



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Distribución, Abundancia y morfometría de
Trichopeltarion nobile A. Milne-Edwards, 1880
(Decapoda: Brachyura) en el suroeste del Golfo de México
(Tamaulipas a Campeche)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ROLDÁN MACÍAS ANA FERNANDA



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ANA ROSA VÁZQUEZ-BADER**

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

Roldán
Macías
Ana Fernanda
5525252719
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
313118276

2. Datos del asesor

Dra.
Vázquez
Bader
Ana Rosa

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Villalobos
Hiriart
José Luis

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Cházaro
Olvera
Sergio

5. Datos del sinodal 3

Dr.
López
Vera
José Estuardo

6. Datos del sinodal 4

Dra.
Hermoso
Salazar
Ana Margarita

7. Datos del trabajo escrito

Distribución, abundancia y morfometría de *Trichopeltarion nobile* A. Milne-Edwards, 1880 (Decapoda: Brachyura) en el suroeste del Golfo de México (Tamaulipas a Campeche)
56 pp.
2023

Agradecimientos

A mi hermosa familia, a mis tíos, mis primos, a mi hermano, a mis papás, que siempre me brindaron su apoyo desde muy pequeña cuando decidí que quería ser bióloga. Gracias por toda la paciencia y la comprensión, por todo el amor y el cariño. Los amo con todo mi ser.

A mi mejor amiga, Jesusa, gracias por siempre estar ahí desde chiquititas, por todas esas risas, esos llantos, esos corajes, esos chismorreos, por todo tu apoyo y tu amor, por ser más que mi mejor amiga, por ser mi alma gemela.

A todos mis amigos de la preparatoria, mis queridos Famiguines, a todos y cada uno de ustedes siempre los llevo en mi corazón, después de 10 años aquí seguimos y seguiremos.

A mis queridos amigos de la universidad, que hicieron muy amena y divertida e inolvidable esta gran etapa, gracias por las risas en los pastos del Darwin, por todas esas aventuras en las prácticas de campo. Nos esperan grandes cosas, y les deseo siempre todo lo mejor.

Al amor de mi alma, quien a pesar de estar a más de 9000 kilómetros de distancia, su apoyo, su amor y su comprensión ayudó a que este trabajo viera finalmente la luz. Gracias por ayudarme a salir del hoyo en el que me encontraba, amor mío.

A los integrantes del laboratorio de ecología pesquera de crustáceos, sobre todo a mi tutora, la doctora Ana Rosa, y al doctor Adolfo, por todo el apoyo brindado en todo este tiempo y por ser unas personas admirables y unos grandísimos profesores.

A mis sinodales, el doctor José Luis, el doctor Sergio, el doctor Estuardo y la doctora Margarita, por su paciencia, su guía y sus comentarios.

A mis compañeros del laboratorio, principalmente a Magaly, por ser un apoyo de suma importancia para la realización de este trabajo.

A mi amada alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México, y a la facultad de ciencias, y a todos los profesores, que me brindaron la oportunidad de una educación universitaria y me dieron las herramientas para continuar mi camino por la vida.

Índice

Resumen	1
I. Introducción	2
II. Antecedentes	7
III. Justificación	8
IV. Objetivos	8
V. Hipótesis	9
VI. Área de estudio	10
VII. Material y método	11
Trabajo de campo	11
Trabajo de Laboratorio	13
Medidas morfométricas	15
VIII. Resultados	18
Abundancia	21
Machos	25
Hembras	31
Morfometría de quelas	36
IX. Discusión	44
X. Conclusiones	48
XI. Literatura citada	50

Resumen

Se presenta información acerca de distribución (espacial y batimétrica), abundancia y datos morfométricos de la especie *Trichopeltarion nobile* A. Milne-Edwards, 1880 para el sur del Golfo de México, comprendiendo los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche (18°-26° latitud Norte, 92°-97° longitud Oeste) en un intervalo de profundidad de 445-837.5 metros. Se recolectó un total de 179 individuos durante 15 campañas realizadas entre mayo de 1999 y septiembre de 2018 a bordo del buque oceanográfico *Justo Sierra*, en donde 95 fueron hembras (53.07%), 82 machos (45.81%) y 2 hembras ovígeras (1.11%). La mayor abundancia se presentó en el intervalo de profundidad de 600-699 m con 59 individuos colectados. El periodo climático donde se registró mayor número de individuos fue en verano con 54 hembras, 49 machos y 1 hembra ovígera colectadas, con una densidad media de $\bar{x}=1.02$ indiv/ha. Los promedios de las tallas de longitud del caparazón para hembras fueron: $\bar{x}=57.52$ mm ± 12.76 y para machos $\bar{x}=54.225$ mm ± 16.01 . Existe una correlación positiva entre la longitud y el ancho del caparazón (LC:AC) para ambos sexos. Se observa una diferencia muy marcada en el tamaño de las quelas de los machos (heteroquelia) mientras que para las hembras no hay diferencias significativas.

I. Introducción

Los cangrejos del infraorden Brachyura (Linnaeus, 1758; Sección Eubrachyura, Saint Laurent, 1980) o también conocidos como cangrejos verdaderos pueden actualmente considerarse el grupo más estudiado y también uno de los más diversos dentro del grupo de los crustáceos decápodos; comprenden aproximadamente entre 6,700 y 7,000 especies pertenecientes a 98 familias (Tsang *et al.*, 2014). La mayoría de los braquiuros son marinos, mientras casi 1,300 especies se distribuyen en cuerpos de agua dulce y cerca de 100 especies habitan en ambientes terrestres o semiterrestres y son de hábitos tropicales o subtropicales. Están ausentes en la Antártida y la mayor parte del Océano Ártico (Thatje y Calcagno, 2014).

Una de las familias perteneciente a este grupo de los eubraquiuros (Subsección Heterotremata, Guinot, 1977) es la familia Trichopeltariidae Tavares y Cleva, 2010 (Crustacea, Decapoda, Brachyura) con 31 especies actuales descritas alrededor del mundo.

La sistemática de esta familia ha cambiado a través de los años. Inicialmente, la familia Atelecyclidae (Superfamilia Cancroidea, Latreille, 1802) incluía los géneros *Atelecyclus* Herbst, 1783, *Pseudocorystes* Milne-Edwards, 1837, *Peltarion* Hombron y Jacquinet, 1846, *Podocactates* Ortmann, 1893, *Protopeltarion* Dell, 1972 y *Trichopeltarion* Milne-Edwards, 1880 (De Grave *et al.*, 2009). Estudios posteriores propusieron la separación de los géneros de la familia Atelecyclidae, que actualmente incluye sólo dos de los originales: *Atelecyclus* (ocho especies) y *Pseudocorystes* (dos especies) (Tavares y Cleva, 2010). Además, se propuso una nueva superfamilia Trichopeltarioidea Tavares y Cleva, 2010 que incluye una sola nueva familia, Trichopeltariidae Tavares y Cleva, 2010 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Eubrachyura, Heterotremata). En esta familia se incluyen a los géneros restantes originalmente en la familia Atelecyclidae: *Peltarion* (tres especies), *Podocatactes* (tres especies), *Pteropeltarion* (una especie) y *Trichopeltarion* (24 especies), más un género nuevo: *Sphaeropeltarion* Tavares y Cleva, 2010 (una especie). La mayoría de las especies (92%) se distribuyen en el Indopacífico (World Register of Marine Species WoRMS, 2022).

En el Atlántico, se distribuyen cinco especies del género: *T. dextrum* Rathbun, 1898 en el canal de Yucatán (Tavares y Cleva, 2010), *T. intesi* Crossnier, 1981 del Oeste

de África, *T. nobile* en el Golfo de México, Antillas, Colombia, e Isla de Guadalupe, (Felder *et al.*, 2009; World Register of Marine Species WoRMS, 2022; Tavares y Young, 2004; Popin y Corbari, 2016; Vázquez-Bader y Gracia, 2020), *T. spinulifer* Rathbun, 1898 en el Golfo de México (Tavares y Cleva, 2010) y *T. pezzutoi* Tavares y de Melo, 2005, en la costa de Brasil (Bahía, São Paulo y Santa Catarina) (Tavares y de Melo, 2005). Cabe mencionar que en WoRMS no se incluye a *Trichopeltarion spinulifer* como especie válida sino como sinonimia de *T. nobile*, sin embargo, Tavares y Cleva (2010) analizaron individuos de esta especie y los compararon con el holotipo de *Trachycarcinus spinulifer* de Rathbun 1898, y concluyeron que las diferencias morfológicas de *T. spinulifer* y *T. nobile* son significativas y que, por ende, si debía de ser removida como sinonimia de *T. nobile*, renombrándola como *Trichopeltarion spinulifer* Rathbun, 1898, sin embargo no hay ningún otro estudio, morfológico o molecular que apoye esta teoría. En el continente americano además de las especies mencionadas se encuentra *T. corallinum* Faxon, 1893 en la costa oeste de México, desde el sur del mar de Cortés hasta la zona de Acapulco, Guerrero; y Panamá (Guzmán *et al.*, 2009) y *T. hystricosum* Garth, Garth y Haig, 1971, en Perú y Chile (Tavares y Cleva, 2010).

El cangrejo aterciopelado *T. nobile* (= *Trachycarcinus spinulifer* Rathbun, 1898; = *Trichopeltarion spinulifer* (Rathbun, 1898), (nombre común “velvet horse crab”) se distribuye en casi todos los sectores del Golfo de México a profundidades entre 274 y 786 metros (Felder *et al.* 2009), no es abundante en los arrastres de mar profundo del Golfo de México, sin embargo es frecuente su presencia en esta zona.

Una de las características de *T. nobile* al igual que en otras especies del género y otros grupos de decápodos es la heteroquelia. La heteroquelia es una diferencia en tamaño, forma y función de las quelas (Scalici y Gherardi, 2008) (Fig. 1a, b). Una de las quelas tiene una mayor talla y es conocida como la quela mayor o quela trituradora y posee una fuerza mayor, mientras que la quela menor o quela cortadora posee una fuerza menor. La función de la quela trituradora sirve para la alimentación, protección, competencia territorial, conducta de apareamiento y maximizar la oportunidad de encontrar pareja (éxito reproductivo) (Crane, 1975). La quela menor, se utiliza para cortar y manipular alimento, limpieza. Esta característica sólo se observa en los machos adultos mientras que las quelas de las hembras varían solamente por algunos milímetros (Tavares y Cleva, 2010). La quela mayor puede observarse en la región

izquierda o derecha dependiendo de la especie y se le conoce como lateralidad o destreza (Mariappan, Balasundaram y Schmitz, 2000). En los cangrejos durofagos (Calappidae, Cancridae, Portunidae, Xanthidae; Juanes *et al.* 2008) o sea aquellos que se alimentan de organismos de concha dura, predomina la lateralidad derecha. Esta característica también se observó en los machos adultos de *T. nobile*.



Figura 1a. Vista dorsal de macho (A12, BIOREPES, 569.9 m) de *T. nobile* en donde se observa heteroquelia presente.



Figura 1b. Vista dorsal de hembra (Q8, COBERPES, 510.7 m) de *T. nobile*, no se observa heteroquelia presente.

Las quelas también presentan diferente morfología; la trituradora posee fibras musculares fuertes, mientras que la cortadora las fibras musculares son más débiles, lo que también le permite tener movimientos más rápidos. Cuando hay un proceso de reversión como la pérdida de la quela derecha la quela más fuerte pasa a ser la izquierda y una vez completado este proceso no es reversible, lo cual parece ser explicado por algún proceso genético (Smith y Palmer, 1994). Además, la superficie oclusiva de la quela mayor puede presentar morfología diferente, dientes tipo cónicos, mientras que la menor posee dientes tipo molariforme (Figs. 2 a, b, c, d).

Es común que en ambos sexos se exprese la heteroquelia aunque en diferente grado (Spani, *et al.*, 2020), estos autores reconocen tres tipos diferentes de heteroquelia: heteroquelia en tamaño; cuando las quelas izquierda y derecha son de tamaño diferente pero iguales en forma como en *Pachygrapsus marmoratus* Fabricius, 1787, heteroquelia en la forma; ambas quelas son diferentes en morfología, pero no en tamaño, por ejemplo *Calappa granulata* Linnaeus, 1778 y el tercer tipo, en donde ambas quelas son diferentes en tamaño y forma (*ej.* *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847 y *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825). En muchos braquiuros el mayor tamaño de las quelas de machos adultos se considera como una característica sexual secundaria (Hartnoll, 1974).



Figura 2a. Quela derecha (mayor, trituradora) de macho de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), se observan dientes tipo cónicos y diferencias con respecto a la quela izquierda.



Figura 2b. Quela izquierda (menor, cortadora) de macho de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), se observan dientes tipo molariformes y diferencias con respecto a la quela derecha.



Figura 2c. Quela izquierda de hembra de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), la forma y tamaño de quelas y dientes es similar a la quela derecha.

Figura 2d. Quela derecha de hembra de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), la forma y tamaño de quelas y dientes es similar a la quela izquierda.

En general, *T. nobile* es una especie poco estudiada. Aunque la especie se ha mencionado en algunos estudios sobre aspectos taxonómicos (Tavares y Cleva, 2010) y de manera general, se ha mencionado su presencia en la parte norte y sur del Golfo de México (Felder *et al.*, 2009), hasta el momento no existen estudios sobre su morfometría y/o aspectos ecológicos, por lo que el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de estos.

II. Antecedentes

La especie *T. nobile* fue descrita en 1880 por Alphonse Milne-Edwards a partir de un macho colectado cerca de Santa Lucía a una profundidad de 276 metros, a partir de una expedición realizada en el Golfo de México, el mar Caribe y las costas de Florida a bordo del buque de investigación oceanográfica estadounidense “USC&GS George S. Blake” (Poupin, 1994). Las medidas morfométricas del holotipo son: largo del caparazón 66 mm, ancho del caparazón 65 mm, largo de la quela derecha 96 mm y largo de la quela izquierda 55 mm (Milne-Edwards, 1880).

En 1898, la zoóloga americana Mary Rathbun describió lo que pensó era una nueva especie, *Trachicarcinus spinulifer*, recolectada fuera del delta del río Mississippi a 592 metros de profundidad (Rathbun, 1930). Pequegnat (1970) revisó material colectado por el crucero Alaminos y parte de la colección del museo nacional de historia natural del Instituto Smithsonian y concluyó que el holotipo de Rathbun era un ejemplar de macho inmaduro de *T. nobile* (Campos *et al.*, 2005), razón por la cual no presentaba las características morfológicas descritas por Milne-Edwards, por lo que sinonimizó *T. spinulifer* con *T. nobile* (Poupin, 1994). Tavares y Cleva (2010) analizaron algunos individuos junto con el holotipo asignando por Rathbun, y basándose en algunas diferencias morfológicas, concluyeron que *T. spinulifer* era otra especie diferente y que debía ser removida como sinonimia de *T. nobile*, renombrándola como *Trichopeltarion spinulifer*. Hasta el momento no hay información actualizada ni otros estudios sobre este tema.

Tavares y Young (2004), reportaron por primera vez a *T. nobile* para el suroeste del Océano Atlántico, más específicamente para las costas de Brasil, comparando una hembra colectada a 500 metros de profundidad con el holotipo de la especie. Tavares y de Melo (2005), realizaron una comparación de la hembra encontrada en estas costas por Tavares y Young (2004) con otros individuos y concluyeron que en realidad corresponde a una hembra madura de *Trichopeltarion pezzutoi*, por lo que las costas de Brasil ya no corresponden a la distribución de *T. nobile*. Posteriormente, *T. nobile* fue de igual manera registrada también en la expedición KARUBENTHOS (2015) realizada en la isla de Guadalupe con la intención de monitorear a los crustáceos decápodos de mar profundo de la zona (Popin y Corbari, 2016).

III. Justificación

El cangrejo aterciopelado *T. nobile* es una especie que pertenece a uno de los grupos más diversos y de importancia comercial dentro de los decápodos braquiuros, además, es un componente frecuente dentro de las comunidades de megacrustáceos del mar profundo del suroeste del Golfo de México. Los estudios realizados a través de los años han sido meramente taxonómicos y de distribución, no hay información acerca de sus hábitos, biología, ecología o reproducción.

Este trabajo es el primer estudio que contribuye con información acerca de la abundancia, proporción sexual, distribución de tallas, distribución espacial y batimétrica y análisis morfométricos de *T. nobile* del suroeste del Golfo de México (principalmente para las zonas de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche), la cual servirá de base para estudios posteriores acerca de la ecología de la especie.

IV. Objetivos

Objetivo general:

- Analizar la abundancia, distribución geográfica y batimétrica y morfometría de *Trichopeltarion nobile* para tres diferentes periodos climáticos en el suroeste del Golfo de México.

Objetivos Particulares:

- Analizar la abundancia total y por sexo en los diferentes periodos climáticos e intervalos de profundidad.
- Describir la distribución geográfica y batimétrica.
- Analizar la distribución de tallas en machos y hembras y su relación con respecto a la profundidad, periodos climáticos y distribución en el suroeste del Golfo de México.
- Analizar las medidas de ambas quelas por sexo para determinar la relación con la talla del caparazón.

V. Hipótesis

Ho: Los cambios en la abundancia y distribución de *Trichopeltarion nobile* dependen de la profundidad y de los periodos climáticos en el suroeste del Golfo de México.

H1: Los cambios en la abundancia y distribución de *Trichopeltarion nobile* no dependen de la profundidad y de los periodos climáticos en el suroeste del Golfo de México.

VI. Área de estudio

El Golfo de México es una cuenca semicerrada que se ubica en la zona subtropical, entre los 18°-30° latitud Norte y los 82°-98° longitud Oeste, y que presenta una batimetría muy variable; alcanzando una profundidad cercana a los 3,600 m en el centro. Se comunica con el mar del Caribe y el Océano Pacífico mediante el canal de Yucatán y del estrecho de Florida (Monreal-Gómez, Salas de León y Velasco-Mendoza, 2004; Barbosa-Nieto, 2018).

En esta zona la circulación es generada gracias a la acción de los vientos, el flujo de agua por el canal de Yucatán, la descarga de agua proveniente de los ríos adyacentes, entre otros. Se destaca la presencia de la corriente del Lazo, la cual engloba agua cálida y con una alta salinidad que se forma cuando la corriente proveniente de Yucatán entra al Golfo; además de giros ciclónicos y anticiclónicos (Monreal-Gómez *et al*, 2004; Barbosa-Nieto, 2018).

Felder *et al.* (2009) dividieron el Golfo de México, con fines comparativos, en cuatro sectores: noroeste (NW), noreste (NE), suroeste (SW) y sureste (SE) y ocho subsectores: nor-noreste (nne), este-noreste (ene), nor-noroeste (nnw), oeste-noroeste (wnw), oeste-suroeste (wsw), sur-suroeste (ssw), sur-sureste (sse) y este-sureste (ese).

El área de estudio es el talud continental del Golfo de México entre los 18°-26° latitud Norte y 92°-97° longitud Oeste comprendiendo los estados de Tabasco, Veracruz, Tamaulipas y parte de Campeche, abarcando los sectores NW y SW y subsectores wnw, wsw y ssw, en un intervalo de profundidad de 445 a 838 metros (Fig. 3).

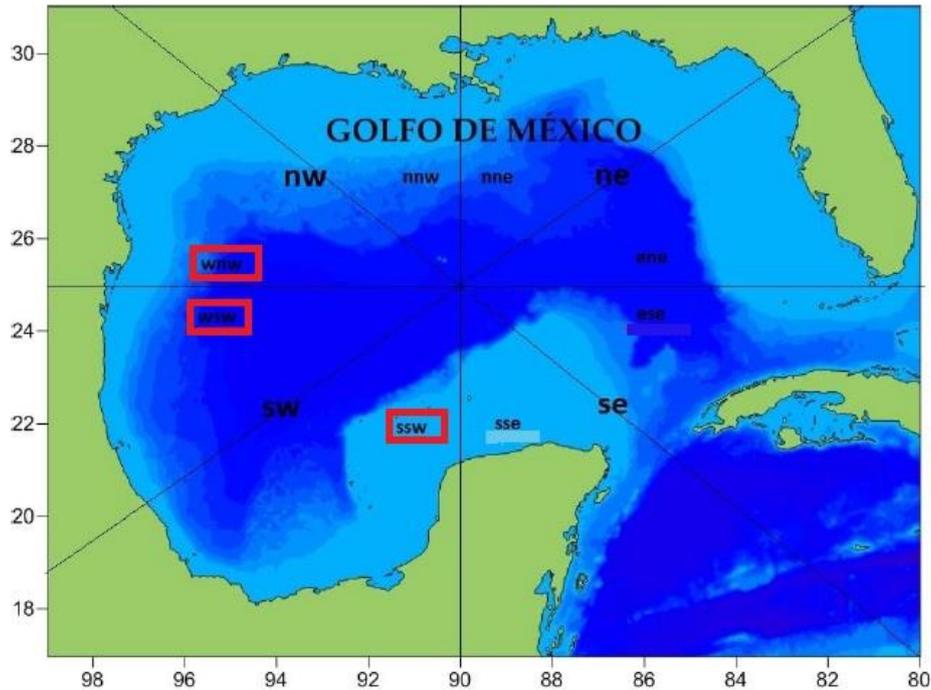


Figura 3. Área de estudio abarcando los sectores sw y nw y subsectores ssw, wsw y wnw según Fedler *et al.* (2009), modificado de López-Chávez (2017).

VII. Material y método

Trabajo de campo

El material se recolectó durante 15 campañas oceanográficas realizadas entre mayo de 1999 y septiembre de 2018 a bordo del buque oceanográfico “Justo Sierra” de la Universidad Nacional Autónoma de México abarcando tres periodos climáticos: primavera (n= 6), verano (n= 6) y otoño (n=3) (Tabla 1). Estas forman parte de los diferentes proyectos del Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología con la finalidad de conocer la biodiversidad del taúd continental del Golfo de México: BATO “Biota de los arrecifes de la plataforma y del talud continental en el noroeste del banco de Campeche”, BIOREPES “Biodiversidad de Macroinvertebrados y Recursos Pesqueros del talud continental en el noroeste del

Banco de Campeche”, COBERPES “Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros de Mar Profundo del Golfo de México” y SOGOM “Suroeste del Golfo de México” como parte de las actividades del CIGoM (Consortio de investigación del Golfo de México).

Tabla 1. Datos de las campañas oceanográficas realizadas en el golfo de México.

Periodo climático	Campaña	Intervalo de profundidad (m)	Número de arrastres totales	Fecha	Sub-sector del Golfo de México	% de frecuencia de <i>Trichopeltarion nobile</i>
Primavera	BATO	518-618 m	45	mayo 1999	ssw	6.7
	BIOREPES 2	640-643 m	59	junio 2007	ssw	3.4
	COBERPES5	484-795 m	31	mayo 2013	ssw	29
	COBERPES 7	701-746 m	11	abril 2016	ssw	18.2
	SOGOM	484-594 m	13	junio 2015	ssw	30.8
	SOGOM 3	513-812 m	16	mayo 2017	ssw	25
Verano	COBERPES	499-810 m	26	agosto 2009	ssw	50
	COBERPES 4	540-765 m	33	agosto 2012	wnw, wsw	15.2
	COBERPES 6	465-546 m	30	agosto 2014	ssw	6.7
	COBERPES 9	598-810 m	52	julio-agosto 2017	wsw, wnw	25
	SOGOM 2	507-713 m	13	sep 2016	ssw	30.8
	SOGOM 4	499-827 m	15	sep 2018	ssw	40
Otoño	BIOREPES 3	493-620 m	34	nov 2008	wnw, wsw	11.8
	COBERPES 3	480-611 m	24	nov 2011	ssw	12.5
	COBERPES 8	437-817 m	34	oct 2016	ssw	20.6

Todos los muestreos se realizaron con una red de arrastre tipo camaronera y tuvieron una duración promedio de arrastre de 30 minutos, a una velocidad promedio de 2.3 nudos. Para cada estación de muestreo se registraron datos de posicionamiento y

profundidad mediante el empleo de una ecosonda Multihaz EM-300 y un perfilador de fondo marino Topas PS-18, marca Kongsberg, Noruega.

El material biológico colectado fue procesado, conservado en alcohol al 70% y posteriormente depositado en la colección de referencia del Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos (LEPC) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Trabajo de Laboratorio

El material utilizado para este estudio está depositado en la colección del LEPC. Dicho material se determinó como *T. nobile* con base en Tavares y Cleva (2010). Para cada uno de los individuos depositados en la Colección del LEPC, se determinó:

1. Sexo. Machos, los dos primeros pares de pleópodos modificados en penes (Fig. 4). Hembras, dos gonóporos a nivel de la tercera somita esternal que sirven de receptáculo para los penes (Fig. 5). En las hembras ovígeras los pleópodos sostienen la masa ovígera (Fig. 6).



Figura 4. Macho (A4, COBERPES, 510.7 m) Par de pleópodos modificados (G1 y G2).



Figura 5. Hembra (A4, COBERPES, 510.7 m) Pleópodos modificados y gonóporos.



Figura 6. Hembra ovígera (S17, SOGOM 4, 500.5 m) con huevos fecundados en los pleópodos (masa ovígera).

2. Heteroquelia presente en el macho; la quela derecha mucho más grande que la izquierda (Fig. 7). En hembras el tamaño de ambas quelas es similar (Fig. 8), se observa dimorfismo sexual (Fig. 9).



Figura 7. Macho de *T. nobile* (A12, BIOREPES 3, 578.5 m), quela derecha más grande que la izquierda.



Figura 8. Hembra de *T. nobile* (B1, BIOREPES 3, 501.45 m), ambas quelas con tamaños similares.



Figura 9. Hembra (B1, BIOREPES 3, 501.45 m) y macho (A3, COBERPES 5, 571.5 m) de *T. nobile*, se observa dimorfismo sexual por el tamaño de las quelas.

Medidas morfométricas

Usando un vernier (precisión de 0.05 mm) se midió el largo del caparazón (LC) desde el margen frontal hasta el borde inferior del caparazón y el ancho del mismo (AC) de espina a espina (segundo par de dientes epibranchiales laterales) tanto para machos como para hembras (Fig. 10).

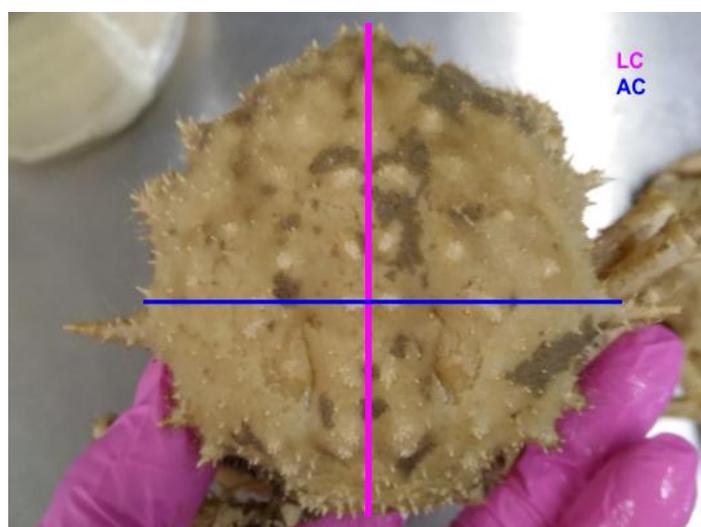


Figura 10. Vista dorsal de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), mostrando las medidas de largo del caparazón (LC) y ancho (AC).

También se tomaron las medidas del largo, alto y ancho de ambas quelas para ambos sexos (LQ, HQ, AQ) (Fig. 11, 12 y 13). Para el peso de los individuos se utilizó una báscula de triple brazo OHAUS. Es importante mencionar que 22 individuos (11 hembras, 10 machos y 1 hembra ovígera) no presentaron quelas, por lo que se excluyeron de estas mediciones. Todas las medidas de longitud están expresadas en milímetros (mm).



Figura 11. Quela izquierda de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), mostrando la medida de largo (LQ).



Figura 12. Quela izquierda de *T. nobile* (A4, COBERPES, 510.7 m), mostrando la medida de alto (HQ).



Figura 13. Quela izquierda de *T. nobile* (A11, COBERPES, 568.35 m), mostrando la medida de ancho (AQ).

Se realizaron bases de datos en Excel (Microsoft Excel, 2013), que incluyeron información de las campañas (latitud, longitud, distancia arrastrada, tipo de red, y profundidad), así como información de las medidas obtenidas por sexo, abundancia, profundidad, período climático y subsector en el SW Golfo de México.

La profundidad se dividió en intervalos de 100 m cada uno, con la finalidad de hacer análisis comparativos.

Para la distribución espacial (geográfica) y densidad (total, por sexo, batimetría y periodo climático) se calculó primero el área de barrido de la red de arrastre, usando la siguiente fórmula según Sparre y Venema (1997):

$$A = D * r_s * X_2 \quad D = V * t$$

En donde V es la velocidad de desplazamiento de la red durante el arrastre y t es el tiempo que duró el arrastre, r_s es la longitud de la relinga superior de la red y X_2 es el ancho del sector barrido por la red, valor que equivale a 0.6 (Sparre y Venema, 1997). Con los valores de densidad obtenidos se realizaron mapas de distribución espacial y de densidad total y por periodo climático usando el programa SURFER 12 (Golden Software, 2012).

Se realizaron regresiones lineales entre LC y AC por sexo, asimismo, se elaboraron diagramas de caja y pruebas ANOVA, cuando los resultados fueron significativos se realizó una prueba de Tukey para determinar las diferencias (STATISTICA, StatSoft, 2007).

VIII. Resultados

Se capturaron 179 individuos en el talud continental en los estados de Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, en un intervalo de profundidad de 445.5 a 837.5 metros. Dentro del suroeste del Golfo de México, la mayor abundancia se observó en el subsector SSW, con 134 individuos, seguido el WSW con 27 individuos y finalmente WNW con un total de 18 individuos. Con respecto a la profundidad, la mayor abundancia de individuos ($n=59$) se presentó en el intervalo de 600-700 m, mientras que el menor ($n=6$) fue entre los 400-500 m (Fig. 14).

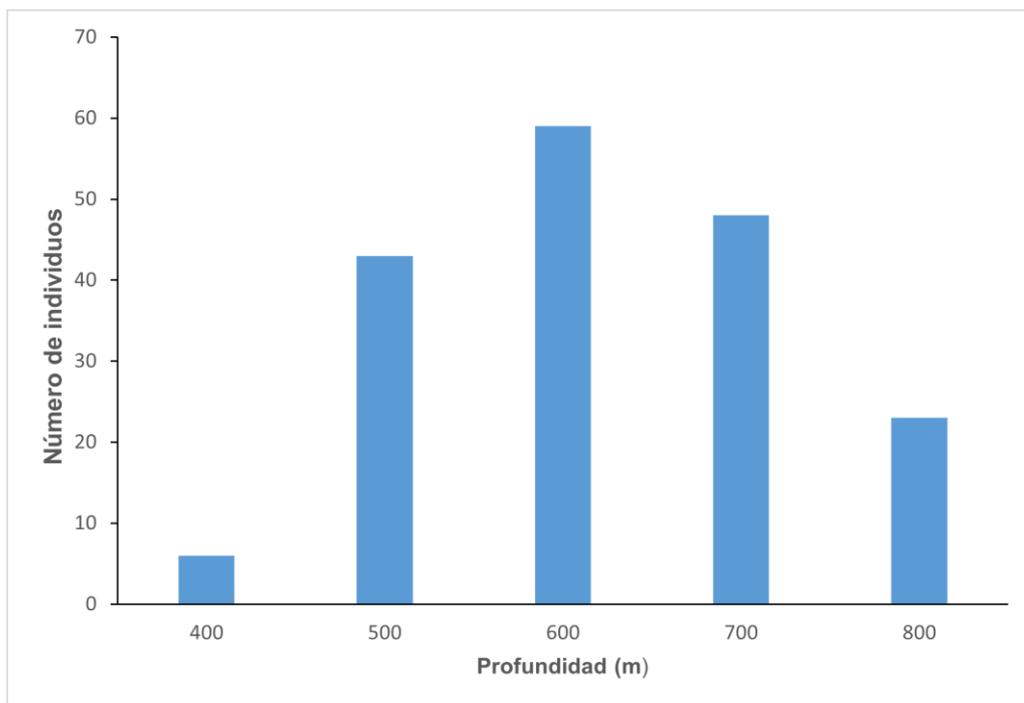


Figura 14. Número de individuos con respecto a los intervalos batimétricos.

La distribución de tallas mostró diferencias entre los intervalos batimétricos LC: $F(4,174)=3.143$, $p=0.0159$ (Fig. 15). La talla máxima (86.32 mm) así como la talla menor (20.83 mm) se encontraron en el intervalo de 600-699 m. Los intervalos de profundidad 500-599 y 700-799 mostraron diferencias significativas (Tabla 2).

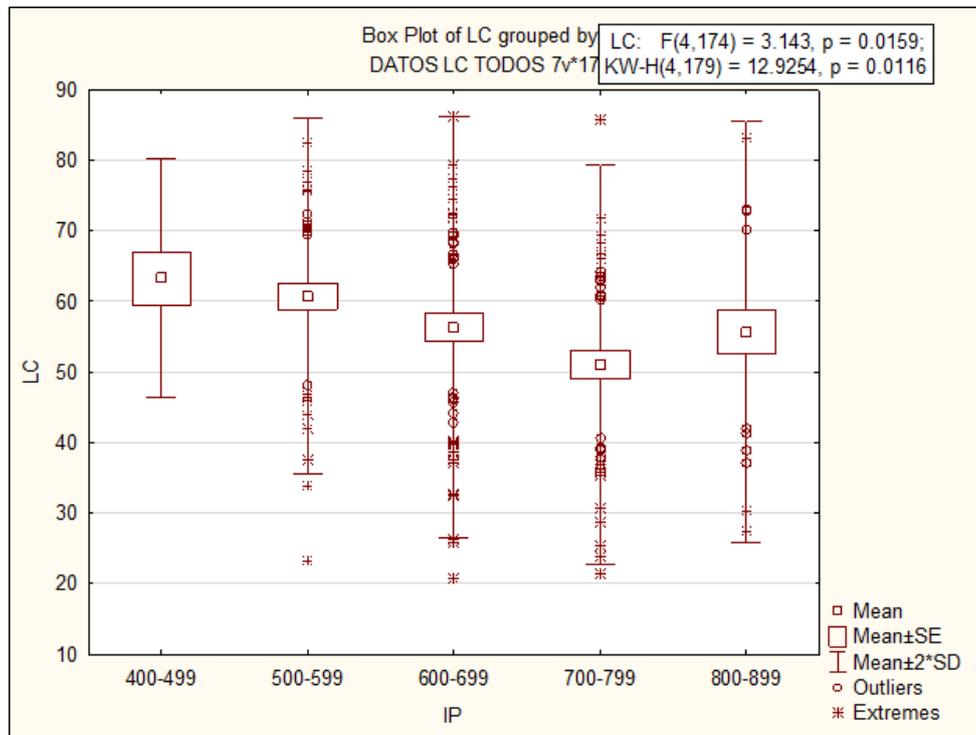


Figura 15. Distribución de tallas de todos los individuos (LC) con respecto a los intervalos batimétricos (m).

Tabla 2. Prueba de Tukey del largo del caparazón (LC) con respecto a la profundidad (m). Se observan diferencias significativas para los intervalos 700-799 y 500-599 metros.

	PROFUNDIDAD	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899
1	400-499		0.995	0.833	0.343	0.809
2	500-599	0.995		0.536	0.007	0.628
3	600-699	0.833	0.536		0.285	0.999
4	700-799	0.343	0.007	0.285		0.688
5	800-899	0.809	0.628	0.999	0.688	

La proporción sexual favoreció ligeramente a las hembras (53%, n=95), las cuales dominaron sobre los machos (46%, n=82) y hembras ovígeras (1%, n=2), 1.2H: 1M. En cuanto a los periodos climáticos, las hembras fueron más abundantes en todos los periodos, seguidas por los machos, mientras que las ovígeras fueron colectadas solamente en verano y otoño (Fig. 16, Tabla 3). En cuanto a los intervalos de profundidad, nuevamente la proporción sexual favoreció a las hembras en dos de los cinco intervalos, (400-499 m y 500-599 m), mientras que los machos predominaron

en uno de ellos (800-899 m). En los dos faltantes (600-699 m y 700-799 m) la proporción resultó ser 1:1 (Tabla 4).

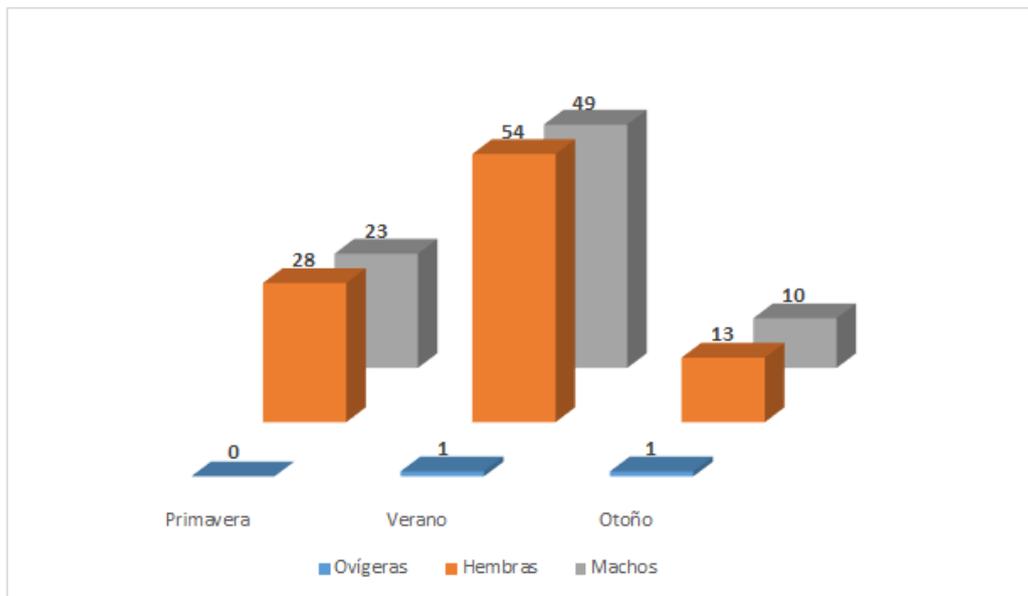


Figura 16. Número de individuos por sexo y periodo climático.

Tabla 3. Proporción sexual de *T. nobile* en los periodos climáticos.

Primavera	1.4H: 1M
Verano	1.2H: 1M
Otoño	1.1H: 1M

Tabla 4. Proporción sexual de *T. nobile* en los intervalos batimétricos (m).

400-499	2H: 1M
500-599	1.8H: 1M
600-699	1H: 1M
700-799	1H: 1M
800-899	1.8M: 1H

T. nobile estuvo presente en el 18.6 % del total de arrastres realizados (n = 436) y fue recolectada junto con alrededor de 60 especies que también habitan el talud continental, pertenecientes a 44 géneros y 27 familias. Se capturó asociada con mayor frecuencia a cinco de estas especies: *Acanthephyra armata* A. Milne-Edwards,

1881 (Acanthephyridae); *Aristaeopsis edwardsiana* J.Y. Johnson, 1868 y *Aristeus antillensis* A. Milne-Edwards y Bouvier, 1909 (Aristeidae); *Sympagurus pictus* SI Smith, 1883 (Parapaguridae) y *Stereomastis sculpta* SI Smith, 1880 (Polychelidae) (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de aparición de las especies acompañantes más abundantes, 4 especies de camarón y 1 especie de cangrejo ermitaño.

Especie	Porcentaje de aparición en los arrastres con <i>T. nobile</i>
<i>Aristaeopsis edwardsiana</i>	69.1 (n=56)
<i>Stereomastis sculpta</i>	60.49 (n=49)
<i>Sympagurus pictus</i>	59.25 (n=48)
<i>Acanthephyra armata</i>	56.8 (n=46)
<i>Aristeus antillensis</i>	55.55 (n=95)

Abundancia

La densidad promedio de la especie fue de 0.958 ind/ha. El mínimo (0.269 ind/ha) se registró en verano en el talud continental de Tamaulipas (subsector WNW) entre 500 y 599 m, mientras que el máximo (3.701 ind/ha) se observó en el talud continental del Banco de Campeche (subsector SSW) entre 600 y 699 m (Fig. 17).

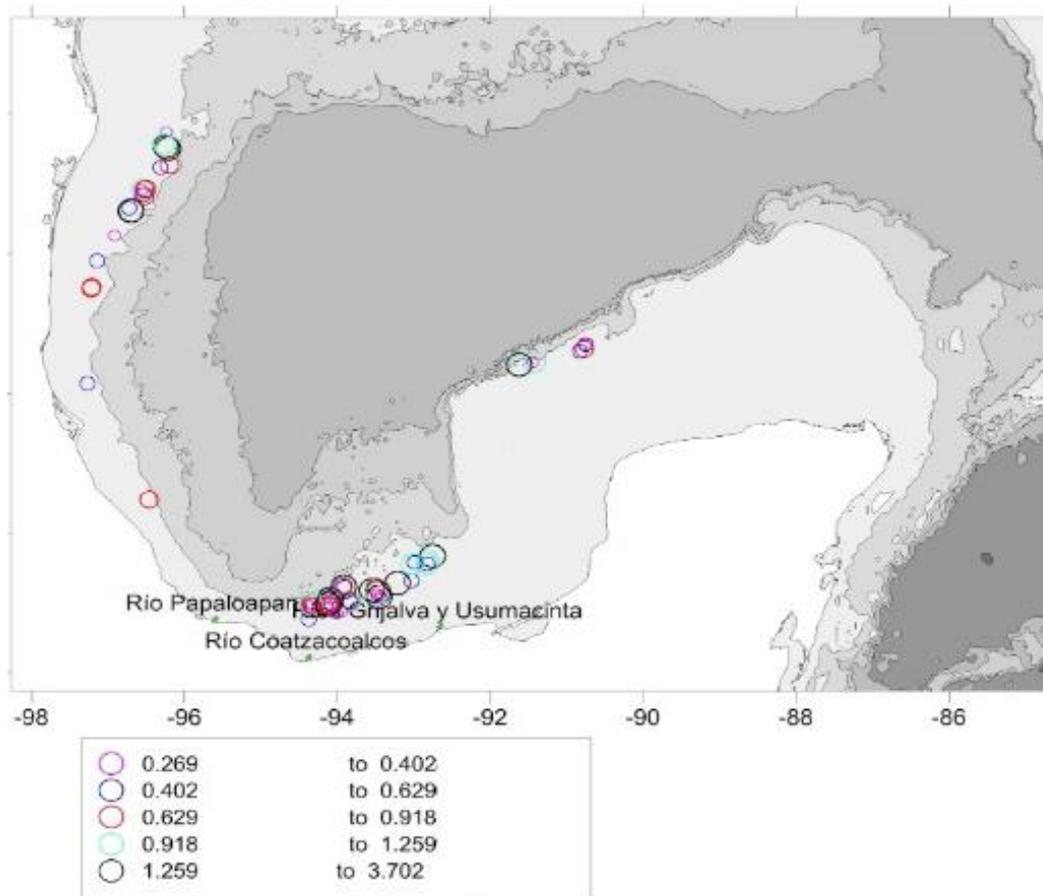


Figura 17. Densidad de *T. nobile* registrada en el SW Golfo de México.

En cuanto a los períodos climáticos, en verano se registró la mayor abundancia, con 104 individuos de seis campañas. La densidad total promedio para este periodo climático fue de 1.02 ind/ha. La densidad máxima obtenida fue de 3.70 indiv/ha (COBERPES estación B4, 696.1 m, frente a la laguna de Mecoacán) y la mínima fue de 0.26 indiv/ha (COBERPES 4 estación A4, 546 m, cerca del río Bravo frente al estado de Tamaulipas (Fig. 18a).

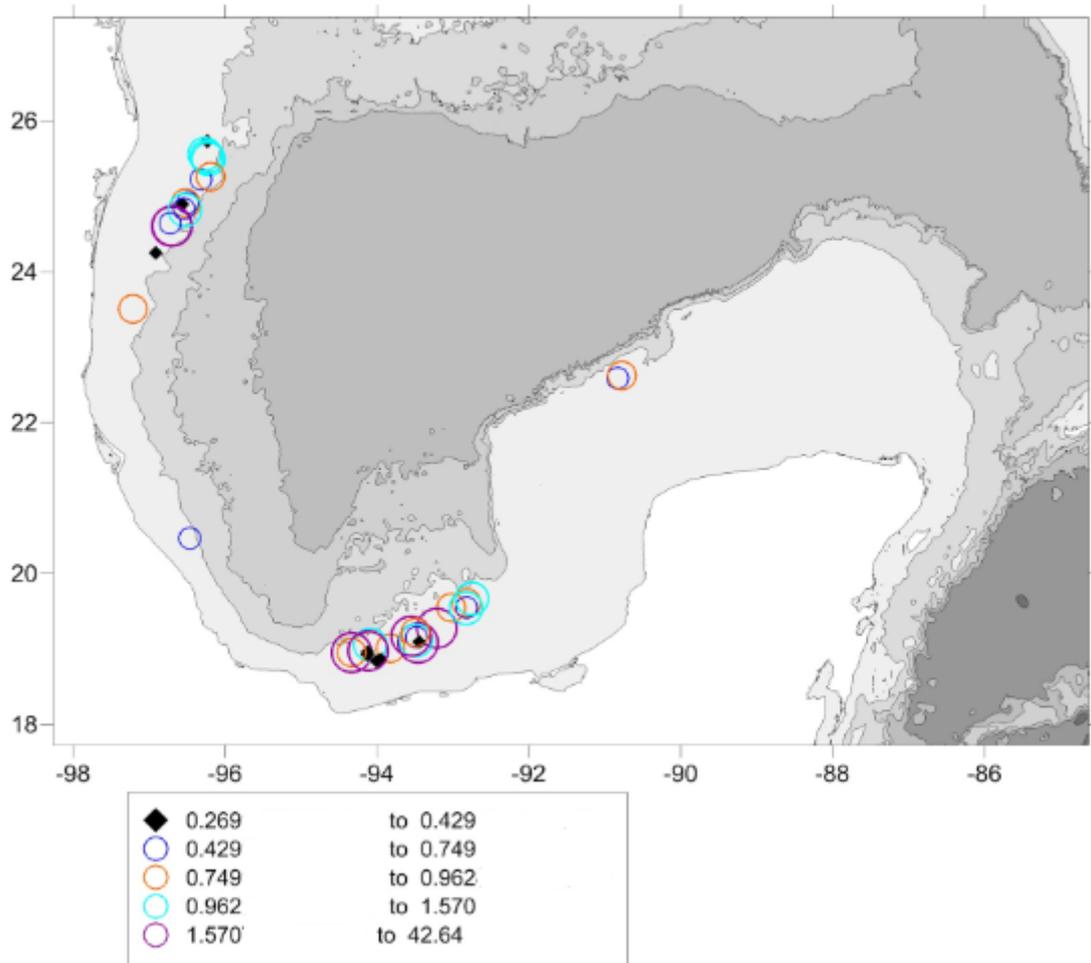


Figura 18a. Densidad de *T. nobile* para verano.

En primavera se registraron 51 individuos en seis campañas. La densidad total promedio fue de 0.91 indiv/ha. La densidad máxima fue de 2.19 indiv/ha (SOGOM estación S10, 575.29 m, frente a las lagunas Carmen y Machona) y una mínima de 0.28 indiv/ha (BIOREPES 2, estación 25, 641.5 m, cerca de Arrecife Alacranes) (Fig. 18b).

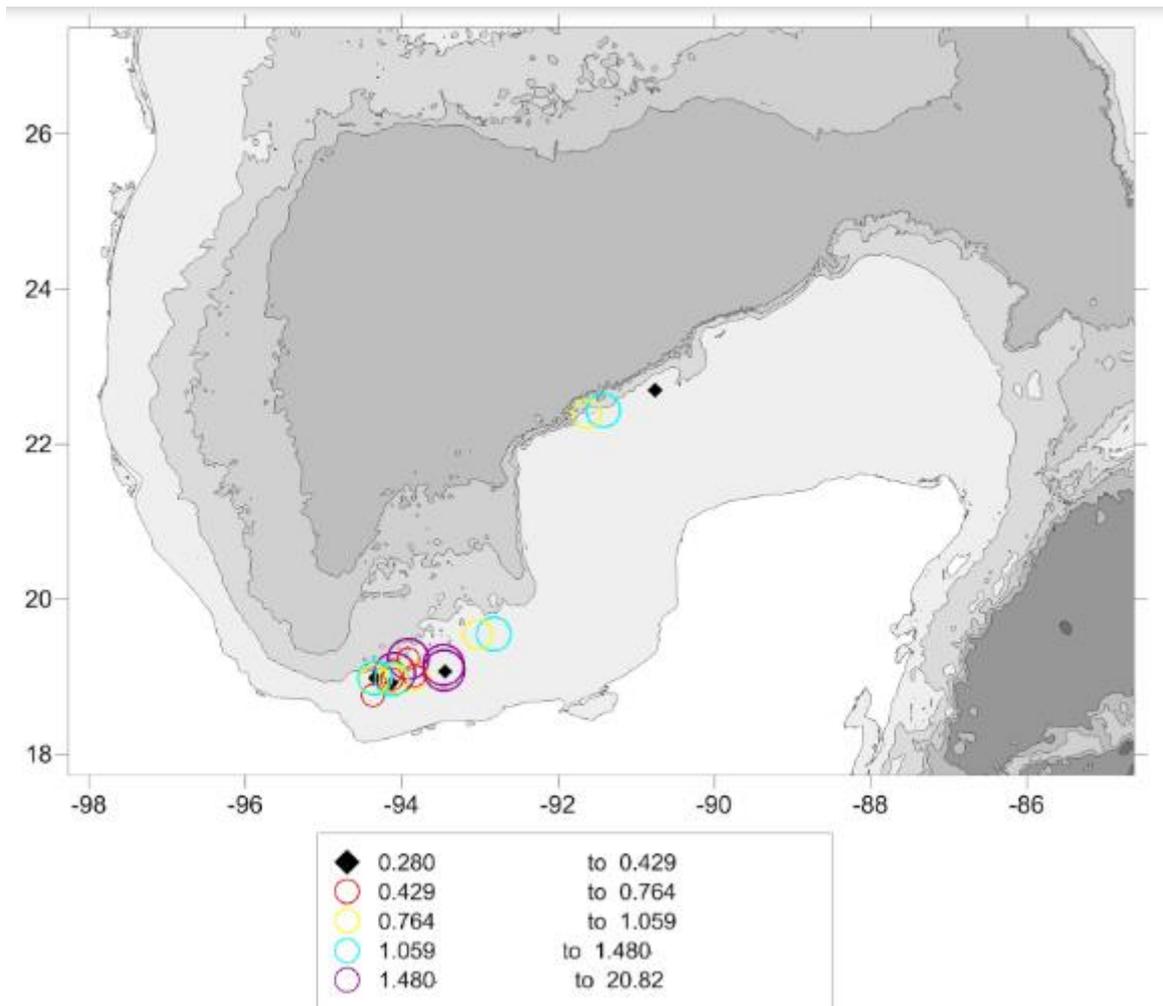


Figura 18b. Densidad de *T. nobile* para primavera.

En otoño se obtuvieron 24 individuos en tres campañas. La densidad total promedio fue de 0.70 indiv/ha, con una densidad máxima de 2.19 indiv/ha (COBERPES 3 estación B16BIS, 608 m, frente a Celestún cerca de Arrecife Alacranes) y mínima de 0.36 indiv/ha (COBERPES 3 estación B11, 548 m, frente a Celestún cerca de arrecife alacranes) (Fig. 18c).

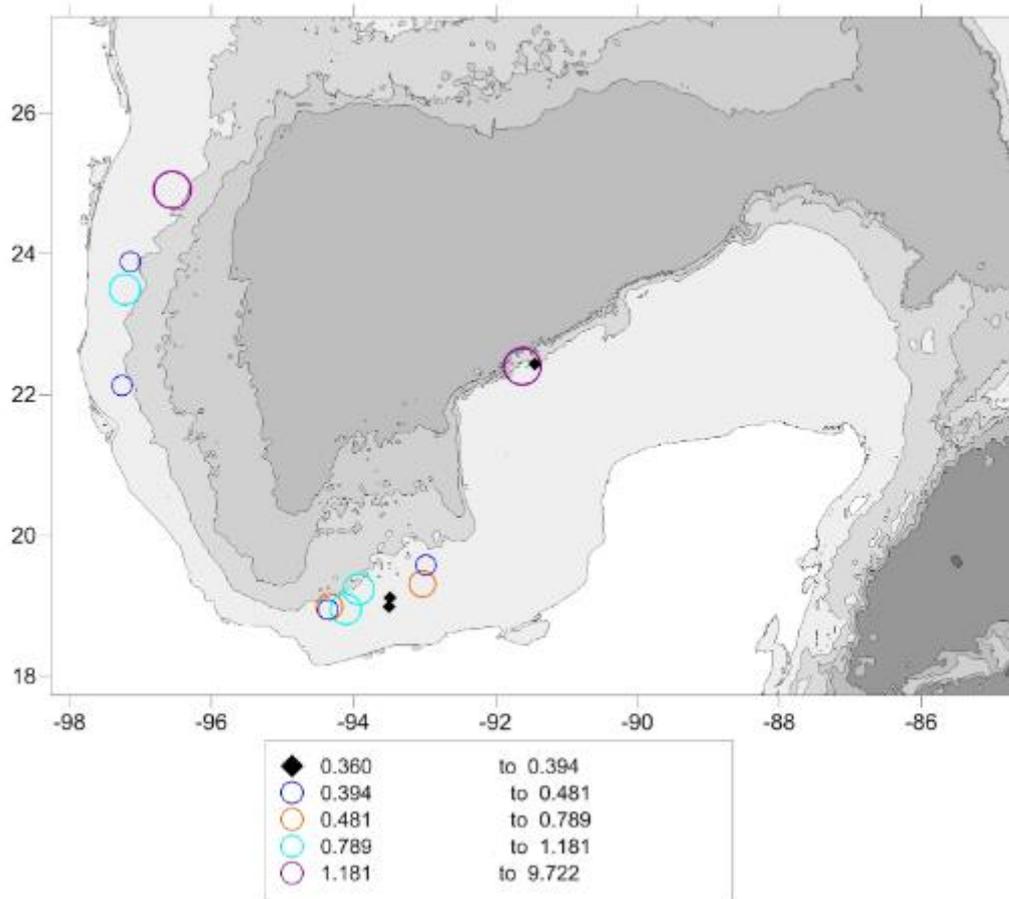


Figura 18c. Densidad de *T. nobile* para otoño.

Machos

Los individuos mostraron una correlación positiva entre LC:AC, esto significa que al incrementarse la longitud, lo hace también el ancho del caparazón ($r^2=0.9954$) (Fig. 19).

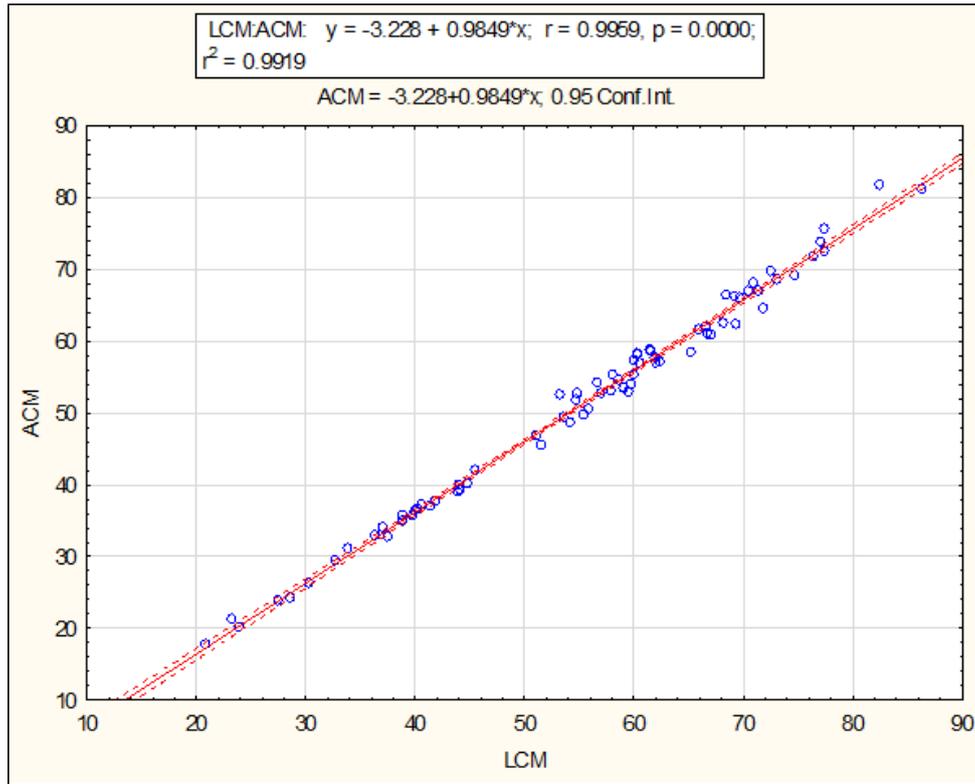


Figura 19. Regresión lineal del largo y ancho del caparazón en machos.

La talla media de LC fue $\bar{x}m = 54.225 \text{ mm} \pm 16.01$ ($n=82$). El valor máximo obtenido fue 86.32 mm y el mínimo fue 20.83 mm. Las modas se observaron en los intervalos de talla de 25-29.9, 30-34.9, 40-44.9, 70-74.9, 80-84.9 y 85-89.9 (Fig. 20):

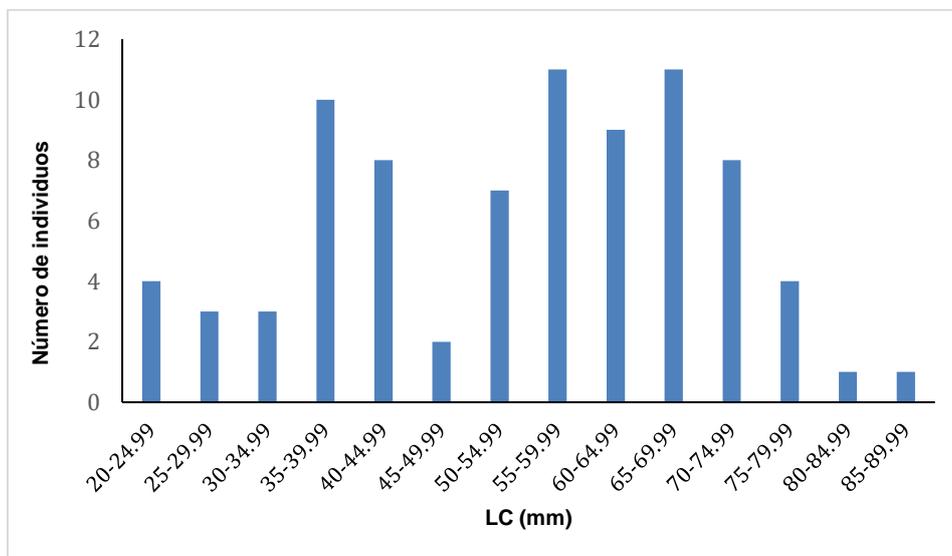


Figura 20. Distribución de tallas de LC en machos.

La distribución de tallas mostró que a mayor profundidad, las tallas son menores. Únicamente se colectaron dos individuos en el intervalo de 400-499 metros (LC= 60.56 mm y 61.63 mm). No obstante, las diferencias no fueron significativas entre los intervalos batimétricos LCM $F(4,77) = 1.96$, $p = 0.1090$. Se observa una disminución en la talla con respecto a la profundidad (Fig. 21).

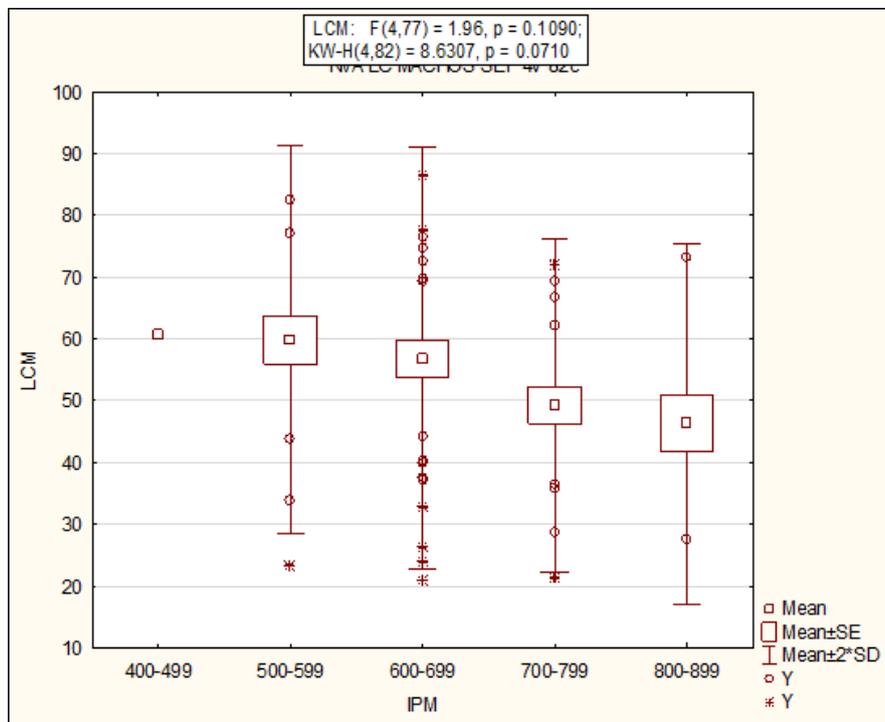


Figura 21. Distribución de tallas de LC en machos por intervalo batimétrico.

El subsector que presentó la mayor abundancia de machos fue SSW, con 63 individuos (LC min. 21.36, máx. 86.32 mm). No se encontraron diferencias significativas de la LC entre los subsectores LCM: $F(3,78) = 0.5974$, $p = 0.6186$. (Fig. 22).

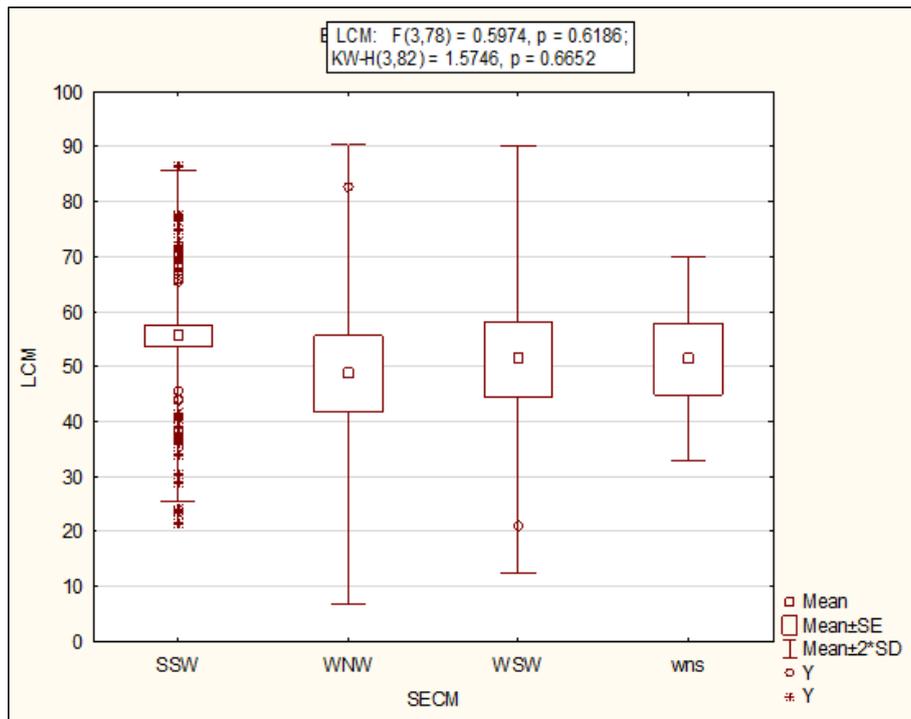


Figura 22. Distribución de tallas de LC en machos por subsector en el suroeste del GoMex.

El periodo climático en el cual se observó mayor abundancia fue verano, con un total de 49 individuos capturados, seguido de primavera con 23 y otoño con 10 individuos. Las tallas mayores observadas corresponden al periodo climático de otoño, mientras que la menores se encontraron en verano. No se encontraron diferencias significativas entre los periodos climáticos $p=0.1363$. LCM: $F(2,79) = 2.044, p = 0.1363$ (Fig.23).

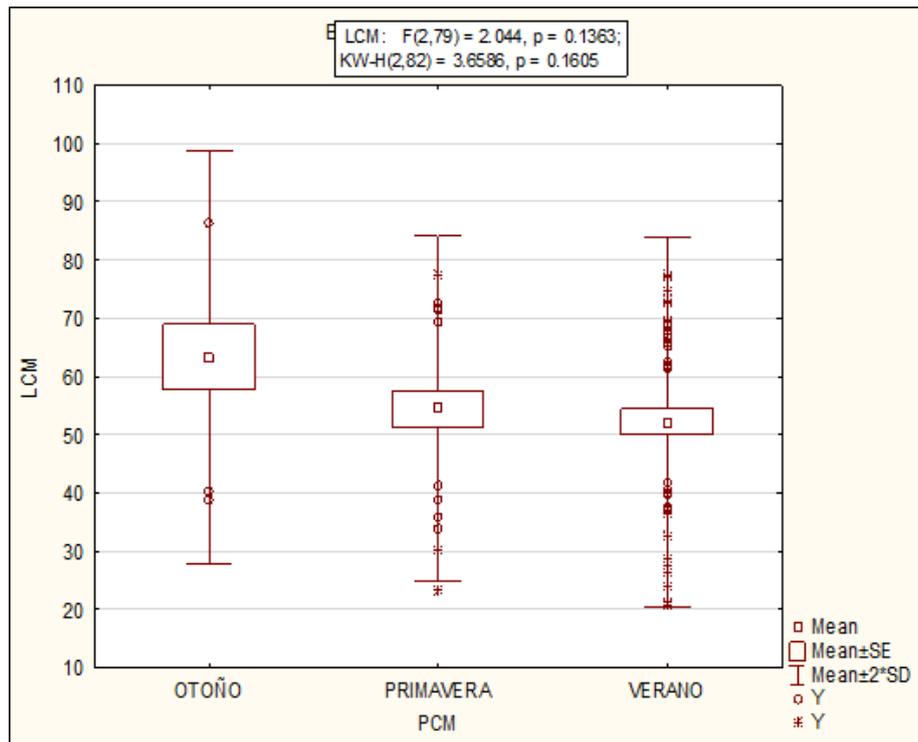


Figura 23. Distribución de tallas de LC en machos por periodo climático.

En primavera el promedio de LC fue $\bar{x} = 54.48 \text{ mm} \pm 14.82$. La talla mayor (77.47 mm) se observó en el intervalo de profundidad de 500-599 metros, al igual que la menor, (23.28 mm). La distribución de tallas fue multimodal (Fig. 24).

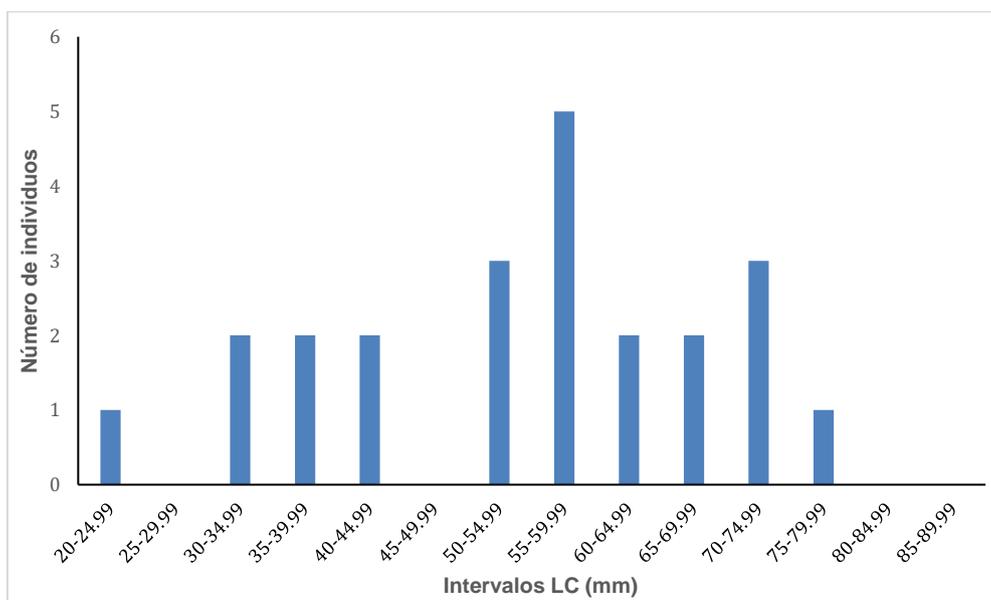


Figura 24. Histograma de medidas de LC de machos en intervalos para primavera.

Para verano el largo del caparazón tuvo un promedio de $\bar{x}= 52.24 \text{ mm} \pm 15.88$. La talla mayor (77.46 mm) se obtuvo para el intervalo de profundidad de 600-699 metros, al igual que la menor (20.83 mm). La distribución de tallas fue multimodal (Fig. 25).

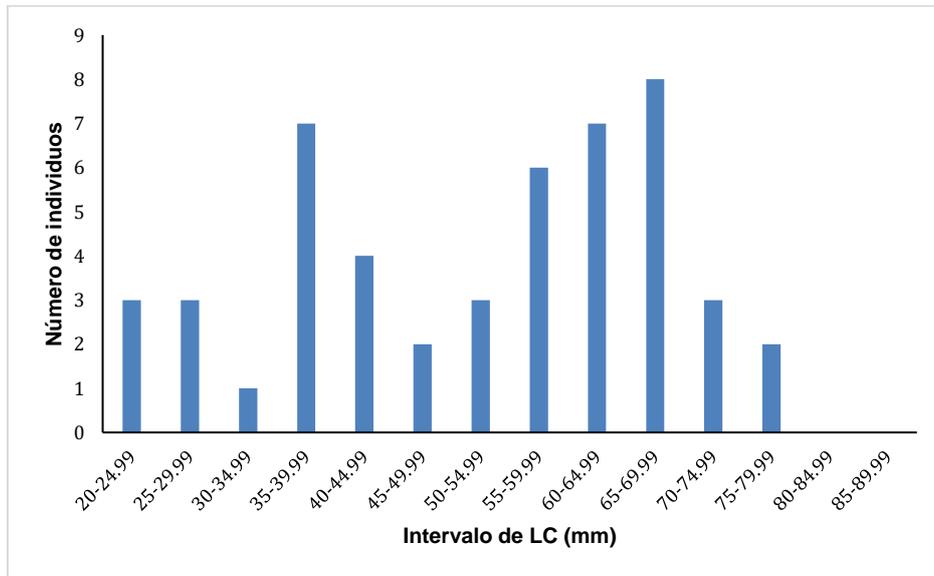


Figura 25. Histograma de medidas de LC de machos en intervalos para verano.

En otoño el promedio de LC fue $\bar{x}= 63.31 \text{ mm} \pm 17.68$. La talla mayor (86.32 mm) se registró en el intervalo de 600-699 metros, mientras que la menor (38.9 mm) se obtuvo en el intervalo de 800-899 metros. Al igual que en los periodos climáticos anteriores se observó una distribución multimodal (Fig. 26).

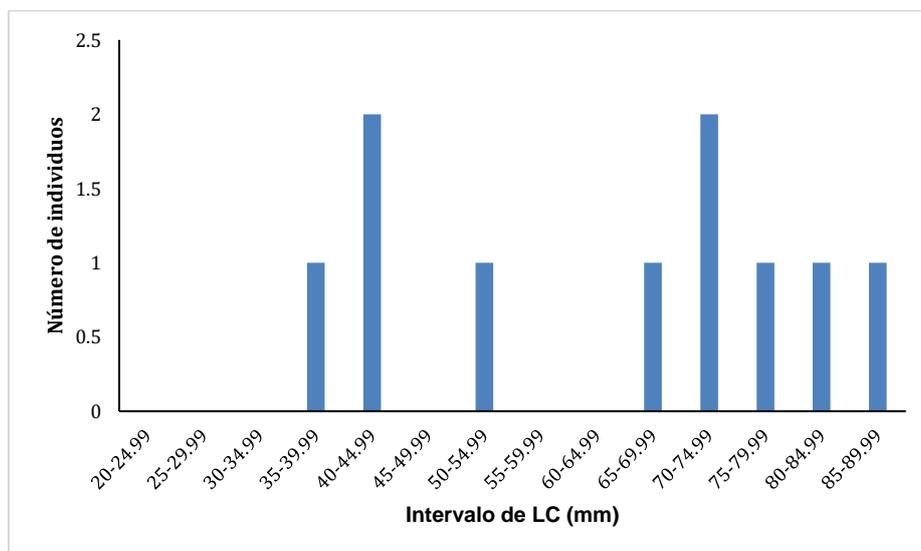


Figura 26. Histograma de medidas de LC de machos en intervalos para otoño.

Hembras

Al igual que los machos, las hembras presentaron una correlación positiva entre LC:AC ($r^2=0.9853$) (Fig. 27):

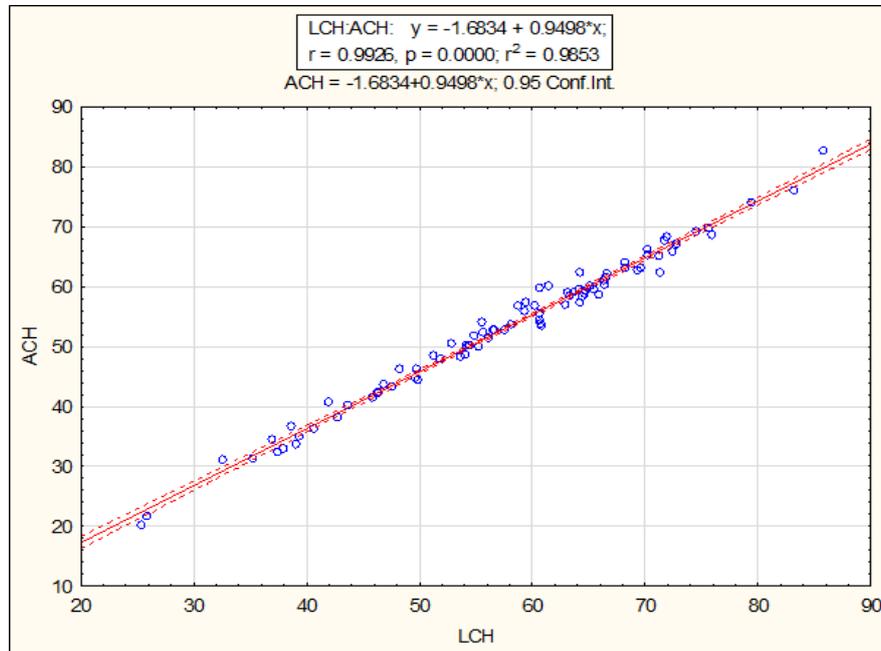


Figura 27. Regresión lineal del largo y ancho del caparazón en hembras.

La talla media de LC fue de $\bar{x}_H = 57.59 \text{ mm} \pm 12.71$ ($n=97$). El valor máximo obtenido fue de 85.84 mm y el mínimo fue de 25.35 mm, la distribución fue multimodal al igual que en machos (Fig. 28).

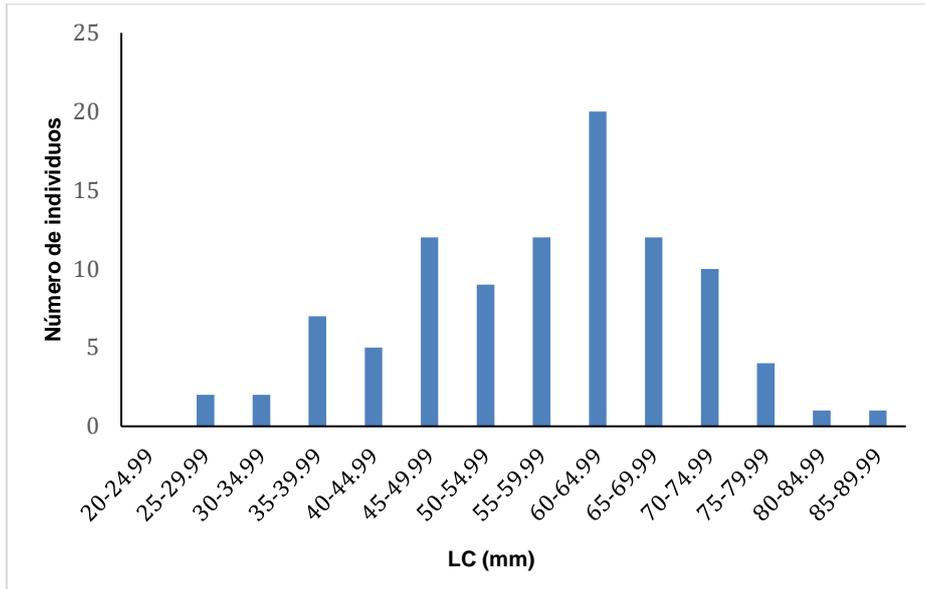


Figura 28. Distribución de tallas de LC en hembras.

La distribución de tallas mostró que estas disminuyen conforme incrementa la profundidad excepto en el intervalo de mayor profundidad en el cual se registró una talla mayor, sin embargo, en la prueba de Tukey no se distinguen estas diferencias, LCH: $F(4,92) = 2.7015$, $p = 0.0353$ (Fig. 29).

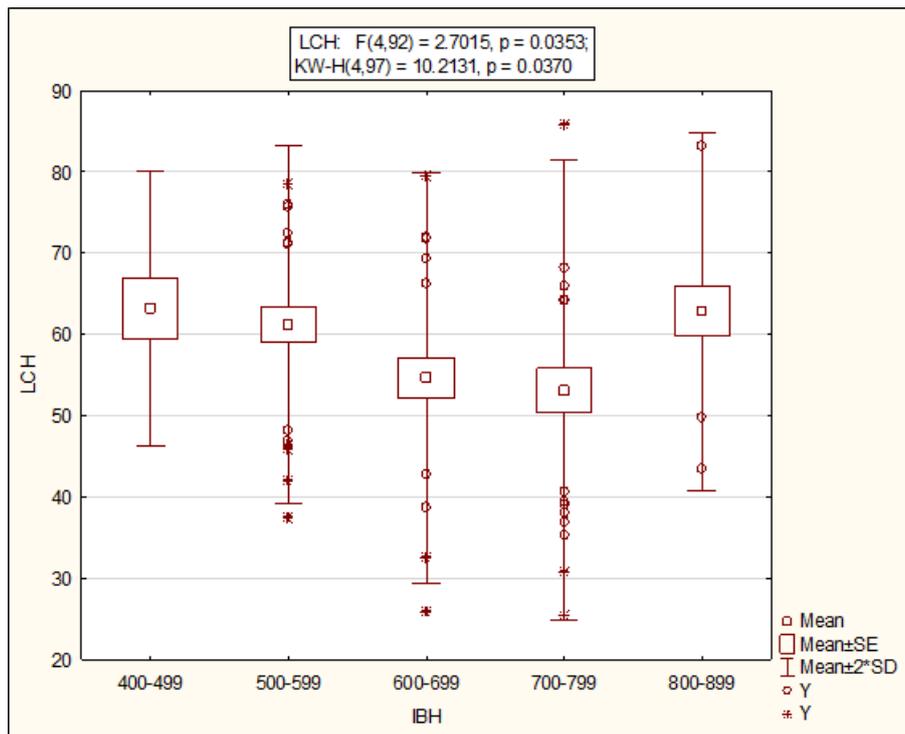


Figura 29. Distribución de tallas de LC en hembras por intervalo batimétrico.

El subsector que presentó la mayor abundancia de hembras fue SSW, con 69 individuos en total (LC min. 25.35, máx. 85.84 mm). No se encontraron diferencias significativas entre los subsectores LCH: $F(2,94) = 1.6147$, $p = 0.2044$ (Fig. 30).

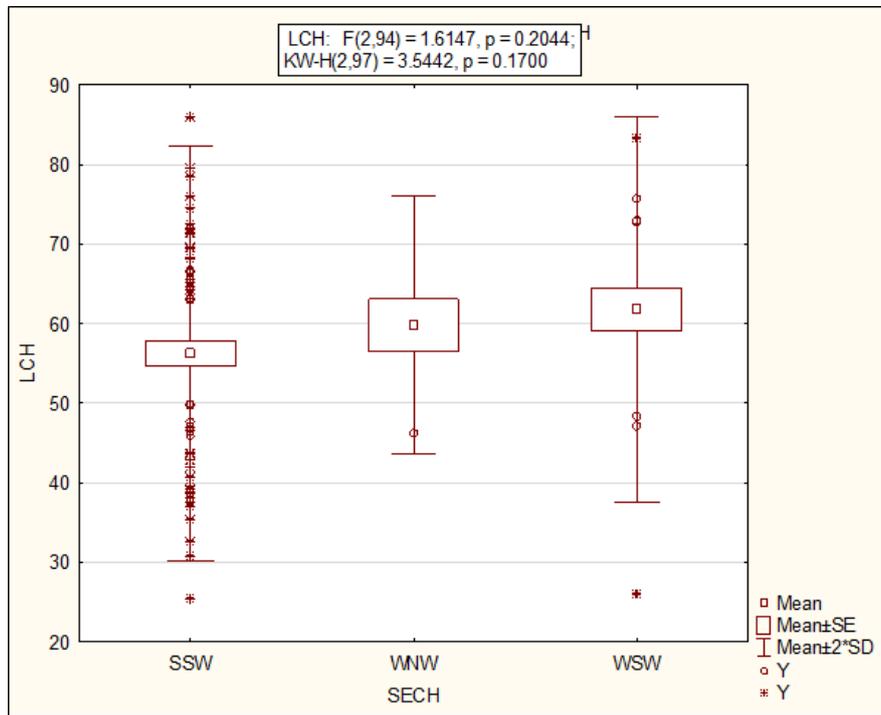


Figura 30. Distribución de tallas de LC en hembras por subsector.

El periodo climático en el cual se registró mayor abundancia fue verano, con un total de 55 individuos recolectados, seguido de primavera con 28 y otoño con 14 individuos. Las tallas mayores corresponden al periodo climático de verano, mientras que las menores se encontraron en otoño. No se encontraron diferencias significativas entre los periodos climáticos LCH: $F(2,94) = 1.9232$, $p = 0.1519$ (Fig. 31).

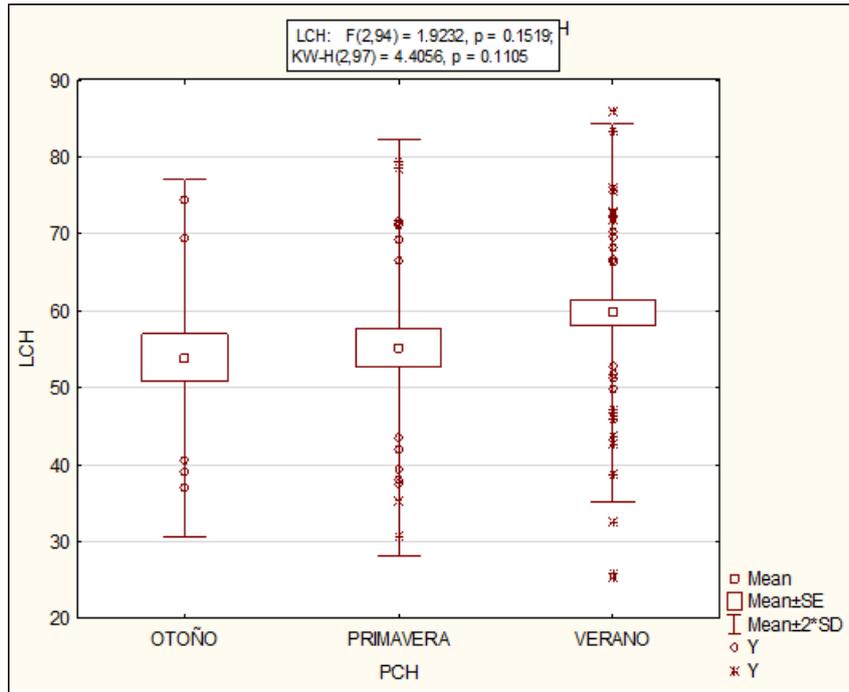


Figura 31. Distribución de tallas de LC en hembras por periodo climático.

En primavera el promedio de LC fue $\bar{x} = 55.20 \text{ mm} \pm 12.86$. La talla mayor (74.44 mm) se encontró en el intervalo de 600-699 metros, mientras que la menor (35.27 mm) se encontró a una profundidad mayor, en el intervalo de 700-799 m. Las modas en hembras fueron similares a las de los machos (Fig. 32).

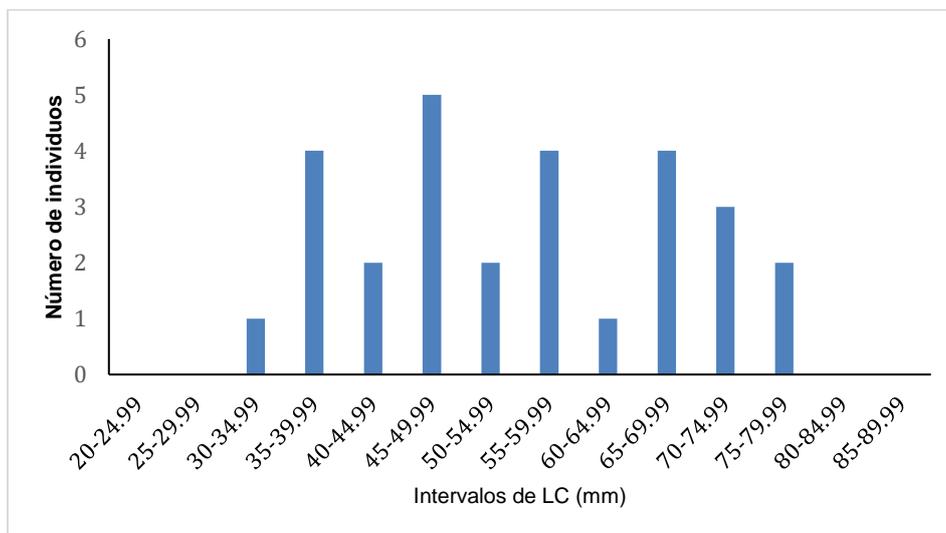


Figura 32. Histograma de medidas de LC de hembras en intervalos para primavera.

Para verano el largo del caparazón tuvo un promedio de $\bar{x}= 59.75 \text{ mm} \pm 14.02$. La talla mayor (85.84 mm) como la menor (25.35 mm) se encontraron en el intervalo de 700-799 metros. Se observó una distribución multimodal, aunque las tallas de las hembras fueron menores (Fig. 33).

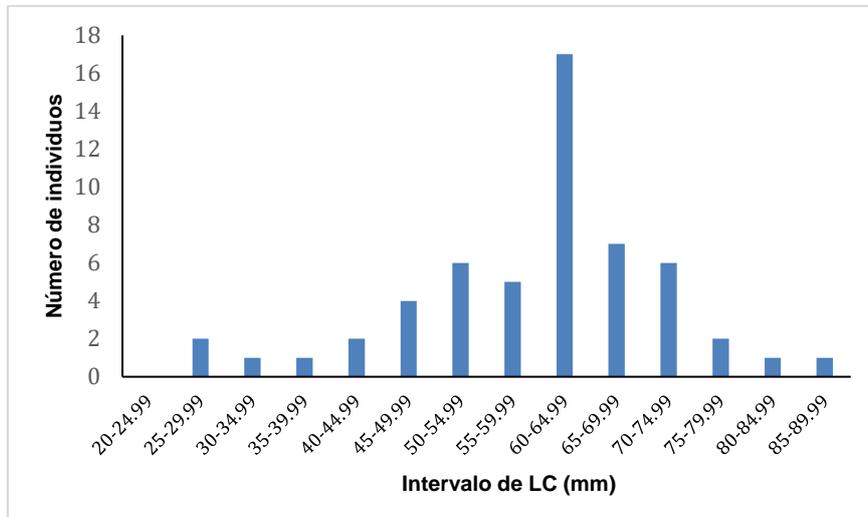


Figura 33. Histograma de medidas de LC de hembras en intervalos para verano.

En otoño el promedio de LC fue $\bar{x}= 53.88 \text{ mm} \pm 11.63$. La talla mayor (74.48 mm) se encontró en el intervalo de 400-499 metros, mientras que la menor (36.93 mm) se encontró a profundidades mayores, en el intervalo de 600-699 metros, multimodal, similar a las de los machos (Fig. 34).

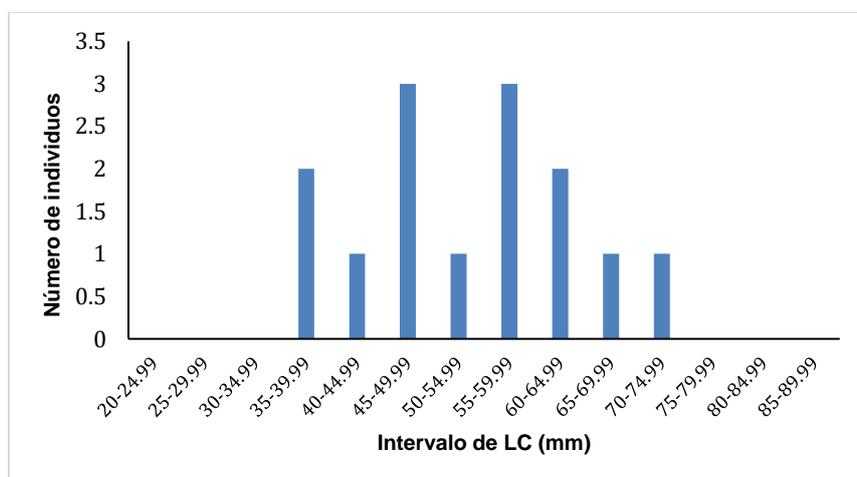


Figura 34. Histograma de medidas de LC de hembras en intervalos para otoño.

Morfometría de quelas

En cuanto a las quelas de los machos, la derecha tuvo medias mayores a la izquierda (Tabla 6).

Tabla 6. Medias de las quelas de los machos (n=74).

Largo quela derecha (LQD)	Alto quela derecha (HQD)	Ancho quela derecha (AQD)	Largo quela izquierda (LQI)	Alto quela izquierda (HQI)	Ancho quela izquierda (AQI)
\bar{x} = 39.49 mm ± 23.10	\bar{x} = 16.61 mm ± 10.24	\bar{x} = 10.59 mm ± 6.76	\bar{x} = 25.47 mm ± 8.80	\bar{x} = 9.24 mm ± 3.25	\bar{x} = 5.38 mm ± 1.97

Las regresiones lineales realizadas mostraron que, tanto para la quela derecha como para la izquierda, hay una correlación positiva entre estas y el largo del caparazón; sin embargo, los valores de r^2 de las regresiones de la quela izquierda son mayores, lo que indica una mayor correlación (QDA:LC $r^2=0.7814$; QDW:LC $r^2=0.7750$; QDL:LC $r^2=0.7897$; QIA:LC $r^2=0.8512$; QIW:LC $r^2=0.8762$; QIL:LC $r^2=0.9636$) (Fig. 35-40).

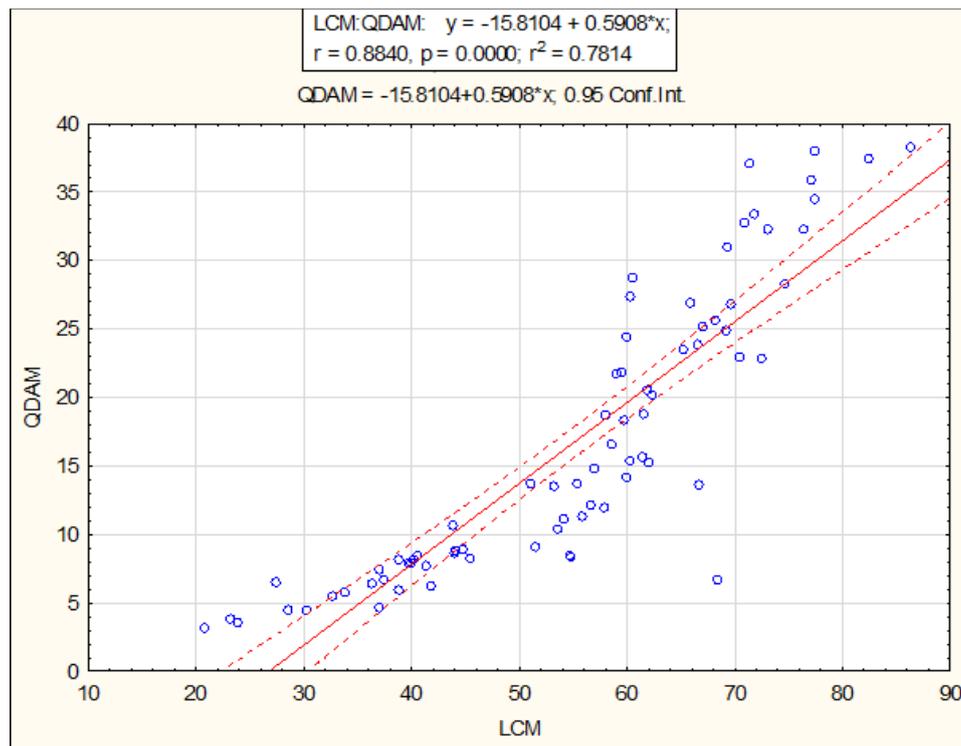


Figura 35. Regresión lineal de alto de la quela derecha contra largo del caparazón de machos.

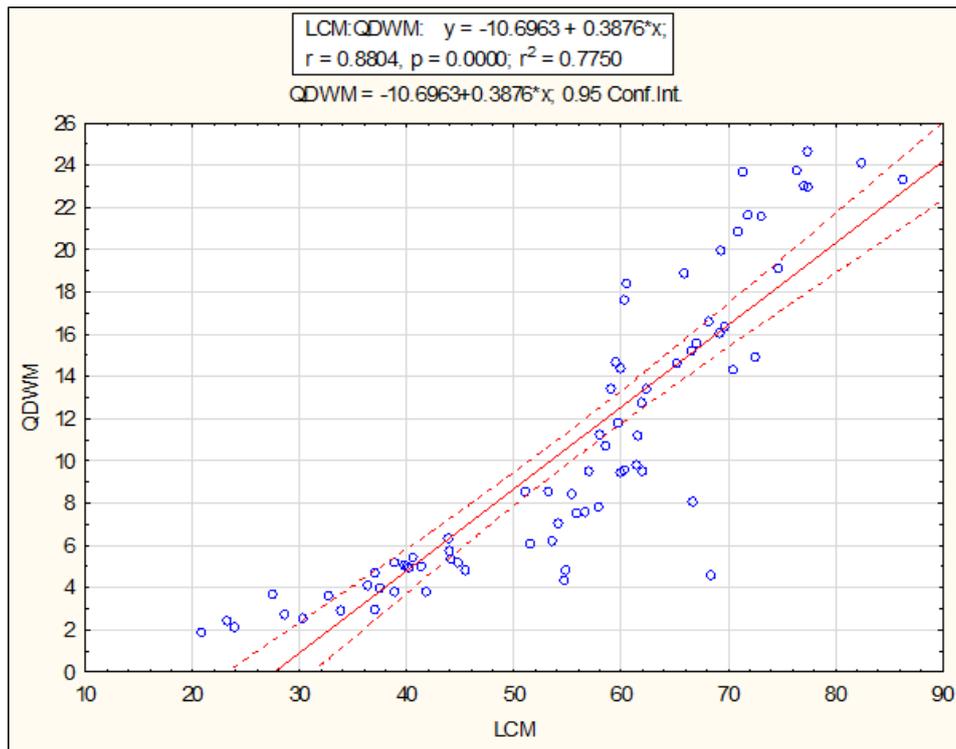


Figura 36. Regresión lineal de ancho de la quela derecha contra largo del caparazón de machos.

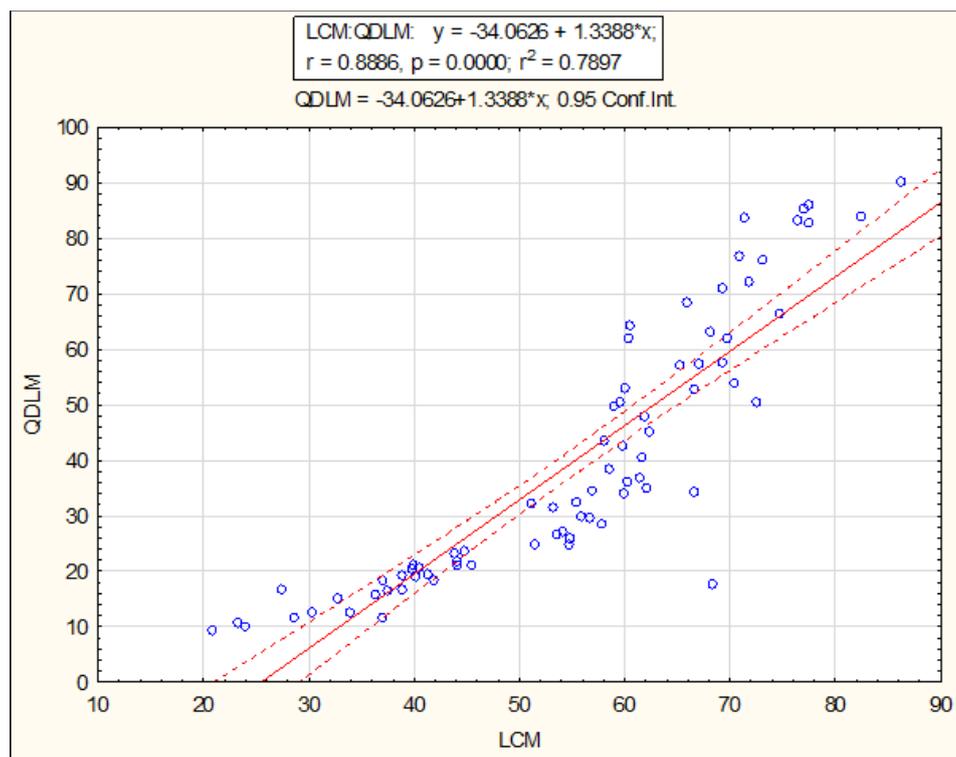


Figura 37. Regresión lineal de largo de la quela derecha contra largo del caparazón de machos.

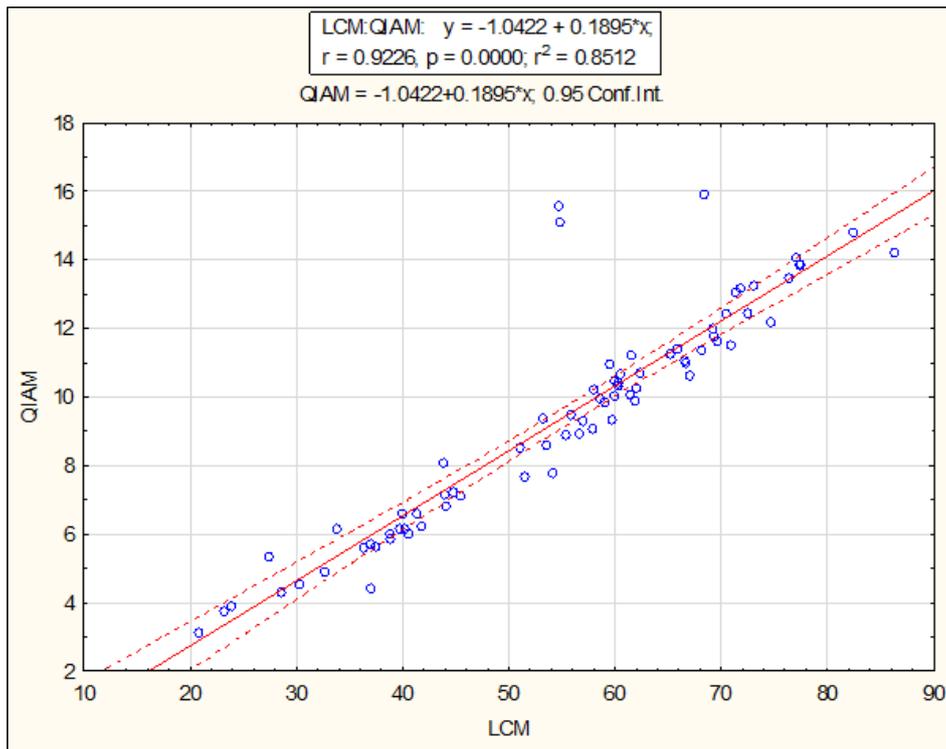


Figura 38. Regresión lineal de alto de la quela izquierda contra largo del caparazón de machos.

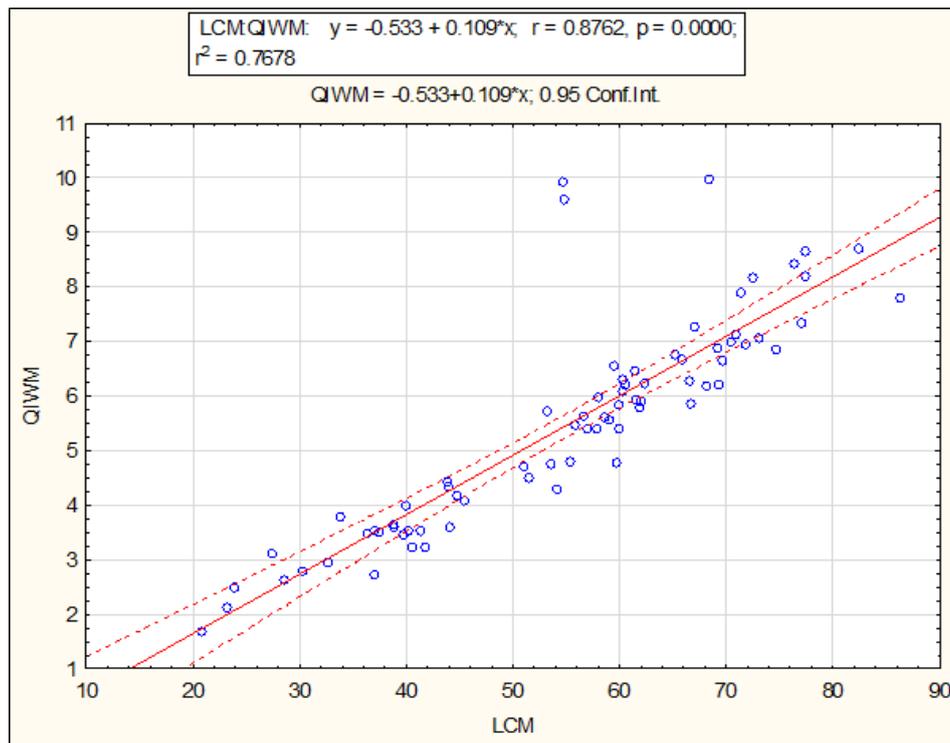


Figura 39. Regresión lineal de ancho de la quela izquierda contra largo del caparazón de machos.

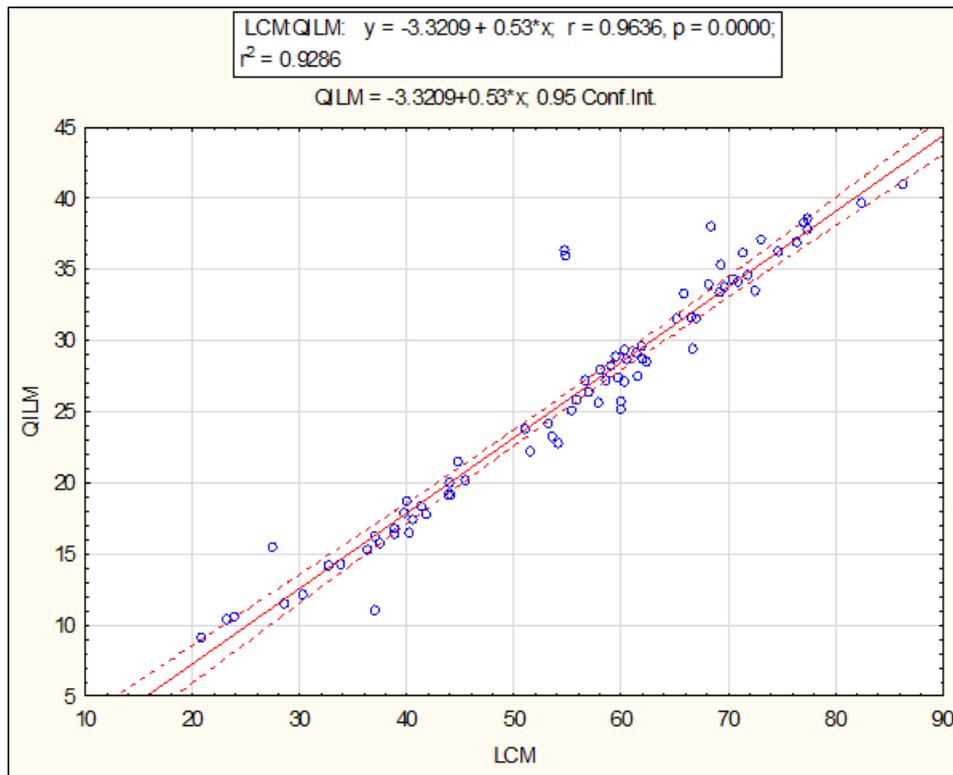


Figura 40. Regresión lineal de largo de la quela izquierda contra largo del caparazón de machos.

Las hembras tuvieron medidas similares entre ambas quelas (Tabla 7).

Tabla 7. Medias de las quelas de las hembras (n=83).

Largo quela derecha (LQD)	Alto quela derecha (HQD)	Ancho quela derecha (AQD)	Largo quela izquierda (LQI)	Alto quela izquierda (HQI)	Ancho quela izquierda (AQI)
\bar{x} = 26.66 mm ± 6.93	\bar{x} = 9.66 mm ± 2.50	\bar{x} = 5.94 mm ± 1.58	\bar{x} = 25.74 mm ± 6.22	\bar{x} = 9.23 mm ± 1.99	\bar{x} = 5.28 mm ± 1.22

Las regresiones lineales realizadas de las quelas mostraron que, al igual que para los machos, tanto para la quela derecha como para la izquierda hay una correlación positiva entre estas y el largo del caparazón, sin embargo los valores de r^2 de las regresiones de la quela izquierda son mayores lo que indica una mayor correlación (QDA:LC $r^2=0.8314$; QDW:LC $r^2=0.7750$; QDL:LC $r^2=0.9320$; QIA:LC $r^2=0.9121$; QIW:LC $r^2=0.8771$; QIL:LC $r^2=0.9592$) (Fig. 41-46).

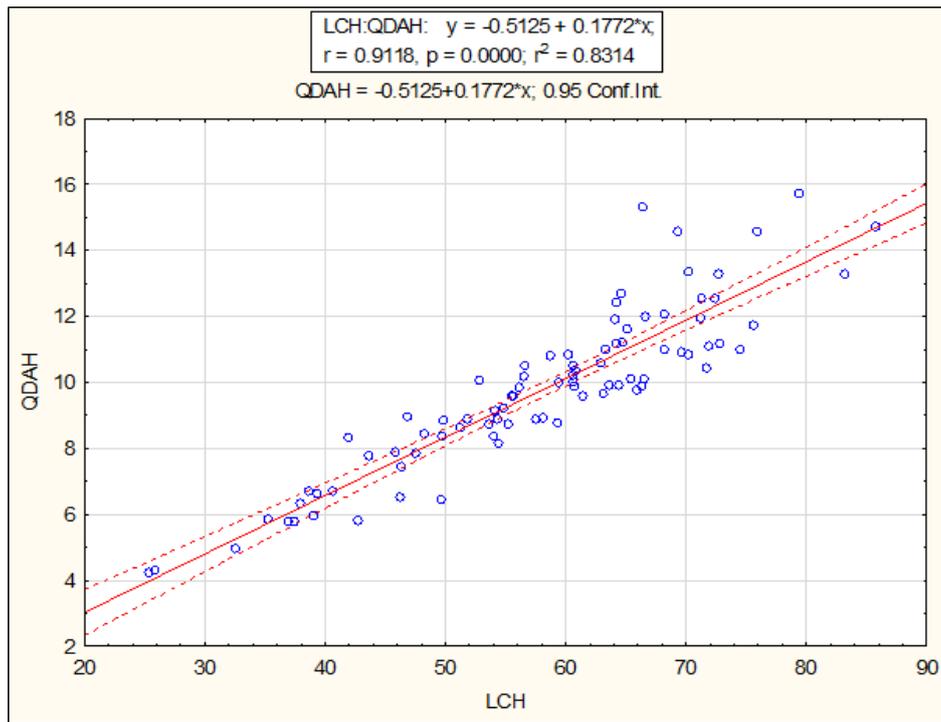


Figura 41. Regresión lineal de alto de la quela derecha contra largo del caparazón de hembras.

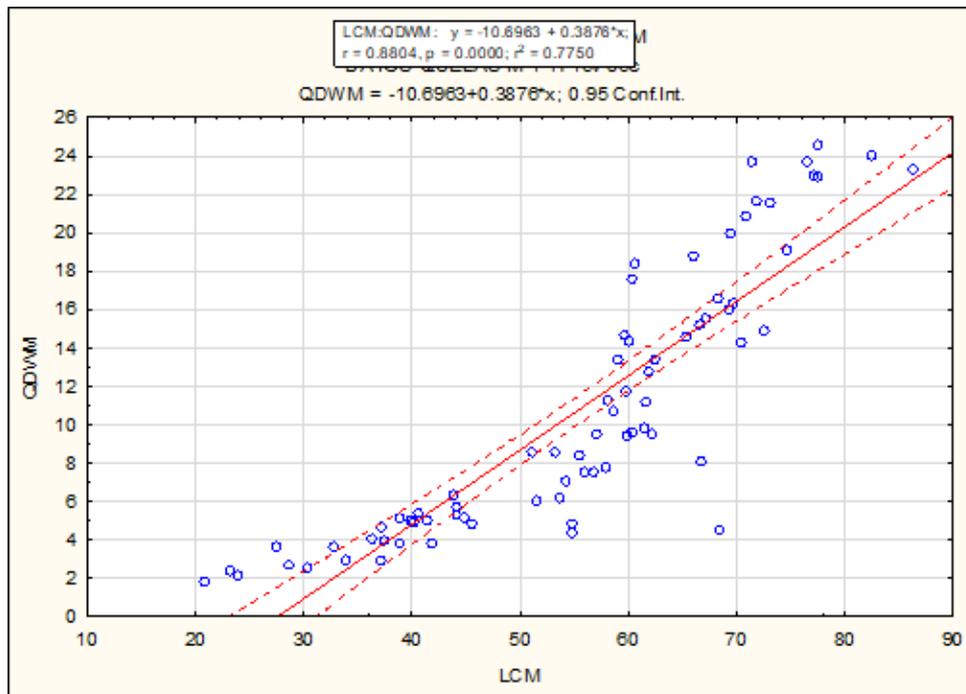


Figura 42. Regresión lineal de ancho de la quela derecha contra largo del caparazón de hembras.

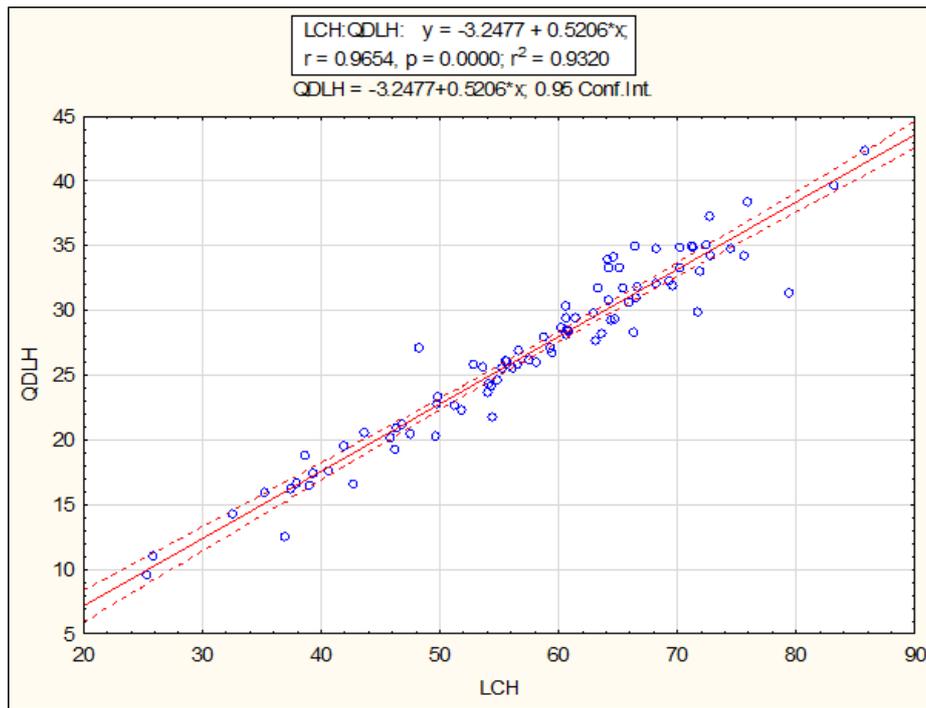


Figura 43. Regresión lineal de largo de la quela derecha contra largo del caparazón de hembras.

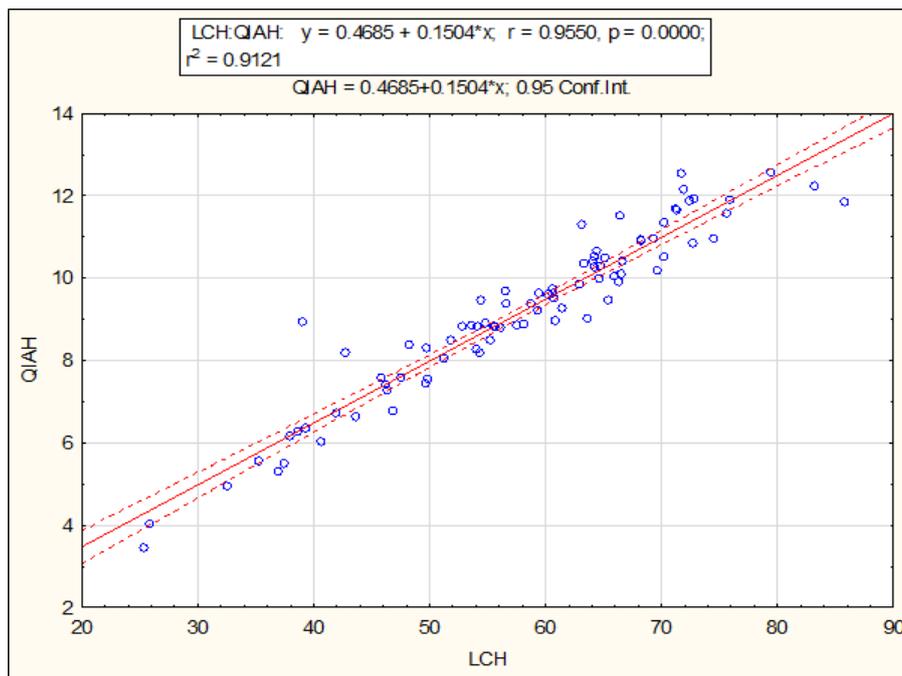


Figura 44. Regresión lineal de alto de la quela izquierda contra largo del caparazón de hembras.

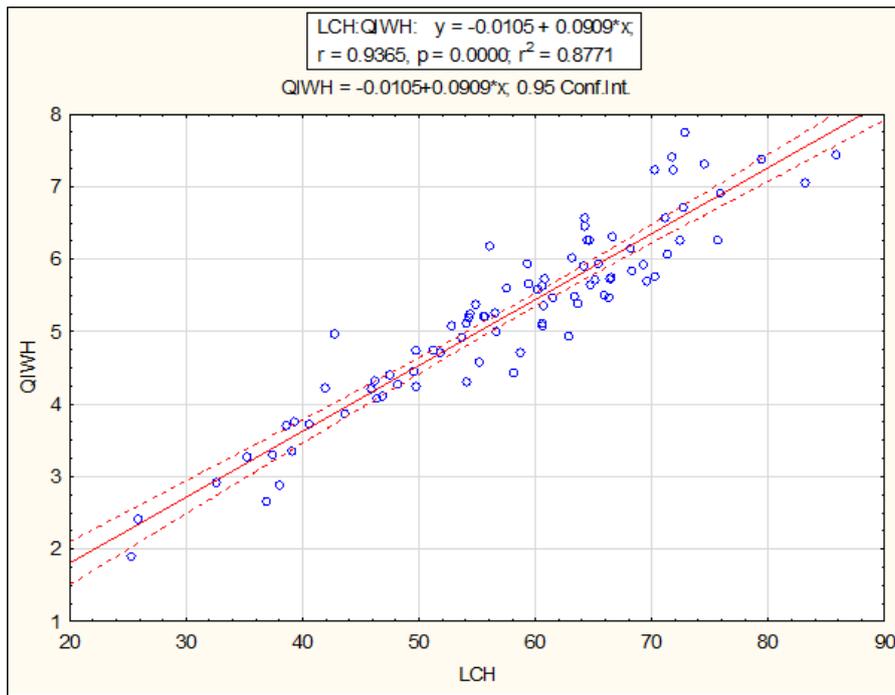


Figura 45. Regresión lineal de ancho de la quela izquierda contra largo del caparazón de hembras.

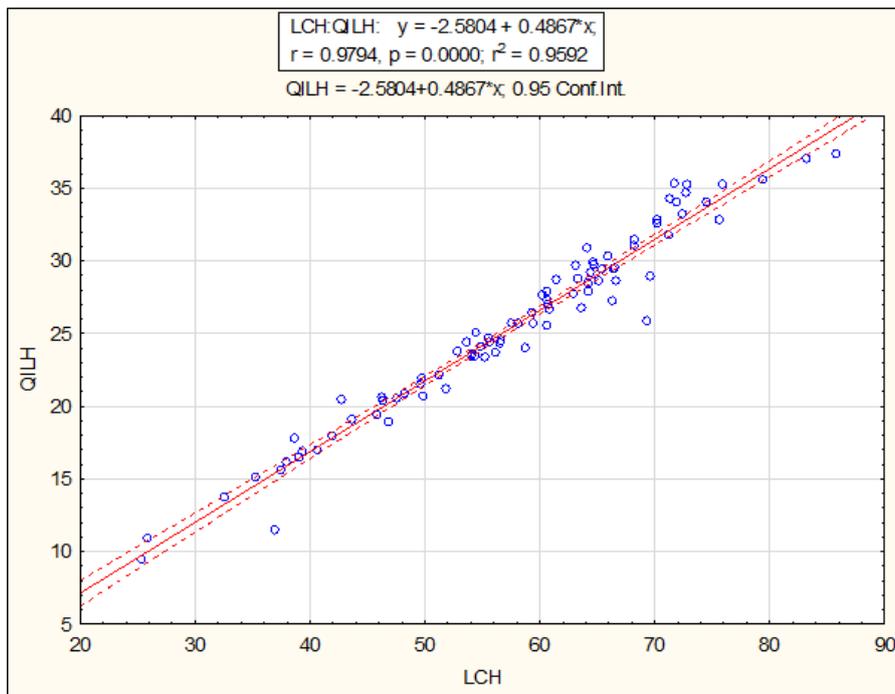


Figura 46. Regresión lineal de largo de la quela izquierda contra largo del caparazón de hembras.

Como se mencionó anteriormente, existe una correlación positiva entre las medidas de ambas quelas y la LC en hembras y machos, sin embargo, la QDA Y QDL en machos es de casi el doble de tamaño que en hembras (Fig. 47).

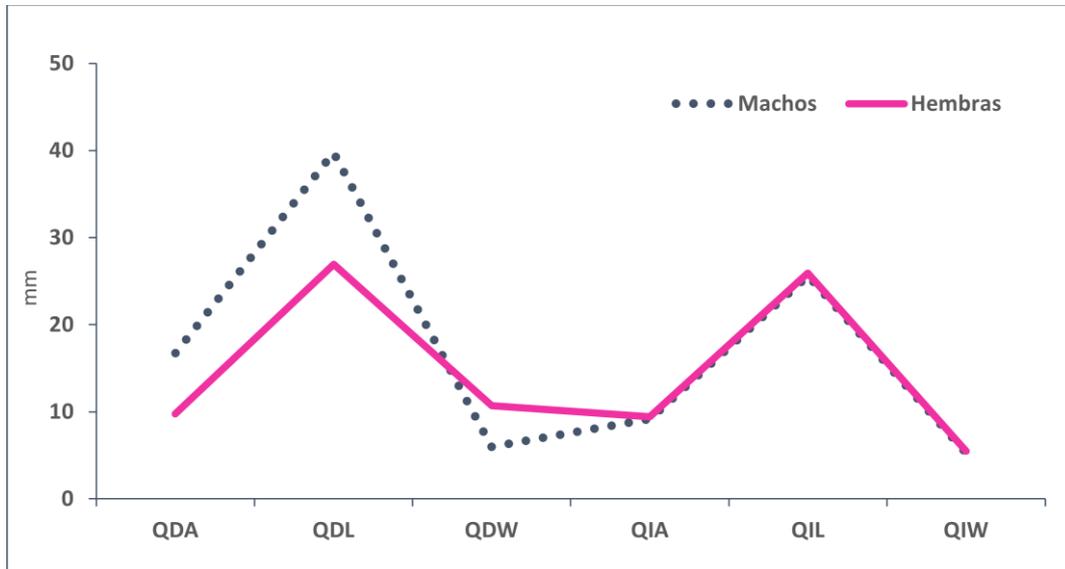


Figura 47. Comparación de medidas de quelas de hembras y machos de *T. nobile*.

IX. Discusión

La distribución de *Trichopeltarion nobile* (Tabasco, Veracruz, Campeche y Tamaulipas) en los subsectores (SSW, WSW, WNW) del suroeste del Golfo de México coincide con lo registrado por Vázquez-Bader y Gracia (2020). La mayor profundidad (837.5 metros) fue ligeramente mayor al valor registrado por Vázquez-Bader y Gracia (2020) (454- 828 m) y a lo citado anteriormente en la literatura (786 metros) (Felder *et. al.* 2009).

Dentro de los braquiuros recolectados, *T. nobile* presentó baja abundancia (n= 179) si se compara con otras especies de eubraquiuros colectadas en la misma área (ej. *Bathyplox typhla* A. Milne-Edwards, 1880 (n=940) (López-Chávez, 2017; Wicksten y Packard, 2005) y *Raymaninus schmitti* Rathbun, 1931 (n = 495) (Vázquez-Bader y Gracia, 2020). Sin embargo, la frecuencia relativa (17 %) fue comparable (*B. typhla* 22%, *R. schmitti* 23%) (Vázquez-Bader y Gracia, 2020).

La distribución con respecto al gradiente de profundidad mostró que tanto machos como hembras se recolectaron en los cinco intervalos de profundidad definidos (400-499 a 800-899 m). En general, las tallas de machos disminuyeron conforme aumentó la profundidad (400-899 m), mientras que en las hembras la reducción fue de 400 a 799 m y un ligero aumento después de los 800 m. Las menores tallas observadas para ambos sexos (LC: 20.8-30.3 mm) fue entre 600-800 m. Esta disminución de talla en los machos, coincide con lo observado en otras especies (ej. *Chaceon quinquedens*, Smith, 1879) en el cual al parecer los juveniles se distribuyen a mayor profundidad (Stevens y Guida, 2016).

En cuanto a los periodos climáticos, las hembras presentaron las tallas mayores en primavera y verano, en contraste con los machos cuya mayor talla fue en otoño. Las tallas mínimas para machos se obtuvieron en primavera (500-599 m) y verano (600- 699 m), para las hembras las mínimas fueron en verano (700-799 m). Al parecer las hembras ovígeras (LC mayor a 60 mm) migran en verano y otoño a profundidades mayores para desovar y los individuos eclosionados después migran hacia menores profundidades, tal vez en busca de alimento. La densidad para ambos sexos fue mayor en verano en

un intervalo de 500-700 m para los machos y 700-800 m para hembras. Esto último también podría explicar la diferencia en la proporción de sexos con respecto a la profundidad, las hembras predominaron en todos los intervalos batimétricos excepto en 800-899 m, intervalo con mayor número de machos, similar a lo registrado en otras especies del mar profundo como *Damithrax spinosissimus* Lamarck, 1818 (Uscudun-Melnikov, 2014; Hernando-Campos *et. al.*, 2015).

En este trabajo la especie más abundante registrada junto con *T. nobile* fue *Aristaeopsis edwardsiana* J.Y. Johnson, 1868, seguida de *Stereomastis sculpta* Smith, 1880; *Sympagurus pictus* Smith, 1880; *Acanthephyra armata* Milne-Edwards, 1881 y *Aristeus antillensis* Milne-Edwards & Bouvier, 1909; todas estas especies tienen en común que se han reportado a grandes profundidades como fauna que habita fondos arenosos y fangosos del talud continental (Ganga *et. al.* 2012; Holthuis, 1980; Cartes y Abelló, 1992; Lemaitre, 1996; Pezzuto y Coachman-Días, 2009; Felder *et. al.*, 2009). De acuerdo a esto último, se puede asumir que *T. nobile* habita también en estos sustratos.

El crecimiento en hembras fue lineal isométrico mientras que en los machos fue alométrico positivo. La isometría se ha mencionado como un evento común en la mayoría de los crustáceos, algunos autores (Petriella y Boschi, 1997) han descrito que depende de la periodicidad de las mudas, el peso y la edad. Por otro lado, la alometría se ha observado en crustáceos decápodos que presentan heteroquelia, debido a la diferencia en el tamaño de las quelas, la cual comienza a ser notoria durante etapas tempranas del crecimiento y de maduración de los individuos; como por ejemplo en *Cardisoma crassum* Smith, 1870, *Uca pugnax* Smith, 1870, *Uca thayeri* Rathbun, 1900 y *Carcinus maenas* Linnaeus, 1758 (Molina-Ortega y Vázquez-López, 2018; Negreiros-Fransozo *et. al.*, 2003; Juanes *et. al.*, 2008).

Las medidas de las quelas, como ya se mencionó, variaron entre los sexos, siendo los machos los que presentaron heteroquelia derecha. La asimetría en forma y talla es un patrón que se observa con frecuencia en la evolución de los organismos; se ha observado en más de 450 especies pertenecientes a 67 familias de animales y plantas (Spani *et al.*, 2020). La heteroquelia puede observarse en ambos sexos aunque en diferente grado. En este estudio no se

observaron hembras con heteroquelia, sin embargo, cabe resaltar que el alto y largo de la quela derecha en machos fue casi el doble que en hembras y las medidas de la quela izquierda en ambos sexos fue similar. La heteroquelia se considera muchas veces un carácter sexual secundario en organismos marinos y dulceacuícolas y *T. nobile* no es la excepción.

Aunque es conocido que la mayoría de los crustáceos braquiuros presentan heteroquelia derecha, no se ha podido explicar en su totalidad la dominancia de la lateralidad derecha (Juanes *et al.*, 2008). Algunos autores (Smith y Palmer, 1994) mencionan que estas variaciones podrían ser un carácter genético. Estos mismos autores observaron en un experimento *in vitro* en *Cancer productus* Randall, 1840, que la heteroquelia dependía del tipo de alimento proporcionado, además detectaron que al inmovilizar una quela, se producía asimetría. Plantearon la hipótesis de que respuestas adaptativas a corto plazo al estrés ambiental, podrían producir a largo plazo cambios evolutivos en forma y tamaño. No obstante, Spani *et al.* (2020) no encontraron una relación significativa entre forma y tamaño de las quelas y factores ambientales. Cabe recordar que en el presente estudio no se realizaron análisis del tamaño de las quelas y factores ambientales; aunque sí se observaron diferencias en la LC de los individuos y la profundidad, pero no con respecto a los periodos climáticos.

Los procesos evolutivos relacionados con el desarrollo de la heteroquelia son bastante complejos ya que involucran una variedad amplia de las funciones de las quelas (tipo alimento, enterramiento, cortejo de apareamiento, disputas territoriales). Varios autores (Pinheiro y Hattori, 2006; Hartnoll, 1969; Thatje y Calcagno, 2014) sugieren que lo más probable es que tenga que ver con aspectos reproductivos; tener una quela mayor les permite a los machos un comportamiento reproductivo más eficiente al usar la misma para sujetar y manipular a la hembra durante el apareamiento. También se ha observado que en especies de cangrejos braquiuros como *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, los machos con quela de mayor tamaño poseen una ventaja al momento de la selección de pareja y en *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 los machos suelen golpearse en el caparazón con la quela mayor durante el periodo de apareamiento al pelear por una hembra (Jivoff, 1997; Góes *et al.*, 2000); así como también se ha observado que la quela mayor es usada en encuentros

agonísticos entre machos de las especies de los géneros *Uca* y *Alpheus* (Hazlett, 1962; Nolan y Salmon, 1970; Crane, 1975; Mariappan *et al.*, 2000). Otro aspecto que se ha mencionado es que presentar grandes tamaños de quelas les permite a los individuos machos abarcar una gama más amplia de tamaño de las presas (Elner, 1980). Como se ha mencionado anteriormente, es muy limitada la información que se conoce acerca de la biología y ecología de *T. nobile*, a pesar de que la especie posee una amplia distribución tanto geográfica como batimétrica en el suroeste del Golfo de México. Este trabajo aporta información actualizada sobre la morfometría y heteroquelia observada en *T. nobile*, que según la clasificación de Spani *et al* (2020), estaría en la categoría de asimetría en forma (heteromorfometría) y tamaño (heterometría). De acuerdo con estos últimos autores, se requieren estudios multidisciplinarios (moleculares y ecológicos) para explicar la heteroquelia en cangrejos braquiuros y en otras especies animales y plantas. También sería ideal la captura de un mayor número de hembras ovígeras para poder realizar estudios más sólidos acerca de su periodo de reproducción.

X. Conclusiones

- *T. nobile* A. Milne-Edwards, 1880 es una especie con baja abundancia en comparación con otros braquiuros, pero es frecuente en los arrastres realizados en el talud continental del suroeste del Golfo de México.
- Esta especie se distribuye en el talud continental de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche entre 454-837.5 m de profundidad.
- *T. nobile* habita sustratos arenosos y/o fangosos.
- La mayor abundancia se presentó en el subsector SSW, que corresponde al talud continental de Veracruz y Tabasco.
- Se extiende el intervalo batimétrico de la especie a 837.5 m.
- Las hembras predominaron ligeramente sobre los machos en todos los periodos climáticos. En verano se observó una mayor abundancia para ambos sexos.
- La abundancia varió entre intervalos, con un máximo entre 600-699 metros. Las hembras fueron más abundantes en los intervalos de profundidad de 400-499 y 500-599 m mientras que los machos predominaron en el intervalo de 800-899 metros.
- La media de LC fue ligeramente mayor en hembras que en machos.
- La talla de los machos disminuyó conforme a la profundidad, en las hembras no fue evidente la tendencia en la disminución de la LC y la profundidad.
- No se observaron diferencias en la distribución de LC con respecto a la profundidad en ningún periodo climático.
- La heteroquelia derecha fue evidente en los machos capturados. En las hembras no se observó heteroquelia.

- La heteroquelia puede ser considerada dimorfismo sexual en esta especie.
- Este es el primer estudio sobre la biología de *T. nobile* en el suroeste del Golfo de México, en donde se aportan datos morfométricos, batimétricos y de distribución geográfica por sexo y periodo climático.

XI. Literatura citada

1. Barbosa-Nieto, B. 2018. *Ecología de Sympagurus pictus en el mar profundo del Golfo de México*. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar Y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 44 pp.
2. Campos, N. H., Navas, G. R., Bermúdez, A. y Cruz, N. 2005. *2. Los crustáceos decápodos de la franja superior del Talud continental (300-500 m) del mar Caribe Colombiano*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia. 272 pp.
3. Cartes, J. E. y Abelló, P. 1992. Comparative feeding habits of polychelid lobsters in the Western Mediterranean deep-sea communities. *Marine Ecology Progress Series*, 84: 139-150.
4. Crane, J. 1975. *The fiddler crabs of the world (Ocypodidae: Genus Uca)*. Princeton University Press, Nueva Jersey. 766 pp.
5. De Grave, S., Pentcheff, N. D., Ahyong, S. T., et al. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1–109.
6. Elner, R. W. 1980. The influence of temperature, sex and chela size in the foraging strategy of the shore crab, *Carcinus maenas*. *Marine Behaviour and Physiology*, 7: 15–24.
7. Felder, D. L., F. Álvarez, J. W. Goy, y R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea, pp. 1019–1104 en Felder, D.L. y D.K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico—Origins, waters, and Biota*. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 1393 pp.

8. Ganga, U., Rajool Shanis, C. P., Manjebrayakath H. y Akhilesh, K. V. 2012. An account on the deep sea shrimp *Aristaeopsis edwardsiana* (Johnson, 1867) from the Indian EEZ. *Indian Journal of Fisheries*, 59 (1): 29-31.
9. Góes, P., Sampaio, F. D. F., Carmo, T. M. S., Toso, G. C. y Leal, M. S. 2000. Comportamento e período reprodutivos do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. Anais do quinto Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. *Conservação*, 2: 335-348.
10. Golden Software 2012, SURFER 12, L.L.C. <https://www.goldensoftware.com/>
11. Guzmán, G., Báez, P. y Sellanes, J. 2009. Primer registro de *Trichopeltarion corallinus* (Faxon, 1893) para el mar de Chile y nuevo registro de *T. hystricosus* (Garth, en Garth & Haig, 1971) (Decapoda: Brachyura: Atelecyclidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(2): 275-279.
12. Hartnoll, R. G. 1969. Mating in Brachyura. *Crustaceana*, 16: 161-181.
13. Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). *Crustaceana*, 27: 131-136.
14. Hazlett, B. A. 1962. Aspects of the biology of snapping shrimp (*Alpheus* and *Synalpheus*). *Crustaceana*, 4: 82-83.
15. Hernando-Campos, N., Lagos, A. M., Bermúdez, A. y Márquez, E. 2015. Estructura de la población del cangrejo rey *Damithrax spinosissimus* en el Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39 (153): 491-502.
16. Holthuis, L. B. 1980. FAO Species Catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, 125 (1): 271.

17. Juanes, F., Lee, K. T., McKnight, A. y Kellogg, K. 2008. Claw allometry in green crabs, *Carcinus maenas*: heterochely, handedness, and sex. *Marine Biology*, 153: 523–528.
18. Jivoff, P. 1997. Sexual competition among male blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biology Bulletin*, 193: 368-380.
19. Lemaitre, R., 1996. Hermit crabs of the family Parapaguridae (Crustacea: Decapoda: Anomura) from Australia: species of *Strobopagurus* Lemaitre, 1989, *Sympagurus* Smith, 1883, and two new genera. *Records of the Australian Museum*, 48 (2): 163–221.
20. López-Chávez, A. Y. 2017. *Distribución y ecología de Bathyplox typhla* A. Milne-Edwards, 1880 (Decapoda: Brachyura) en el sur del Golfo de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 45 pp.
21. Mariappan, P., Balasundaram, C. y Schmitz, B. 2000. Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of Biosciences*, 25(3), 301-313.
22. Milne-Edwards, A. 1880. Études préliminaires sur les Crustacés, 1re Partie. En: Reports on the Results of Dredging under the Supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, and in the Caribbean Sea, 1877,'78,'79, by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake", Lieut.-Commander C.D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Bartlett, U.S.N., Commanding VIII. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 8(2), 1-68, pls. 1-2.
23. Molina-Ortega, M.G. y Vázquez-López, H. 2018. Crecimiento relativo de *Cardisoma crassum* Smith, 1870 (Decapoda: Gecarcinidae) en el estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 11 (43): 808-823.
24. Monreal-Gómez, M. A., Salas de León, A. y Gracia-Gasca, A. 2004. Golfo de México, circulación y productividad. *Ciencias*, 76, 24-33.

25. Monreal-Gómez, M. A., Salas de León, A. y Velasco-Mendoza, H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México, pp. 47-68 en Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (eds.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. SEMARNAT, México.
26. Negreiros-Fransozo, M. L., Delevati Colpo, K. y Márcia Costa, T. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology*, 23 (2): 273–279.
27. Nolan, B. A. y Salmon, M. 1970. The behavior and ecology of snapping shrimp (Crustacea: *Alpheus heterochaelis* and *Alpheus normanni*). *Forma Functio*, 2: 289– 335.
28. Pequegnat, W. E. 1970. Deep-Water Brachyuran Crabs, pp. 171-204 en Pequegnat, W. E. y F. A. Chace (eds.), *Contribution on the Biology of the Gulf of Mexico*. Texas A & M University Oceanographic Studies/Gulf Publishing, Houston, v. 1. 270 pp.
29. Petriella, A. M. y Boschi, E. E. 1997. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 135-157.
30. Pezzuto, P. R. y Coachman-Días, M. 2009. Reproductive cycle and population structure of the deep-water shrimp *Aristeus antillensis* A. Milne Edwards & Bouvier, 1909 (Decapoda: Aristeidae) on southeast Brazilian continental slope. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37 (3): 443-454.
31. Pinheiro, M. A. A. y Hattori, G. Y. 2006. Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49 (5): 813-823.

32. Popin, J. y Corbari, L. 2016. A preliminary assessment of the deep-sea Decapoda collected during the KARUBENTHOS 2015 Expedition to Guadeloupe Island. *Zootaxa*, 4190 (1): 1–107.
33. Poupin, J. 1994. *Faune marine profonde des Antilles françaises: récoltes du navire Polka faites en 1993*. ORSTOM Éditions, Francia. 90 pp.
34. Rathbun, M. J. 1930. The Cancroid crabs of America of the Families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *Bulletin of the U.S. National Museum*, 152, i–xvi, 1–609.
35. Scalici, M. y F. Gherardi. 2008. Heterochely and handedness in the river crab, *Potamon potamios* (Olivier, 1804) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 81: 507-511.
36. Smith, L. D. y A. R. Palmer. 1994. Effects of manipulated diet on size and performance of brachyuran crab claws. *Science*, 264, 710-712.
37. Spani, F., Scalici, M., Crandall, K. A. y Piras, P. 2020. Claw asymmetry in crabs: approaching an old issue from a new point of view. *Biological Journal of the Linnean Society*, 129, 162–176.
38. Sparre, P. y Venema, S. C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales parte 1, Manual, FAO. *Documento técnico de pesca*, 306 (2): 345-355.
39. StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
40. Stevens, B. G. y Guida, V. 2016. Depth and temperature distribution, morphometrics, and sex ratios of red deepsea crab (*Chaceon quinquegens*) at 4 sampling sites in the Mid-Atlantic Bight. *Fishery Bulletin*, 114 (3): 343-359.

41. Tavares, M. y Cleva, R. 2010. Trichopeltariidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura), a new family and superfamily of eubrachyuran crabs with description of one new genus and five new species. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 50 (9): 97-157.
42. Tavares, M. y de Melo, G.A.S. 2005. A new species of *Trichopeltarion* A. Milne-Edwards, 1880, from the Southwestern Atlantic (Crustacea: Brachyura: Atelecyclidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 45(18): 235-242.
43. Tavares, C. R. y Young, P. S. 2004. First record of *Homolodromia monstrosa* Martin, Christiansen & Trautwein, 2001 (Homolodromiidae) and *Trichopeltarion nobile* A. Milne-Edwards, 1880 (Atelecyclidae) from the Southwestern atlantic. *Nauplius*, 12 (1): 31-38.
44. Thatje, S. y J. A. Calcagno. 2014. Brachyura, pp. 203-210 *In*: Calcagno, J. A. (ed), *Los invertebrados marinos*. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires, Argentina. 360 pp.
45. Tsang, L. M., Schubart, C. D., Ahyong, S. T., Lai, J. C., Au, E. Y., Chan, T. Y., y Chu, K. H. 2014. Evolutionary history of true crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) and the origin of freshwater crabs. *Molecular Biology and Evolution*, 31(5): 1173-1187.
46. Uscudun-Melnikov, G. 2014. *Estrategia reproductiva del cangrejo sirí Callinectes sapidus Rathbun, 1896 (Decapoda, Brachyura, Portunidae), en la laguna de Rocha, Uruguay*. Tesis de Maestría, Universidad de la República Uruguay, Uruguay. 68 pp.
47. Vázquez-Bader, A. R. y Gracia, A. 2020. Deep-Sea Megacrustacean Biodiversity (Crustacea, Decapoda) in the South Gulf of Mexico, pp. 473-498 *en* Hendrickx, M. E. (ed), *Deep-Sea Pycnogonids and Crustaceans of the Americas*. Springer, Suiza. 708 pp.

48. Wicksten, M.K. y Packard, J.M. 2005. A qualitative zoogeographic analysis of decapod crustaceans of the continental slopes and abyssal plain of the Gulf of Mexico. *Deep- Sea Research I*, 52: 1745-1765.
49. WoRMS. 2022. *Trichopeltarion nobile* A. Milne-Edwards, 1880. Disponible en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=422036> consultado el 4-10-2022.
50. WoRMS. 2022. *Trichopeltarion pezzutoi* Tavares & de Melo, 2005. Disponible en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=440373> consultado el 4-10-2022.