2016)
<i>Sicyonia penicillata</i>	153	1	0.65%	52	(López-Martínez <i>et al.</i> , 1999, 2002, 2019)
Total	1195	159	30.57%		

7.3 Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La biomasa tuvo su máximo en 2016, con algunos otros años destacados como 2003, 2008 y 2016. Las mayores biomásas se ubicaron en la zona S en 2002 y 2003, subió en 2004 hacia la zona N, pero regresó a la zona S; y fue incrementándose gradualmente al norte entre 2005 y 2011; volviendo las máximas al sur en 2015 a 2018. Asimismo, los valores más grandes por zona fueron en la zona NO y N en 2011, la zona C en 2016, en 2002 la zona S y 2015 la SE (Fig. 21; Tabla 14).

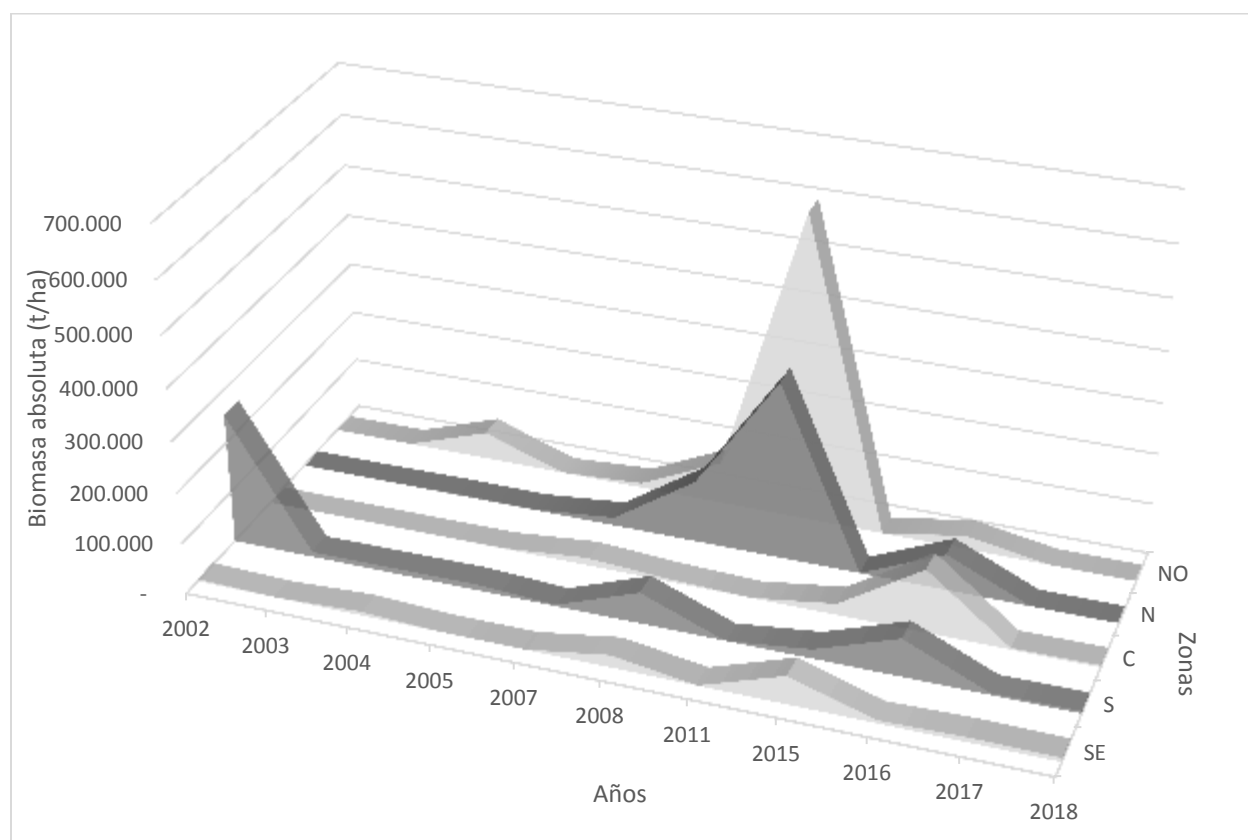


Figura 21. Biomasa absoluta (t/ha) de crustáceos componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreño del Golfo de California.

Tabla 14. Biomasa (t/ha) por año y zona a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Año	Biomasa absoluta (ton/ha) por año y zonas					Total
	NO	N	C	S	SE	
2002	ND	ND	ND	252,896	4,352	257,248
2003	ND	-	ND	9,525	109	9,635
2004	53,428	1,751	77	10,345	7,162	72,763
2005	ND	1,117	1,068	11,570	-	13,755
2007	8,759	15,717	14,942	2,679		42,098
2008	81,796	120,603	5,088	61,369	24,191	293,047
2011	601,170	346,972	ND	ND	ND	948,142
2015	ND	ND	22,140	17,827	55,377	95,345
2016	26,740	70,660	123,856	74,470	5,987	301,713
2017	ND	ND	3,145	3,964	9,623	16,732
2018	ND	ND	4,076	4,669	7,887	16,632
Total	771,894	556,821	174,392	449,313	114,689	2,067,109

En los cálculos de biomasa absoluta por especie por año, destacaron *Callinectes arcuatus* y *Euphyllax robustus*, solo seguidos de *Squilla mantoidea*, *Squilla bigelowi* y *Callinectes bellicosus*, en ese orden. Asimismo, en cuanto al análisis por año tenemos que las principales especies como *E. robustus* (2002, 2003, 2004, 2015 y 2016), *C. arcuatus* (2005, 2008 y 2011), *S. mantoidea* (2007), *C. bellicosus* (2017 y 2018) y *S. bigelowi* que, aunque no destacó en algún año en particular, tuvo presencia importante en 2004 y 2011 (Tabla 13; Fig. 13). Por otro lado, observando la mayoría de las biomásas de cada especie por año, se centraron en 2011, estando

C. arcuatus, *S. bigelowi*, *C. bellicosus*, *H. lineatus* y *S. penicillata*, *E. robustus* en 2002, 2004 en *S. panamensis*, 2008 en *S. mantoidea*. Finalmente se observa que, aunque algunas especies se encuentran a lo largo de todos los años como *C. arcuatus*, *E. robustus* y *C. bellicosus* (Fig. 22; Tabla 15).

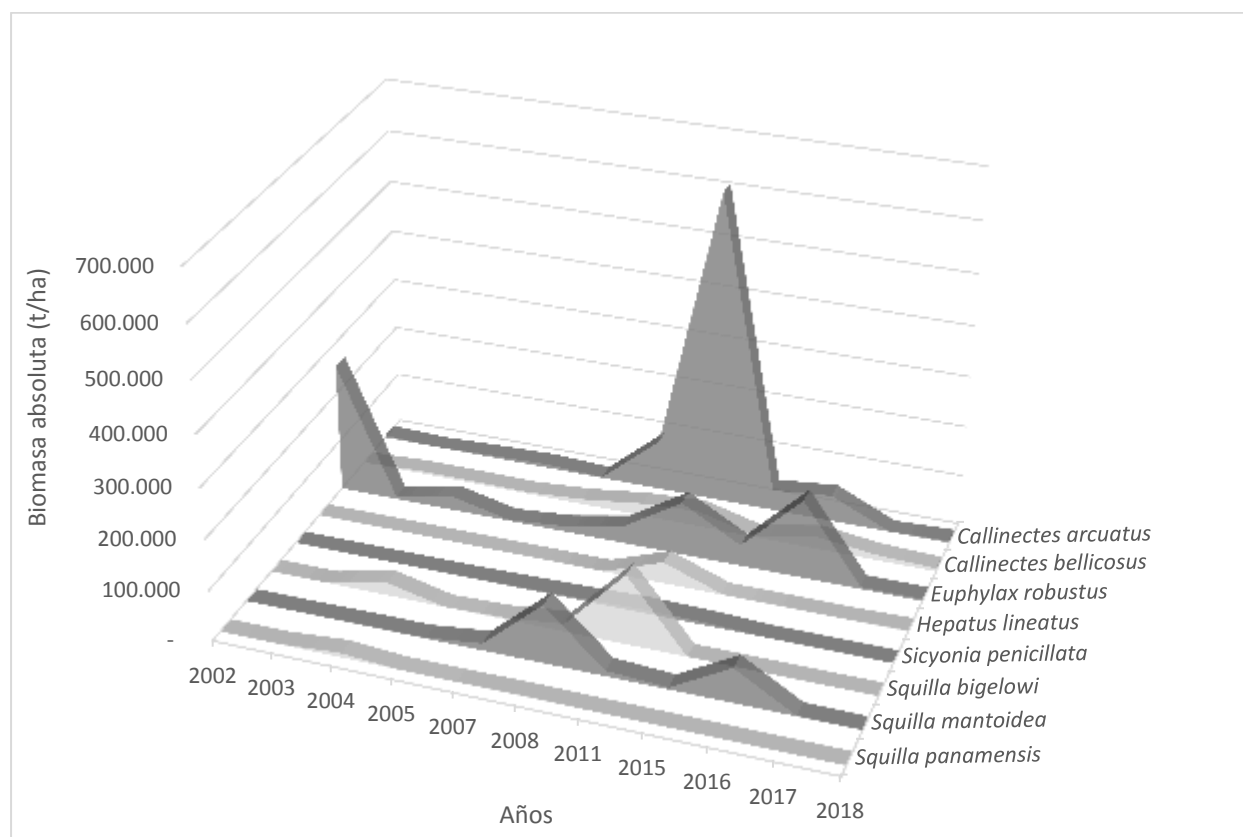


Figura 22. Biomasa absoluta de crustáceos (t/ha) componentes de la FAC por especie y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Tabla 15. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en los distintos años obtenidos a través del método de área barrida (Ha) durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Especies	Biomasa absoluta (t/ha) de especies por año											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	3,723	72	4,033	6,885	1,531	98,663	613,226	40,836	51,708	125	4,033	824,837
<i>Callinectes bellicosus</i>	242	4,778	4,573	3,303	10,469	24,502	30,981	1,950	24,899	10,753	6,139	122,587
<i>Euphyllax robustus</i>	253,282	4,785	28,275	2,364	11,038	33,751	105,462	42,080	155,483	4,360	3,987	644,867
<i>Hepatus lineatus</i>	-	-	-	-	-	33	42,652	737	878	246	2,172	46,718
<i>Sicyonia penicillata</i>	-	-	-	-	1,838	4,021	7,301	5,218	-	58	65	18,500
<i>Squilla bigelowi</i>	-	-	26,073	-	3,180	15,580	137,577	466	32	51	-	182,960
<i>Squilla mantoidea</i>	-	-	1,290	1,203	13,725	115,288	10,944	3,871	68,713	1,123	192	216,351
<i>Squilla panamensis</i>	-	-	8,519	-	316	1,209	-	186	-	16	44	10,290
Total general	257,248	9,635	72,763	13,755	42,098	293,047	948,142	95,345	301,713	16,732	16,632	2,067,109

En cuanto a las distintas zonas, *Callinectes arcuatus* fue más abundante en las zonas NO, N y SE, mientras que *Euphyllax robustus* el C y S. Por otro lado, tenemos el análisis de especie por zona, comenzando con *C. arcuatus* que predomina al norte en NO y N; *E. robustus* que tiende hacia el C y S; *Squilla mantoidea* se localiza principalmente en la zona N; *Squilla bigelowi*, *Hepatus lineatus* y *Squilla panamensis* destacaron en el NO; *Callinectes bellicosus*, se localiza principalmente en el litoral sonorenses, con mayor presencia en la zona N; *Sicyonia penicillata*, presenta valores similares en las distintas zonas, con excepción el SE, donde casi no tiene presencia (Fig. 23; Tabla 16).

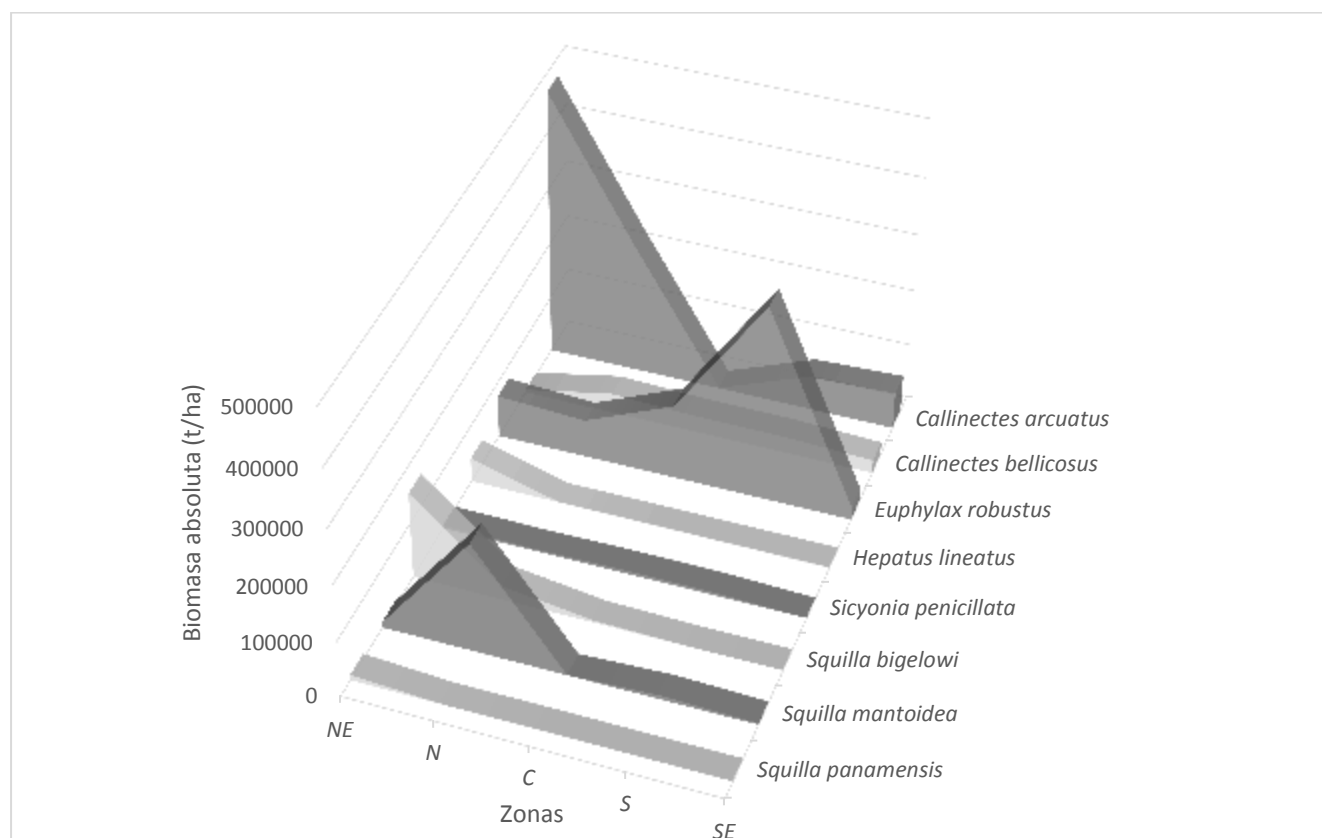


Figura 23. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en las distintas zonas a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Tabla 16. Biomasa absoluta (t/ha) por especie en las distintas zonas a través del método de área barrida durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Especie	Biomasa absoluta (t/ha) de especies por zona					Total general
	NO	N	C	S	SE	
<i>Callinectes arcuatus</i>	469,328.8	229,051.5	1,149.2	59,985.8	65,321.4	824,836.5
<i>Euphylax robustus</i>	75,403.4	67,759.2	132,784.1	346,966.0	21,954.0	644,866.5
<i>Squilla mantoidea</i>	10,088.5	196,331.8	342.1	7,065.1	2,523.3	216,350.8
<i>Squilla bigelowi</i>	154,570.6	24,724.2	3,496.2	168.7	-	182,959.7
<i>Callinectes bellicosus</i>	4,986.5	35,080.2	29,761.8	29,282.7	23,476.0	122,587.2
<i>Hepatus lineatus</i>	42,812.6	608.3	1,015.4	945.3	1,336.1	46,717.6
<i>Sicyonia penicillata</i>	5,079.3	3,266.0	5,253.4	4,861.8	40.1	18,500.4
<i>Squilla panamensis</i>	9,624.5	-	589.5	38.2	38.0	10,290.2
Total general	771,894	556,821	174,392	449,313	114,689	2,067,109

7.4 Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

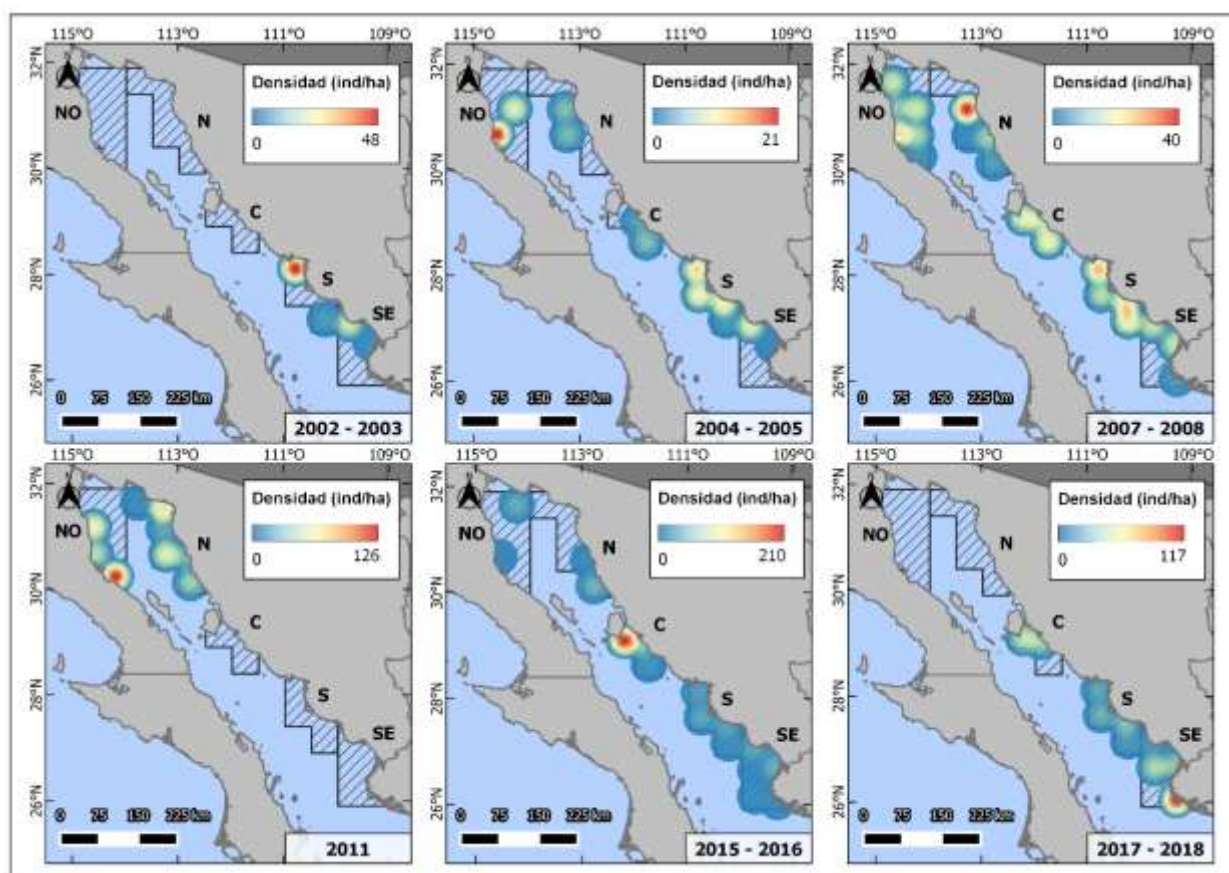


Figura 24. Mapa de densidades de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

En los mapas de densidad, se observa como las especies se desplazan al norte entre 2004-2011 y posteriormente descienden entre 2015-2016, para concentrarse en la zona SE en 2017 y 2018; esto mismo se observa en los datos de distribución latitudinal de las especies, donde se registraron desplazamientos hacia el norte en 2004, 2007, 2008 y 2011, entre los 28-31°N, correspondiente a la zona C, N y NO; por otro lado, en 2002, 2003, 2015, 2016, 2017 y 2018, se localizan por debajo de los 28°N, centrándose en las zonas S y SE (Fig. 16). De igual manera, tanto *Callinectes arcuatus*, como *Callinectes bellicosus*, fueron las especies que se ubicaron más hacia el sur; mientras que, *Squilla bigelowi* y *Squilla panamensis* se registraron principalmente encima de los 29° N (Fig. 24, Fig. 25, Fig. 26; Tabla 17).

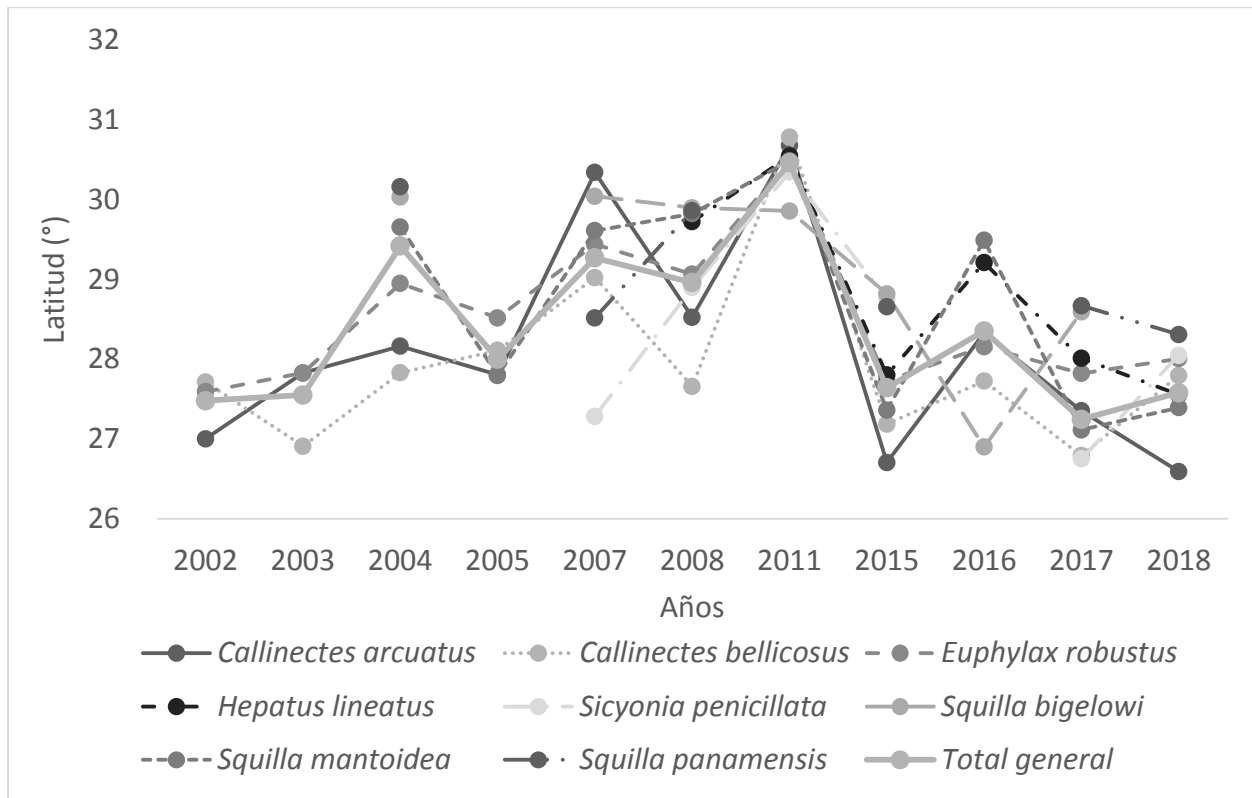


Figura 25. Distribución latitudinal (°) de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreño del Golfo de California.

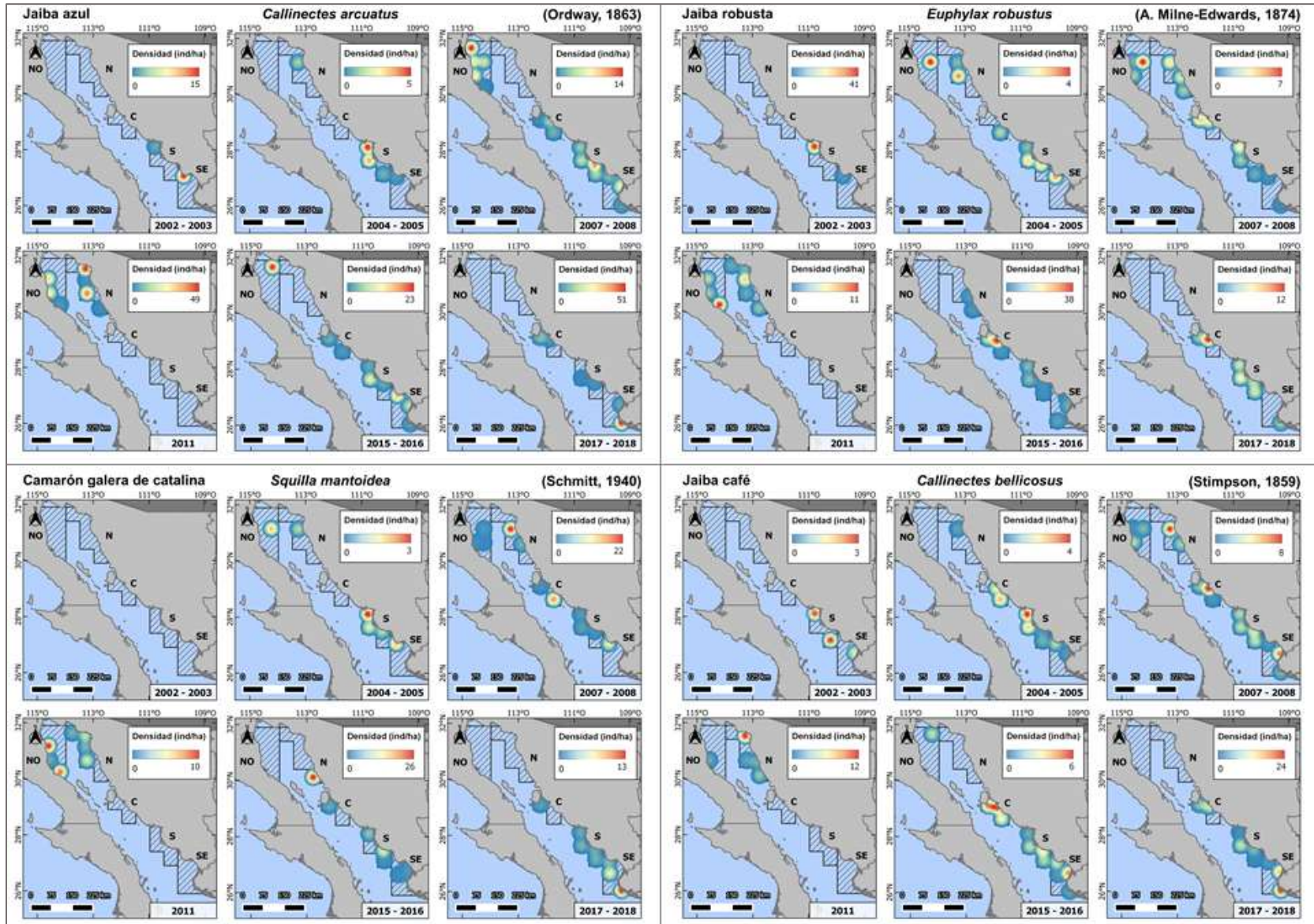


Figura 26. Mapa de densidades de *Callinectes arcuatus* (izquierda superior), *Euphyllax robustus* (derecha superior), *Squilla mantoidea* (izquierda inferior) y *Callinectes bellicosus* (derecha inferior) de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreño del Golfo de California.

Tabla 17. Localización latitudinal (°) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Especies	Localización latitudinal por especie (°)											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	27.0	27.8	28.2	27.8	30.3	28.5	30.7	26.7	28.3	27.4	26.6	28.1
<i>Callinectes bellicosus</i>	27.7	26.9	27.8	28.1	29.0	27.7	30.8	27.2	27.7	26.8	27.8	28.0
<i>Euphylax robustus</i>	27.6	27.8	28.9	28.5	29.4	29.1	30.5	27.7	28.2	27.8	28.0	28.5
<i>Hepatus lineatus</i>	-	-	-	-	-	29.7	30.5	27.8	29.2	28.0	27.6	28.8
<i>Sicyonia penicillata</i>	-	-	-	-	27.3	28.9	30.3	28.8	-	26.8	28.0	28.3
<i>Squilla bigelowi</i>	-	-	30.0	-	30.0	29.9	29.9	28.8	26.9	28.6	-	29.2
<i>Squilla mantoidea</i>	-	-	29.7	27.8	29.6	29.8	30.5	27.4	29.5	27.1	27.4	28.7
<i>Squilla panamensis</i>	-	-	30.2	-	28.5	29.9	-	28.7	-	28.7	28.3	29.0
Total general	27.5	27.5	29.4	28.0	29.3	29.0	30.5	27.6	28.4	27.2	27.6	

En cuanto a la distribución batimétrica, se registraron corrimientos batimétricos en la profundidad donde fueron localizadas las especies en 2004, 2007, 2008 y 2011, por debajo de los 30 m; a diferencia del 2002, año en el que se localizaron entre 10 y 20 m. De igual manera, las especies que se distribuyeron a menor profundidad fueron *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus*; mientras que, *Hepatus lineatus* y *Squilla panamensis*, *S. mantoidea* y *S. bigelowi* fueron las que se localizaron a profundidades por debajo de los 35 m, excepto 2015, cuando *S. mantoidea* y *S. bigelowi* se ubicaron por encima de los 20 m (Fig. 27; Tabla 18).

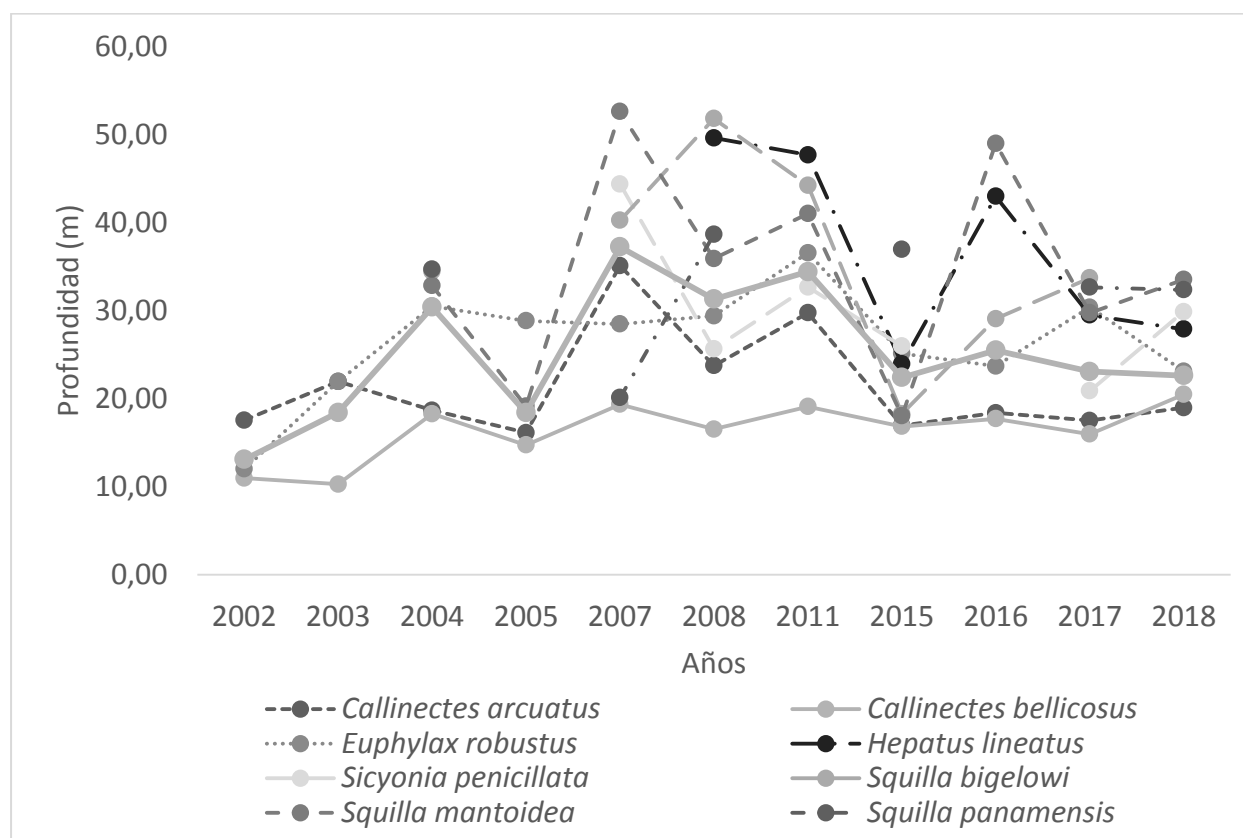


Figura 27. Distribución batimétrica (m) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Tabla 18. Distribución batimétrica (m) por especie de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Especies	Distribución batimétrica por especie (m)											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	17.56	21.95	18.68	16.14	35.11	23.75	29.75	16.95	18.39	17.52	18.97	23.83
<i>Callinectes bellicosus</i>	10.97	10.29	18.29	14.74	19.35	16.54	19.10	16.84	17.72	15.97	20.47	17.36
<i>Euphylax robustus</i>	12.02	21.95	30.50	28.83	28.49	29.41	36.58	25.14	23.71	30.39	23.12	25.36
<i>Hepatus lineatus</i>	-	-	-	-	-	49.62	47.70	23.93	42.98	29.50	27.89	34.47
<i>Sicyonia penicillata</i>	-	-	-	-	44.38	25.66	32.67	25.97	-	20.89	29.88	29.40
<i>Squilla bigelowi</i>	-	-	34.47	-	40.25	51.82	44.25	18.29	29.08	33.71	-	44.36
<i>Squilla mantoidea</i>	-	-	32.83	19.14	52.62	35.92	41.02	18.04	49.01	29.75	33.54	37.17
<i>Squilla panamensis</i>	-	-	34.70	-	20.12	38.65	-	36.94	-	32.66	32.37	35.17
Total general	13.09	18.43	30.41	18.40	37.24	31.32	34.42	22.41	25.49	23.08	22.62	

En la distribución batimétrica por zonas, se observa un gradiente de norte a sur, teniendo los registros más profundos al norte y la menor al sur. Asimismo, la especie *Callinectes bellicosus* fue la especie que se registró a las menores profundidades en todas las zonas; mientras que, *Squilla bigelowi* y *Hepatus lineatus* fueron las especies con registros más profundos (Fig. 28; Tabla 19).

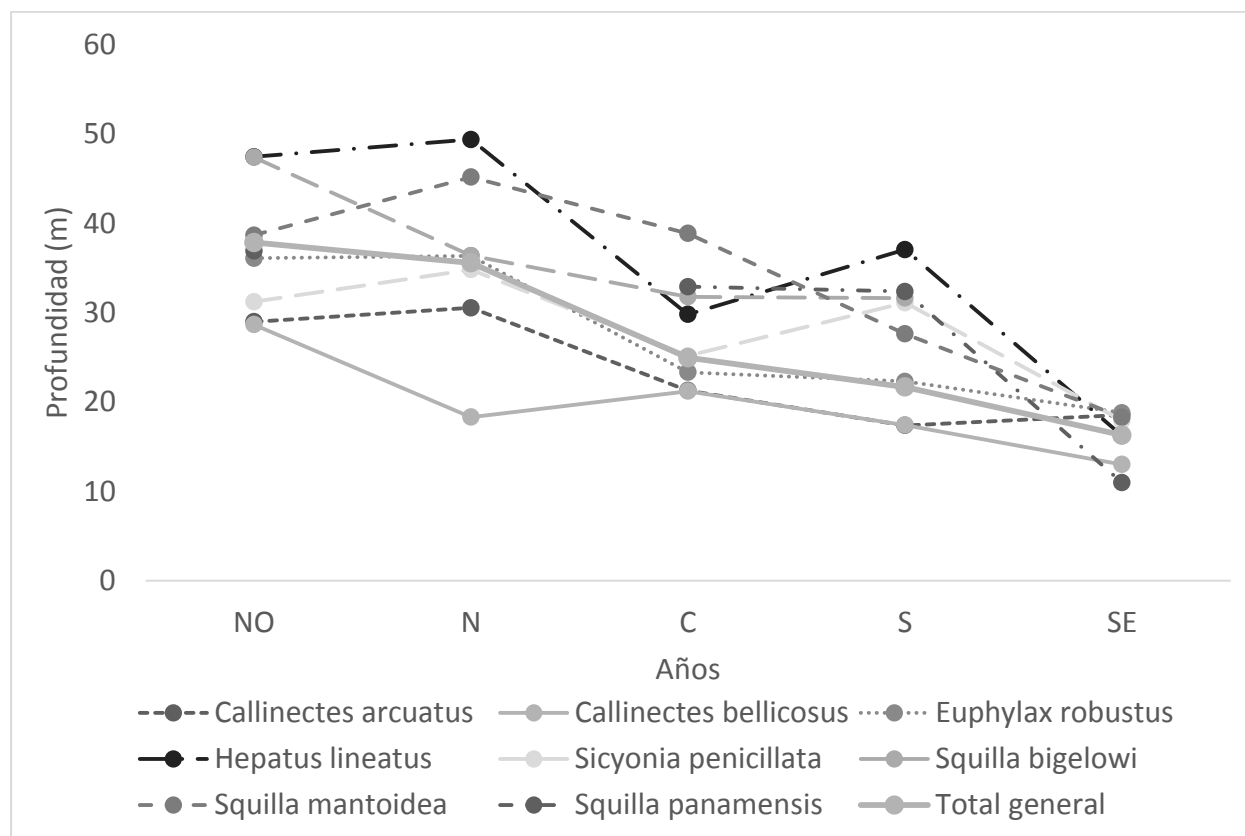
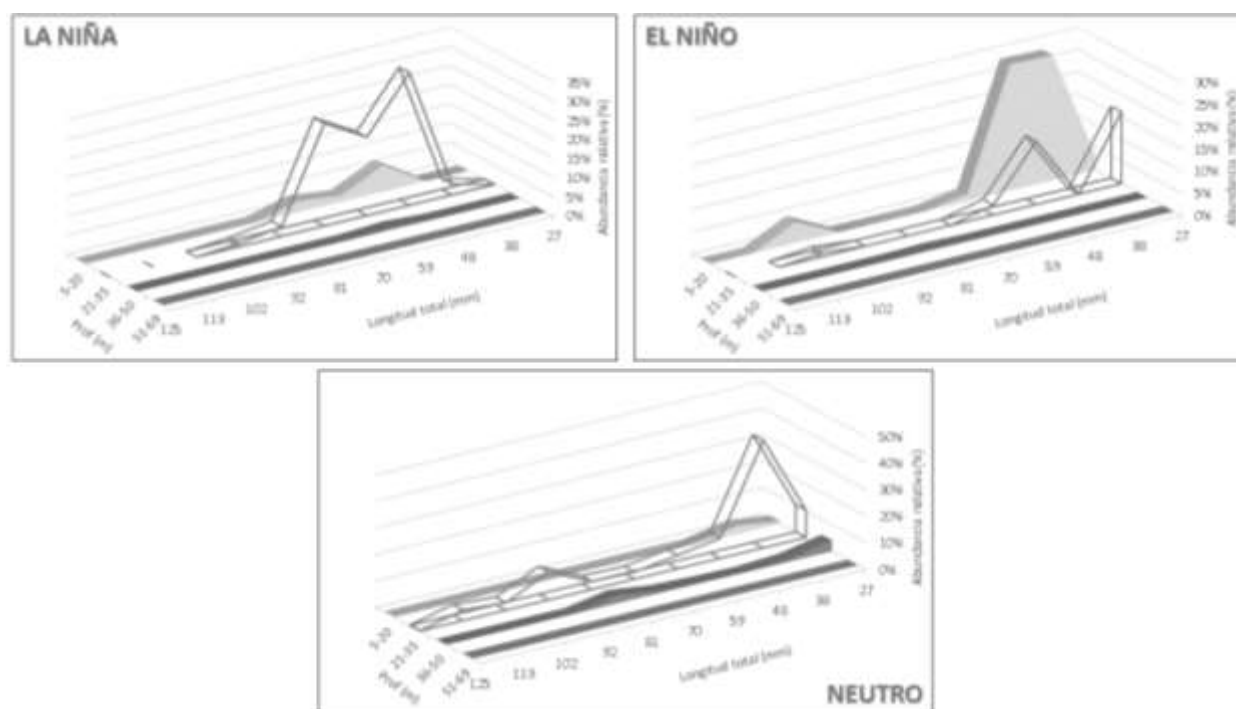


Figura 28. Distribución batimétrica (m) por zonas donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Tabla 19. Distribución batimétrica (m) por zonas donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

Especies	Zonas				
	NO	N	C	S	SE
<i>Callinectes arcuatus</i>	29.0	30.5	21.3	17.4	18.6
<i>Callinectes bellicosus</i>	28.7	18.3	21.2	17.4	13.0
<i>Euphylax robustus</i>	36.1	36.4	23.3	22.3	18.8
<i>Hepatus lineatus</i>	47.4	49.4	29.8	37.1	16.2
<i>Sicyonia penicillata</i>	31.2	34.8	25.2	31.1	17.9
<i>Squilla bigelowi</i>	47.4	36.4	31.8	31.6	
<i>Squilla mantoidea</i>	38.7	45.2	38.9	27.6	18.3
<i>Squilla panamensis</i>	36.9		32.9	32.4	11.0
Total general	37.8	35.6	25.0	21.7	16.3

En cuanto a la estructuras de tallas de *Callinectes arcuatus* según la profundidad, en años Neutrales la especie tuvo un rango de tallas de los 22 – 130 mm, ubicándose entre los 21-35 m, predominando tallas entre los 33-42 mm con 41% ; en años La Niña, el rango se redujo a tallas de 33-97 mm, continuando en la misma profundidad, pero aumenta a un rango entre los 43 – 75 mm, con una presencia del 82%; por el contrario, en años El Niño, el rango se amplió, pero predominaron tallas entre los 22-53 mm con una presencia del 90%, no obstante, la especie se movió a menor profundidad, principalmente a los 5-20 m (Fig. 29).



La estructura de talla de *Callinectes bellicosus* en años Neutros fue de los 20-137 mm, predominando tallas de 20-63 mm con un 58%, las cuales en su mayoría se distribuían en zonas de 5-20 m de profundidad, con el 28% entre los 21-35 m. En años La Niña, el rango se amplió de los 20-167 mm, tuvo un aumento en las tallas de 49-71 mm en la zona de 5-20 m con 43%, un 22% a 79-107 mm de 21-35 m y una 2% presencia de 36-50 m; en años El Niño el rango tallas se mantuvo, aumentando a un 81% la presencia en zonas de 5-20 m, disminuyendo a 11% en la profundidad de 21-35 m e incrementando a 7% en la zona de 36-50 m (Fig. 30).

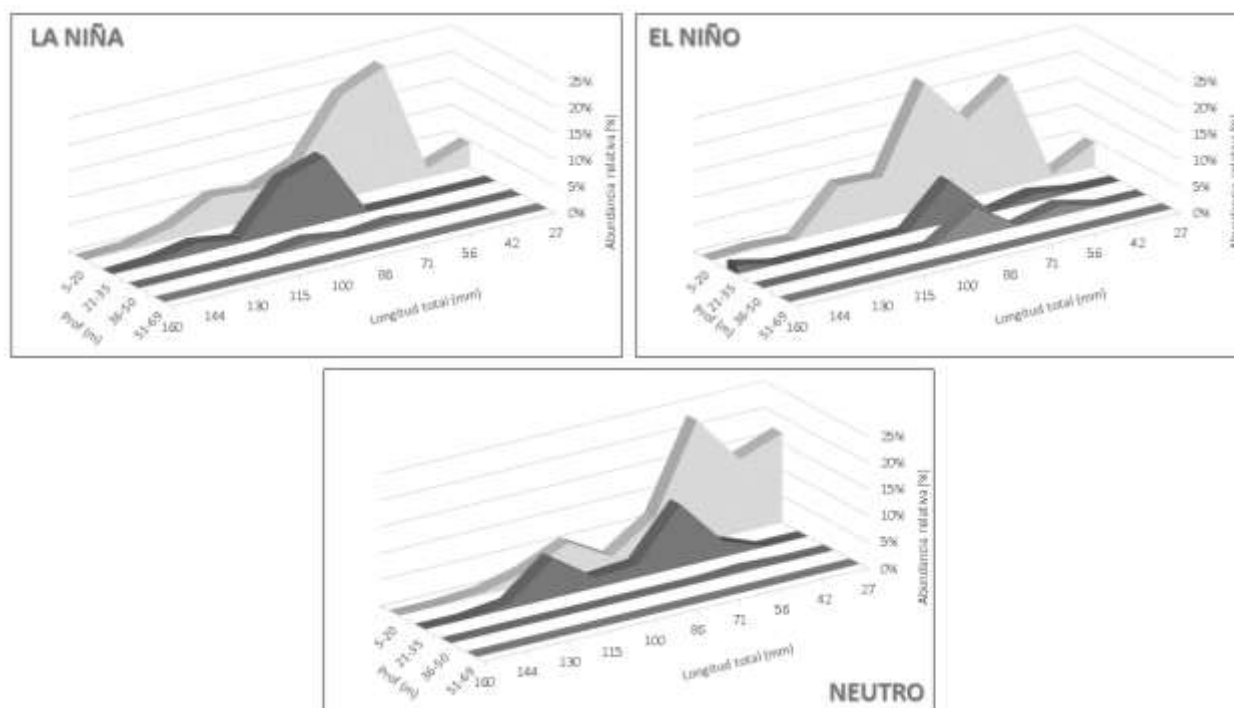


Figura 30. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Callinectes bellicosus* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

La especie *Euphylax robustus* mostró que la estructura de tallas según la profundidad, en años Neutrales tuvo un rango de 26-115 mm, y aunque tiene presencia un 6% en 5-20 m, 31% en 21-35 m y el 63% se localizó entre los 36-50 m, donde predominó la talla de los 79-87 mm con un 41%; en años La Niña el rango se redujo, pero aumentó la talla de los ejemplares, de 53-115, así como ampliando su distribución a zonas menos profundas, con un 31% en el rango de 5-20 m y 47% de 21-35 m; en años El Niño, la especie disminuyó su estructura de talla con un 94% de abundancia entre los 44-87 mm, así como un cambió en su distribución hacia un rango menor de profundidad, predominando con un 74% en los 5-20 m (Fig. 31).

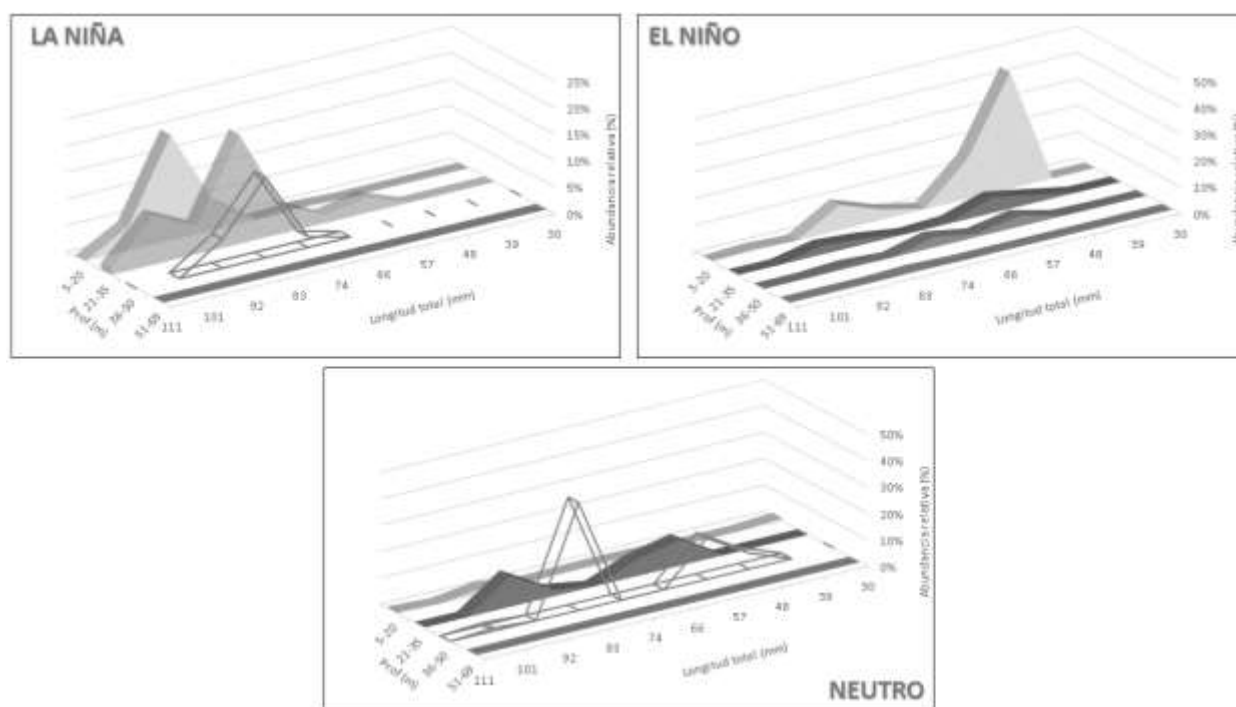


Figura 31. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Euphylax robustus* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

En año neutral, *Hepatus lineatus* tuvo un rango de tallas de los 58-96 mm, centrándose en la profundidad de los 36-50 m con 95%, destacando las tallas de 87-96 mm con un 68%, aunque también se presentó en menor abundancia entre los 58-67 m; en año La Niña, el rango se amplió a mayores tallas, desde los 48-127 mm, pero subió a menores profundidades, con un 82% en el rango de los 21-35 m, continuando presencial parcial en la zona de los 36-50m; en año El Niño, las tallas disminuyeron y el rango fue de los 28-116 mm, la especie se encontró en todos los rangos de profundidad, destacando en la zona de los 5-20 con un 48%, con un 46% de presencia de individuos de tallas pequeñas entre 28-57 mm (Fig. 32).

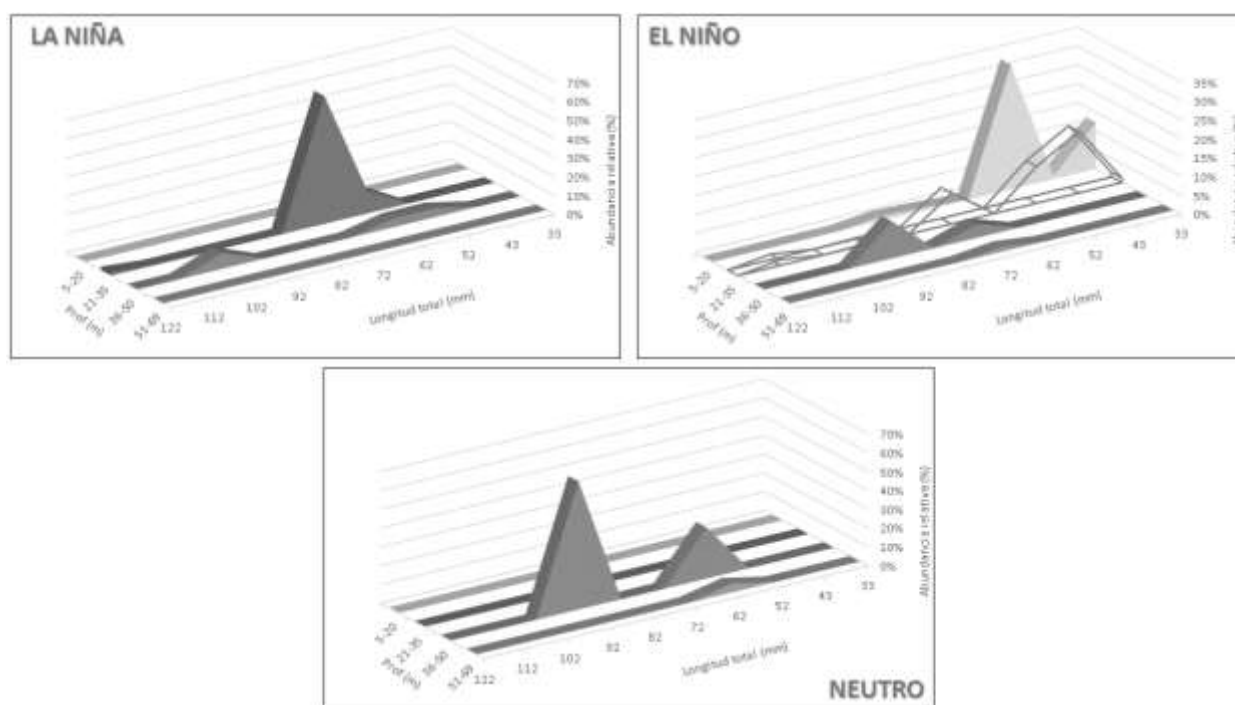


Figura 32. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Hepatus lineatus* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

La especie *Sicyonia penicillata* durante años neutros mostró una estructura de tallas de los 67-108 mm y distribuyéndose en todas las profundidades, destacando los rangos de 36-50 con 35%, pero sobre todo el de 5-20 con 53%; en años La Niña el rango aumenta a 54-108 mm, abandonando el rango más profundo, pero concentrándose el 76% en las zonas medias de 21-35 y 36-50, con tallas de los 81-100 mm; en años El Niño, la especie expandió su tallas a todo el rango, no obstante, destacaron las de 67-80 mm, esto principalmente en zonas someras de los 5-20 m donde se encontró al 80% de los individuos (Fig. 33).

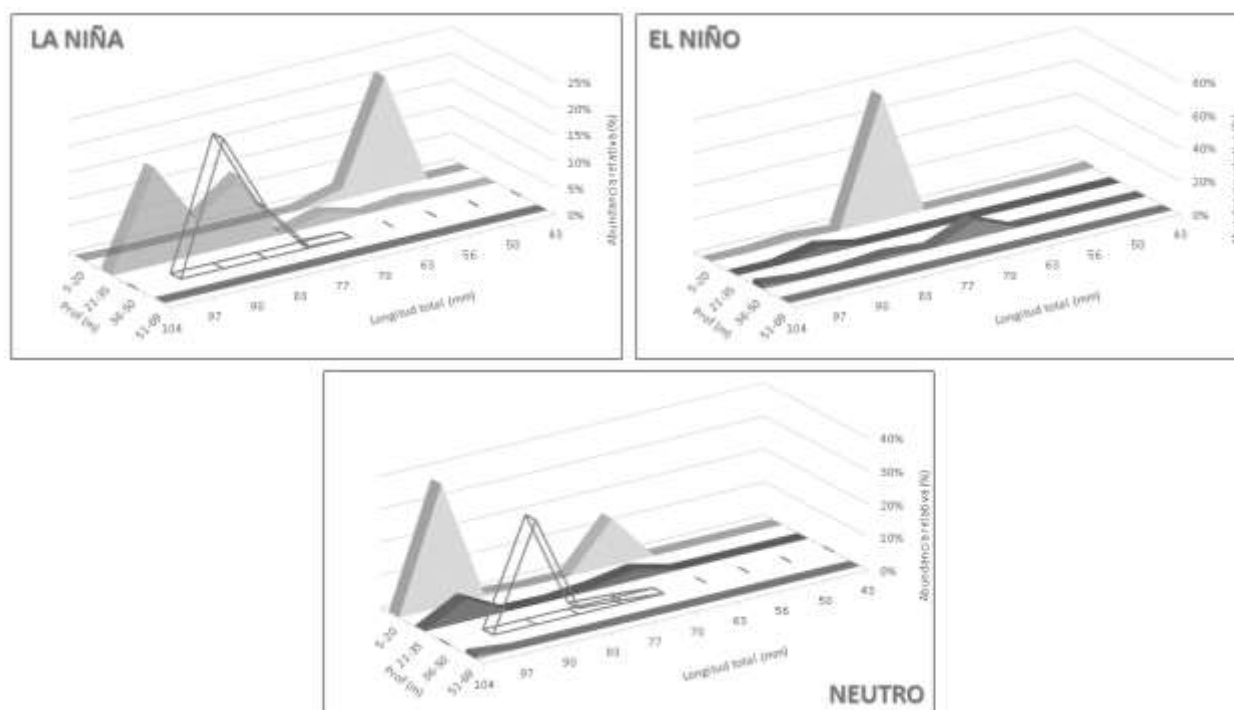


Figura 33. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Sicyonia penicillata* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

La estructura de tallas a profundidad de *Squilla bigelowi* en años neutros abarcó de los 78-141 mm, con un 91% con tallas entre 87-114 mm y se distribuyó en todos los rangos de profundidad, sin embargo, el 70% se ubicó en la zona de los 36-50 m y un 13% para cada rango entre los 21-35 m y 51-69 m; en años La Niña se encontró todo el rango de tallas, se observando un aumento de la talla predominante con un 92% de 96-132 mm, por otro lado, a pesar de que la especie continua con su presencia en todas las profundidades, disminuyó prácticamente toda su abundancia de los 51-69 m y se incrementó en las zona de 21-35 m a un 27%, permaneciendo casi igual en los 36-50 con 71%; en años El Niño, la especie solo fue registrada a la menor profundidad, mientras que las tallas encontradas fueron las menores, en un rango de 78-86 mm (Fig. 34).

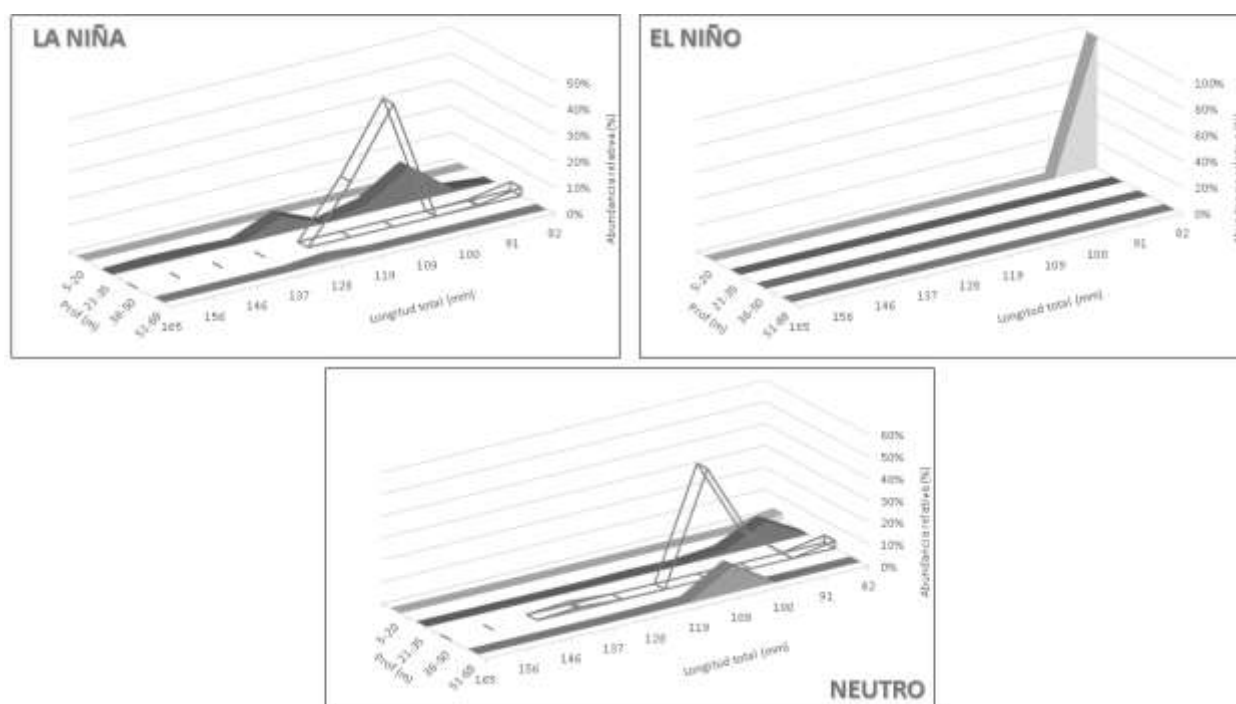


Figura 34. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Squilla bigelowi* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Squilla mantoidea en años Neutros, se observa tiene un rango de tallas que va desde los 101-220 mm, pero siendo más abundantes las tallas de 152-168 mm, la cual, se localizó principalmente en el rango de los 36-50 m con un 76% de abundancia; en años La Niña, el rango de tallas fue igual que en años neutros y la zona de los 35-50 m continuo siendo la que tiene las mayor presencia con 41%, sin embargo, se registraron crecimientos en la zona de los 5-20 m y 51-69 m con 19% cada uno; en años El Niño, se observa una reducción en las tallas, con un rango de 50-202 m, con 101-117 con 34% de la abundancia, asimismo, se observa un cambio en la distribución batimétrica, con un 48% en zonas de 5-20 m, 21-35 m con 32% y 20% de los 36-50 m (Fig. 35).

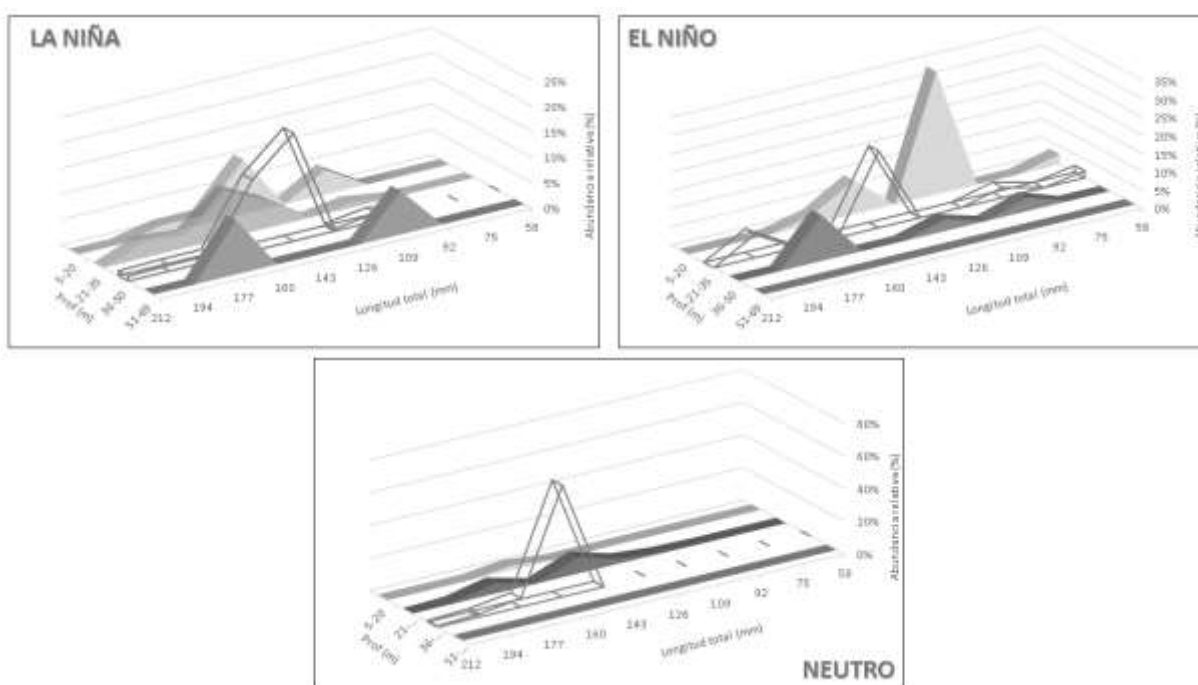


Figura 35. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Squilla mantoidea* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California.

En cuanto a la distribución batimétrica de las tallas de *Squilla panamensis*, tiene años Neutros la especie mostró un rango de los 66-114 mm, con una abundancia del 71% en las tallas de 93-114 mm y con una preferencia del 61% por la zona de los 21-35 m; en años La Niña se observa un cambio en el rango de las tallas, encontrando ejemplares de 88-145 mm, y con una abundancia de 78% de los 98-145 mm, asimismo la especie se desplaza a zonas menos profundas con un 43% de los 5-20 m y 44% de los 21-35; mientras que, en años El Niño ocurre lo contrario, se tuvo una disminución en las tallas con un rango que fue de los 82-114 mm, dominando la talla de 82-87 mm con un 46% y de igual manera, la profundidad fue diferente, concentrándose en zonas profundas con un 91% de abundancia en el rango de 36-50 m (Fig. 36).

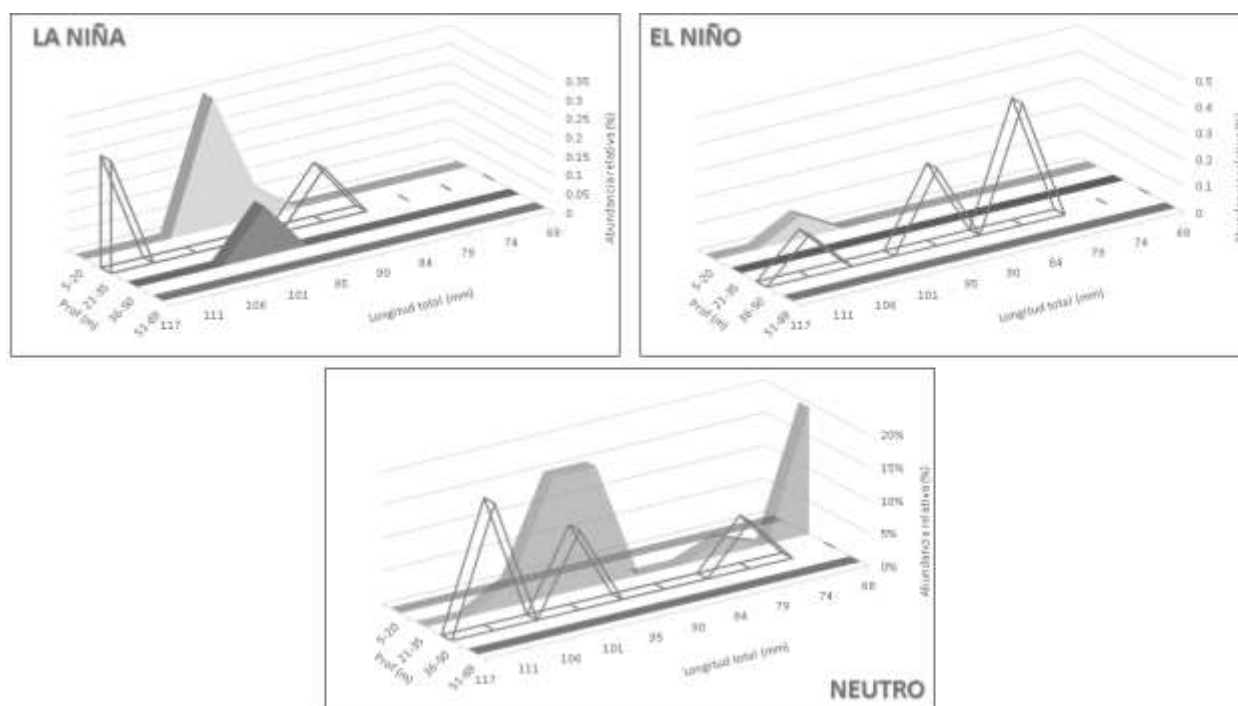


Figura 36. Distribución batimétrica (m) por años La Niña (izquierda superior), El Niño (derecha superior) y Neutros (inferior) de la longitud total de *Squilla panamensis* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreNSE del Golfo de California.

7.5 Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La temperatura del mar en la que se encontraron las especies varió entre 29.6 – 32.3 °C, teniendo las temperaturas más bajas en 2004, aunque también se tuvieron algunos descensos en 2007, 2008, 2011 y 2016; por otro lado, en 2002, 2015, 2017 y 2018 se registraron las temperaturas más altas. *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* fueron encontradas a mayores temperaturas; mientras que, los miembros del género *Squilla*, como *S. mantoidea*, *S. panamensis* y *S. bigelowi*, se localizaron a menores temperaturas. Por último, algo a destacar fue que *S. panamensis* y *S. bigelowi* fueron las especies que se localizaron en un rango más amplio de temperatura, teniendo ambas el registro de las menores temperaturas en 2004, y la mayor en 2015 (Fig. 37; Tabla 20).

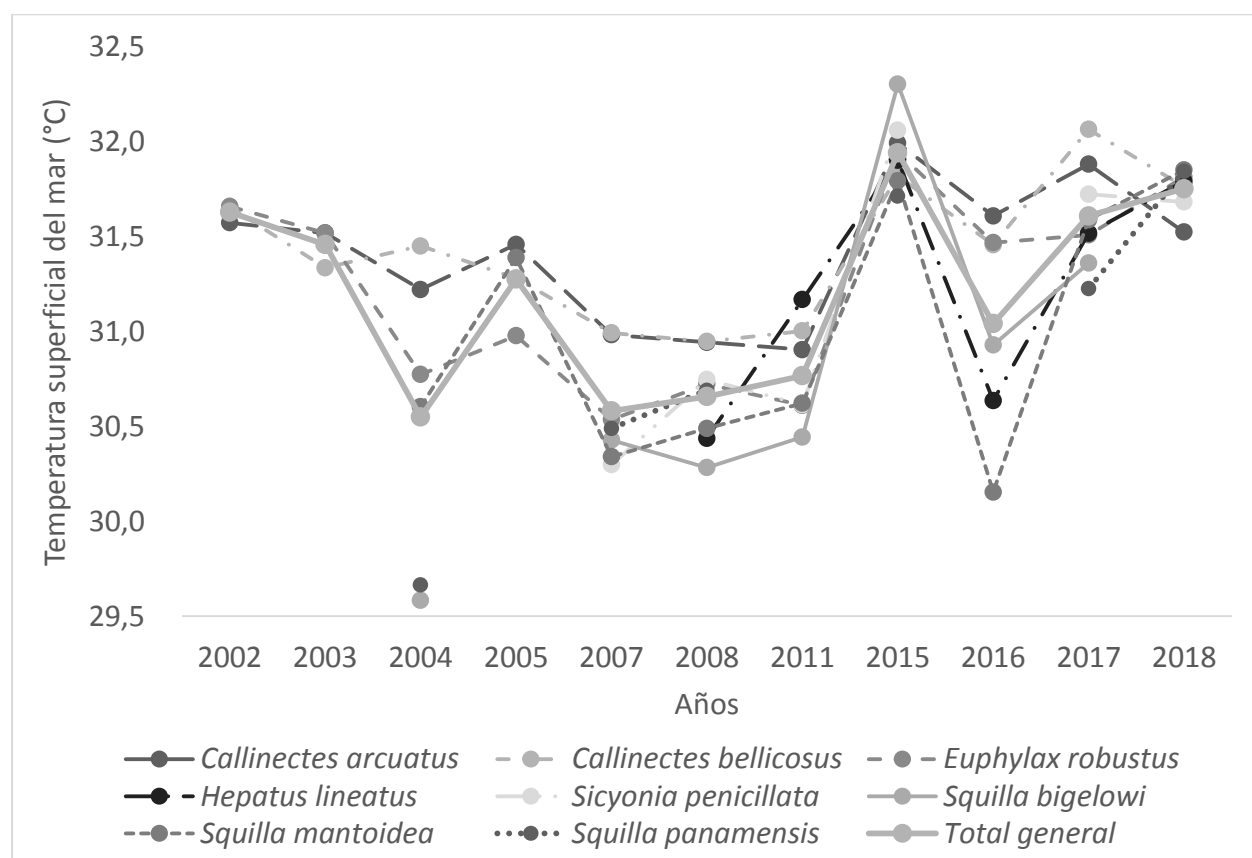


Figura 37. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Tabla 20. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó cada una de las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).

Especies	Promedios de temperatura superficial del mar por especie (°C)											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	31.57	31.52	31.22	31.46	30.98	30.94	30.90	31.99	31.61	31.88	31.53	31.42
<i>Callinectes bellicosus</i>	31.65	31.34	31.45	31.28	30.99	30.95	31.00	31.82	31.46	32.07	31.76	31.43
<i>Euphylax robustus</i>	31.66	31.52	30.77	30.98	30.54	30.72	30.61	31.95	31.47	31.51	31.81	31.23
<i>Hepatus lineatus</i>	-	-	-	-	-	30.44	31.17	31.90	30.64	31.52	31.79	31.24
<i>Sicyonia penicillata</i>	-	-	-	-	30.30	30.75	30.61	32.06	-	31.73	31.68	31.19
<i>Squilla bigelowi</i>	-	-	29.58	-	30.43	30.28	30.45	32.31	30.93	31.36	-	30.76
<i>Squilla mantoidea</i>	-	-	30.60	31.39	30.34	30.49	30.62	31.80	30.15	31.59	31.85	30.98
<i>Squilla panamensis</i>	-	-	29.66	-	30.49	30.69	-	31.72	-	31.23	31.85	30.94
Total general	31.63	31.46	30.55	31.28	30.58	30.66	30.77	31.94	31.04	31.61	31.75	

Respecto a los promedios de temperatura superficial del mar (TSM) por zona, se presenta un gradiente latitudinal, con las mayores temperaturas al sur y las menores al norte, y comportamientos similares entre la zona C, S y SE, comparados con N y NO que mostraron diferencias, la zona NO mostrando una mayor variabilidad. En cuanto a cambios en la TSM, la zona C, S y SE tuvieron un descenso entre 2004 a 2007, mientras que la zona N y NO presentaron aumentos en estas fechas; entre 2008 y 2011, hubo un abrupto incremento en la TSM en la zona C, S y SE, mientras que N y NO el aumento fue mínimo; caso contrario de 2015, donde se observó un incremento en todas las zonas, pero que fue mayor en las N y NO; así como un descenso entre 2015 a 2016, donde nuevamente se observa una mayor disminución en la zona N y NO; en 2016 a 2017, se observó otro aumento generalizado en la temperatura de toda el área, fenómeno que continuó de 2017 a 2018 en casi todas las zonas, con excepción de la SE donde se observó un descenso (Fig. 38; Tabla 21).

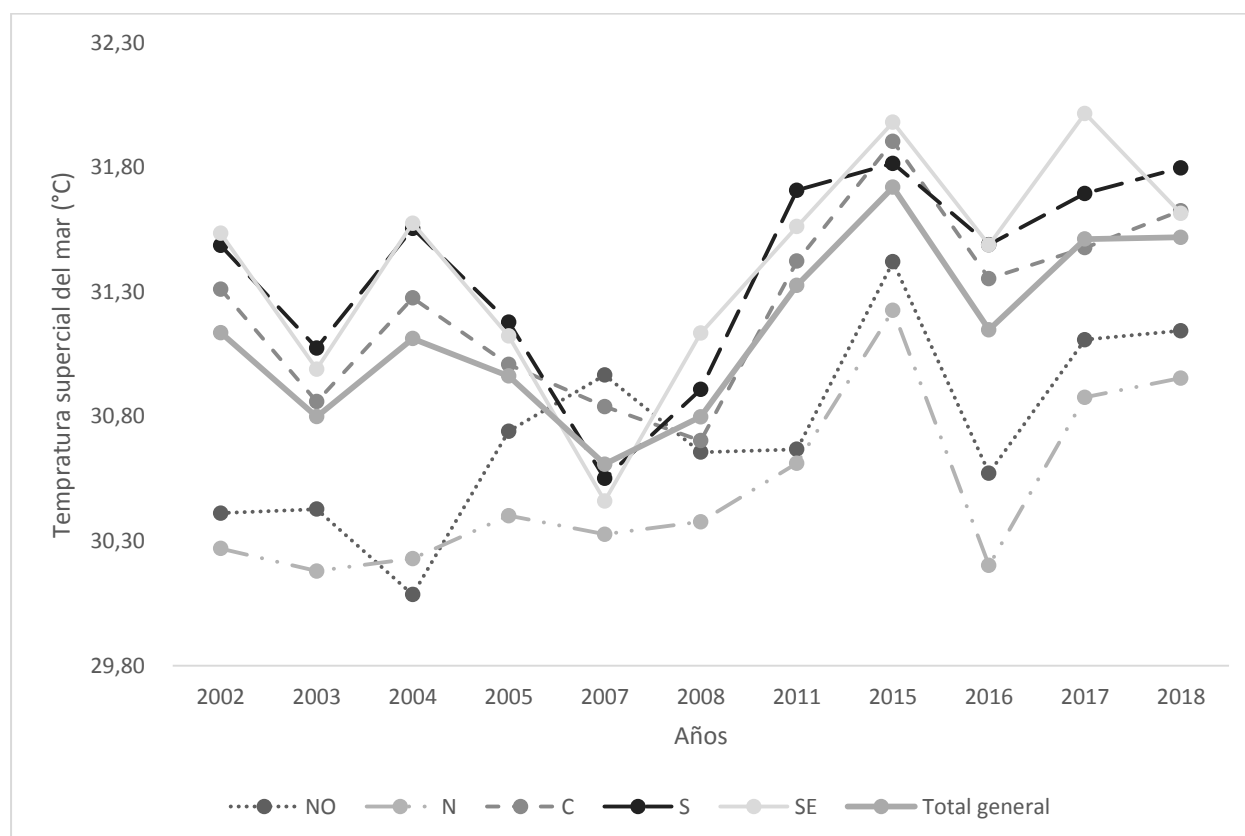


Figura 38. Promedios de temperatura superficial del mar (°C) por zona durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Tabla 21. Temperatura superficial del mar (°C) donde se localizó a las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Año	Promedios de temperatura superficial del mar (°C)					Total general
	NO	N	C	S	SE	
2002	30.41	30.27	31.31	31.49	31.54	31.14
2003	30.43	30.18	30.86	31.07	30.99	30.80
2004	30.09	30.23	31.28	31.56	31.58	31.11
2005	30.74	30.40	31.01	31.18	31.12	30.96
2007	30.97	30.33	30.84	30.55	30.46	30.61
2008	30.66	30.38	30.70	30.91	31.13	30.80
2011	30.67	30.61	31.42	31.71	31.56	31.33
2015	31.42	31.23	31.90	31.82	31.98	31.72
2016	30.57	30.20	31.35	31.49	31.49	31.15
2017	31.11	30.88	31.48	31.70	32.02	31.51
2018	31.14	30.95	31.63	31.80	31.62	31.52
Total general	30.75	30.51	31.25	31.39	31.41	

La concentración de clorofila (Chl-a) promedio en el que se registraron las especies se encontró en un rango de 0.27-3.29 mg m^{-3} , con los mayores niveles en 2002, 2003, 2011 y 2015 y los menores en 2004, 2007 y 2016. Por otro lado, *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* mostraron una mayor afinidad a rangos altos de clorofila; caso contrario de lo observado en *Squilla mantoidea*, *Squilla bigelowi* y *Squilla panamensis*, estas dos últimas, a pesar de distribuirse mayormente en niveles de clorofila por debajo de 1.5 mg m^{-3} , ambos presentaron el valor más alto de sus respectivos años, durante 2015 *S. bigelowi* registró con 2.4 mg m^{-3} , y *S. panamensis* con 1.8 mg m^{-3} (Fig. 39; Tabla 22)

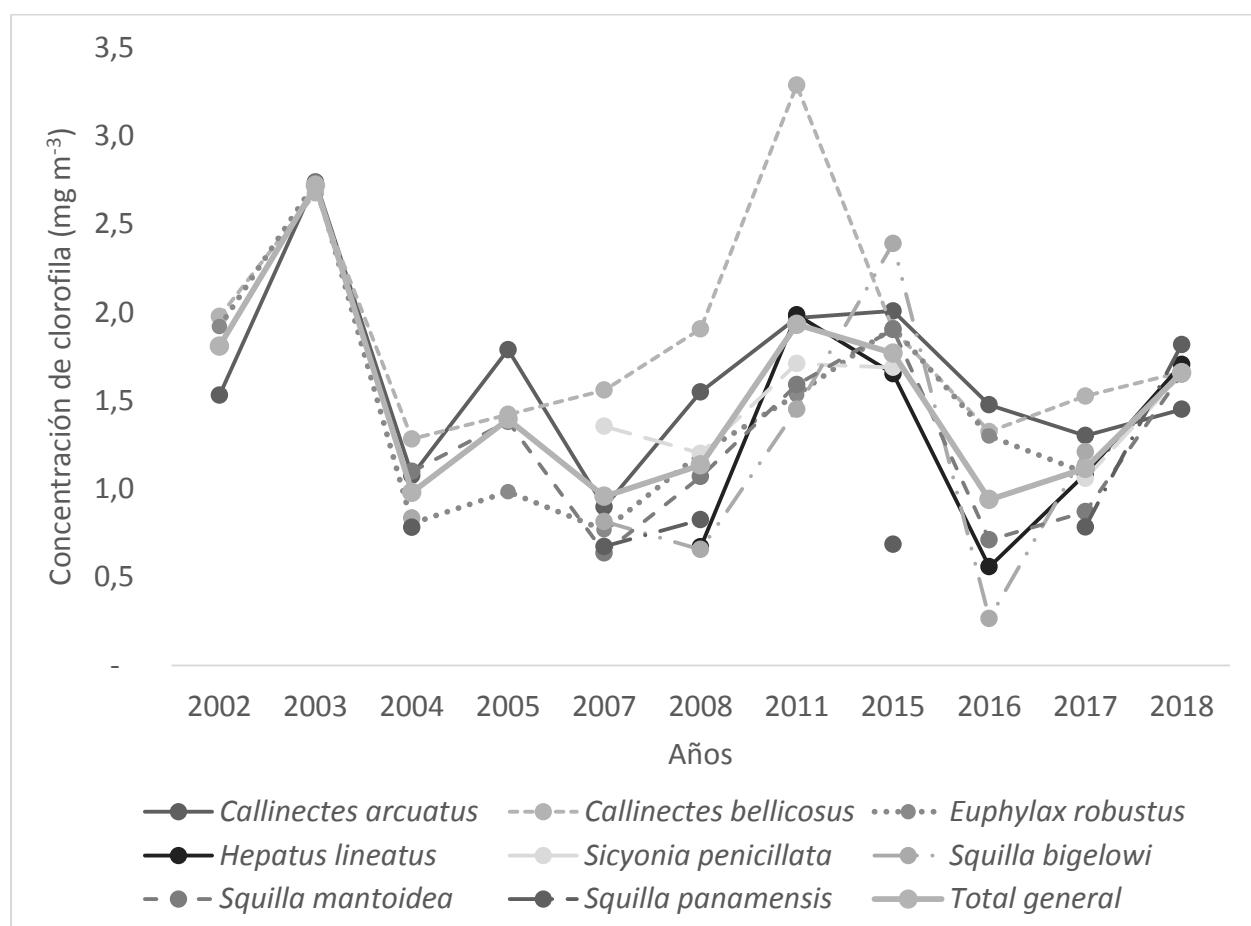


Figura 39. Concentración de clorofila (mg m^{-3}) de los sitios donde fueron localizadas las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).

Tabla 22. Promedios de concentración de clorofila (mg m^{-3}) donde se localizó las principales especies de crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).

Especies	Promedios de concentración de clorofila (mg m^{-3})											Total general
	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2015	2016	2017	2018	
<i>Callinectes arcuatus</i>	1.53	2.74	1.08	1.79	0.90	1.55	1.97	2.01	1.48	1.30	1.45	1.62
<i>Callinectes bellicosus</i>	1.98	2.68	1.28	1.42	1.56	1.91	3.29	1.91	1.32	1.53	1.66	1.87
<i>Euphyllax robustus</i>	1.92	2.74	0.81	0.98	0.77	1.20	1.53	1.91	1.30	1.09	1.66	1.45
<i>Hepatus lineatus</i>						0.67	1.99	1.65	0.56	1.08	1.70	1.28
<i>Sicyonia penicillata</i>					1.35	1.20	1.71	1.69		1.06	1.65	1.44
<i>Squilla bigelowi</i>			0.84		0.82	0.66	1.45	2.39	0.27	1.21		1.09
<i>Squilla mantoidea</i>			1.10	1.38	0.64	1.07	1.59	1.90	0.71	0.87	1.65	1.21
<i>Squilla panamensis</i>			0.78		0.67	0.83		0.69		0.78	1.82	0.93
Total general	1.81	2.72	0.98	1.39	0.96	1.14	1.93	1.77	0.94	1.12	1.66	

Por zonas, la concentración de clorofila (Chl-a) mostró un patrón latitudinal, teniendo mayores concentraciones en zonas como la S, C y SE, comparados con la N y NO. De manera generalizada, se observó tendencia al incremento entre 2002 y 2011, con una posterior disminución entre 2015 a 2016, continuando con un incremento entre 2016 a 2018. Particularmente, la zona SE fue la que tuvo las mayores abundancias en 2005, 2007, 2016, pero especialmente en 2008 y 2015, seguida de la zona C que tuvo grandes concentraciones en 2011 (Fig. 40; Tabla 23).

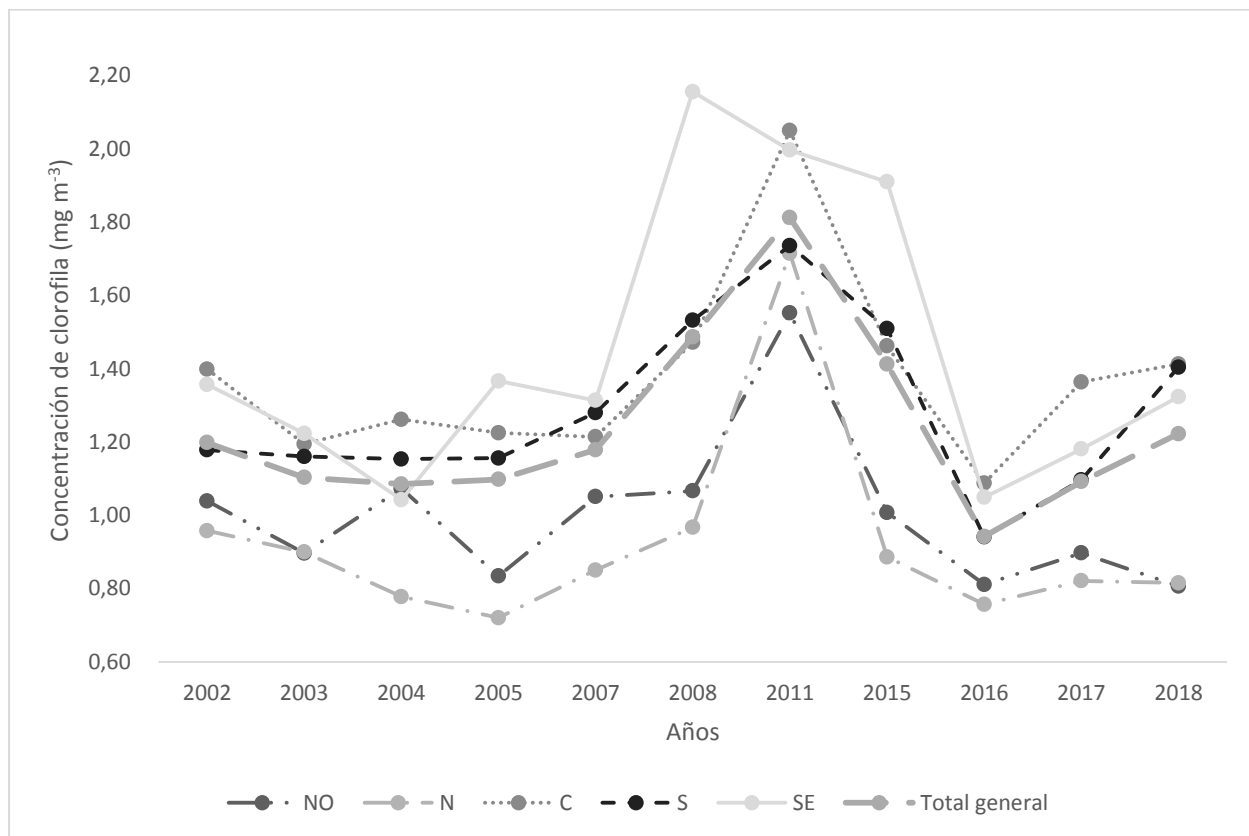


Figura 40. Concentración de Clorofila (mg m^{-3}) por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).

Tabla 23. Promedios de concentración de clorofila (mg m^{-3}) por zonas durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).

Año	Promedios de concentración de clorofila por zona (mg m^{-3})					Total general
	NO	N	C	S	SE	
2002	1.04	0.96	1.40	1.18	1.36	1.20
2003	0.90	0.90	1.19	1.16	1.22	1.10
2004	1.07	0.78	1.26	1.15	1.04	1.09
2005	0.83	0.72	1.22	1.16	1.37	1.10
2007	1.05	0.85	1.21	1.28	1.31	1.18
2008	1.07	0.97	1.47	1.53	2.16	1.49
2011	1.55	1.72	2.05	1.74	2.00	1.81
2015	1.01	0.89	1.46	1.51	1.91	1.41
2016	0.81	0.76	1.09	0.94	1.05	0.94
2017	0.90	0.82	1.36	1.10	1.18	1.09
2018	0.81	0.82	1.41	1.40	1.32	1.22
Total general	1.00	0.92	1.38	1.29	1.45	

Los análisis de regresión de la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice Oceánico El Niño (ONI) versus las tallas muestran que, de manera general, los modelos que mejor representan la relación ambiente-recurso de la TSM y Chl-a, fueron el lineal y el logarítmico, con significancias similares. Por otro lado, la TSM fue la que explicó hasta 40% de la variabilidad; mientras que, la Chl-a solo un 24%. Asimismo, se observa que ambas variables guardan una relación inversa con la longitud total general.

En las especies de crustáceos, la mayoría guardaron una mayor relación con la TSM, siendo *Callinectes arcuatus*, *Callinectes bellicosus*, *Euphylax robustus*, *Hepatus lineatus*, *Sicyonia penicillata* y *Squilla panamensis*, la cual llega a explicar de un 12-47% de la variabilidad; con excepción de *Squilla mantoidea* y *Squilla bigelowi* donde la Chl-a explica un 23% y 80%, respectivamente. De igual manera, se registraron otras especies que tuvieron coeficientes de determinación (R^2) de Chl-a muy cercanos a los observados en la TSM, teniendo el caso de *Euphylax robustus* con 21% y *Hepatus lineatus* con 45%. En cuanto a la relación con las variables, con excepción de *C. bellicosus* y *S. panamensis* que tuvieron una leve relación directa con la Chl-a, el resto de las especies presentaron una relación inversa con ambas variables.

Finalmente, en los modelos de regresión con el Índice El Niño Oceánico (ONI en inglés) y la longitud total (mm), el que explicó el comportamiento de mejor manera fue el exponencial, el cual explicó un 24% de la variabilidad, con una tendencia a mayores tallas durante años La Niña, situación que se repite en todas las especies. Asimismo, en casi todas las especies el ONI llega a explicar del 17-69% de la variabilidad, con excepción de *Hepatus lineatus*, en el que solo llega a un 8% (Fig. 41; Tabla 24).

Tabla 24. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la longitud total (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Parámetros	Modelos de regresión de la longitud total			
	Exponencial	Lineal	Logarítmica	Potencial
General x TSM	$y = 432949e^{-0.275x}$ $R^2 = 0.347$	$y = -22.461x + 785.02$ $R^2 = 0.4032$	$y = -701.2\ln(x) + 2496.7$ $R^2 = 0.4039$	$y = 5E+14x^{-8.572}$ $R^2 = 0.3475$
<i>Callinectes arcuatus</i> x TSM	$y = 200595e^{-0.26x}$ $R^2 = 0.0854$	$y = -13.948x + 496.58$ $R^2 = 0.1068$	$y = -437.2\ln(x) + 1565.6$ $R^2 = 0.1064$	$y = 1E+14x^{-8.178}$ $R^2 = 0.0854$
<i>Callinectes bellicosus</i> x TSM	$y = 1E+06e^{-0.308x}$ $R^2 = 0.0846$	$y = -20.067x + 709.09$ $R^2 = 0.1066$	$y = -629.9\ln(x) + 2250.1$ $R^2 = 0.1061$	$y = 2E+16x^{-9.675}$ $R^2 = 0.0845$
<i>Euphyllax robustus</i> x TSM	$y = 8696.5e^{-0.151x}$ $R^2 = 0.1811$	$y = -11.596x + 441.37$ $R^2 = 0.2048$	$y = -361.5\ln(x) + 1323.3$ $R^2 = 0.2044$	$y = 8E+08x^{-4.704}$ $R^2 = 0.1807$
<i>Hepatus lineatus</i> x TSM	$y = 5841.1e^{-0.141x}$ $R^2 = 0.4664$	$y = -10.127x + 387.72$ $R^2 = 0.4658$	$y = -315.6\ln(x) + 1157.5$ $R^2 = 0.4658$	$y = 3E+08x^{-4.401}$ $R^2 = 0.4664$
<i>Sicyonia penicillata</i> x TSM	$y = 677.4e^{-0.067x}$ $R^2 = 0.4796$	$y = -5.4381x + 254.32$ $R^2 = 0.4858$	$y = -169\ln(x) + 665.88$ $R^2 = 0.4825$	$y = 105517x^{-2.073}$ $R^2 = 0.4762$
<i>Squilla bigelowi</i> x TSM	$y = 3620.2e^{-0.112x}$ $R^2 = 0.2088$	$y = -11x + 455.06$ $R^2 = 0.1289$	$y = -335.8\ln(x) + 1267$ $R^2 = 0.1253$	$y = 1E+07x^{-3.437}$ $R^2 = 0.2039$

<i>Squilla mantoidea</i> x TSM	$y = 1183.8e-0.067x$ $R^2 = 0.2147$	$y = -9.5017x + 444.54$ $R^2 = 0.1997$	$y = -293.5\ln(x) + 1157.9$ $R^2 = 0.1979$	$y = 178353x-2.063$ $R^2 = 0.2128$
<i>Squilla panamensis</i> x TSM	$y = 1748.7e-0.093x$ $R^2 = 0.4548$	$y = -9.1661x + 382.65$ $R^2 = 0.4727$	$y = -283.6\ln(x) + 1072.2$ $R^2 = 0.4773$	$y = 2E+06x-2.874$ $R^2 = 0.4587$
General x Chl-a	$y = 103.37e-0.154x$ $R^2 = 0.128$	$y = -12.696x + 103.01$ $R^2 = 0.1504$	$y = -25.35\ln(x) + 92.766$ $R^2 = 0.2411$	$y = 91.323x-0.31$ $R^2 = 0.2079$
<i>Callinectes arcuatus</i> x Chl-a	$y = 55.094e0.0094x$ $R^2 = 0.0002$	$y = -0.1984x + 58.657$ $R^2 = 4E-05$	$y = -7.201\ln(x) + 61.49$ $R^2 = 0.0198$	$y = 58.607x-0.106$ $R^2 = 0.0099$
<i>Callinectes bellicosus</i> x Chl-a	$y = 71.605e0.0182x$ $R^2 = 0.0008$	$y = 3.2533x + 72.239$ $R^2 = 0.0078$	$y = 0.4675\ln(x) + 78.037$ $R^2 = 4E-05$	$y = 77.11x-0.069$ $R^2 = 0.0027$
<i>Euphyllax robustus</i> x Chl-a	$y = 91.791e-0.112x$ $R^2 = 0.1295$	$y = -8.4204x + 91.39$ $R^2 = 0.1408$	$y = -15.55\ln(x) + 83.842$ $R^2 = 0.2154$	$y = 83.027x-0.206$ $R^2 = 0.1968$
<i>Hepatus lineatus</i> x Chl-a	$y = 82.47e-0.119x$ $R^2 = 0.3158$	$y = -8.7811x + 82.51$ $R^2 = 0.3332$	$y = -11.22\ln(x) + 72.842$ $R^2 = 0.4353$	$y = 72.332x-0.152$ $R^2 = 0.4129$
<i>Sicyonia penicillata</i> x Chl-a	$y = 92.302e-0.061x$ $R^2 = 0.0592$	$y = -4.658x + 91.437$ $R^2 = 0.053$	$y = -5.774\ln(x) + 86.737$ $R^2 = 0.0427$	$y = 86.834x-0.076$ $R^2 = 0.0487$
<i>Squilla bigelowi</i> x Chl-a	$y = 151.97e-0.262x$ $R^2 = 0.6994$	$y = -30.689x + 150.1$ $R^2 = 0.62$	$y = -34.91\ln(x) + 113.22$ $R^2 = 0.8091$	$y = 111.15x-0.282$ $R^2 = 0.817$

<i>Squilla mantoidea</i> x Chl-a	$y = 170.85e^{-0.11x}$ $R^2 = 0.2557$	$y = -15.558x + 169.02$ $R^2 = 0.2359$	$y = -16.34\ln(x) + 152.27$ $R^2 = 0.1963$	$y = 151.79x - 0.115$ $R^2 = 0.2123$
<i>Squilla panamensis</i> x Chl-a	$y = 91.799e^{0.0763x}$ $R^2 = 0.0873$	$y = 7.062x + 92.507$ $R^2 = 0.0799$	$y = 9.3054\ln(x) + 100.39$ $R^2 = 0.0989$	$y = 99.956x - 0.1002$ $R^2 = 0.1073$
General x ONI	$y = 82.915e^{-0.105x}$ $R^2 = 0.2411$	$y = -7.7654x + 84.797$ $R^2 = 0.2278$		
<i>Callinectes arcuatus</i> x ONI	$y = 56.59e^{-0.125x}$ $R^2 = 0.1794$	$y = -5.7881x + 58.873$ $R^2 = 0.1673$		
<i>Callinectes bellicosus</i> x ONI	$y = 75.227e^{-0.165x}$ $R^2 = 0.2216$	$y = -9.8074x + 79.219$ $R^2 = 0.2305$		
<i>Euphylax robustus</i> x ONI	$y = 78.738e^{-0.089x}$ $R^2 = 0.2943$	$y = -6.5115x + 79.81$ $R^2 = 0.2987$		
<i>Hepatus lineatus</i> x ONI	$y = 70.983e^{-0.026x}$ $R^2 = 0.0729$	$y = -1.9029x + 71.454$ $R^2 = 0.0756$		
<i>Sicyonia penicillata</i> x ONI	$y = 84.447e^{-0.041x}$ $R^2 = 0.6757$	$y = -3.2906x + 84.618$ $R^2 = 0.667$		
<i>Squilla bigelowi</i> x ONI	$y = 113.05e^{-0.08x}$ $R^2 = 0.2322$	$y = -8.4389x + 115.52$ $R^2 = 0.1652$		

Squilla mantoidea x ONI

$$y = 149e^{-0.069x}$$

$$R^2 = 0.6868$$

$$y = -9.8498x + 149.63$$

$$R^2 = 0.6491$$

Squilla panamensis x ONI

$$y = 99.352e^{-0.033x}$$

$$R^2 = 0.1457$$

$$y = -2.8166x + 99.771$$

$$R^2 = 0.1163$$

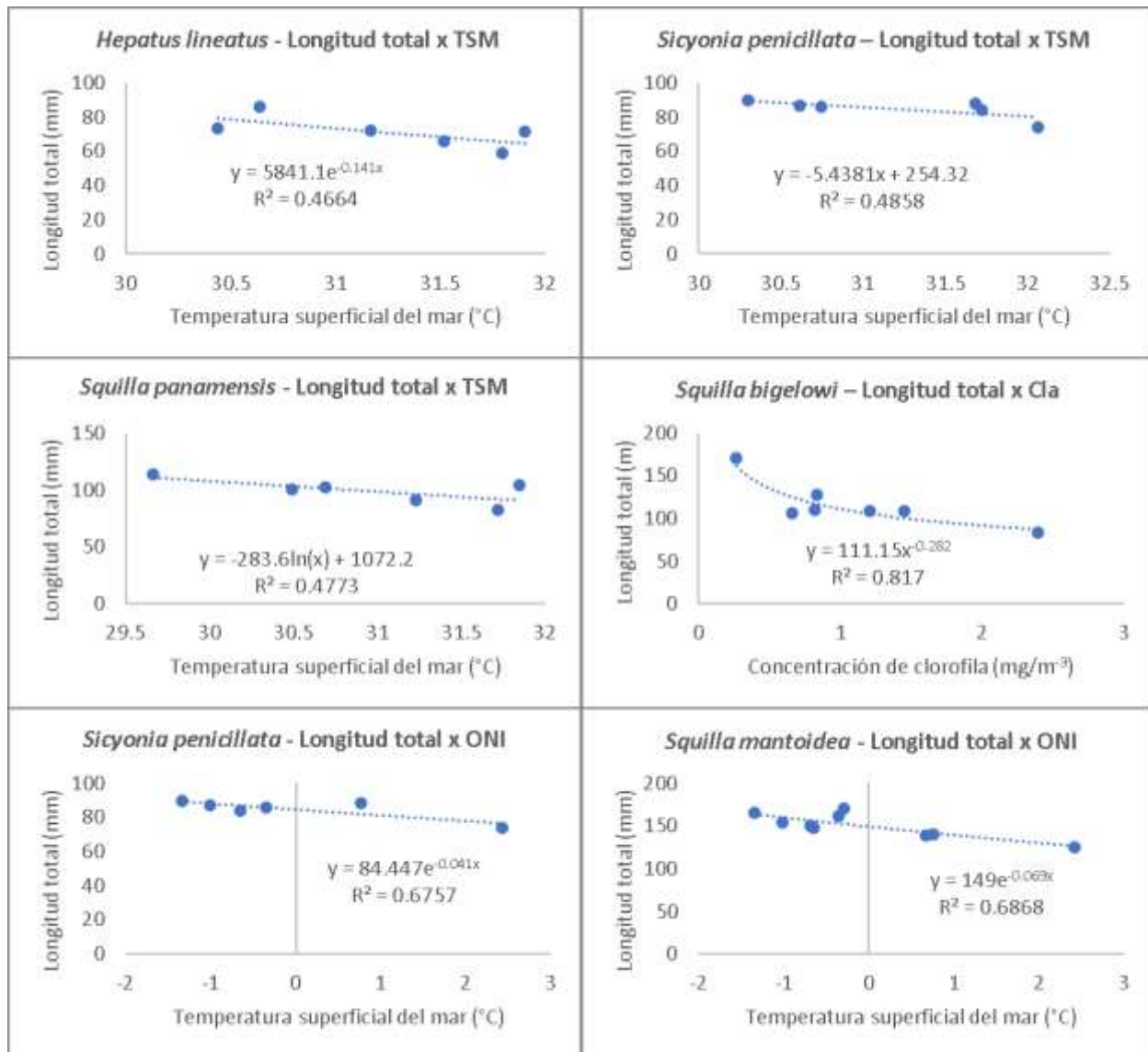


Figura 41. Modelos de las relaciones significativas ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la longitud total (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California (NASA, 2018).

Los análisis de regresión de la TSM, Clorofila y el ONI versus la biomasa absoluta muestran que, en algunos casos, tanto el exponencial y potencial, como el lineal y logarítmico, mostraron valores muy similares entre sí. Por otro lado, ambas variables tienen un coeficiente de determinación (R^2) muy bajo, con 15% en la temperatura superficial del mar (TSM) y 3% en la concentración de clorofila (Chl-a); mientras que, en la relación de las variables, fue distinta, con la TSM teniendo una relación inversa y directa en la Chl-a.

Pasando a las especies, con excepción de *Hepatus lineatus* con 57% y *Sicyonia penicillata* con 25% que se relacionaron con Chl-a, el resto mostraron una mayor afinidad a la TSM, explicando del 15-67% de la variabilidad. En cuanto a su relación, la mayoría de las especies se comportaron como en la general, pero existiendo casos como *Euphyllax robustus* que tuvo una relación directa con la TSM, y *Squilla mantoidea* y *Squilla panamensis* que reportaron relaciones inversas a la Chl-a.

Por otro lado, los modelos de regresión con el Índice El Niño Oceánico (ONI en inglés), de manera general, fueron muy bajos, explicando solo 9% de la variabilidad, con una tendencia a mayores biomásas en años La Niña. En cuanto a las especies, la mayoría tuvo valores muy bajos en el coeficiente de determinación, con excepción de *S. mantoidea* con 16%, *Hepatus lineatus* con 16% y *Callinectes bellicosus* con 50% de la variabilidad. Asimismo, en cuanto a las tendencias, hubo diferencias entre las especies, con *Callinectes arcuatus*, *C. bellicosus*, *Hepatus lineatus*, *Squilla bigelowi*, *S. mantoidea* que tendieron a más biomásas en La Niña; mientras que, *S. panamensis*, *S. penicillata* y *E. robustus* tuvieron mayor relación con El Niño (Fig. 42; Tabla 25).

Tabla 25. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorensé del Golfo de California (NASA, 2018).

Parámetros	Modelos de regresión de la biomasa absoluta			
	Exponencial	Lineal	Logarítmica	Potencial
General x TSM	$y = 9E+20e^{-1.187x}$ $R^2 = 0.154$	$y = -193698x + 6E+06$ $R^2 = 0.1263$	$y = -6E+06\ln(x) + 2E+07$ $R^2 = 0.1257$	$y = 2E+60x^{-37.07}$ $R^2 = 0.1544$
<i>Callinectes arcuatus</i> x TSM	$y = 1E+43e^{-2.871x}$ $R^2 = 0.1493$	$y = -244705x + 8E+06$ $R^2 = 0.2457$	$y = -8E+06\ln(x) + 3E+07$ $R^2 = 0.2479$	$y = 3E+139x^{-90.63}$ $R^2 = 0.1508$
<i>Callinectes bellicosus</i> x TSM	$y = 4E+26e^{-1.668x}$ $R^2 = 0.1941$	$y = -15174x + 488117$ $R^2 = 0.2745$	$y = -5E+05\ln(x) + 2E+06$ $R^2 = 0.2766$	$y = 6E+82x^{-52.74}$ $R^2 = 0.1961$
<i>Euphyllax robustus</i> x TSM	$y = 152622e^{-0.063x}$ $R^2 = 0.0004$	$y = 29046x - 848521$ $R^2 = 0.0341$	$y = 908672\ln(x) - 3E+06$ $R^2 = 0.0343$	$y = 3E+07x^{-2.065}$ $R^2 = 0.0004$
<i>Hepatus lineatus</i> x TSM	$y = 2E-15e^{1.3056x}$ $R^2 = 0.1101$	$y = -1067.8x + 41148$ $R^2 = 0.0014$	$y = -29731\ln(x) + 110109$ $R^2 = 0.0011$	$y = 3E-59x^{41.146}$ $R^2 = 0.1126$
<i>Sicyonia penicillata</i> x TSM	$y = 2E+22e^{-1.432x}$ $R^2 = 0.2175$	$y = -1141x + 38669$ $R^2 = 0.079$	$y = -35667\ln(x) + 125772$ $R^2 = 0.0794$	$y = 1E+70x^{-44.84}$ $R^2 = 0.2195$
<i>Squilla bigelowi</i> x TSM	$y = 2E+34e^{-2.316x}$ $R^2 = 0.3998$	$y = -17871x + 575902$ $R^2 = 0.0974$	$y = -6E+05\ln(x) + 2E+06$ $R^2 = 0.0963$	$y = 5E+110x^{-72.17}$ $R^2 = 0.405$

<i>Squilla mantoidea</i> x TSM	$y = 2E+36e-2.43x$ $R^2 = 0.5994$	$y = -34333x + 1E+06$ $R^2 = 0.3197$	$y = -1E+06\ln(x) + 4E+06$ $R^2 = 0.321$	$y = 2E+116x-75.5$ $R^2 = 0.6007$
<i>Squilla panamensis</i> x TSM	$y = 3E+32e-2.235x$ $R^2 = 0.6633$	$y = -3271.7x + 102937$ $R^2 = 0.643$	$y = -1E+05\ln(x) + 350027$ $R^2 = 0.6528$	$y = 2E+105x-69.05$ $R^2 = 0.6679$
General x Chl-a	$y = 140998e-0.46x$ $R^2 = 0.027$	$y = 66696x + 88440$ $R^2 = 0.0175$	$y = 133410\ln(x) + 142198$ $R^2 = 0.0281$	$y = 86181x-0.564$ $R^2 = 0.0163$
<i>Callinectes arcuatus</i> x Chl-a	$y = 8953.9e-0.208x$ $R^2 = 0.0015$	$y = 84776x - 62088$ $R^2 = 0.0554$	$y = 163482\ln(x) + 3383.7$ $R^2 = 0.0762$	$y = 4840.5x0.6382$ $R^2 = 0.0051$
<i>Callinectes bellicosus</i> x Chl-a	$y = 3573.9e0.2876x$ $R^2 = 0.0161$	$y = 6156.7x - 344.27$ $R^2 = 0.1259$	$y = 10614\ln(x) + 4967.2$ $R^2 = 0.0846$	$y = 5211x0.2741$ $R^2 = 0.0033$
<i>Euphylax robustus</i> x Chl-a	$y = 15230e0.2241x$ $R^2 = 0.0066$	$y = 27692x + 18556$ $R^2 = 0.0404$	$y = 58162\ln(x) + 41279$ $R^2 = 0.08$	$y = 17263x0.667$ $R^2 = 0.0263$
<i>Hepatus lineatus</i> x Chl-a	$y = 18.145e3.0452x$ $R^2 = 0.5698$	$y = 17635x - 14724$ $R^2 = 0.3714$	$y = 17094\ln(x) + 5439.6$ $R^2 = 0.2793$	$y = 582.05x3.0505$ $R^2 = 0.4577$
<i>Sicyonia penicillata</i> x Chl-a	$y = 19.14e2.7455x$ $R^2 = 0.119$	$y = 5309.9x - 4584.3$ $R^2 = 0.2544$	$y = 7297.8\ln(x) + 522.1$ $R^2 = 0.2518$	$y = 247.5x4.0031$ $R^2 = 0.1325$
<i>Squilla bigelowi</i> x Chl-a	$y = 1407.9e0.3285x$ $R^2 = 0.005$	$y = 12727x + 12272$ $R^2 = 0.0305$	$y = 20180\ln(x) + 28130$ $R^2 = 0.0774$	$y = 2285.1x1.2799$ $R^2 = 0.0761$

<i>Squilla mantoidea</i> x Chl-a	$y = 58777e^{-2.053x}$ $R^2 = 0.1886$	$y = -33255x + 64370$ $R^2 = 0.1322$	$y = -35274\ln(x) + 28609$ $R^2 = 0.1121$	$y = 6704.8x - 2.465$ $R^2 = 0.2049$
<i>Squilla panamensis</i> x Chl-a	$y = 1577.7e^{-1.884x}$ $R^2 = 0.1341$	$y = -1509.5x + 3116.3$ $R^2 = 0.039$	$y = -1500\ln(x) + 1501.4$ $R^2 = 0.0275$	$y = 203.6x - 2.099$ $R^2 = 0.1188$
General x ONI	$y = 71784e^{-0.114x}$ $R^2 = 0.0067$	$y = -75476x + 194918$ $R^2 = 0.0906$		
<i>Callinectes arcuatus</i> x ONI	$y = 6434.8e^{-0.056x}$ $R^2 = 0.0005$	$y = -53932x + 79986$ $R^2 = 0.1086$		
<i>Callinectes bellicosus</i> x ONI	$y = 6639.5e^{-0.892x}$ $R^2 = 0.5032$	$y = -6221.8x + 11721$ $R^2 = 0.4179$		
<i>Euphylax robustus</i> x ONI	$y = 20662e^{0.2071x}$ $R^2 = 0.0201$	$y = 10438x + 57656$ $R^2 = 0.0204$		
<i>Hepatus lineatus</i> x ONI	$y = 898.98e^{-0.199x}$ $R^2 = 0.0118$	$y = -5233.9x + 8205$ $R^2 = 0.1581$		
<i>Sicyonia penicillata</i> x ONI	$y = 1010e^{0.0467x}$ $R^2 = 0.0009$	$y = 196.14x + 3089$ $R^2 = 0.0088$		
<i>Squilla bigelowi</i> x ONI	$y = 1955.5e^{-0.217x}$ $R^2 = 0.0076$	$y = -10516x + 24710$ $R^2 = 0.0734$		

Squilla mantoidea x ONI

$$y = 4690.1e^{-0.713x}$$

$$R^2 = 0.1559$$

$$y = -8941.1x + 23562$$

$$R^2 = 0.0656$$

Squilla panamensis x ONI

$$y = 266.06e^{0.1248x}$$

$$R^2 = 0.0054$$

$$y = 310.39x + 1636.9$$

$$R^2 = 0.0151$$

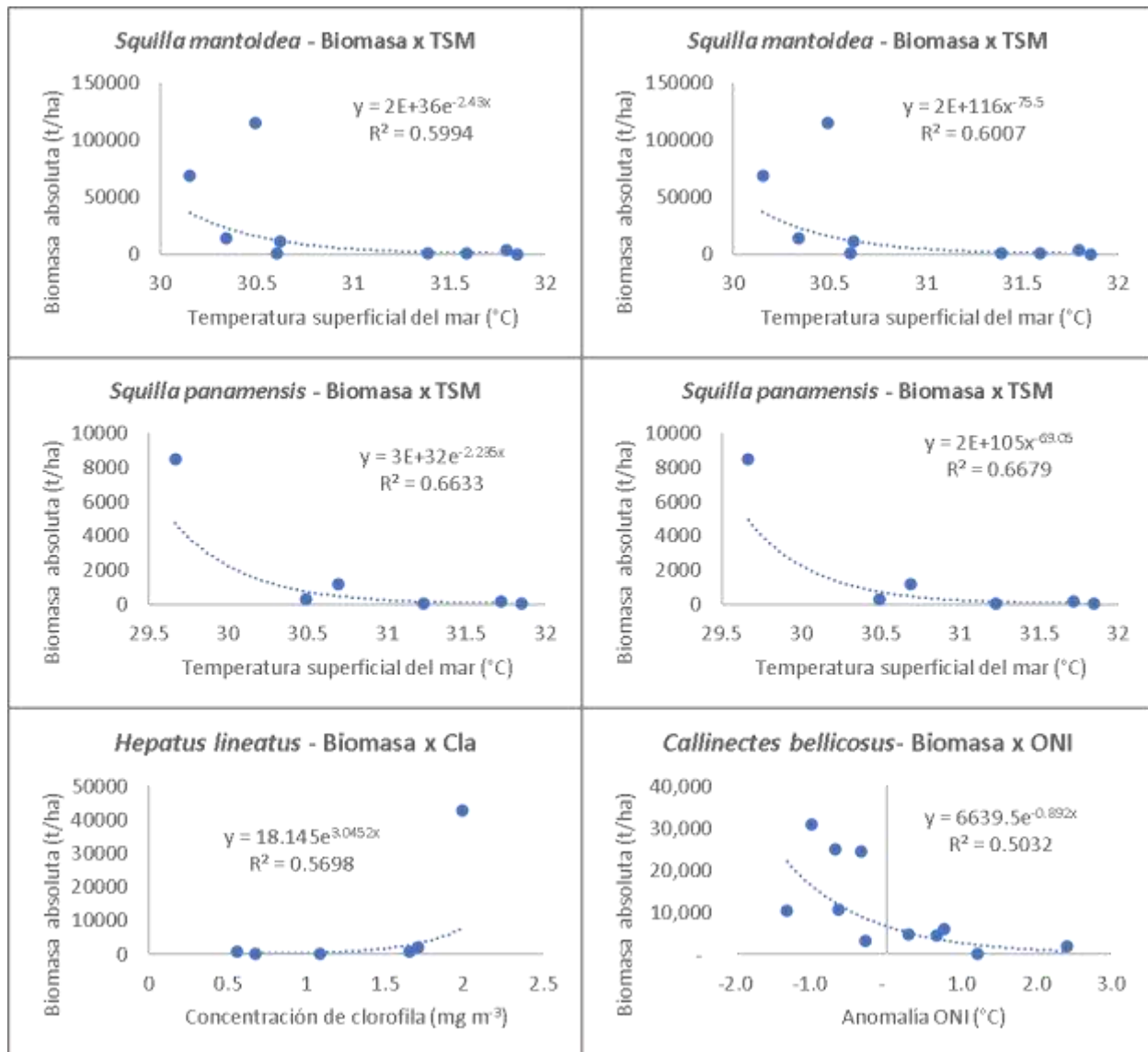


Figura 42. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Los análisis de regresión de la TSM, Clorofila y el ONI versus la distribución latitudinal presentaron valores muy similares entre sí. Por otro lado, por mucho, la variable más representativa fue la temperatura superficial del mar (TSM) con 75%, comparada con el 7% de la concentración de clorofila (Chl-a); mientras que, en la relación de las variables, ambas tuvieron una relación inversa en la distribución.

En las especies, casi todas presentaron altos valores en el coeficiente de determinación (R^2), explicando de un 27%- 84% de la variabilidad, exceptuando a *Sicyonia penicillata*, que tuvo solo un 6% con la TSM, comparado con el 41% de explicación que tuvo con la Chl-a. Por otro lado, todas las especies tuvieron una relación inversa a la TSM; y en la Chl-a, la mayoría tuvo una relación inversa, con excepción de *Callinectes bellicosus*, *Sicyonia penicillata* y *Squilla bigelowi* con una relación directa.

En cuanto a los modelos de regresión con el Índice El Niño Oceánico (ONI en inglés), de manera general, explica un 24% de la variabilidad, con una tendencia a alcanzar mayores latitudes en La Niña y menores en El Niño. En las especies, *Callinectes arcuatus* presentó una gran afinidad con un 58%, seguido de *Hepatus lineatus* con 45%, *Euphyllax robustus* con 37%, *Squilla mantoidea* con 26% y *Callinectes bellicosus* con 23%, el resto tuvo valores menores al 2%. Asimismo, la gran mayoría presentó una relación inversa, con excepción de *Sicyonia penicillata*, aunque su coeficiente de determinación es solo del 1% (Fig. 43; Tabla 26).

Tabla 26. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), la concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la distribución latitudinal de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).

Parámetro	Modelos de regresión de la distribución latitudinal			
	Exponencial	Lineal	Logarítmica	Potencial
General x TSM	$y = 190.75e^{-0.061x}$ $R^2 = 0.7495$	$y = -1.7429x + 82.751$ $R^2 = 0.7401$	$y = -54.42\ln(x) + 215.58$ $R^2 = 0.7415$	$y = 20070x - 1.907$ $R^2 = 0.7509$
<i>Callinectes arcuatus</i> x TSM	$y = 731.78e^{-0.104x}$ $R^2 = 0.6581$	$y = -2.962x + 121.18$ $R^2 = 0.6551$	$y = -93.17\ln(x) + 349.33$ $R^2 = 0.6573$	$y = 2E+06x - 3.264$ $R^2 = 0.6602$
<i>Callinectes bellicosus</i> x TSM	$y = 234.42e^{-0.068x}$ $R^2 = 0.4113$	$y = -1.9279x + 88.558$ $R^2 = 0.4043$	$y = -60.71\ln(x) + 237.28$ $R^2 = 0.4052$	$y = 43345x - 2.131$ $R^2 = 0.4121$
<i>Euphyllax robustus</i> x TSM	$y = 151.81e^{-0.054x}$ $R^2 = 0.7861$	$y = -1.5396x + 76.594$ $R^2 = 0.7771$	$y = -48.12\ln(x) + 194.11$ $R^2 = 0.7796$	$y = 9051.4x - 1.674$ $R^2 = 0.7885$
<i>Hepatus lineatus</i> x TSM	$y = 141.7e^{-0.051x}$ $R^2 = 0.5535$	$y = -1.4622x + 74.491$ $R^2 = 0.5421$	$y = -45.42\ln(x) + 185.14$ $R^2 = 0.5387$	$y = 6731.4x - 1.585$ $R^2 = 0.5501$
<i>Sicyonia penicillata</i> x TSM	$y = 44.288e^{-0.014x}$ $R^2 = 0.0529$	$y = -0.4182x + 41.387$ $R^2 = 0.0555$	$y = -12.97\ln(x) + 72.967$ $R^2 = 0.055$	$y = 130.75x - 0.445$ $R^2 = 0.0524$
<i>Squilla bigelowi</i> x TSM	$y = 59.874e^{-0.023x}$ $R^2 = 0.2526$	$y = -0.6835x + 50.189$ $R^2 = 0.2646$	$y = -21.37\ln(x) + 102.36$ $R^2 = 0.2696$	$y = 357.69x - 0.732$ $R^2 = 0.2575$

<i>Squilla mantoidea</i> x TSM	y = 198.61e-0.062x R² = 0.8359	y = -1.782x + 83.957 R ² = 0.8303	y = -55.24ln(x) + 218.41 R ² = 0.8284	y = 22042x-1.935 R ² = 0.834
<i>Squilla panamensis</i> x TSM	y = 62.475e-0.025x R ² = 0.5906	y = -0.7258x + 51.485 R ² = 0.5918	y = -22.38ln(x) + 105.84 R² = 0.5938	y = 399.73x-0.764 R ² = 0.5926
General x Chl-a	y = 29.082e-0.017x R ² = 0.07	y = -0.4808x + 29.076 R ² = 0.0658	y = -0.802ln(x) + 28.634 R ² = 0.0735	y = 28.624x ^{-0.029} R ² = 0.0783
<i>Callinectes arcuatus</i> x Chl-a	y = 28.805e-0.016x R ² = 0.0276	y = -0.4434x + 28.836 R ² = 0.0276	y = -1.022ln(x) + 28.567 R ² = 0.0542	y = 28.535x ^{-0.036} R ² = 0.0545
<i>Callinectes bellicosus</i> x Chl-a	y = 26.427e0.0298x R ² = 0.2219	y = 0.8835x + 26.308 R ² = 0.2364	y = 1.5625ln(x) + 27.047 R ² = 0.1673	y = 27.098x ^{0.0524} R ² = 0.1554
<i>Euphyllax robustus</i> x Chl-a	y = 29.511e-0.024x R ² = 0.209	y = -0.6858x + 29.501 R ² = 0.2011	y = -1.024ln(x) + 28.814 R ² = 0.2011	y = 28.805x ^{-0.036} R ² = 0.2099
<i>Hepatus lineatus</i> x Chl-a	y = 29.091e-0.008x R ² = 0.0138	y = -0.2136x + 29.08 R ² = 0.011	y = -0.462ln(x) + 28.871 R ² = 0.0412	y = 28.853x ^{-0.017} R ² = 0.0463
<i>Sicyonia penicillata</i> x Chl-a	y = 24.372e0.104x R² = 0.4146	y = 2.9424x + 24.097 R ² = 0.4089	y = 4.0378ln(x) + 26.928 R ² = 0.4035	y = 26.937x ^{0.1429} R ² = 0.4098
<i>Squilla bigelowi</i> x Chl-a	y = 28.8e0.0108x R ² = 0.0335	y = 0.2877x + 28.849 R ² = 0.029	y = 0.7671ln(x) + 29.238 R ² = 0.2076	y = 29.222x ^{0.0276} R ² = 0.2193

<i>Squilla mantoidea</i> x Chl-a	$y = 30.021e-0.036x$ $R^2 = 0.1259$	$y = -1.0319x + 29.999$ $R^2 = 0.1227$	$y = -1.122\ln(x) + 28.892$ $R^2 = 0.1093$	$y = 28.869x^{-0.04}$ $R^2 = 0.1124$
<i>Squilla panamensis</i> x Chl-a	$y = 29.622e-0.022x$ $R^2 = 0.1336$	$y = -0.6396x + 29.623$ $R^2 = 0.1308$	$y = -0.635\ln(x) + 28.939$ $R^2 = 0.0919$	$y = 28.93x^{-0.022}$ $R^2 = 0.0942$
General x ONI	$y = 28.385e-0.016x$ $R^2 = 0.2442$	$y = -0.4602x + 28.402$ $R^2 = 0.2439$		
<i>Callinectes arcuatus</i> x ONI	$y = 28.175e-0.032x$ $R^2 = 0.5807$	$y = -0.9177x + 28.204$ $R^2 = 0.5721$		
<i>Callinectes bellicosus</i> x ONI	$y = 27.981e-0.017x$ $R^2 = 0.2341$	$y = -0.4878x + 28.002$ $R^2 = 0.2344$		
<i>Euphylax robustus</i> x ONI	$y = 28.542e-0.017x$ $R^2 = 0.3722$	$y = -0.4931x + 28.555$ $R^2 = 0.3687$		
<i>Hepatus lineatus</i> x ONI	$y = 28.836e-0.021x$ $R^2 = 0.4497$	$y = -0.6189x + 28.857$ $R^2 = 0.4467$		
<i>Sicyonia penicillata</i> x ONI	$y = 28.325e0.004x$ $R^2 = 0.0158$	$y = 0.1029x + 28.348$ $R^2 = 0.0126$		
<i>Squilla bigelowi</i> x ONI	$y = 29.137e-0.001x$ $R^2 = 0.0018$	$y = -0.0452x + 29.156$ $R^2 = 0.0025$		

<i>Squilla mantoidea</i> x ONI	$y = 28.69e-0.02x$ $R^2 = 0.2637$	$y = -0.5783x + 28.716$ $R^2 = 0.2645$
<i>Squilla panamensis</i> x ONI	$y = 29.022e-2E-04x$ $R^2 = 0.0001$	$y = -0.0067x + 29.031$ $R^2 = 0.0001$

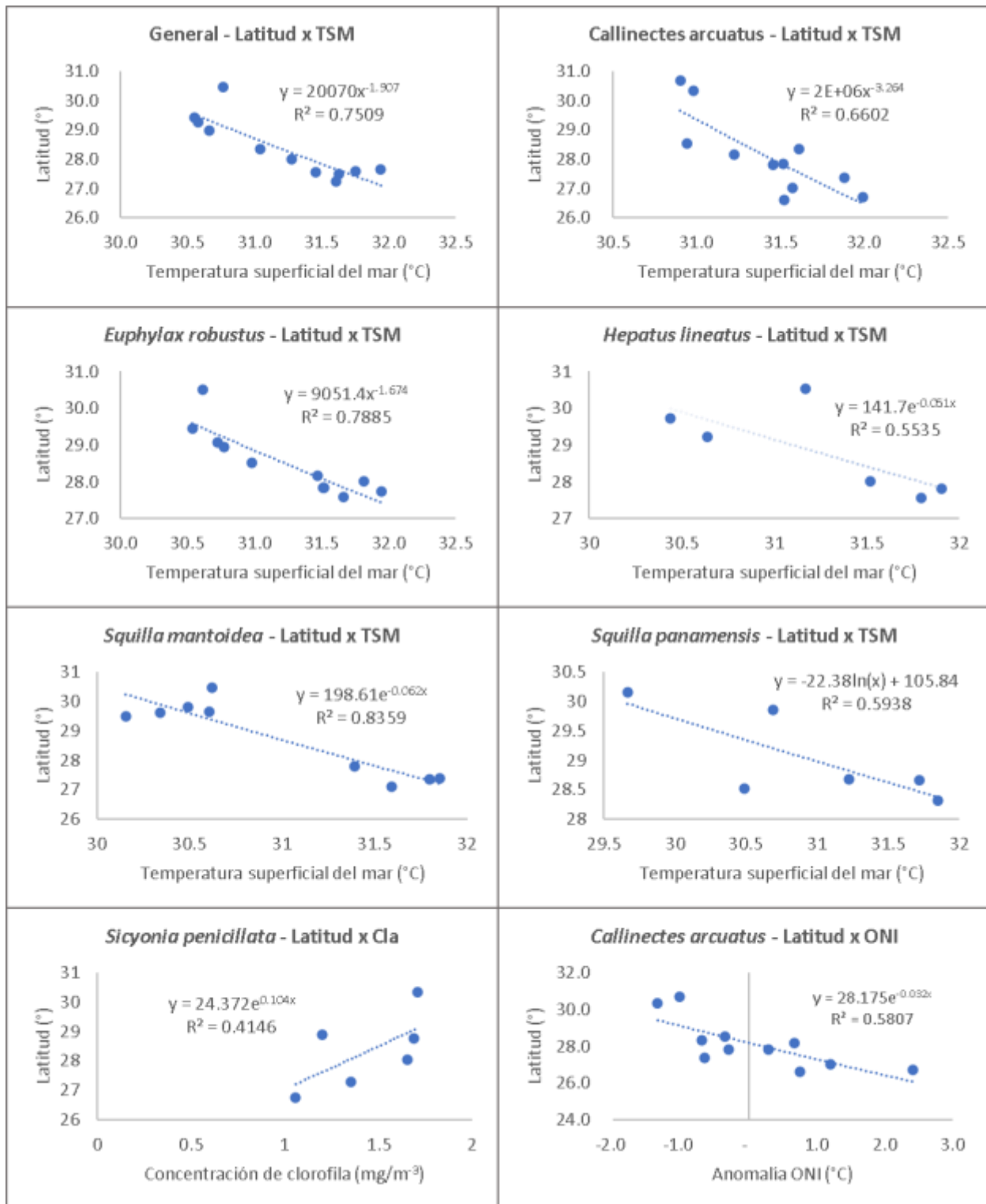


Figura 43. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), la concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la distribución latitudinal de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreense del Golfo de California (NASA, 2018).

Los análisis de la TSM, Clorofila y el ONI versus la distribución batimétrica mostraron valores muy similares entre sí. Nuevamente, la variable más representativa fue la temperatura superficial del mar (TSM) con 63%, comparada con un 27% de la concentración de clorofila (Chl-a). De igual manera, se observó una relación inversa en sus desplazamientos a profundidad.

Casi todas las especies estuvieron asociadas a la TSM (altos valores en el coeficiente de determinación R^2), explicando un 44%- 82% de la variabilidad, exceptuando a *Squilla panamensis* que tuvo solo un 4% con la TSM, y *Callinectes bellicosus* un 10% con la Chl-a. Por otro lado, con excepción de *S. panamensis*, todas las especies presentaron una relación inversa de la distribución batimétrica con la TSM; y en la Chl-a, la mayoría tuvo una relación inversa, excepto *Sicyonia penicillata*.

Finalmente, en los análisis de regresión de la distribución batimétrica con el Índice El Niño Oceánico (ONI en inglés), explicó un 46% de la variabilidad, con una tendencia a desplazarse hacia mayores profundidades en La Niña y menores en El Niño. En las especies, todas presentaron una gran asociación con el ONI, con *Hepatus lineatus* explicó el 60%, *Squilla bigelowi* 59% y *Squilla mantoidea* 47%. Asimismo, la mayoría presentó una relación inversa, con excepción de *Squilla panamensis*, que tuvo una relación directa con 36% de R^2 (Fig. 44; Tabla 27).

Tabla 27. Modelos de la asociación entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la profundidad (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California (NASA, 2018).

Parámetro	Modelos de regresión de la profundidad (m)			
	Exponencial	Lineal	Logarítmica	Potencial
General x TSM	$y = 4E+07e^{-0.457x}$ $R^2 = 0.5576$	$y = -11.581x + 386.59$ $R^2 = 0.6297$	$y = -362.1\ln(x) + 1271.1$ $R^2 = 0.6328$	$y = 5E+22x^{-14.29}$ $R^2 = 0.5605$
<i>Callinectes arcuatus</i> x TSM	$y = 2E+08e^{-0.531x}$ $R^2 = 0.6111$	$y = -6.8157x + 225.82$ $R^2 = 0.5763$	$y = -214.5\ln(x) + 751.21$ $R^2 = 0.5789$	$y = 1E+26x^{-16.72}$ $R^2 = 0.6137$
<i>Callinectes bellicosus</i> x TSM	$y = 88.688e^{-0.074x}$ $R^2 = 0.0145$	$y = -0.6379x + 29.014$ $R^2 = 0.0171$	$y = -20.31\ln(x) + 78.972$ $R^2 = 0.0175$	$y = 28743x^{-2.348}$ $R^2 = 0.0149$
<i>Euphyllax robustus</i> x TSM	$y = 488165e^{-0.335x}$ $R^2 = 0.3523$	$y = -4.452x + 153.46$ $R^2 = 0.437$	$y = -139\ln(x) + 492.93$ $R^2 = 0.4378$	$y = 6E+16x^{-10.46}$ $R^2 = 0.3529$
<i>Hepatus lineatus</i> x TSM	$y = 4E+07e^{-0.464x}$ $R^2 = 0.816$	$y = -9.0221x + 302.08$ $R^2 = 0.8064$	$y = -280.7\ln(x) + 986.35$ $R^2 = 0.8038$	$y = 7E+22x^{-14.43}$ $R^2 = 0.8131$
<i>Sicyonia penicillata</i> x TSM	$y = 37691e^{-0.249x}$ $R^2 = 0.4898$	$y = -4.3723x + 152.72$ $R^2 = 0.5029$	$y = -136.9\ln(x) + 487.26$ $R^2 = 0.5072$	$y = 7E+12x^{-7.8}$ $R^2 = 0.4939$
<i>Squilla bigelowi</i> x TSM	$y = 152806e^{-0.293x}$ $R^2 = 0.576$	$y = -4.7157x + 164.74$ $R^2 = 0.4848$	$y = -144.7\ln(x) + 515.29$ $R^2 = 0.4757$	$y = 4E+14x^{-8.977}$ $R^2 = 0.5651$

<i>Squilla mantoidea</i> x TSM	$y = 9E+06e-0.423x$ $R^2 = 0.5788$	$y = -7.5806x + 253.81$ $R^2 = 0.6137$	$y = -235.9\ln(x) + 828.8$ $R^2 = 0.6169$	$y = 7E+20x-13.15$ $R^2 = 0.5814$
<i>Squilla panamensis</i> x TSM	$y = 3.2079e0.0547x$ $R^2 = 0.0365$	$y = 0.7403x - 5.0939$ $R^2 = 0.0288$	$y = 22.377\ln(x) - 58.98$ $R^2 = 0.0278$	$y = 0.0599x1.6536$ $R^2 = 0.0351$
General x Chl-a	$y = 36.299e-0.274x$ $R^2 = 0.2337$	$y = -6.3559x + 34.654$ $R^2 = 0.2215$	$y = -10.7\ln(x) + 28.842$ $R^2 = 0.2523$	$y = 28.267x-0.461$ $R^2 = 0.2669$
<i>Callinectes arcuatus</i> x Chl-a	$y = 12.568e-0.065x$ $R^2 = 0.0171$	$y = -1.1393x + 13.512$ $R^2 = 0.0302$	$y = -2.959\ln(x) + 12.966$ $R^2 = 0.0755$	$y = 12.288x-0.188$ $R^2 = 0.0532$
<i>Callinectes bellicosus</i> x Chl-a	$y = 10.428e-0.093x$ $R^2 = 0.0641$	$y = -0.6319x + 10.14$ $R^2 = 0.0467$	$y = -1.668\ln(x) + 9.9319$ $R^2 = 0.0736$	$y = 10.074x-0.237$ $R^2 = 0.0954$
<i>Euphyllax robustus</i> x Chl-a	$y = 20.152e-0.254x$ $R^2 = 0.2646$	$y = -3.1463x + 18.975$ $R^2 = 0.2846$	$y = -4.654\ln(x) + 15.81$ $R^2 = 0.2793$	$y = 15.64x-0.384$ $R^2 = 0.2704$
<i>Hepatus lineatus</i> x Chl-a	$y = 25.001e-0.198x$ $R^2 = 0.1417$	$y = -3.6647x + 24.875$ $R^2 = 0.1266$	$y = -5.139\ln(x) + 20.902$ $R^2 = 0.1992$	$y = 20.159x-0.274$ $R^2 = 0.2174$
<i>Sicyonia penicillata</i> x Chl-a	$y = 9.8416e0.3319x$ $R^2 = 0.1293$	$y = 4.1907x + 10.302$ $R^2 = 0.0687$	$y = 6.7232\ln(x) + 13.994$ $R^2 = 0.0927$	$y = 13.278x0.5122$ $R^2 = 0.1613$
<i>Squilla bigelowi</i> x Chl-a	$y = 25.717e-0.287x$ $R^2 = 0.3423$	$y = -4.2821x + 24.339$ $R^2 = 0.247$	$y = -2.081\ln(x) + 19.468$ $R^2 = 0.0588$	$y = 18.526x-0.155$ $R^2 = 0.1002$

<i>Squilla mantoidea</i> x Chl-a	$y = 34.838e^{-0.549x}$ $R^2 = 0.4309$	$y = -9.7532x + 30.776$ $R^2 = 0.4477$	$y = -11.86\ln(x) + 20.485$ $R^2 = 0.4994$	$y = 19.466x - 0.651$ $R^2 = 0.4562$
<i>Squilla panamensis</i> x Chl-a	$y = 16.477e^{0.0614x}$ $R^2 = 0.0131$	$y = 0.5555x + 17.296$ $R^2 = 0.0046$	$y = 1.1422\ln(x) + 17.974$ $R^2 = 0.0139$	$y = 17.706x - 0.1048$ $R^2 = 0.0271$
General x ONI	$y = 24.473e^{-0.151x}$ $R^2 = 0.2886$	$y = -3.7732x + 25.524$ $R^2 = 0.3159$		
<i>Callinectes arcuatus</i> x ONI	$y = 11.46e^{-0.136x}$ $R^2 = 0.3622$	$y = -1.8018x + 11.837$ $R^2 = 0.3664$		
<i>Callinectes bellicosus</i> x ONI	$y = 8.8183e^{-0.055x}$ $R^2 = 0.0742$	$y = -0.4364x + 9.0017$ $R^2 = 0.0724$		
<i>Euphylax robustus</i> x ONI	$y = 14.119e^{-0.131x}$ $R^2 = 0.249$	$y = -1.6522x + 14.575$ $R^2 = 0.2784$		
<i>Hepatus lineatus</i> x ONI	$y = 19.704e^{-0.185x}$ $R^2 = 0.5995$	$y = -3.4334x + 20.472$ $R^2 = 0.5371$		
<i>Sicyonia penicillata</i> x ONI	$y = 15.862e^{-0.069x}$ $R^2 = 0.1421$	$y = -1.362x + 16.315$ $R^2 = 0.183$		
<i>Squilla bigelowi</i> x ONI	$y = 18.306e^{-0.2x}$ $R^2 = 0.5882$	$y = -3.1242x + 19.25$ $R^2 = 0.4633$		

Squilla mantoidea x ONI

$$y = 17.682e^{-0.221x}$$

$$R^2 = 0.4772$$

$$y = -3.8272x + 18.744$$

$$R^2 = 0.4731$$

Squilla panamensis x ONI

$$y = 16.974e^{0.1083x}$$

$$R^2 = 0.3722$$

$$y = 1.6295x + 17.402$$

$$R^2 = 0.3639$$

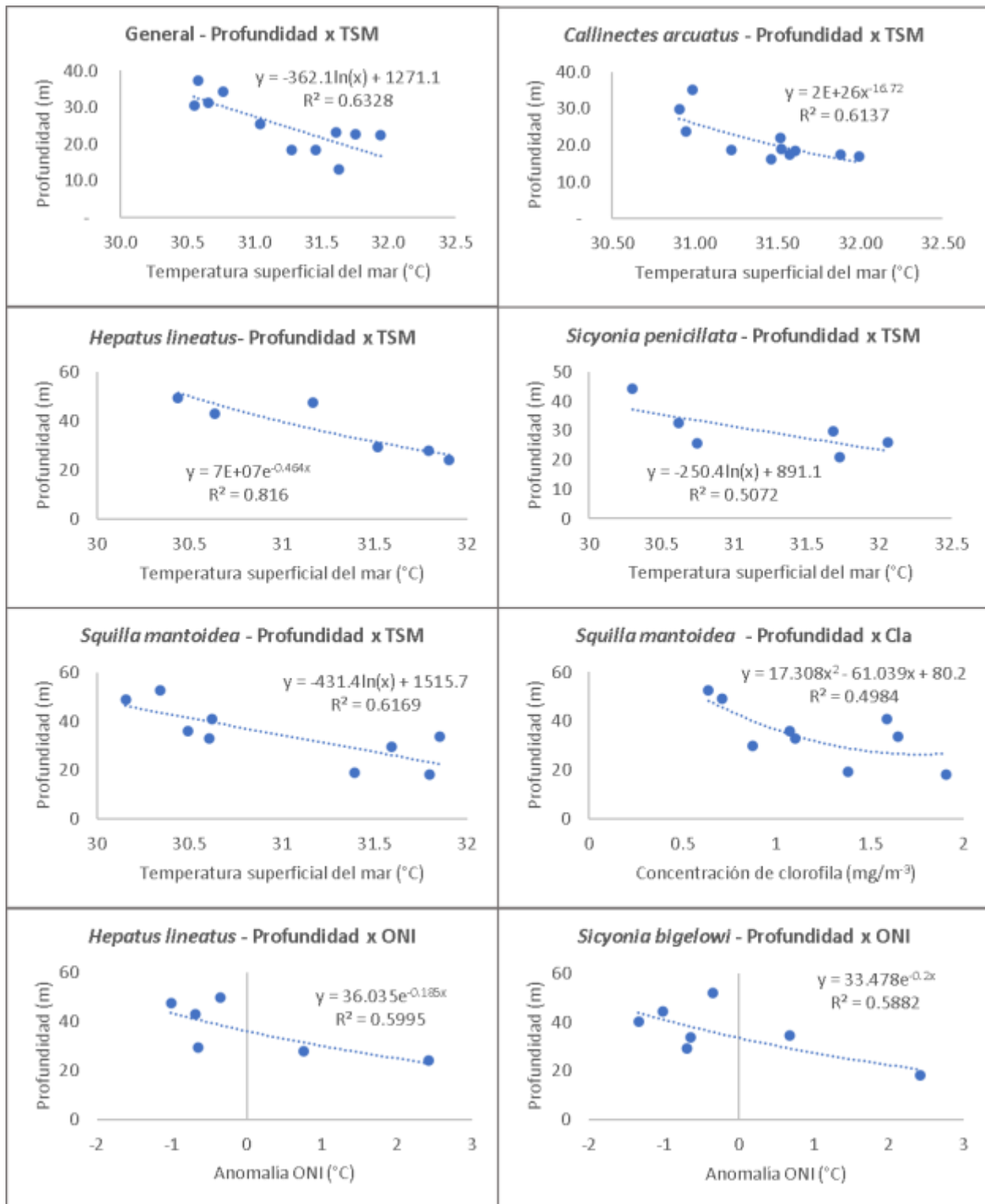


Figura 44. Modelos de la asociación ($R^2 > 0.5$) entre la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila (Chl-a) y el Índice del Niño Oceánico (ONI), y la profundidad (m) de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonoreño del Golfo de California (NASA, 2018).

7.6 Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La recopilación de la percepción de los 8 principales actores y tomadores de decisiones mostró que la mayoría de los pescadores de ribera que pescan camarón, también capturan otros grupos, esto debido a la temporada de veda y cambios en la disponibilidad de especies a lo largo del año. Por lo anterior, emplean más de un arte de pesca mencionando al chinchorro para el camarón y diversas especies, piola con anzuelos para peces y buceo con gancho para especies como pulpo, langosta, pepino y algunos peces grandes.

En cuanto a los organismos objetivo y de la pesca incidental o FAC, es complicado separarlos, debido a que algunos pescadores consideran como pesca objetivo algunos que otros consideran incidentales, resultando un total de 29 especies divididas en escama, crustáceos, moluscos, cnidarios y holoturoideos (Tabla 28). Sin embargo, los peces escamosos, pulpo, camarón, langosta y pepinos de mar, son las especies más mencionadas como captura incidental de valor, mientras que, una de las especies que muchos pescadores consideran como incidental son las jaibas. Asimismo, la mayoría de los entrevistados mencionaron que el aprovechamiento de la FAC se da por el autoconsumo del producto o la venta, solo 2 dijeron descartar la fauna que no es objetivo. De las especies mencionadas, el pepino de mar *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) fue la única especie que se encuentra protegida, teniendo un estatus de Especie sujeta a protección especial (DOF, 2018).

Tabla 28. Listado de especies que se capturan por la pesca industrial y ribereña en Guaymas, Sonora mencionadas en las entrevistas a algunos productores y tomadores de decisiones.

Grupo	Tipo	Especies
Escama	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i> Jordan & Starks, 1895
	Baqueta	<i>Hyporthodus acanthistius</i> (Gilbert, 1892)
	Cochito	<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876
	Pargo	<i>Lutjanus</i> sp. Bloch, 1790
	Cabrilla	<i>Cephalopholis</i> sp Bloch & Schneider, 1801
Crustáceos	Langosta	<i>Panulirus</i> sp White, 1847
	Camarones	<i>Penaeus stylirostris</i> , <i>P. californiensis</i> , <i>P. vannamei</i>
	Camarón japonés	<i>Sicyonia penicillata</i>
	Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i> , <i>C. bellicosus</i>
Moluscos	Pulpos	<i>Octopus hubbsorum</i> S. S. Berry, 1953, <i>O. bimaculatus</i> Verrill, 1883, <i>O. bimaculoides</i> Pickford & McConnaughey, 1949
	Calamar gigante	<i>Dosidicus gigas</i> (d'Orbigny [in 1834-1847], 1835)
	Almejas	<i>Chione californiensis</i> (Broderip, 1835), <i>C. undatella</i> (G. B. Sowerby I, 1835), <i>Megapitaria squalida</i> (G. B. Sowerby I, 1835), <i>Dosinia ponderosa</i> (Gray, 1838), <i>Panopea globosa</i> Dall, 1898
	Caracoles chinos	<i>Muricanthus nigrinus</i> (Philippi, 1845), <i>Phyllonotus erythrostomus</i> (Swainson, 1831)
	Mejillones	<i>Modiolus capax</i> Conrad, 1837, <i>Mytella guyanensis</i>

(Lamarck, 1819)

Cnidarios	Medusa bola de cañón	<i>Stomolophus meleagris</i> Agassiz, 1860
Holoturoideos	Pepinos de mar	<i>Holothuria (Halodeima) inornata</i> Semper, 1868, <i>Holothuria (Cystipus) inhabilis</i> Selenka, 1867, <i>Isostichopus fuscus</i> (Ludwig, 1875) ¹

Notas: ¹ *Isostichopus fuscus* es una Especie sujeta a protección especial (DOF, 2018).

Los cambios en la captura es algo que varios pescadores hicieron notar, mencionando que los últimos grandes volúmenes pesqueros se detectaron entre los años 2010 y 2012 en ambos sectores y desde entonces, las capturas han ido a la baja. Particularmente con los crustáceos, se reporta una disminución del camarón azul, mientras que el camarón café ha permanecido estable y sirviendo de sustento. Dentro de los motivos de estos cambios, aunque algunos dicen que hay malas prácticas por algunos pescadores que depredan demasiado, la mayoría coincidió en que el clima es uno de los principales factores que influyen en las capturas. Y dependiendo el clima, entre métodos puede variar las capturas, en pesca de buceo las capturas son mayores en los años fríos o La Niña, debido a que los peces están menos activos y son fáciles de atrapar con el gancho; mientras que, en la pesca con anzuelo los mejores son los años cálidos o El Niño, porque las especies se encuentran más activas y frenéticas por alimento que se coloca en los anzuelos. Por otro lado, la pesca de camarón reporta mayores abundancias de camarón azul en los años fríos o La Niña, caso contrario del camarón café, incluso hay algunos pescadores que han observado una relación entre la abundancia de sardina y camarón azul, mencionando que cuando hay mucha sardina, es buen indicador de que habrá camarón.

Históricamente ha existido una serie de problemas entre el sector ribereño e industrial de la pesca. Las problemáticas son variadas, pero se resumen en un abandono del sector por parte del gobierno. Algunos de los problemas más mencionados fueron los siguientes:

1. contaminación de las bahías por la acuicultura, lo que afecta a la reproducción del camarón;
2. narcotráfico controlando parte del sector de la pesca;
3. falta de vigilancia para evitar malas prácticas por parte de ambos sectores y así evitar afectaciones entre ellos;
4. dificultad en la adquisición de créditos, esto comparado con otros sectores productivos como la agricultura o la ganadería;
5. mala asignación de recursos o permisos pesqueros, beneficiando a gente que no pesca y afectando al resto del sector;
6. corrupción por parte de la autoridad;
7. la drogadicción por metanfetamina, comúnmente conocido como cristal, está afectando a las nuevas generaciones;

y de todo lo anterior mencionado, deja al sector en una alta vulnerabilidad, propiciando la desaparición de la actividad y con ello la tradición y sustento de muchas familias. Por consiguiente, algunas de las legislaciones esperadas por parte del sector pesquero son las siguientes:

1. un reordenamiento de todo el sector pesquero;
2. mejor supervisión en la asignación de recursos federales;
3. reestablecer el programa de vigilancia pesquera;
4. actualización de la Carta Nacional Pesquera, evaluando y agregando más especies (Pez dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, Erizo Café *Tripneustes depressus* A. Agassiz, 1863 y cangrejo araña *Maiopsis panamensis* Faxon, 1893, fueron algunas de las mencionadas) y establecer tallas mínimas y cuotas de capturas de todas las especies, esto con el fin de reducir el impacto y presión a otras especies;
5. protección y mantenimiento de las bahías reproductivas (Guásimas, Lobos, Guaymas y Tobarí), esto mediante regulación de la acuicultura y dragados periódicos;

6. regulación de las cooperativas, para evitar las "cooperativas familias" donde se incluye gente que no ejerce la actividad, así como el acaparamiento de permisos de pesca, dejando de lado a otros grupos de pescadores.

En palabras de uno de los pescadores “apoyar al sector pesquero significa proteger la seguridad alimentaria de muchos sectores de la población”.

Por último, se abordó el tema de las afectaciones al sector pesquero por la pandemia del COVID-19, se mencionó que en general, la mortalidad fue alta en el sector. Sin embargo, en el tema económico fue variada, porque si bien, uno de los presidentes de una cooperativa comentó que no tuvo problemas debido a una alianza que tiene con una empresa que compra su producto a muy buen precio, debido al valor agregado que le aporta a su producto; la realidad de la mayoría fue una baja en el ingreso debido a una caída en los precios por falta de demanda del público general, además del cierre de frontera con EUA que limitó aún más sus ventas. Asimismo, se volvió a mencionar graves problemas de corrupción en temas de asignación de recursos pesqueros, condicionando el recurso por credenciales de elector y privando a pescadores del recurso que estaba destinado para ellos y su familia, sacando a relucir el abandono del sector pesquero.

8. DISCUSIÓN

Los análisis de elencos sistemáticos, distribución y biomasa en el contexto de la variabilidad climática son de gran relevancia y de suma importancia para un adecuado manejo de los recursos; particularmente en el caso de los crustáceos de la FAC, si bien existen algunos estudios anteriores que recopilan información (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO, 1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020), no existe un estudio que se centre en el litoral de Sonora, una de las principales entidades en producción pesquera de camarón a nivel país (CONAPESCA, 2019). Aunado a esto, se ha dejado de lado la influencia ambiental sobre el recurso pesquero en estudios anteriores, siendo un factor esencial debido a las fluctuaciones que llega a provocar en distintas escalas (Parrish, 1997); por lo que en este estudio se abordó desde la temporalidad interanual la que el fenómeno del ENSO figura como el evento más importante (Herrera-Cervantes *et al.*, 2007), sin dejar de lado el factor social, en el que el recurso no solo es explotado de manera industrial, sino también de manera ribereña (Balmori *et al.*, 2012).

En el análisis de las capturas del total de especies de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) se encontraron concentración de individuos en la zona Sur (S) de 2002 a 2008, después se observa un marcado aumento en zona Norte (N) en 2011, para después pasar a 2015 con la mayor presencia de individuos registrada en una zona y en los siguientes años descender hasta quedar totalmente en la zona Sureste (SE) en 2017-2018. Estos cambios en los patrones de distribución parecieran obedecer a la variabilidad interanual ocasionada por El Niño Oscilación del Sur (ENSO), coincidiendo en periodos fríos (2003-2013) y cálido (2014-2018) que se experimentaron en el GC (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020). Este tipo de desplazamientos ocasionados por la temperatura ya han sido descritos para otras especies (Parrish, 1997; Dissanayake y Ishimatsu, 2011), afectando de manera significativa a los crustáceos por su naturaleza poiquiloterma (Vernberg y Vernberg, 1969; Atkinson, 1995; Crocos y van der Velde, 1995; Cuculescu *et al.*, 1995; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001; INAPESCA, 2016). Estos desplazamientos responden a la necesidad de los organismos de adaptarse a su entorno, con el fin de sobrevivir. No obstante, no se encontraron antecedentes de este tipo de conducta descritas en especies del GC.

Con relación a las abundancias relativas durante eventos ENSO, en los camarones del género *Penaeus* se ha estudiado su comportamiento durante fenómenos El Niño y La Niña (López-Martínez *et al.*, 2000b; Díaz-Ochoa, 2003; INAPESCA, 2016; DOF, 2018), en el caso de especies favorecidas por condiciones cálidas tenemos a *P. californiensis* (López-Martínez *et al.*, 2000a; b, 2005) que tuvo la mayor cantidad de individuos a lo largo del estudio, fue más abundante durante los años La Niña de 2017, 2008, y El Niño de 2018; lo mismo sucede con *P. brevirostris*, que deberían verse favorecidos por condiciones cálidas. No obstante, en *P. stylirostris* y *P. vannamei*, se aprecia que tienen mayor presencia durante La Niña. Asimismo, se observó una presencia inusual de *Cymothoa exigua* (2011), *Squilla tiburonensis* (2015) y *Pyromaia tuberculata* (2015) durante 2011 (La Niña) y 2015 (El Niño), años reportados por su particular magnitud en el GC (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013; García-Morales *et al.*, 2017; Herrera-Cervantes *et al.*, 2020), lo que podría estar relacionado con la perturbación del ambiente marino del GC ocasionada por el arribo de fenómenos ENSO (Filonov y Tereshchenko, 2000; Lluch-Cota *et al.*, 2001; Beier, 2002; Herrera Cervantes, 2008).

Se observó que 12 especies de crustáceos presentes en los análisis ampliaron su área de distribución en comparación a lo previamente reportado (Brusca *et al.*, 2005b; Hendrickx, 2005a; b), si bien, reportes posteriores ubican a cuatro de ellas dentro del GC, 8 estuvieron fuera del rango reportado (Tabla 29). Esto ha sido observado en algunas especies marinas y podría estar relacionado con una tropicalización causada por eventos EN, que les permitió alcanzar latitudes que ocuparon en tiempos remotos (DeVries, 1986; Rollins *et al.*, 1986; Devries, 1987; DeVries y Wells, 1990), o bien, que están ampliando su área de distribución en respuesta al ambiente cambiante a nivel global.

Tabla 29. Listado de especies de crustáceos encontradas fuera del rango de distribución reportadas en *Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California* (Brusca *et al.*, 2005b; Hendrickx, 2005a; b), el registro atípico y el año, así como registros posteriores.

Especie	Distribución	Registro atípico	Años	Registros posteriores
<i>Achelous xantusii</i>	GC centro-sur hasta Bahía Concepción y Huatabampo	Puerto Lobos, Caborca, Son	2016	-
<i>Callinectes toxotes</i>	GC sur hasta Río Piaxtla, Sinaloa	Río Mayo, Cautebe, Huatabampo, Sonora	2008	Puerto Peñasco 2004-2005 (López-Martínez <i>et al.</i> , 2014)
<i>Cloridopsis dubia</i>	GC sur hasta Mazatlán, Sinaloa	Altarena, Hermosillo Sonora	2017	-
<i>Euphylax dovii</i>	GC sur hasta Isla San Ignacio, Sinaloa	Altarena, Hermosillo Sonora	2018	-
<i>Michalisquilla parva</i>	GC sur hasta Topolobampo, Sinaloa	Altarena, Hermosillo Sonora	2017	-
<i>Penaeus brevirostris</i>	GC sur. Límite Norte: Mazatlán, Sinaloa, México. Límite sur: Cabo Blanco, Perú.	Altarena, Hermosillo Sonora	2017	-
<i>Penaeus vannamei</i>	GC centro-sur. Límite norte:	El Coloradito, BC; Puerto	2007-2008	Bahía Kino, Son 2015-2016 (Rábago-Quiroz <i>et al.</i> , 2019)

	Yavaros, Sonora, México. Límite sur: Caleta La Cruz, Perú.	Peñasco Son.		
<i>Renocila thresherorum</i>	GC centro-sur hasta Loreto, BCS	Playa La Costilla, BC; Puerto Peñasco, Son.	2011	-
<i>Squilla aculeata</i>	GC centro-sur hasta Bahía Concepción, BCS	Playa La Costilla, B.C.	2007	-
<i>Squilla biformis</i>	Golfo California sur hasta La Paz, BCS	Entre Los Algodones y Siuti, Son.	2005- 2008	-
<i>Squilla mantoidea</i>	GC centro-sur hasta Guaymas, Son	El Coloradito, BC; Puerto Peñasco	2004- 2007- 2008- 2011- 2016	Desemboque, Son (2007); San Felipe, BC y Puerto Lobos, Son (2007-2008) (Arzola-Sotelo <i>et al.</i> , 2012) (Arzola-Sotelo 2012); Alto Golfo de California (Madrid Vera <i>et al.</i> , 2013)
<i>Squilla panamensis</i>	GC centro-sur hasta Guaymas, Son.	El Coloradito, B.C.	2004- 2008	El Coloradito, BC (2007- 2008) (Arzola-Sotelo <i>et al.</i> , 2012)

8.1 Elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)

Del total de especies de crustáceos encontradas en el área de estudio, solo 43 habían sido previamente reportadas (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO, 1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020), resultando en 8 nuevos registros. Diversos autores han observado que la mayoría de estas se ubican en la zona intermareal en hábitats rocosos y lodosos (Brusca, 1980, 1981; Green, 1992; Hendrickx, 1995b; García-Madrigal y Bastida-Zavala, 1999; Lazarus-Agudelo y Cantera-Kintz, 2007), con excepción del género *Ethusa*, localizado en zonas profundas (Hendrickx, 1995d), encontrando que estas especies no se presentan en arrastres camaroneros. Lo anterior podría estar relacionado con que gran parte de estos registros sucedieron en 2011 y 2015, años en los que ocurrieron eventos ENSO intensos, lo cual se ha reportado que influye en desplazamientos en la profundidad (Pérez-Farfante, 1969; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Hickman y Zimmerman, 2000; López-Martínez *et al.*, 2000b; Hearn *et al.*, 2020), asociado a motivos de supervivencia (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988) (Tabla 30).

Tabla 30. Listado de nuevos crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorense del Golfo de California.

Especie	Registro	Hábitat	Autor
<i>Cloridopsis dubia</i>	2017	Poco profundo y lodoso (intermareal)	(Hendrickx, 1995b)
<i>Ethusa lata</i>	2015	Zonas profundas (hasta 450 m)	(Hendrickx, 1995d)
<i>Paguristes anahuacus</i>	2011		(Brusca, 1980)
<i>Paguristes sanguinimanus</i>	2004, 2011		(Brusca, 1980)
<i>Pilumnus townsendi</i>	2011, 2017	Poco profundo y	(Brusca, 1980)
<i>Pinnaxodes gigas</i>	2011	rocoso (intermareal)	(Green, 1992)
<i>Renocila thresherorum</i>	2011		(Brusca, 1981)
<i>Solenolambrus arcuatus</i>	2015		(García-Madrigal y Bastida- Zavala, 1999; Lazarus-Agudelo y Cantera-Kintz, 2007)

En cuanto a las especies que han persistido a lo largo de distintos estudios tenemos a *Euphyllax robustus* fue la única presente en todos los listados previos; mientras que, otras especies con gran presencia son *Achelous asper*, *Achelous xantusii*, *Callinectes arcuatus*, *Callinectes bellicosus*, *Hepatus lineatus*, *Petrochirus californiensis*, *Sicyonia disdorsalis*, *Squilla bigelowi*, *Squilla mantoidea* y *Squilla panamensis*, quienes tuvieron distintos registros a lo largo de Pacífico mexicano (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO, 1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020).

Mientras que, existen algunas otras especies que aparentemente han desaparecido o simplemente no han sido capturadas la distribución en provincias y subprovincias zoogeográficas de, de las 117 especies descritas en los antecedentes, 24 reportan distribución en la subprovincia Cortés, que corresponde a la zona N y NO del área de estudio (Boschi, 2000). Adicionalmente 10 de estas especies no se han vuelto a reportar en arrastres camaroneros desde 1985, entre las que se encuentran *Leiolambrus punctatissimus*, *Livoneca bowmani*, *Lysmata californica*, *Mesocrangon munitella*, *Metapenaeopsis mineri*, *Munida mexicana*, *Pagurus gladius*, *Pleuroncodes planipes*, *Processa aequimana* y *Synalpheus mexicanus* (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO, 1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020). De la mayoría de estas especies no se encontró mucha información, pero se ve que algunas como *Axiopsis baronai*, *Lysmata californica* y *Mesocrangon munitella* se ubican en zonas someras lodosas o rocosas de hasta 10 m de profundidad donde no ocurren arrastres (Brusca, 1980); mientras que, otras habitan a mayores profundidades de como *Pagurus gladius*, *Pleuroncodes planipes*, *Sicyonia disedwardsi* y *Metapenaeopsis beebei* (Brusca, 1980; Hendrickx, 1995c; d). Asimismo, hay algunas especies como *Metapenaeopsis mineri* y especies del género *Processa* que su aparición en arrastres camaroneros es reportada como frecuente y ocasional, respectivamente (Brusca, 1980; Hendrickx, 1995c). Esta ausencia en registros podría estar relacionado a lo observado en especies anteriores, que se prefieren en zonas muy someras, muy profundas o inaccesibles para los arrastres, y su aparición pudo estar relacionada con eventos atípicos, como El Niño 1982-1983 (Herrera-Cervantes *et al.*, 2010), que fue uno de los primeros más fuertes de los que se tenga registro. Sin embargo, esto no explicaría su ausencia durante eventos de igual o mayor magnitud en fechas más recientes, siendo necesario investigar de manera particular las poblaciones de estas especies y evaluar su estatus (Tabla 31).

Tabla 31. Listados de especies de la Fauna Acompañante de Camarón (FAC) de la pesca de arrastre en el Pacífico mexicano reportadas en la subprovincia Cortés, pero que no fueron capturadas en este estudio; Provincias Zoogeo = Provincia o subprovincia zoogeográfica [3 = Oregoniana; 4 = Californiana; 5 = Cortés; 6 = Panámica; 7 = Galápagos; 8 = Peru-Chilenuana (Boschi, 2000)]; “X” marca la presencia de la especie (Brusca, 1980₁; Hendrickx, 1985₂; FAO, 1995₃; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999₄; Madrid Vera *et al.*, 2013₅; INAPESCA, 2016₆; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020₇).

Especies	Provincia zoogeo.	Listados de especies de la FAC						
		1980 ₁	1985 ₂	1995 ₃	1999 ₄	2013 ₅	2016 ₆	2019 ₇
<i>Axiopsis baronai</i>	5,6			X				
<i>Calappula saussurei</i>	5,6		X	X			X	
<i>Collodes tenuirostris</i>	4,5,6,8				X		X	
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	3,4,5,6		X	X				
<i>Leiolambrus punctatissimus</i>	5,6		X					
<i>Livoneca bowmani</i>	5,6		X					
<i>Lysmata californica</i>	3,4,5,6,7		X					
<i>Mesocrangon munitella</i>	2,3,4,5,6		X					
<i>Metapenaeopsis beebei</i>	5,6,7			X				
<i>Metapenaeopsis mineri</i>	4,5,6		X					
<i>Munida mexicana</i>	5,6,7		X					
<i>Oediplax granulata</i>	5,6							X
<i>Pagurus gladius</i>	5,6		X					
<i>Panulirus inflatus</i>	5,6						X	

<i>Paradasygius depressus</i>	5,6	X		X		X	
<i>Persephona townsendi</i>	5,6					X	
<i>Pleuroncodes planipes</i>	3,4,5,6	X					
<i>Processa aequimana</i>	5,6	X					
<i>Processa peruviana</i>	4,5,6,7	X	X				
<i>Sicyonia disedwardsi</i>	5,6	X	X	X		X	
<i>Squilla hancocki</i>	4,5,6	X		X		X	X
<i>Stenocionops ovatus</i>	4,5,6,7						X
<i>Stenorhynchus debilis</i>	5,6,7,8	X	X			X	
<i>Synalpheus mexicanus</i>	5	X					

8.2 Estructuras de tallas de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)

En las tallas, se observaron tallas promedio grandes durante años La Niña de 2004 y 2007 y tallas pequeñas en años El Niño 2002 y 2015, Este tipo de influencia en el crecimiento por eventos ENSO ya ha sido documentada. De manera general, se han descrito alteraciones en el crecimiento (Del Valle-Lucero, 1989; López-Martínez *et al.*, 2003), supervivencia larval (Cushing, 1990; Farrell *et al.*, 1991; Pinedas, 1994; Criales y Lee, 1995; López-Martínez *et al.*, 2000b; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001), cambios en el periodo reproductivo (Estrada-Valencia, 1999; López-Martínez *et al.*, 2000b, 2005; Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003; Santamaría-del-Ángel *et al.*, 2011; Diarte-Plata *et al.*, 2018; García-Borbón, 2019) y el éxito reproductivo (Aragón-Noriega, 2007; Santamaría-del-Ángel *et al.*, 2011; Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2015). Particularmente, reducciones de tallas durante eventos intensos El Niño han sido reportadas en *Penaeus californiensis* dentro del litoral sonorense por López-Martínez y colaboradores (2003). Asimismo, los resultados muestran un gradiente tallas que disminuye de norte a sur, esto probablemente influenciado por el desplazamiento de individuos hacia zonas norte durante La

Niña y al sur en El Niño, sumado a los antecedentes que mencionan disminuciones en años cálidos y aumentos en fríos, podrían ser un factor que explica el gradiente observado.

Asimismo, en las estructuras de tallas de las especies principales se observó que casi todas registraron una talla mayor comparada con la literatura, con excepción de *Callinectes arcuatus*, mientras que *Squilla mantoidea* fue la única que obtuvo una talla menor a la reportada (Norse y Estevez, 1977; Brusca, 1980; Perez Farfante, 1985; Hendrickx, 1990; Villareal Chávez, 1992; Estrada-Ramírez y Calderon-Aguilera, 2001; Nevárez-Martínez *et al.*, 2003; Hendrickx y Sánchez-Vargas, 2005; Hernández y Arreola-Lizárraga, 2007; Ramos-Cruz, 2008; Hendrickx y Serrano, 2010; Arzola-Sotelo *et al.*, 2012; Moscoso Villacorta, 2012; Ortega-Lizárraga, 2012; Arciniega-Flores y Mariscal-Romero, 2013; Escamilla, R. De la Cruz, G. Villalejo, M. Diarte, 2013; López-Martínez *et al.*, 2014, 2019, 2020; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Ortega-Lizárraga *et al.*, 2016b; a; Diarte-Plata, 2016; Diarte-Plata *et al.*, 2018; Moreira-Reyes, 2019; Padilla-Serrato *et al.*, 2019) (Tabla 31). Estas tallas que superan a registros previos podrían explicarse debido a la configuración particular del Golfo el Golfo de California (Lluch-Cota y Arias-Aréchiga, 2000) que ha sido descrita como una zona de alta productividad, en especial la costa oriental, área donde se centra este trabajo (Heras-Sánchez *et al.*, 2019), aunado a que el estudio coincidió con un gran periodo frío ocasionados por años La Niña que abarcó de 2003-2013 (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020), lo que se ha asociado con aumentos en la productividad (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020). Sin embargo, son necesarios estudios de que evalúen más parámetros de crecimiento de manera interanual para determinar por qué de esas tallas excepcionales (Tabla 32).

Tabla 32. Comparación de rango de tallas de las especies principales componentes de la FAC por zonas y por año para cada región durante los cruceros de veda realizados de 2002 a 2018 en el litoral sonorenses del Golfo de California.

Especie	Rango de tallas (mm)		Autores
	Este estudio	Anteriores	
<i>Callinectes arcuatus</i>	35 – 154 ¹	21 – 170 ¹	(Brusca, 1980; Villareal Chávez, 1992; Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2003; Hernández y Arreola-Lizárraga, 2007; Ramos-Cruz, 2008; Ortega-Lizárraga, 2012; Arciniega-Flores y Mariscal-Romero, 2013; Escamilla, R. De la Cruz, G. Villalejo, M. Diarte, 2013; López-Martínez <i>et al.</i> , 2014; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Ortega-Lizárraga <i>et al.</i> , 2016a; b; Diarte-Plata, 2016; Diarte-Plata <i>et al.</i> , 2018; Padilla-Serrato <i>et al.</i> , 2019)
<i>Callinectes bellicosus</i>	45 – 189 ¹	31 – 180 ¹	(Hendrickx, 1995d; Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2003; Hernández y Arreola-Lizárraga, 2007; Escamilla, R. De la Cruz, G. Villalejo, M. Diarte, 2013; López-Martínez <i>et al.</i> , 2014; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Diarte-Plata, 2016)
<i>Euphyllax robustus</i>	55 – 139 ¹	30 – 120 ¹	(Norse y Estevez, 1977; Brusca, 1980; Hendrickx, 1990, 1995d; Moscoso Villacorta, 2012)
<i>Hepatus lineatus</i>	35 – 159 ¹	20 – 130 ¹	(Brusca, 1980; Hendrickx, 1990, 1995d)
<i>Sicyonia penicillata</i>	50 – 144 ²	18 – 138 ²	(Perez Farfante, 1985; Hendrickx, 1990, 1995c; Estrada-Ramírez y Calderon-Aguilera, 2001; Hendrickx y Serrano, 2010; López-Martínez <i>et al.</i> , 2019, 2020)
<i>Squilla</i>	70 – 209 ²	56 – 152 ²	(Brusca, 1980; Hendrickx, 1990, 1995b; Arzola-Sotelo <i>et</i>

<i>bigelowi</i>			<i>al.</i> , 2012)
<i>Squilla</i> <i>mantoidea</i>	50 – 224 ²	76 – 222 ²	(Hendrickx, 1995b; Hendrickx y Sánchez-Vargas, 2005; Arzola-Sotelo <i>et al.</i> , 2012; Moreira-Reyes, 2019)
<i>Sicyonia</i> <i>penicillata</i>	50 – 194 ²	40 – 173 ²	(Brusca, 1980; Hendrickx, 1990, 1995b; Hendrickx y Sánchez-Vargas, 2005; Moreira-Reyes, 2019)

Notas: ¹ AC = Ancho de cefalotórax (mm); ² LT = Longitud total (mm).

Por otro lado, analizando el porcentaje especies capturadas con tallas inferiores a la talla de primera madurez (L_{50}) reportada en la literatura, se encontraron solamente datos de las especies principales como *Callinectes arcuatus*, *Callinectes bellicosus* y *Sicyonia penicillata* (Escamilla-Montes, 1998; López-Martínez *et al.*, 2019; Estrada-Valencia, 1999; López-Martínez *et al.*, 1999, 2002; Nevárez-Martínez *et al.*, 2003; Fischer y Wolff, 2006; Hernández y Arreola-Lizárraga, 2007; Ramos-Cruz, 2008; Ortega-Lizárraga, 2012; Arciniega-Flores y Mariscal-Romero, 2013; Cisneros Mata *et al.*, 2014; Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2015; Rodríguez-Félix *et al.*, 2015; Labastida-Che y Núñez-Orozco, 2015; Ortega-Lizárraga *et al.*, 2016a; Diarte-Plata, 2016; Padilla-Serrato *et al.*, 2019), encontrando que el *C. arcuatus* (15%) y *C. bellicosus* (14%) tuvieron valores más altos de captura con tallas menores a L_{50} , que *Sicyonia penicillata* (0.65%), esto probablemente causado por la gran diferencia entre el número de capturas que hay entre *Callinectes* y *Sicyonia*. Estas capturas de individuos menores a L_{50} , es un factor a tener en cuenta, debido a que evitar estas capturas, tiene como objetivo proteger a los juveniles, asegurar una mayor reproducción y promoviendo el reclutamiento de estas especies en un futuro (Puga-López *et al.*, 2015; Rodríguez-Félix *et al.*, 2015). Por lo anterior, es fundamental, obtener datos de L_{50} del resto de las especies con el fin de tener una referencia y saber si se pudieran estar afectando estas poblaciones por la pesca.

Finalmente, de acuerdo con Rodríguez-Domínguez (2015) no encontró relación entre L_{50} y variables ambientales como la temperatura superficial del mar y concentración de clorofila, sin embargo menciona que esto necesita ser estudiado en otra zona. Por lo que sigue siendo indispensable analizar la relación ambiente-recurso en los crustáceos.

8.3 Biomasa absoluta de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)

En el área de estudio, las mayores biomásas absolutas se encontraron en los años de 2002, 2008, 2011 y 2016; 2008 y 2016 fueron años con altas capturas de camarón (CONAPESCA, 2010, 2019); así mismo en 2011 se presentaron altas capturas (CONAPESCA 2019), siendo además un año con altas biomásas dentro de las zonas pesqueras de Pacífico mexicano (INAPESCA, 2016). Adicionalmente, se mostró un patrón de biomasa al norte en eventos La Niña y al sur en El Niño. Lo anterior coincide con lo observado por distintos autores que aseguran una relación entre el ambiente y las capturas (Barret y Ralph, 1977; Castello y Moller, 1978; Da Silva, 1986; Sheridan, 1996; López-Martínez *et al.*, 2000b, 2005; Díaz-Ochoa, 2003).

De la misma manera, *Callinectes arcuatus* mostró una mayor afinidad por años La Niña, registrando su mayor biomasa en 2011, evento ENSO de relevancia para el GC (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013; García-Morales *et al.*, 2017). Otra de las especies abundantes *E. robustus* mostró afinidad a años El Niño, teniendo gran biomasa en 2002 (El Niño moderado), 2015 y 2016 (El Niño muy fuerte) (García-Morales *et al.*, 2017; Herrera-Cervantes *et al.*, 2020).

8.4 Distribución latitudinal y batimétrica de las principales especies de crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC)

La distribución latitudinal de la mayoría de las especies mostró un desplazamiento sincronizado, que fue observado en aspectos de tallas, biomasa y distribución y que podría ser influenciado por eventos ENSO, lo que coincidiría con la observación realizada por Herrera-Cervantes y colaboradores (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020), sobre la existencia de un periodo frío que duró de 2003-2013, seguido de un periodo cálido de 2014-2018. Lo anterior se observó en un movimiento de los individuos hacia el norte en 2004 a 2011, para posteriormente desplazarse al sur de 2015 a 2018. Este hecho es contrario a lo reportado por diversos autores, quienes han observado desplazamientos de especies de crustáceos al norte en eventos El Niño (McGowan *et al.*, 1998; Lonhart y Tupen, 2001; Williams *et al.*, 2001; Lluch-Belda *et al.*, 2005; Goddard *et al.*, 2016) y al sur en La Niña (Diaz y Kiladis, 1992).

Particularmente en crustáceos, se han documentado los mismos movimiento al norte en periodos cálidos, en varias especies del género *Callinectes* (Piers, 1920; Perry, 1972; Williams *et al.*, 2001; Knott *et al.*, 2003; Kuris *et al.*, 2007; Johnson, 2015), *Achelous xantusii* (Williams *et al.*,

2001; Sadowski *et al.*, 2018) y *Pleuroncodes planipes* (Hubbs, 1948), así como en el hemisferio sur, con registros de *C. arcuatus* que se distribuye hasta Perú, pero en eventos El Niño, se ha desplazado hacia el sur hasta el norte de Chile, aparentemente en busca de temperaturas menos cálidas (Fischer y Wolff, 2006).

Este comportamiento atípico en el desplazamiento podría explicarse por la configuración del Golfo de California (GC), que favorece unas características atmosféricas, oceanográficas y ecológicas únicas (Lluch-Cota y Arias-Aréchiga, 2000), aunado a una búsqueda de su ventana ambiental óptima por parte de los individuos (Cury y Roy, 1989). El GC posee un gradiente latitudinal de temperatura, donde en verano, la temperatura se incrementa de sur a norte, debido a que en el norte existe una gran radiación solar (Robles-Tamayo *et al.*, 2018) y su baja profundidad (Lavin, M.F., Marinone, 2003); mientras que, el centro y sur son menos cálidos debido a su mayor amplitud e influencia de las entradas y salidas de masas de agua del Océano Pacífico (Castro *et al.*, 2000). Lo anterior, sumado al hecho de que se ha observado que los efectos ENSO han sido menos evidentes en las zonas norte y central del GC (Hidalgo-González y Álvarez-Borrego, 2004; Kahru *et al.*, 2004), podría significar que las especies se desplazan al norte durante eventos La Niña buscando temperaturas cálidas, y en eventos El Niño se mueven al centro y sur del área de estudio, escapando de las condiciones extremadamente cálidas del norte del GC, desplazándose mediante locomoción y ubicándose en estas zonas que les sirven como áreas de refugio, comportamiento observado en algunas especies de moluscos y crustáceos durante eventos ENSO (Tarazona y Valle, 1998; Paredes *et al.*, 2004).

Con respecto a la distribución batimétrica, todas las principales especies registraron desplazamientos a mayor profundidad en eventos La Niña, así como presencia en zonas menos profundas en eventos El Niño. Esto coincide con algunos reportes en *Squilla* (Arzola-Sotelo *et al.*, 2012), *Euphyllax dovii* (Hickman y Zimmerman, 2000; Hearn *et al.*, 2020) y *Penaeus setiferus* (Pérez-Farfante, 1969), pero se contradice con observaciones en jaibas en Jalisco y Colima que se desplazan a aguas profundas, atribuido al descenso de la termoclina (Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999) y si bien, se han calculado hundimientos de la termoclina de 200 hasta 250 m en los años EN de 1982/1983 y 1997/1998 (FAO, 2013), en el GC se han observado hundimientos de hasta 10 m de la termoclina (López-Martínez *et al.*, 2000b), lo que sugiere, que

estos cambios en el área de distribución obedecen a desplazamientos verticales con el fin de supervivencia (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

Asimismo, en el análisis batimétrico de las tallas en años Neutrales, La Niña y El Niño, se observó que las tallas tuvieron diferente comportamiento según qué tipo de año fuera, con tallas menores en años El Niño y mayores en años Neutros y La Niña, lo anterior coincide con los resultados de estructura de tallas y con lo reportado por distintos autores que mencionan que El Niño provoca alteraciones en el crecimiento por diversos factores (Del Valle-Lucero, 1989; Cushing, 1990; Farrell *et al.*, 1991; Pinedas, 1994; Criales y Lee, 1995; Estrada-Valencia, 1999; López-Martínez *et al.*, 2000b, 2003, 2005; Leal-Gaxiola *et al.*, 2001; Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003; Aragón-Noriega, 2007; Ortega-Lizárraga, 2012; Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2015; Diarte-Plata *et al.*, 2018; García-Borbón, 2019). Por otro lado, se observaron desplazamientos a menor profundidad durante años El Niño en comparación con años neutrales, se observa una desplazamientos a mayores profundidades y descensos aún mayores en años La Niña, este mismo resultado se registró en el otro análisis de batimetría, donde se observan fenómenos previamente reportados por otros autores (Pérez-Farfante, 1969; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Hickman y Zimmerman, 2000; Arzola-Sotelo *et al.*, 2012; Hearn *et al.*, 2020) y que muestran los desplazamientos que realiza la especie en busca de sus condiciones optimas (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988; Cury y Roy, 1989).

8.5 Relaciones ambiente-recurso de las principales especies de crustáceos de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La temperatura superficial del mar (TSM) y la concentración de clorofila (Chl-a) mostraron una alta variabilidad interanual, donde se observan los dos periodos descritos por Herrera-Cervantes (2020), el frío de 2005 a 2013 y el cálido de 2014 a 2018. Adicionalmente, los datos obtenidos coinciden con estudios de TSM (Robles-Tamayo *et al.*, 2018) y Chl-a (Robles-Tamayo *et al.*, 2020) realizados en el litoral sonorenses del Golfo de California. Mientras con el ONI, se observó su influencia sobre la TSM, Chl-a y las dinámicas registradas por las especies, principalmente los desplazamientos latitudinales y batimétricos que coincidieron con los datos del ONI (Huang *et al.*, 2017), coincidiendo con autores que mencionan como los aspectos como TSM y Chl-a, son fuertemente influenciados con aumento durante TSM durante El Niño y decrementos en La

Niña, mientras que la Chl-a se comporta de forma inversa (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013; Páez-Osuna *et al.*, 2016; Robles-Tamayo *et al.*, 2020).

Particularmente, con las distintas especies se observó que *Callinectes arcuatus* y *Callinectes bellicosus* prefieren mayor TSM y niveles altos de Chl-a; mientras que *Squilla panamensis* y *Squilla bigelowi* tuvieron el mayor rango más amplio de TSM y Chl-a; lo anterior, podría estar relacionado con aspectos de su biología, debido a que *Callinectes* suele localizarse a menores profundidades donde la TSM y Chl-a suelen ser mayores, caso contrario de las *Squilla* que pueden migrar de zonas muy profundas con bajos niveles de TSM y Chl-a y a áreas someras donde ambas variables suelen mostrar valores altos (Brusca *et al.*, 2005b; Hendrickx, 2005a; b); no obstante, esa amplitud en su rango podría estar relacionada a variaciones ambientales que provocaron su desplazamiento (Filonov y Tereshchenko, 2000; Lluch-Cota *et al.*, 2001; Beier, 2002), como se ha visto en otras especies a lo largo de este estudio.

En cuanto a las relaciones significativas estadísticamente obtenidas, dan sustento a todas las observaciones hechas en las pasadas se Chl-a iones de la discusión. Asimismo, mostraron una tendencia mayormente “inversa” y más influenciadas por la temperatura superficial del mar (TSM), esto comparado con los valores obtenidos por el índice ONI y la concentración de clorofila (Chl-a); siendo los aspectos de distribución latitudinal y batimétrica quienes tuvieron un coeficiente de determinación (R^2) más alto, con hasta 75% y 63%, respectivamente. Y si bien, en aspectos de estructura de tallas, biomasa absoluta y distribución batimétrica, coinciden con reportes previos; en la distribución latitudinal esto no ha sido reportado, sin embargo, podría justificarse por la configuración peculiar y condiciones presentes en el GC (Castro *et al.*, 2000; Lluch-Cota y Arias-Aréchiga, 2000; Lavin, M.F., Marinone, 2003; Hidalgo-González y Álvarez-Borrego, 2004; Kahru *et al.*, 2004; Robles-Tamayo *et al.*, 2018).

8.6 Percepción de los principales actores y tomadores de decisiones del sector industrial y ribereño de la pesca de camarón en Guaymas, Sonora sobre la fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

La información sobre los tipos de especies que se capturan en la pesca industrial y ribereña de Guaymas, Sonora, reportaron 7 crustaceos, de las cuales todas se encontraron dentro del elenco sistemático, además de en los listados consultados (Brusca, 1980; Hendrickx, 1985; FAO,

1995; Godínez-Domínguez y González-Sansón, 1999; Madrid Vera *et al.*, 2013; INAPESCA, 2016; Tirado-Ibarra *et al.*, 2020).

En cuanto a la parte de los cambios de abundancia, los pescadores reportan que ellos tuvieron grandes capturas entre 2010 y 2011, lo cual coincide con los resultados obtenidos, además de lo reportado por la autoridad (CONAPESCA, 2010; INAPESCA, 2016); sin embargo, poco después de esa fecha reportan una caída en las capturas que ha continuado hasta la fecha, lo que podría deberse a que en esos tiempos comenzó el periodo cálido descrito por Herrera-Cervantes (Herrera-Cervantes *et al.*, 2020) una caída en las capturas, lo cual pudo influenciar estas bajas capturas. Adicionalmente, se han reportado aumentos en el esfuerzo de captura en el sector ribereño de la zona de Guaymas (Balmori *et al.*, 2012), así que este aglomeramiento podría estar trayendo consecuencias a las zonas de pesca (Seijo *et al.*, 1997; Flores Olivares, 2003).

9. CONCLUSIÓN

Efectivamente existe un cambio interanual en la distribución y biomasa de los crustáceos componentes de la FAC, relacionado con el ambiente marino dentro del litoral sonorenses en el GC, que se ve reflejado en todos los resultados, además de coincidir con diversas observaciones realizadas por distintos autores.

La contribución de 8 nuevos registros al conocimiento del elenco sistemático de los crustáceos componentes de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) del Pacífico mexicano da la suma total de 125 especies divididas en 42 familias y 3 órdenes, cifra de la cual, el área de estudio aporta un 40% de la riqueza de especies. De manera particular, el litoral sonorenses posee un 39% de las especies, mientras que la FAC de la sección norte de Baja California se compone por un 19% del Pacífico mexicano.

De manera general, en los aspectos analizados de las especies de crustáceos de la FAC, se observó una relación de aumento con el fenómeno La Niña, incrementos en las tallas, incremento en las biomásas absolutas, desplazamientos hacia mayores latitudes y a mayores profundidades durante este evento. Observaciones que fueron confirmadas por los modelos de regresión de las relaciones ambiente recurso.

La particular configuración del Golfo de California (GC) puede ser la causante del comportamiento atípico en términos de distribución latitudinal de las especies de crustáceos de la FAC, siendo algo que no tiene antecedentes.

La temperatura superficial del mar (TSM) fue la variable más importante para todos los aspectos analizados; mientras que la concentración de clorofila (Chl-a) mostró tener una baja influencia en comparación.

Las percepciones hechas por los principales actores y tomadores de decisiones del sector pesquero de Guaymas dejan ver la precaria situación de la pesca en México, y como eso podría traer consecuencias en el recurso pesquero debido a malas prácticas, así como al propio sector debido al abandono en el que se encuentra.

10. LITERATURA CITADA

- Abelló, P. y Martín, P. (1993). Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta (northwestern Mediterranean). *Fisheries Research*, 16(2): 131-145. doi: 10.1016/0165-7836(93)90048-C.
- Acevedo-Cervantes, A., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E. y Rodríguez-Romero, J. (2009). Abundance, dominance and diversity analysis of the demersal fish community analysis at 90 to 540 meters of depth in the Gulf of California, Mexico. *Interciencia*, 34(9): 660-665.
- Álvarez-Molina, L.L., Álvarez-Borrego, S., Lara-Lara, J.R. y Marinone, S.G. (2013). Variaciones anual y semianual de la biomasa y producción fitoplanctónica en el Golfo de California central estimadas de datos de satélite. *Ciencias Marinas*, 39(2): 217-230. doi: 10.7773/cm.v39i2.2189.
- Amezcuca, F., Madrid-Vera, J. y Aguirre, H. (2009). Incidental capture of juvenile fish from an artisanal fishery in a coastal lagoon in the Gulf of California. *North American Journal of Fisheries Management*, 29(1): 245-255. doi: 10.1577/m06-022.1.
- Amezcuca-Martínez, F., Amezcuca-Linares, F., Martínez Tovar, I. y Piñón, A. (2005). Flatfish species of the state of Sinaloa, south east Gulf of California, and their distribution in relation to the physical environment. *Oceanoticias*, 11: 159-171.
- Aragón-Noriega, E.A. (2007). Coupling the reproductive period of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* Stimpson, 1874 (Decapoda: Penaeidae) and sea surface temperature in the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(2): 167-175. doi: 10.4067/S0718-19572007000200004.
- Arciniega-Flores, J. y Mariscal-Romero, J. (2013). Estructura poblacional y crecimiento individual de *Callinectes arcuatus* en la Laguna Barra de Navidad, Jalisco. *Ciencia Pesquera*, 21(1): 15-26.
- Arntz, W. y Fahrbach, E. (1996). *El Niño experimento climático de la naturaleza causas físicas y efectos biológicos*. Trad. de C. Wosnitza-Mendo, J. Mendo. Fondo de Cultura Económica, México.
- Arreguín-Sánchez, F. (1981). Diagnóstico de la pesquería de camarón roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871) de Contoy, Q. Roo, México. *Ciencia Pesquera*, 1: 21-41.
- Arreola-Lizárraga, J.A., Hernández-Moreno, L., Hernández-Vázquez, S., Flores-Verdugo, Francisco, J., Lechuga-Devezé, C. y Ortega-Rubio, A. (2003). Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (Decapoda, Portunidae) in a coastal lagoon of Northwest Mexico. *Crustaceana*, 76(6): 651-664.
- Arzola-González, J.F., Flores-Campaña, L.M. y Vázquez-Cervantes, A. (2010). Crustáceos decápodos intermareales de las islas de la costa de Sinaloa, México. *Universidad y Ciencia*, 26(2): 179-193.
- Arzola-Sotelo, E.A., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E. y Valdéz-Holguín, J.E. (2012). Aspectos poblacionales del camarón mantis (Stomatopoda: *Squilla* spp) componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California. En: Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México. pp. 466.
- Atkinson, D. (1995). Effects of temperature on the size of aquatic ectotherms: exceptions to the general rule. *Journal of Thermal Biology*, 20(1/2): 61-74.
- Balmori, A., Morales Azpeitia, R. y Serrato Padilla, J. (2012). *La fauna acompañante de la pesca*

- ribereña de camarón en el Golfo De California (Sonora y Sinaloa)*. Guaymas, Sonora, México.
- Barret, B. y Ralph, E. (1977). Environmental conditions relative to shrimp production in coastal Louisiana along with shrimp catch data for the Gulf of Mexico. *Dept Wildlife Fisheries, Tech Bull*, 26: 24.
- Beier, E.J. (2002). A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*. 15(17): 2261-2281. doi: 10.1175/1520-0485(1997)027<0615.
- Bojórquez, L.F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. En: *Report and Proceedings of the FAO/DFID Expert consultation on bycatch utilization in tropical fisheries*. Roma, FAO.
- Boschi, E.E. (2000). Species of decapod crustaceans and their distribution in the american marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 1-136.
- Box, G.E., Hunter, J.S. y Hunter, W.G. (2008). *Estadística para investigadores*. Diseño, innovación y descubrimiento. Reverté. ISBN: 9788429150445.
- Broadhurst, M.K. (2000). Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: A review and framework for development. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(1): 27-60. doi: 10.1023/A:1008936820089.
- Broadhurst, M.K., Suuronen, P. y Hulme, A. (2006). Estimating collateral mortality from towed fishing gear. *Fish and Fisheries*. 7: 180-218. doi: 10.1111/j.1467-2979.2006.00213.x.
- Brusca, R.C. (1980). *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. 2ª ed. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Brusca, R.C. (1981). A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the eastern Pacific. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 73(2): 117-199. doi: 10.1111/j.1096-3642.1981.tb01592.x.
- Brusca, R.C., Findley, L.T., Hastings, P.A., Hendrickx, M.E., Torre-Cosio, J. y van Der Heiden, A.M. (2005a). Macrofaunal diversity in the Gulf of California. En: *Biodiversity, ecosystems and conservation in Northern Mexico*. pp. 179-203.
- Brusca, R.C., Wetzler, R., Espinosa-Pérez, M.C. y Hendrickx, M.E. (2005b). Cap. 11. Crustacea 3. Peracarida: Isopoda. En: *A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y distribución de la macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados]*. Arizona-Sonora Desert Museum. Hendrickx M.E, Brusca R.C., Findley L.T. (eds). Arizona. pp. 131-137.
- Caddy, J.F. (2007). *Marine habitat and cover: their importance for productive coastal fishery resources*. UNESCO, Paris, Francia. ISBN: 9789231040351 9231040359.
- Castello, J.P. y Moller, O.O. (1978). *On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon, Río Grande, Brasil*. CDU-595384, 34(285). doi: 10.1201/ebk1420088304-c17.
- Castro, R., Mascarenhas, A.S., Durazo, R. y Collins, C.A. (2000). *Seasonal variation of the temperature and salinity at the entrance of the Gulf of California, Mexico*. *Ciencias Marinas*, 26(4): 561-583.
- Chavez, F.P., Messié, M. y Pennington, J.T. (2011). Marine primary production in relation to climate variability and change. *Annual Review of Marine Science*, 3: 227-260. doi: 10.1146/annurev.marine.010908.163917.
- Cisneros-Mata, M.Á., Ramírez-Félix, E., García-Borbón, J.A. Castañeda, V., Labastida-Che, A., Gómez-Rojo, C. y Madrid-Vera, J. (2014). *Pesca de jaiba en el litoral del Pacífico mexicano*.

- 1ª ed. Instituto Nacional de Pesca, México, D.F. ISBN: 9786078274130.
- CONAPESCA. (2019). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2019*. Mazatlán, Sinaloa.
- CONAPESCA. (2010). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca*. Mazatlán, Sinaloa.
- Criales, M.M. y Lee, T.N. (1995). Larva distribution and transport of penaeoid shrimps during the presence of the Tortugas Gyre in May-June 1991. *Fishery Bulletin - National Oceanic and Atmospheric Administration*, 93: 471-482.
- Crocos, P.J. y van der Velde, T.D. (1995). Seasonal, spatial and interannual variability in the reproductive dynamics of the grooved tiger prawn *Penaeus semisulcatus* in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia: the concept of effective spawning. *Marine Biology*, 122(4): 557-570. doi: 10.1007/BF00350678.
- Cuculescu, M., Hyde, D. y Bowler, K. (1995). Temperature acclimation of marine crabs: changes in plasma membrane fluidity and lipid composition. *Journal of Thermal Biology*, 20(1/2): 207-222.
- Cury, P. y Roy, C. (1989). Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(4): 670-680. doi: 10.1139/f89-086.
- Cushing, D.H. (1990). *Plankton production and year-class strength in fish populations : an update of the match/mismatch hypothesis*. ISBN: 012026126X.
- Da Silva, J.A. (1986). River runoff and shrimp abundance in a tropical coastal ecosystem. The example of the Safala Bank (central Mozambique). *NATO ASI Series*, G7: 32.
- De León, M.E., Martínez, J.L., Cota, D.L., Vázquez, S.H. y Puga, R. (2005). Decadal variability in growth of the caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Decapoda: Paniluridae) in Cuban waters. *Revista de Biología Tropical*, 53(3-4): 475-486. doi: 10.15517/rbt.v53i3-4.14616.
- Del Valle-Lucero, I. (1989). *Estrategia de producción y explotación en una Laguna Costera de México*. Universidad Politécnica de Cataluña. Tesis doctoral. Barcelona, España.
- Depestele, J., Feekings, J., Reid, DG., Cook, R., Gascuel, D., Girardin, R., Heath, M., Hervann, P.Y., Morato, T., Soszynski, A. y Savina-Rolland, M. (2018). The impact of fisheries discards on scavengers in the sea. En: *Uhlmann SS, Ulrich C, Kennelly SJ (eds) The European Landing Obligation: Reducing Discards in Complex, Multi-Species and Multi-Jurisdictional Fisheries*. Springer, Belgium, pp. 129-162.
- DeVries, T.J. (1987). A review of geological evidence for ancient El Niño activity in Peru. *Journal of Geophysical Research*, 92(13): 14471-14479.
- DeVries, T.J. (1986). The geology and paleontology of the tablazos in northwest Perú. Ohio State University.
- DeVries, T.J. y Wells, L.E. (1990). Thermally-anomalous holocene molluscan assemblages from coastal Perú: evidence for paleographic, no climatic change. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 81: 11-32.
- Diarte-Plata, G. (2016). *Aspectos poblacionales de las jaibas del género Callinectes (Decapoda: Portunidae) en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Baja California Sur. B.C.S., México.
- Diarte-Plata, G., Escamilla-Montes, R., Ruiz-Verdugo, C.A., Luna-González, A., De La Cruz-Agüero, G., Granados-Alcántar, S., Vázquez-López, H. y Fierro-Coronado, J.A. (2018). The growth of *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) in the El Colorado Lagoon, Ahome, Sinaloa, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(5): 1041-1054. doi: 10.3856/vol46-issue5-fulltext-17.

- Díaz-Ochoa, J.A. (2003). *Efecto de la precipitación, el caudal de los ríos y los ciclos El Niño-Oscilación del sur sobre la abundancia del camarón blanco (Litopenaeus occidentalis) del Pacífico colombiano*. Tesis de maestría. Universidad de Concepción, Chile.
- Díaz, A. y Ortlieb, L. (1993). El fenómeno El Niño y los moluscos de la costa peruana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 22(1): 159-178.
- Díaz, H.F. y Kiladis, G.N. (1992). Atmospheric teleconnections associated with the extreme phases of the Southern Oscillation. En: *El Niño: Historical and Paleoclimatical Aspects of the Southern Oscillation*. Díaz H.F., Markgraf V. (eds). Cambridge University Press. pp. 7–28.
- Dissanayake, A. y Ishimatsu, A. (2011). Synergistic effects of elevated CO₂ and temperature on the metabolic scope and activity in a shallow-water coastal decapod (*Metapenaeus joyneri*; Crustacea: Penaeidae). *Journal of Marine Science*, 68(6): 1147-1154.
- DOF. (2018). *Carta nacional pesquera 2017*. México.
- Eayrs, S. (2007). *Guía para reducir la captura de fauna incidental (bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical*. Roma, Italia.
- Escalante, F., Valdez-Holguín, J.E., Álvarez-Borrego, S. y Lara-Lara, J.R. (2013). Temporal and spatial variation of sea surface temperature, chlorophyll a, and primary productivity in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 39(2): 203-215. doi: 10.7773/cm.v39i2.2233.
- Escamilla-Montes, R. (1998). *Aspectos de la biología de las jaibas del género Callinectes en el Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S.* Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.
- Escamilla, R., De la Cruz, G., Villalejo, M., Diarte, G. (2013). Fecundity of *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) and *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) (Decapoda: Brachyura: Portunidae) in Ensenada de la Paz, Gulf of California, Mexico. *Universidad y Ciencia Trópico húmedo*, 29(1): 53-61.
- Estrada-Ramírez, A. y Calderon-Aguilera, L.E. (2001). A range extension for *Sicyonia penicillata* on the western coast of Baja California, Mexico. *Crustaceana*, 74(3): 317-320. doi: 10.1163/156854001505550.
- Estrada-Valencia, A. (1999). *Aspectos poblacionales de la jaiba Callinectes arcuatus Ordway, 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México*. Tesis de maestría. Universidad de Colima, Colima, México.
- FAO. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca*. Pacífico Centro Oriental. , Volumen 1 ed. Roma.
- FAO. (2013). *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina. Potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. ISBN: 9789253077755.
- Farach-Espinoza, E.B., López-Martínez, J., García-Morales, R., Nevárez-Martínez, M.O., Lluch-Cota, D.B. y Ortega-García, S. (2021). Temporal variability of oceanic mesoscale events in the Gulf of California. *Remote Sensing*, 13(9). doi: 10.3390/rs13091774
- Fariña, A.C., Freire, J. y González-Gurriarán, E. (1997). Megabenthic decapod crustacean assemblages on the galician continental shelf and upper slope (north-west Spain). *Marine Biology*, 127(3): 419-434. doi: 10.1007/s002270050029.
- Farrell, T.M., Bracher, D. y Roughgarden, J. (1991). Cross-shelf transport causes recruitment populations in central California to intertidal. *American Society of Limnology and Oceanography*, 36(2): 279-288.
- Filipponi, F., Valentini, E. y Taramelli, A. (2017). *Sea surface temperature changes analysis, an*

- essential climate variable for ecosystem services provisioning*. 2017 9th Int Work Anal Multitemporal Remote Sens Images, MultiTemp. doi: 10.1109/Multi-Temp.2017.8035255.
- Filonov, A. y Tereshchenko, I. (2000). El Niño 1997-98 monitoring in mixed layer at the Pacific ocean near Mexico's west coast. *Geophysical Research Letters*, 27(5): 705-707.
- Fischer, S. y Wolff, M. (2006). Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fisheries Research*, 77(3): 301-311. doi: 10.1016/j.fishres.2005.11.009.
- Flores Olivares, J. (2003). Modificaciones a las artes de pesca en busca de selectividad con un enfoque ecosistémico. En: *Selectividad de sistemas de pesca de arrastre para camarón. Implicaciones para el ordenamiento pesquero*. CONAPESCA-SAGARPA-INAPESCA. pp. 1-27.
- Galil, B.S. y Zenetos, A. (2002). A Sea Change — Exotics in the eastern mediterranean sea. En: *Invasive Aquatic Species of Europe*. Leppälwski, E., et al. (eds.). pp. 325-336. doi: 10.1007/978-94-015-9956-6_33.
- García-Borbón, J.A. (2019). *Variabilidad en la biomasa de camarón café (Farfantepeanus californiensis) en Bahía Magdalena – almejas, Baja California sur, México*. Tesis doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- García-Madrugal, M.D.S. (2007). Clave ilustrada para las familias de anfípodos gamáridos (Peracarida : Amphipoda) litorales del Pacífico oriental tropical y glosario de términos. *Ciencia y Mar*, 11(32): 3-27.
- García-Madrugal, M.D.S. y Bastida-Zavala, J.R. (1999). Cangrejos braquiuros (Brachyura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 47(1-2): 123-132. doi: 10.15517/rbt.v47i1-2.19061.
- García-Morales, R., López-Martínez, J., Valdez-Holguin, J.E., Herrera-Cervantes, H. y Espinosa-Chaurand, L.D. (2017). Environmental variability and oceanographic dynamics of the central and southern coastal zone of sonora in the Gulf Of California. *Remote Sensing*, 9(9). doi: 10.3390/rs9090925.
- Garza, F.A. (2019). Efecto de la maximización del valor presente neto de la flota industrial en la pesquería de camarón del sur del Golfo de California. En: *Estudios recientes sobre economía ambiental y agrícola en México*. Hernández Trejo V., Valdivia Alcalá R., Hernández Ortiz J., Cruz Chávez R., Cruz Chávez, G.R. (eds). pp. 56-82.
- Goddard, J.H.R., Treneman, N., Pence, W.E., Mason, D.E., Dobry, P.M., Green, B. y Hoover, C. (2016). Nudibranch Range Shifts Associated with the 2014 Warm Anomaly in the Northeast Pacific. *Bulletin, Southern California Academy of Sciences*, 115(1): 15-40. doi: 10.3160/soca-115-01-15-40.1.
- Godínez-Domínguez, E. y González-Sansón, G. (1999). Diversity of soft-bottom macroinvertebrates from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas*, 25(4): 609-627. doi: 10.7773/cm.v25i4.723.
- Green, T.M. (1992). *Pinnaxodes gigas*, a new species of pinnotherid crab from the Gulf of California (Decapoda: Brachyura: Pinnotheridae). *Proceedings - Biological Society of Washington*, 105(4): 775-779.
- Hannah, R.W., Lomeli, M.J.M. y Jones, S.A. (2015). Tests of artificial light for bycatch reduction in an ocean shrimp (*Pandalus jordani*) trawl: Strong but opposite effects at the footrope and near the bycatch reduction device. *Fisheries Research*, 170: 60-67. doi: 10.1016/j.fishres.2015.05.010.
- Hearn, A., Steiner, T. y Arauz, R. (2020). A brief massive aggregation of pelagic swimming crabs

- Euphyllax dovii* (Decapoda: Portunidae) at Cocos Island, Costa Rica coincides with onset of El Niño event. *Revista de Biología Tropical*, 68(1): 289-295. doi: 10.15517/rbt.v68iS1.41196.
- Hendrickx, M.E. (2005a). Cap. 14. Crustacea 6. Decapoda: Dendrobranchiata, Caridea, Palinura, Anomura & Brachyura. En: *A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y distribución de la macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados]* Arizona-Sonora Desert Museum. Hendrickx M.E., Brusca R.C., Findley L.T. (eds). Arizona. pp. 159-194.
- Hendrickx, M.E. (2005b). Cap. 10. Crustacea 2: Stomatopoda. En: *A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y distribución de la macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados]* Arizona-Sonora Desert Museum. Hendrickx M.E., Brusca R.C., Findley L.T. (eds). Arizona. pp. 127-130.
- Hendrickx, M.E. (1995a). Anomuros. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen I ed. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H. (eds)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. pp. 540-564.
- Hendrickx, M.E. (1995b). Estomatopodos. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen I ed. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H. (eds)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. pp. 356-382.
- Hendrickx, M.E. (1995c). Camarones. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen I ed. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H. (eds)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. pp. 417-537.
- Hendrickx, M.E. (1995d). Cangrejos. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen I ed. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H. (eds)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. pp. 566-636.
- Hendrickx, M.E. (1995e). Langostas. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen I ed. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H. (eds)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. pp. 387-416.
- Hendrickx, M.E. (1990). The stomatopod and decapod crustaceans collected during the GUAYTEC II Cruise in the Central Gulf of California, México, with the description of a new species of Plesionika Bate (Caridea: Pandalidae). *Revista de Biología Tropical*, 38(1): 35-53.
- Hendrickx, M.E. (1985). Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. En: *Recursos potenciales pesqueros de México. La pesca acompañante del camarón. Yañez-Arancibia, A. (ed)*. Universidad de Alimentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Nacional de Pesca, UNAM. México. pp. 95-148.
- Hendrickx, M.E. y Salgado-Barragán, J. (1991). *Los estomatópodos (Crustacea:Hoplocarida) del Pacífico Mexicano*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Hendrickx, M.E. y Sánchez-Vargas, P. (2005). Estomatópodos del género *Squilla* (Hoplocarida: Stomatopoda: Squillidae) recolectados frente a la costa de Sinaloa, en el SE del golfo de California, México, en los cruceros CEEMEX C1-C2-C3. *Ciencias Marinas*, 31(1): 31-41. doi:

10.7773/cm.v31i11.80.

- Hendrickx, M.E. y Serrano, D. (2010). Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el pacífico Mexicano. *Interciencia*, 35(1).
- Heras-Sánchez, M.C., Valdez-Holguín, J.E., Garatuza-Payán, J., Cisneros Mata, M.Á., Díaz-Tenorio, L.M., Robles-Morua, A. y Hazas-Izquierdo, R.G. (2019). Regiones del Golfo de California determinadas por la distribución de temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila-a. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 21(1): 13-21.
- Hernández, L. y Arreola-Lizárraga, J.A. (2007). Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(1): 225-233. doi: 10.15517/rbt.v55i1.6074.
- Herrera-Cervantes, H., Lluch-Cota, D.B., Lluch-Cota, S.E. y Gutiérrez-de-Velasco, S.G. (2007). The ENSO signature in sea-surface temperature in the Gulf of California. *Journal of Marine Research*, 65(5): 589-605.
- Herrera-Cervantes, H., Lluch-Cota, S.E., Cortés-Ramos, J., Farfán, L. y Morales-Azpeitia, R. (2020). Interannual variability of surface satellite-derived chlorophyll concentration in the bay of La Paz, Mexico, during 2003–2018 period: The ENSO signature. *Regional Studies in Marine Science*, 38 101381. doi: 10.1016/j.csr.2020.104254.
- Herrera-Cervantes, H., Lluch-Cota, S.E., Lluch-Cota, D.B., Gutiérrez de Velasco, S.G. y Lluch-Belda, D. (2010). ENSO influence on satellite-derived chlorophyll trends in the Gulf of California. *Atmósfera*, 23(3): 253-262.
- Herrera-Valdivia, E., López-Martínez, J. y Vargasmachuca, S.C. (2015). Determination of stress in fish community obtained from shrimp trawl fishing in northern Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*, 63(3): 741-754. doi: 10.15517/rbt.v63i3.14823.
- Herrera Cervantes, H. (2008). *Firma del ENSO en el Golfo de California: temperatura superficial del mar y biomasa fitoplanctónica*. Tesis doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, S.C.
- Hickman, C.P. y Zimmerman, T.L. (2000). *A field guide to crustaceans of Galapagos*. Sugar Spring Press. ISBN: 0966493230.
- Hidalgo-González, R.M. y Álvarez-Borrego, S. (2004). Total and new production in the Gulf of California estimated from ocean color data from the satellite sensor SeaWiFS. *Deep-Sea Research*, 2(51): 739-752. doi: 10.1016/j.dsr2.2004.05.006.
- Huang, B., Thorne, P.W., Banzon, V.F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J.H., Menne, M.J., Smith, T.M., Vose, R.S. y Zhang, H.M. (2017). Extended reconstructed sea surface temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons. *Journal of Climate*, 30(20): 8179-8205. doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1.
- Hubbs, C.L. (1948). Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in ocean temperature. *J Mar Res*, 7: 459-482.
- INAPESCA. (2016). *Evaluación y manejo de la pesquería de camarón del Pacífico mexicano. (Captura, puntos de referencia, Biomasa, edad, medio ambiente, fauna de acompañamiento)*. México.
- INAPESCA. (2011). *Dictamen de fin de veda. Evaluación biológica de las poblaciones de camarón durante la veda de 2011 en el litoral del Pacífico mexicano*. México.
- Jennings, S. y Kaiser, M.J. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34. doi: 10.1016/s0065-2881(08)60212-6.

- Johnson, D.S. (2015). The savory swimmer swims north: A Northern range extension of the blue crab *Callinectes sapidus*?. *Journal of Crustacean Biology*, 35(1): 105-110. doi: 10.1163/1937240X-00002293.
- Kahru, M., Marinone, S.G., Lluch-Cota, S.E., Parés-Sierra, A. y Greg Mitchell, B. (2004). Ocean-color variability in the Gulf of California: Scales from days to ENSO. *Deep-Sea Research*, 2(51): 139-146. doi: 10.1016/j.dsr2.2003.04.001.
- Kennedy, F.S., Crane, J.J., Schleder, R.A. y Barber, D.G. (1977). *Studies of the rock shrimp, Sicyonia brevirostris, a new fishery resource on Florida's Atlantic shelf*. vol. 27. Florida Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory, Florida.
- Knott, D.M., Wenner, E.L. y Thornton, S.L. (2003). Observations on the unusual abundance of tropical *Callinectes* species in the south atlantic bight in fall 2002, and remarks on the non-indigenous *Charybdis hellerii*. *Journal of Shellfish Research*, 22(1): 339.
- Kuris, A.M., Sadeghian, P.S., Carlton, J.T. y Campos, E. (2007). The Light and smith manual: intertidal invertebrates from central California to Oregon. En: *Decapoda, 4^a ed. Carlton, J.T. (ed)*. University of California Press, Berkeley, CA. pp. 632–656.
- Labastida-Che, A. y Núñez-Orozco, A. (2015). Parámetros biológicos de *Callinectes arcuatus* y *Callinectes bellicosus* en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Ciencia Pesquera*, 23: 27-34.
- Lavin, M.F., Marinone, S.G. (2003). An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. *Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics*, : 173-204.
- Lazarus-Agudelo, J.F. y Cantera-Kintz, J.R. (2007). Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8(2): 221-239.
- Leal-Gaxiola, A., López-Martínez, J., Chávez, E.A., Hernández-Vázquez, S. y Méndez-Tenorio, F. (2001). Interannual variability of the reproductive period of the brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, 74(9): 839-851. doi: 10.1163/15685400152682601.
- Lemaitre, R. y Alvarez León, R. (1992). Crustáceos decápodos del Pacífico colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 21(1): 33-76.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B. y Lluch-Cota, S.E. (2005). Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in ocean temperature. *Fisheries Oceanography*, 14(6): 458-467. doi: 10.1111/j.1365-2419.2005.00347.x.
- Lluch-Cota, D.B., Wooster, S. y Hare, S.R. (2001). Sea surface temperature variability in coastal areas of the Northeastern Pacific related to the El Niño-Southern Oscillation and the Pacific Decadal Oscillation. *Geophysical Research Letters*, 28(10): 2029-2032.
- Lluch-Cota, S.E., Aragón-Noriega, E.A., Arreguín-Sánchez, F., Auriol-Gamboa, D., Jesús Bautista-Romero, J., Brusca, R.C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M.E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., López-Martínez, J., Marinone, S.G., Nevárez-Martínez, M.O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C.A., Schwartzlose, R.A. y Sierra-Beltrán, A.P. (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*, 73(1): 1-26. doi: 10.1016/j.pocean.2007.01.013.

- Lluch-Cota, S.E. y Arias-Aréchiga, J.P. (2000). Sobre la importancia de considerar la existencia de centros de actividad biológica para la regionalización del océano: el caso del Golfo de California. En: D. Lluch-Belda J, Elorduy-Garay S, Lluch-Cota E, Ponce-Díaz G (eds) *BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano* CIB, CICIMAR y CONACYT. La Paz, México. pp. 255–263.
- Lluch-Cota, S.E., Parés-Sierra, A., Magaña-Rueda, V.O., Arreguín-Sánchez, F., Bazzino, G., Herrera-Cervantes, H. y Lluch-Belda, D. (2010). Changing climate in the Gulf of California. *Progress in Oceanography*, 57(1-4): 114-126. doi: 10.1016/j.pocean.2010.09.007.
- Lonhart, S.I. y Tupen, J.W. (2001). Research technical report new range records of 12 marine invertebrates: the role of El Niño and other mechanisms in Southern and Central California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 100: 238–248.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E. (2012). *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce, Sonora, México. ISBN: 9786077634089.
- López-Martínez, J. (2008). *Variabilidad ambiental y pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. ISBN: 9786077791010.
- López-Martínez, J. (2006). CONACYT. *Evaluación del impacto que ocasionan las redes de arrastre para camarón y escama demersal en los fondos marinos del Golfo de California*. Programa de Ecología Pesquera. Informe Anual.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., García-Juárez, A.R. y Valenzuela-Quiñonez, W. (2003). Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and its relation to temperature. *Fisheries Research*, 61(1-3): 95-105. doi: 10.1016/S0165-7836(02)00239-4.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Morales-Azpeitia, R. y Salinas-Zavala, C.A. (2002). Stock assessment and potential yield of the rock shrimp, *Sicyonia penicillata*, fishery of Bahía Kino, Sonora, Mexico. *Fisheries Research*, 59: 71-81.
- López-Martínez, J., Chávez, E.A., Hernández-Vázquez, S. y Alcántara-Razo, E. (1999). Potential yield of a rock shrimp stock, *Sicyonia penicillata* in the northern Gulf of California. *Crustaceana*, 72(6): 583-590.
- López-Martínez, J., Hernández Vázquez, S., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez Romero, J. y Chávez, EA. (2008). Influencia ambiental en la pesquería de camarón. En: López-Martínez J (ed) *La variabilidad ambiental y las pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. pp. 111-123.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Hernández-Saavedra, N., Serviere-Zaragoza, E., Rodríguez-Romero, J., Hiram Rábago-Quiroz, C., Padilla-Arredondo, G., Burrola-Sánchez, S., Morales-Azpeitia, R., Pedrín-Aviles, S., Enríquez-Ocaña, L.F., Nevárez-Martínez, M.O., Acevedo-Cervantes, A., Morales-Bojórquez, E., López-Tapia, M.R. y Padilla-Serrato, J. (2012). Efectos de la pesca de arrastre del camarón en el Golfo de California. Síntesis de las investigaciones desarrolladas por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. En: Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce, Sonora, México. pp. 15-25.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J. y Hernández-Vázquez, S. (2010). Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(3): 925-942. doi:

10.15517/rbt.v58i2.5255.

- López-Martínez, J., López-Herrera, L., Valdez-Holguín, J.E. y Rábago-Quiroz, CH. (2014). Population dynamics of the swimming crabs *Callinectes* (Portunidae) components of shrimp bycatch in the eastern coast of the Gulf of California. *Revista de biología marina y oceanografía*, 49(1): 17-29. doi: 10.4067/s0718-19572014000100003.
- López-Martínez, J., Morales-Bojorques, E., Paredes-Mallon, F., Lluch-Belda, D. y Cervantes-Valle, C. (2000a). La Pesquería De Camarón De Altamar En Sonora. En: *Lluch-Belda D, Elorduy-Garay J, Lluch-Cota SE, Ponce-Díaz G (eds) BAC Centros de actividad biológica del Pacífico Mexicano*. CIBNOR, CICIMAR, CONACYT, La Paz, Baja California Sur, México. pp. 301-312.
- López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M.O., Leyva-Contreras, A. y Sánchez, O. (2000b). Análisis de tres variables oceanográficas en la región de Guaymas, Sonora, México. En: *Lluch-Belda D, Elorduy-Garay S, Lluch-Cota S.E, Ponce-Díaz G. (eds) BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. pp. 229-254.
- López-Martínez, J., Rábago-Quiroz, C.H., Arzola-Sotelo, E.A., Morales-Azpeitia, R. y Acevedo-Cervantes, A. (2019). Distribution and population dynamics of the rock shrimp *Sicyonia ingentis* and *Sicyonia penicillata* (Decapoda: Sicyoniidae) in the Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(3): 524-535. doi: 10.3856/vol47-issue3-fulltext-14.
- López-Martínez, J., Rábago-Quiroz, C.H., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R. y Padilla-Serrato, J.G. (2020). Distribution and abundance of *Sicyonia shrimp* in the Gulf of California and western coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 38: 101381. doi: 10.1016/j.rsma.2020.101381.
- López-Martínez, J., Rábago-Quiroz, C.H., Nevárez-Martínez, M.O., García-Juárez, A.R., Rivera-Parra, G. y Chávez-Villalba, J. (2005). Growth, reproduction, and size at first maturity of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) along the east coast of the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*, 71: 93-102. doi: 10.1016/j.fishres.2004.06.004.
- Madrid-Vera, J., Amezcua, F. y Morales-Bojórquez, E. (2007). An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fisheries Research*, 83: 81-89. doi: 10.1016/j.fishres.2006.08.026.
- Madrid Vera, J., Meraz Sánchez, R., Aguilar Ramirez, D., Lupio Rodríguez, A.M., García Meraz, A., García Paredes, R., Santana, H. y Soto Barrón, F.M. (2013). ANEXO 8. Análisis de la fauna de acompañamiento capturada con redes de arrastre en el Alto Golfo de California, México.
- Marinone, S.G., Parés-Sierra, A., Castro, R. y Mascarenhas, A. (2004). Correction to “temporal and spatial variation of the surface winds in the Gulf of California”. *Geophysical Research Letters*, 31(10). doi: 10.1029/2004gl020064.
- Martin, P. (1991). *La pesca en Cataluña y Valencia (no Mediterraneo): análisis de las series históricas de captura y esfuerzo*. Informes técnicos de Scientia Marina. Barcelona, España.
- Maynou, F., Abelló, P. y Sartor, P. (2004). A review of the fisheries biology of the mantis shrimp, *Squilla mantis* (L., 1758) (Stomatopoda, Squillidae) in the Mediterranean. *Crustaceana*, 77(9): 1081-1099. doi: 10.1163/1568540042900295.
- McClatchie, S., Goericke, R., Koslow, J.A. y Schwing, F. (2008). The state of the California Current, 2007-2008: La Niña conditions and their effects on the ecosystem. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 49: 39-76.
- McGowan, J.A., Cayan, D.R. y Dorman, L.R.M. (1998). Climate-ocean variability and ecosystem response in the Northeast Pacific. *Science*, 281(5374): 210-217. doi:

10.1126/science.281.5374.210.

- McHugh, M.J., Broadhurst, M.K. y Sterling, D.J. (2017). Choosing anterior-gear modifications to reduce the global environmental impacts of penaeid trawls. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(1): 111-134. doi: 10.1007/s11160-016-9459-5.
- Moreira-Reyes, G.A. (2019). *Composicion, abundancia relativa y tall de las especies en desembarques artesanales de camaron*. Tesis de licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Moscoso Villacorta, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín del Instituto del Mar de Perú*, 27(1-2).
- NASA. (2018). *NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, Ocean Biology Processing Group. Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS) Ocean Color Data*. NASA OB.DAAC.
- Nevárez-Martínez, M.O., López-Martínez, J., Cervantes-Valle, C., Miranda-Mier, E., Morales Azpeitia, R. y Anguiano-Carrasco, M. (2003). Evaluación biológica y pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guasimas y Lobos, Sonora, México. En: *Hendrickx ME (ed) Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans*. 2.^a ed. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Norse, E.A. y Estevez, M. (1977). Studies on portunid crabs from the Eastern Pacific. I. Zonation along environmental stress gradients from the Coast of Colombia. *Marine Biology*, 40(4): 365-373. doi: 10.1007/BF00395729.
- Ortega-Lizárraga, G.G. (2012). *Evaluación de la pesquería de la jaiba azul Callinectes arcuatus (Ordway, 1863) de la Bahía de Santa María La Reforma*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, Mexico.
- Ortega-Lizárraga, G.G., Rodríguez-Domínguez, G., Pérez-González, R. y Aragón-Noriega, E.A. (2016a). Crecimiento individual y longitud de primera madurez de *Callinectes arcuatus* en Marismas Nacionales, Nayarit, México. *Ciencia Pesquera*, 24(2): 3-11.
- Ortega-Lizárraga, G.G., Rodríguez-Domínguez, G., Pérez-González, R., Castañeda-Lomas, N. y Aragón-Noriega, E.A. (2016b). Estimación de los parámetros de crecimiento de los machos de la jaiba azul *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Portunidae) del Golfo de California, utilizando el modelo de Schnute. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(2): 371-379. doi: 10.3856/vol44-issue2-fulltext-18.
- Padilla-Serrato, J.G., Gabriel Kuk-Dzul, J., Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R. y Soriano-Reyes, N. (2019). Population parameters and size at maturity of *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in Apozahualco Lagoon, Guerrero, Mexico. *Crustaceana*, 92(4): 397-414. doi: 10.1163/15685403-00003872.
- Páez-Osuna, F., Sanchez-Cabeza, J.A., Ruiz-Fernández, A.C., Alonso-Rodríguez, A., Piñón-Gimete, A., Cardoso-Mohedano, J.G., Flores-Verdugo, F.J., Carballo-Cenizo, J.L., Cisneros-Mata, M.Á. y Álvarez-Borrego, S. (2016). Environmental status of the Gulf of California: A review of responses to climate change and climate variability. *Earth Sci Rev.* doi: 10.1016/j.earscirev.2016.09.015.
- Paredes, C., Cardoso, F. y Tarazona, J. (2004). Distribución temporal de moluscos y crustáceos tropicales en la Provincia Peruana y su relación con los eventos El Niño. *Revista Peruana de Biología*, 11(2): 213-218. doi: 10.15381/rpb.v11i2.2459.
- Parrish, H.R. (1997). Time, space and fish scales: applications of retrospective environmental data to fisheries research. En: *Boehlert GW, Schumacher JD (eds) Changing oceans and*

- changing fisheries: environmental data for fisheries research and management*. Pacific Grove, California. pp. 24-29.
- Pérez-Arvizu, E.M., Aragón-Noriega, E.A. y Espinosa-Carreón, T.L. (2013). Seasonal variability of chlorophyll a and their response to El Niño and La Niña conditions in the Northern Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(1): 131-141. doi: 10.4067/s0718-19572013000100011.
- Pérez-Farfante, I. (1969). Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67(3): 461-590.
- Perez Farfante, I. (1985). The rock shrimp genus *Sicyonia* (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in the Eastern Pacific. *Fishery Bulletin*, 83(1): 1-79.
- Perry, H.M. (1972). The occurrence of *Callinectes bocourti* (A. Milne Edwards, 1879) (Decapoda, Portunidae) in Biloxi Bay, Mississippi, U.S.A. *Crustaceana*, 23(110).
- Piers, H. (1920). The blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun): Extension of its range northward to near Halifax, Nova Scotia. *Proc. Transactions Nov. Scotian Institue Sci.* 15:83-90.
- Pinedas, J. (1994). Internal tidal bores in the nearshore : Warm-water fronts , seaward gravity currents and the onshore transport of neustonic larvae. *Journal of Marine Research*, 52: 427-458. doi: 10.1357/0022240943077046.
- Ponce-Palafox, J.T., Verdugo, F.F., Castillo-Vargasmachuca, S.G., Valle, A.B., Gurrola, J.A.G., Gomez, M.G.U. y Figueroa, J.L.A. (2012). Effect of constant temperature on growth of the arched swimming crab *Callinectes arcuatus* Ordway (1863) over a 360-day period. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 45(4): 235-243. doi: 10.1080/10236244.2012.719667.
- Puga-López, D., Patiño-Valencia, J., Hernandez-Cobarruvias, V., Ulloa-Ramírez, P.A., Torres-Herrera, M.R. y Ponce-Palafox, J.T. (2015). Aspectos reproductivos de la langosta espinosa *Panulirus* spp. en las costas de Nayarit, México. *Ciencia Pesquera*, 23(1): 13-24.
- QGIS Project. (2022). *QGIS Desktop 3.22 User Guide*.
- Quinn, W.H. y Neal, V.T. (1987). El Nino occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research*, 92(C13): 14449-14461.
- Rábago-Quiroz, C.H., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M.O. y Rodríguez-Romero, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica*, 18(3): 177-188.
- Rábago-Quiroz, C.H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J.E., Nevárez-Martínez, M.O. y Acevedo-Cervantes, A. (2012). Fish assemblages in the bycatch of bottom shrimp trawls on the west side of the Gulf of California, Mexico. *Marine Biology Research*, 8(9): 865-876. doi: 10.1080/17451000.2012.692161.
- Rábago-Quiroz, C.H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J.E. y Nevárez Martínez, M.O. (2011). Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 255-267. doi: 10.15517/rbt.v59i1.3195.
- Rábago-Quiroz, C.H., Zepeda-Benítez, V.Y., López-Martínez, J. y Padilla-Serrato, J.G. (2019). Biometric relationships for commercially important penaeid shrimp species on the east coast of the gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(4): 716-722. doi: 10.3856/vol47-issue4-fulltext-15.
- Ramírez-Rodríguez, M., Arreguín-Sánchez, F., De la Cruz, G. y Balart, EF. (2003). Distribución de *Cancer johngarthi* Carvacho, 1989 (Decapoda : Brachyura : Cancridae), en la costa

- occidental de Baja California Sur, México. *Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este*, 2: 165-168.
- Ramos-Cruz, S. (2008). Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae), en el sistema lagunar La Joya- Buenavista, Chiapas, México. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(3): 259-268.
- Robles-Tamayo, C.M., García-Morales, R., Valdez-Holguín, J.E., Figueroa-Preciado, G., Herrera-Cervantes, H., López-Martínez, J. y Enríquez-Ocaña, LF. (2020). Chlorophyll a concentration distribution on the mainland coast of the Gulf of California, Mexico. *Remote Sensing*, 12: 1335. doi: 10.3390/RS12081335.
- Robles-Tamayo, C.M., Valdez-Holguín, J.E., García-Morales, R., Figueroa-Preciado, G., Herrera-Cervantes, H., López-Martínez, J. y Enríquez-Ocaña, LF. (2018). Sea surface temperature (SST) variability of the eastern coastal zone of the gulf of California. *Remote Sensing*, 10: 1434. doi: 10.3390/rs10091434.
- Roden, G.I. (1964). Oceanographic aspects of Gulf of California. En: *van Andel, T.H., y Shor Jr., G.G. (eds) Marine Geology of the Gulf of California: a symposium*. American Association of Petroleum Geologists, 3. doi: <https://doi.org/10.1306/M3359C2>.
- Roden, G.I. (1958). Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science*, 7: 21-45.
- Rodrigues-Filho, L.J., Dolbeth, M., Bernardes, J.J., Ogashawara, I. y Branco, J.O. (2020). Using an integrative approach to evaluate shrimp bycatch from subtropical data-poor fisheries. *Fisheries Research*, 230: 105587. doi: 10.1016/j.fishres.2020.105587.
- Rodríguez-Domínguez, G., Castillo-Vargasmachuca, S.G., Pérez-González, R. y Aragón-Noriega, E.A. (2015). The interannual variability of size at maturity of the brown crab *Callinectes bellicosus* Stimpson, 1859 (Brachyura, Portunidae) In the Gulf of California. *Crustaceana*, 88(12-14): 1339-1350. doi: 10.1163/15685403-00003491.
- Rodríguez-Félix, D., Cisneros-Mata, M.Á., Aragón-Noriega, E.A. y Arreola-Lizárraga, J.A. (2015). Talla de primera madurez de jaiba café *Callinectes bellicosus* en cinco zonas del Golfo de California. *Ciencia Pesquera*, 23: 5-14.
- Rodríguez-Romero, J., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Hernández-Vázquez, S. y Acevedo-Cervantes, A. (2012). Elenco taxonómico de los peces acompañantes de la captura de camarón en la porción oriental del Golfo de California. En: *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.). pp. 71-91.
- Rodríguez-Romero, J., Palacios-Salgado, D.S., López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S. y Ponce-Díaz, G. (2008). Composición taxonómica y relaciones zoogeográficas de los peces demersales de la costa occidental de Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(4): 1765-1783. doi: 10.15517/rbt.v56i4.5758.
- Rodríguez Vite, I.K. (2020). *Efecto de la pesca de arrastre de camarón sobre la resiliencia del ecosistema del sur del Golfo de California*. CICIMAR-IPN.
- Rollins, H.B., Richardson, J.B. y Sandweiss, D.H. (1986). The birth of El Niño : geoarchaeological evidence and implications. *Geoarchaeology*, 1(1): 3-15.
- Sadowski, J.S., Gonzalez, J.A., Lonhart, S.I., Jeppesen, R., Grimes, T.M. y Grosholz, E.D. (2018). Temperature-induced range expansion of a subtropical crab along the California coast. *Marine Ecology*, 39(5): 1-7. doi: 10.1111/maec.12528.
- Salgado-Barragán, J. y Hendrickx, M.E. (2010). Clave ilustrada para la identificación de los

- estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico oriental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 1-49. doi: 10.22201/ib.20078706e.2010.0.224.
- Sánchez, A., Aguíñiga, S., Lluch-belda, D., Camalich-Carpizo, J., Monte-Luna, P. Del., Ponce-Díaz, G. y Arreguín-Sánchez, F. (2009). Geoquímica sedimentaria en áreas de pesca de arrastre y no arrastre de fondo en la costa de Sinaloa-Sonora, Golfo de California. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(1): 25-30.
- Santamaría-del-Ángel, E., Millán-Núñez, R., González-Silvera, A., Callejas-Jiménez, M., Cajal-Medrano, R. y Galindo-Bect, M.S. (2011). The response of shrimp fisheries to climate variability off Baja California, México. *ICES Journal of Marine Science*, 68(4): 766-772. doi: 10.1093/icesjms/fsq186.
- Seijo, J., Defeo, O. y Salas, S. (1997). Bioeconomía pesquera: teoría, modelación y manejo. FAO, Roma. ISBN: 9253040459.
- SEMARNAT. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo*. México.
- Sheridan, P. (1996). Forecasting the fishery for pink shrimp, *Penaeus duorarum*, on the Tortugas Grounds, Florida. *Fishery Bulletin*, 94(4): 743-755.
- Soto Mardones, L., Marioni, S. y Pares Sierra, A. (1999). Variabilidad de la temperatura superficial del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 25(1): 1-30.
- Sparre, P. y Venema, S.C. (1997). *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual*. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, Italia.
- Steffen, W., Crutzen, P.J. y McNeill, J.R. (2007). The anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8): 614-621.
- Tarazona, J. y Valle, S. (1998). La diversidad biológica en el mar Peruano. En: *Haffter G (ed) La Diversidad biológica en Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, II ed. pp. 103-115.
- Thomson, D.A., Findley, L.T. y Kerstitch, A.N. (2000). *Reef fishes of the Sea of Cortez*. 2ª ed. University of Texas Press, Austin.
- Tirado-Ibarra, J.J., Jimenez-Gutierrez, S., Acuña-Carvajal, C., Muñoz-García, I., Martínez-Pérez, F., Rodríguez-Domínguez, G., Pérez-González, R. y Jimenez-Gutierrez, L.R. (2020). Crustaceans from shrimp by-catch from the southeastern Gulf of California to the southeastern Mexican Pacific: Implications in their community structure and reproduction. *Crustaceana*, 93(1): 89-109. doi: 10.1163/15685403-00003961.
- Torres-Alfaro, G.M., López-Olmos, J.R. y Cruz-Agüero, G. (2012). Divulgación crustáceos peracáridos de las playas arenosas de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencia y Mar*, 16(46): 37-42.
- Trenberth, K.E. (1984). Signal versus noise in the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review - American Meteorological Society*, 112: 326-322.
- Uhlmann, S.S., Ulrich, C. y Kennelly, S.J. (2019). *The european landing obligation: reducing discards in complex, multi-species and multi-jurisdictional fisheries*. Springer. ISBN: 9783030033088. doi: 10.1007/978-3-030-03308-8_5.
- Vernberg, F.J. y Vernberg, W. (1969). Thermal influence on invertebrate respiration. *Chesapeake Science*, 10(3-4): 234-240.
- Vieira, W.J., Domingos, M.M., Rodrigues-Filho, J.L. y de Farias, E.G.G. (2017). Kite escape device: a new approach to reduce bycatch in shrimp trawls. *Marine and Coastal Fisheries*:

- Dynamics, Management and Ecosystem Science*, 9: 396-403. doi: 10.1080/19425120.2017.1347114.
- Villareal Chávez, G. (1992). Algunos aspectos de la biología de *Callinectes arcuatus* (Crustacea: Decapoda: Portunidae) en el Delta del Río Colorado, México. En: *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 10: 1-4.
- Walker, B.W. (1960). The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology*, 9(3-4): 123-133. doi: 10.2307/2411961.
- Williams, G.D., West, J.M. y Zedler, J.B. (2001). Shifts in fish and invertebrate assemblages of two southern California estuaries during the 1997-98 El Niño. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 100(3): 212-237.
- Winger, P.D., Munden, J.G., Nguyen, T.X., Grant, S.M. y Legge, G. (2018). Comparative fishing to evaluate the viability of an aligned footgear designed to reduce seabed contact in northern shrimp bottom trawl fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75: 201-210.
- Yáñez-Arancibia, A. y Sánchez-Gil, P. (1988). *Ecología de los recursos demersales marinos: Fundamentos en costas tropicales*. AGT Editores.
- Zinsmeister, W.J. (1974). A new interpretation of the thermally anomalous molluscan assemblages of the California Pleistocene. *Journal of Paleontology*, 48(1): 84-94.