



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**Ecología de *Sympagurus pictus* en el mar profundo del Golfo de
México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología Marina)

PRESENTA:

Biól. Brenda Barbosa Nieto

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Adolfo Gracia Gasca
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

COMITÉ TUTOR:

Dra. Patricia Briones Fourzán
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Puerto Morelos, UNAM
Dra. María Adela Monreal Gómez
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Dr. Sergio Cházaro Olvera
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Dr. José Estuardo López Vera
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

CD. MX. MAYO, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Ecología de *Sympagurus pictus* en el mar profundo del Golfo de México

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología Marina)

PRESENTA:
Biól. Brenda Barbosa Nieto

TUTOR PRINCIPAL:
Dr. Adolfo Gracia Gasca
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

COMITÉ TUTOR:
Dra. Patricia Briones Fourzán
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Puerto Morelos, UNAM
Dra. María Adela Monreal Gómez
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Dr. Sergio Cházaro Olvera
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Dr. José Estuardo López Vera
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

MÉXICO, CD. MX., 2018.

ÍNDICE

	Página
Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	4
Área de estudio	5
Material y métodos	6
Resultados y discusión	11
Distribución y abundancia	11
Densidad	12
Distribución batimétrica	15
Estructura de tallas	15
Análisis morfométrico	18
Distribución de tallas con respecto a la profundidad	23
Proporción sexual	28
Talla de primera madurez sexual y fecundidad	29
Relación con de la abundancia con los parámetros fisicoquímicos	36
Conclusiones	37
Bibliografía	39

RESUMEN

Los trabajos existentes sobre cangrejos ermitaños de grandes profundidades se limitan únicamente a la descripción taxonómica y a su distribución, por lo que este estudio es el primero que aporta conocimiento sobre la ecología de *Sympagurus pictus* en el mar profundo del Golfo de México. El material biológico se obtuvo de las campañas COBERPES 1 al 6 y SOGOM 3 a bordo del buque **oceanográfico "Justo Sierra" de la UNAM**. *S. pictus* se distribuye a lo largo del talud continental del Golfo de México con abundancias máximas en verano en un rango batimétrico de 313 a 813 m. Se observó un intervalo de tallas de AE (ancho del escudo) de 3.6 – 17.8 y de LE (largo del escudo) de 3.1 - 15.7 mm, además de un crecimiento isométrico de las relaciones AE-LE y LQM (Largo del quelípedo mayor)-LQU (Largo de la quela) en todos los organismos. En verano se registró una proporción sexual 1:1. Las hembras ovígeras se presentaron en todas las estaciones del año, sin embargo, predominaron en primavera lo cual indica un pico reproductivo. La talla mínima de reproducción fue de 8.5 mm de AE y la fecundidad varió de 214 a 4,630 huevos. Se encontró una relación entre la fecundidad con la talla y el peso de los organismos. Se observó una relación significativa entre la temperatura y la abundancia de *S. pictus*, con una mayor frecuencia en temperaturas de 7 a 10 °C.

INTRODUCCIÓN

Los pagúridos, comúnmente conocidos como cangrejos ermitaños, son crustáceos decápodos pertenecientes a la superfamilia Paguroidea que se encuentran desde hábitats terrestres hasta acuáticos de mar profundo (Iannacone y Alvariño, 2005), y se caracterizan por tener un cefalotórax duro mientras que su abdomen es blando y enrollado en espiral, el cual protegen generalmente dentro de conchas de gasterópodos (Argüelles, 2007). Su presencia dentro del ambiente bentónico es importante al mantener interacciones ecológicas con otras especies, como las asociaciones simbióticas, además de ayudar al reciclamiento de nutrientes y a la estabilidad de las redes tróficas, siendo principalmente de hábitos carroñeros (Bowman y Abele, 1982 y Williams y McDermontt, 2004).

Los pagúridos se encuentran representados en el mar profundo de todo el mundo por la familia Parapaguridae (Cardoso y Lemaitre, 2012); sin embargo, existen pocos estudios sobre estos organismos debido a las dificultades y al elevado costo de realizar muestreos en el mar profundo (Olguín *et al.*, 2014), además de no ser organismos de interés económico. No obstante, es conocido que desempeñan un papel ecológico importante dentro de las comunidades bentónicas (Campos *et al.*, 2012). Los trabajos existentes sobre cangrejos ermitaños de grandes profundidades se limitan únicamente a la descripción taxonómica y a la distribución que estos tienen en el Océano Pacífico, Atlántico y en el Caribe (Hendrickx y Ayón-Parente, 2009; Merchán-Cepeda *et al.*, 2009; Martínez-Campos *et al.*, 2012; Bastida-Izaguirre *et al.*, 2013; Lemaitre *et al.*, 2014; De Matos-Pita y Ramil, 2015).

El género *Sympagurus* ha sido reportado por Lemaitre (2004) y Lemaitre y Tavares (2015) para el norte del Golfo de México representado

por la especie *Sympagurus pictus*, que se encuentra comúnmente de los 200 a los 800 m de profundidad. Los adultos viven en simbiosis con la anémona *Adamsia obvolva*, cuyo disco pedal envuelve la concha del gasterópodo habitada por el cangrejo ermitaño y secreta una delgada capa quitinosa, llamada carcinoecium, entre el ectodermo del disco pedal y la superficie de la concha. Esta estructura se extiende más allá de la concha del gasterópodo, ampliando la cámara donde vive el cangrejo ermitaño (Daly *et al.*, 2004). *A. obvolva* se ha encontrado únicamente en el Golfo de México, ya que al ser un simbiote obligado su distribución está limitada a la de su hospedero, además de estar también asociada con una concha de gasterópodo del género *Oocorys* (Ammons y Daly, 2008).

En el Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología se ha desarrollado un proyecto de investigación dirigido a estudiar la biodiversidad y recursos pesqueros potenciales del mar profundo del Golfo de México desde 1999 y continuado en 2007 hasta la actualidad en la franja de 300 a 1,200 m de profundidad desde Tamaulipas hasta el Mar Caribe. La familia Parapaguridae, en la cual se enfoca este estudio, constituye parte importante de los crustáceos recolectados.

OBJETIVO GENERAL

Aportar conocimiento sobre la ecología de *S. pictus* en el mar profundo del Golfo de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la abundancia y densidad de *S. pictus* y describir su patrón de distribución espacial, temporal y batimétrico.
- Analizar la estructura de tallas por sexo y su relación con la profundidad.
- Determinar la proporción sexual, así como la talla de primera madurez sexual y la fecundidad en hembras ovígeras.
- Analizar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en su distribución y abundancia.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México tiene una superficie de 1,550,000 km² y 4,000 km de línea costera y está localizado en una zona de transición con un clima subtropical y tropical, entre los 18 y 30° latitud norte y 82 y 98° longitud oeste, es una cuenca semicerrada con plataformas continentales amplias y someras, mientras que en sus regiones centrales llega a tener profundidades máximas de aproximadamente 4,023 m. El agua circula debido al viento y al movimiento de las masas de agua que entran por el Canal de Yucatán y salen por el estrecho de Florida, que lo comunican con el Mar Caribe y el Océano Atlántico, respectivamente. Esta es la corriente del Lazo que es característica del Golfo de México. De esta corriente se desprenden giros que transportan gran cantidad de agua y calor de tal forma que determina los parámetros fisicoquímicos, así como la distribución de los nutrientes en la plataforma (Monreal-Gómez y Salas-de-León, 1997; Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

El área de estudio de este trabajo comprende el talud continental, en un intervalo de profundidad de 300 a 1,200 m, de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, entre los 18° y 26° latitud Norte y 86° y 97° longitud Oeste.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado para realizar este trabajo se obtuvo de las campañas COBERPES 1 al 6 (Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales del Mar Profundo y Golfo de México) realizadas de 2009 a 2014 y la campaña SOGOM 3 (Suroeste del Golfo de México como parte de las actividades del consorcio CIGoM) realizada en 2017 a bordo del **buque oceanográfico "Justo Sierra" de la UNAM** (Tabla 1.).

Tabla 1. Fecha, temporada y profundidad (m) por campaña en la que se registró *S. pictus*.

Campaña	Fecha	Temporada	Profundidad (m)
COBERPES 1	agosto 2009	Verano	313 – 813
COBERPES 2011	abril 2011	Primavera	431
COBERPES 3	noviembre 2011	Otoño	319 – 797
COBERPES 4	agosto 2012	Verano	411 – 600
COBERPES 5	mayo 2013	Primavera	422 – 811
COBERPES 6	agosto 2014	Verano	423 – 615
SOGOM 3	mayo 2017	Primavera	533

En cada campaña se realizaron arrastres de acuerdo con el procedimiento señalado por Gracia *et al.* (2010) que consiste en la utilización de una red de arrastre camarонера semicomercial de 18.3 m de abertura de boca, a una velocidad promedio de 2.5 nudos con duración de 30 minutos cada muestreo. Asimismo, se registraron parámetros

ambientales de temperatura (°C) y salinidad (UPS) los cuales se midieron con una sonda CTD. Se elaboraron bases de datos en Excel para cada campaña oceanográfica, en los cuales también se incluyeron datos de coordenadas geográficas y profundidad.

Se calculo la densidad de organismos (ind/km²) por estación con el fin de estandarizar los datos obtenidos, para esto se obtuvo primero el área de barrido durante el arrastre mediante la siguiente fórmula propuesta por Sparre y Venema (1975):

$$A = D * rs * x2$$

Donde *A* es el área de barrido, *D* la distancia recorrida durante el arrastre, *rs* la longitud de la relinga superior y $X2 = 0.6$, que es el coeficiente al que trabaja la red.

Por otra parte los datos de CTD se transformaron con el programa Seasave 7 para obtener valores puntuales por metro de profundidad con los que posteriormente se realizaron regresiones con el fin de determinar si existía alguna relación entre los parámetros fisicoquímicos y la abundancia de los organismos.

En el laboratorio los organismos se identificaron con la ayuda de claves taxonómicas especializadas (Lemaitre, 2004; McLaughlin, 2003). Así mismo se contabilizaron y se tomaron mediciones para los análisis morfométricos. Para ello, se tomaron las longitudes propuestas por Teoh y Chong (2015), que son el largo (LE) y ancho del escudo (AE), largo del quelípedo mayor (LOM) y largo (LOU) y ancho de la quela mayor (AQU), utilizando un vernier digital con precisión de 0.01 mm (Fig. 1).

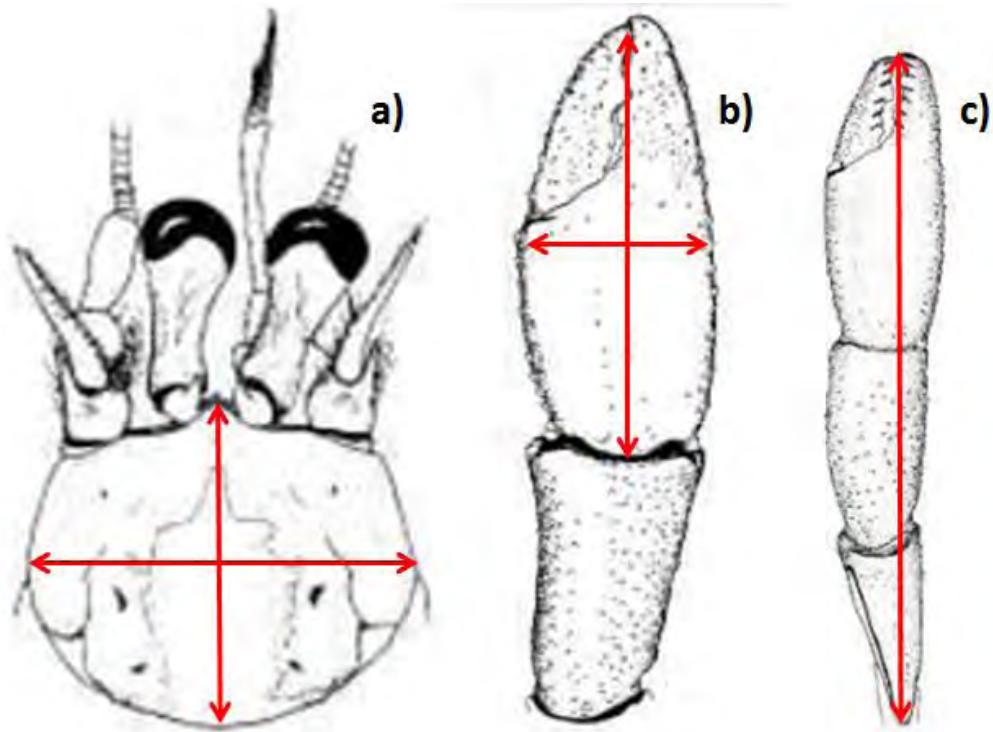


Fig 1. Diagrama de mediciones tomadas a los organismos: a) Largo y ancho del escudo; b) Largo y ancho de la quela mayor; c) Largo del quelípodo mayor. Tomado de Lemaitre (2004).

Para analizar las relaciones alométricas en los organismos se utilizó la función $y = ax^b$ para las relaciones peso – longitud, mientras que para las relaciones longitud – longitud los datos se transformaron a logaritmo natural para utilizar la siguiente forma linealizada de la ecuación: $\log y = \log a + \log b(x)$. Una vez realizados los cálculos se obtuvieron los valores de a , b y r^2 . Con el valor de b se determinó el tipo de alometría, siguiendo el criterio de Hartnoll (1982) que indica que el organismo presenta isometría si $b = 1$ en las relaciones longitud-longitud y $b = 3$ en la longitud-peso. En el caso de las relaciones longitud-longitud se determinó que los valores entre 0.9 y 1.1 se considerarían isometría, según el criterio de Clayton (1990). Las regresiones fueron calculadas con el programa SigmaPlot 12.

La ordenada al origen de las regresiones fue comparada entre sexos para determinar si existía una diferencia significativa entre ambas relaciones, esto se realizó con el programa PAST 3.

Se registró el sexo observando la posición del gonoporo (Fig. 2), en la tercera y quinta coxa de los pereiópodos en hembras y machos respectivamente, y el número de hembras ovígeras. Se realizó una prueba de χ^2 para comparar la proporción de hembras y machos con respecto a una proporción 1:1 por cada campaña y de manera global.

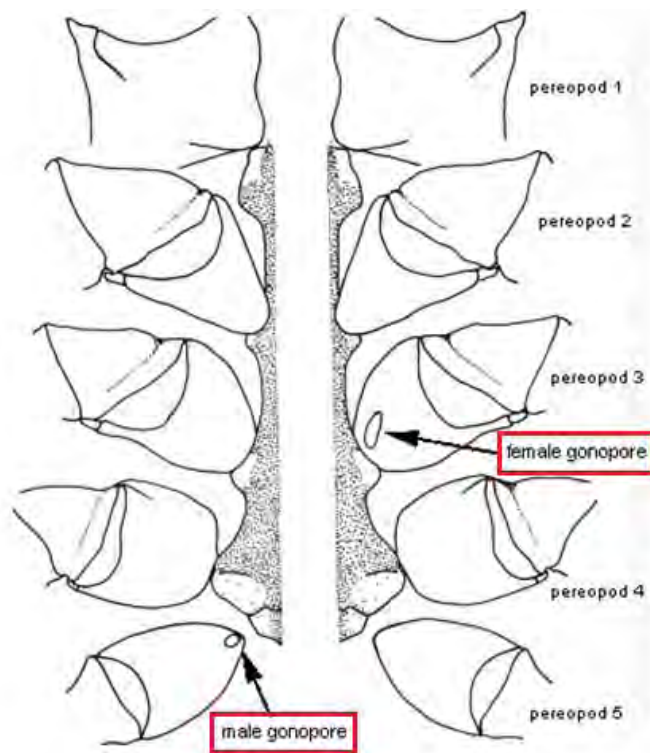


Fig. 2 Diagrama de posición del gonoporo para el sexado de los organismos. Tomado de McLaughlin (2003).

Con el fin de tener un análisis de fecundidad más completo se utilizaron 78 hembras ovígeras de la campaña SOGOM 3, que además de ser medidas fueron pesadas con y sin pseudoconcha en una balanza granataria con una precisión de 0.1 g.

Para el análisis de fecundidad los huevos fueron cuidadosamente retirados de los pleópodos para posteriormente ser contados bajo el microscopio estereoscópico y se clasificaron de acuerdo con los estadios propuestos por Boolootian *et al.* (1959) modificados por Mantelatto y Garcia (1999): estadio inicial: ojos no visibles y huevos llenos de vitelo; estadio intermedio: ojos, pigmentación y segmentación visible, y estadio final: zoea visible.

Para determinar la talla mínima de reproducción y el promedio se realizó un gráfico de frecuencias acumuladas de las tallas de las hembras ovígeras.

Con los datos de las campañas y las mediciones realizadas en el laboratorio se elaboraron bases de datos; se construyeron mapas de distribución geográfica y batimétrica, y abundancias a lo largo del estudio utilizando el programa Surfer 13.

La frecuencia de talla del AE y LE se arregló en intervalos de 2 mm. Se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para analizar la abundancia y estructura de tallas del ancho del escudo con respecto a la profundidad, para esto se establecieron estratos de profundidad de 100 m. Esta prueba no se aplicó en los estratos donde únicamente se registró un organismo. En caso de que existieran diferencias significativas se utilizó una prueba post-hoc de Dunn. Ambas pruebas estadísticas fueron realizadas en el programa PAST 3.

Por último, se calculó el factor de condición de Fulton (K), empleando la siguiente fórmula $K = 100\left(\frac{W}{L^3}\right)$, para las hembras ovígeras de la campaña SOGOM 3 utilizando el peso de los organismos sin la pseudoconcha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

S. pictus estuvo presente a lo largo de todo el sur del Golfo de México mexicano. En el sector NW se localizó a una profundidad de 411-578 m frente a Tamaulipas, en el sector SW se encontró en un intervalo de 313-813 m desde Tamaulipas hasta Campeche, en el sector ES se registró en profundidades de 571 y 581 m frente a Yucatán, mientras que en el SE el intervalo de profundidad fue de 471-543 m frente a Cabo Catoche en Quintana Roo (Fig. 3).

Anteriormente, Lemaitre (2004) reportó la presencia de *S. pictus* en el Océano Atlántico frente a la isla Martha's Vineyard en una profundidad de 288 m y en el norte del Golfo de México únicamente frente a las costas de Luisiana en un intervalo de profundidad de 472–486 m, ambos registros en Estados Unidos. Felder y colaboradores (2009) mencionan la presencia de *S. pictus* en los sectores NNE, NW y SW del Golfo de México. Posteriormente, Lemaitre y Tavares (2015) ampliaron su distribución hasta las costas de Brasil a 415 m de profundidad.

Se obtuvo un total de 496 organismos, de los cuales el 41.1% fueron machos con 204 individuos, el 58.9% de hembras estuvo representado por 292 individuos, de los cuales 175 correspondieron a hembras ovígeras (el 59.9% de todas las hembras y el 35.3% de la muestra total).

En verano se presentó la mayor abundancia con el 58.1% del total de organismos, seguido de primavera con el 25.4% y la menor abundancia fue durante otoño con el 4.6%.

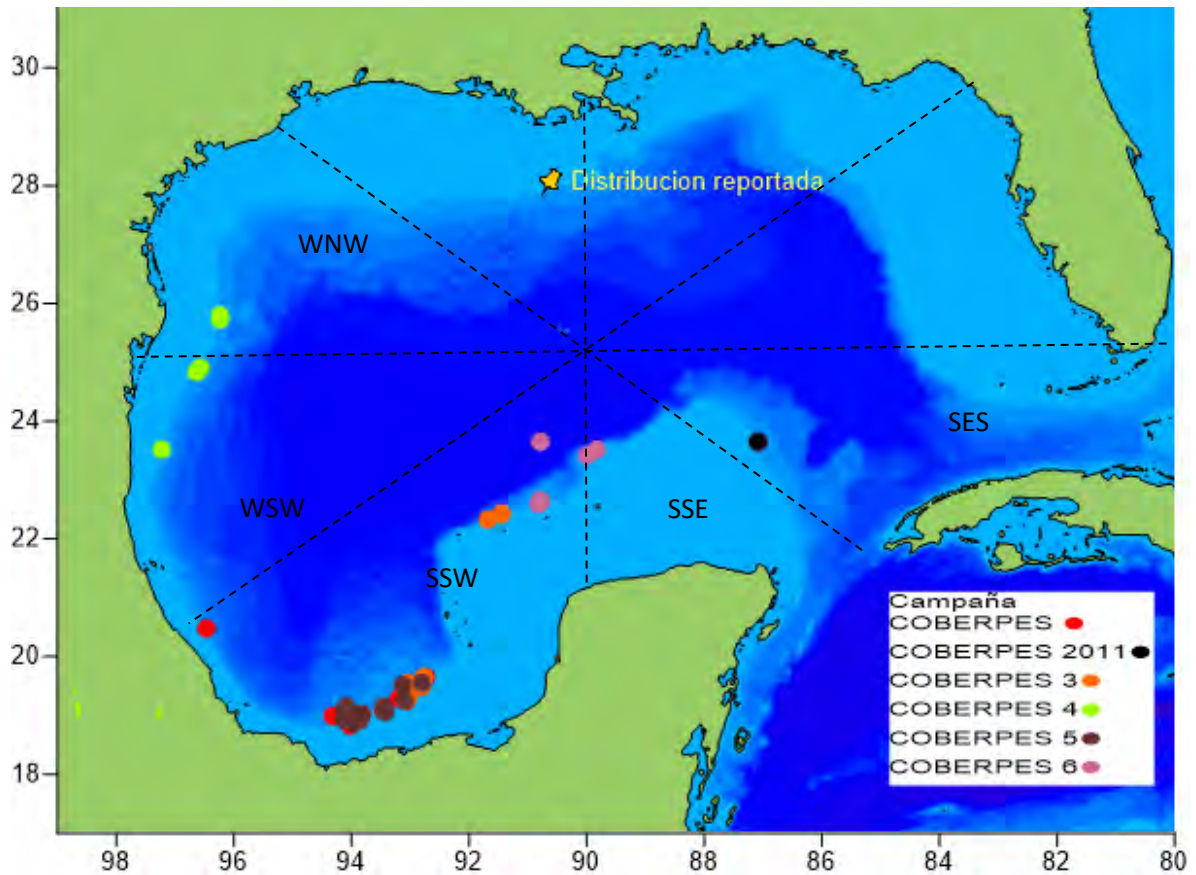


Fig.3 Distribución de *S. pictus* en el Golfo de México por campaña y distribución reportada por Lemaitre (2004).

DENSIDAD

Durante el estudio, las densidades de *S. pictus* mínimas fueron de 34 org/km² y se presentaron durante primavera mientras que las máximas se presentaron en verano con 4,150 org/km². El intervalo de densidad más pequeño, 41 a 504 org/km², se presentó en otoño (Fig. 4. 5 y 6).

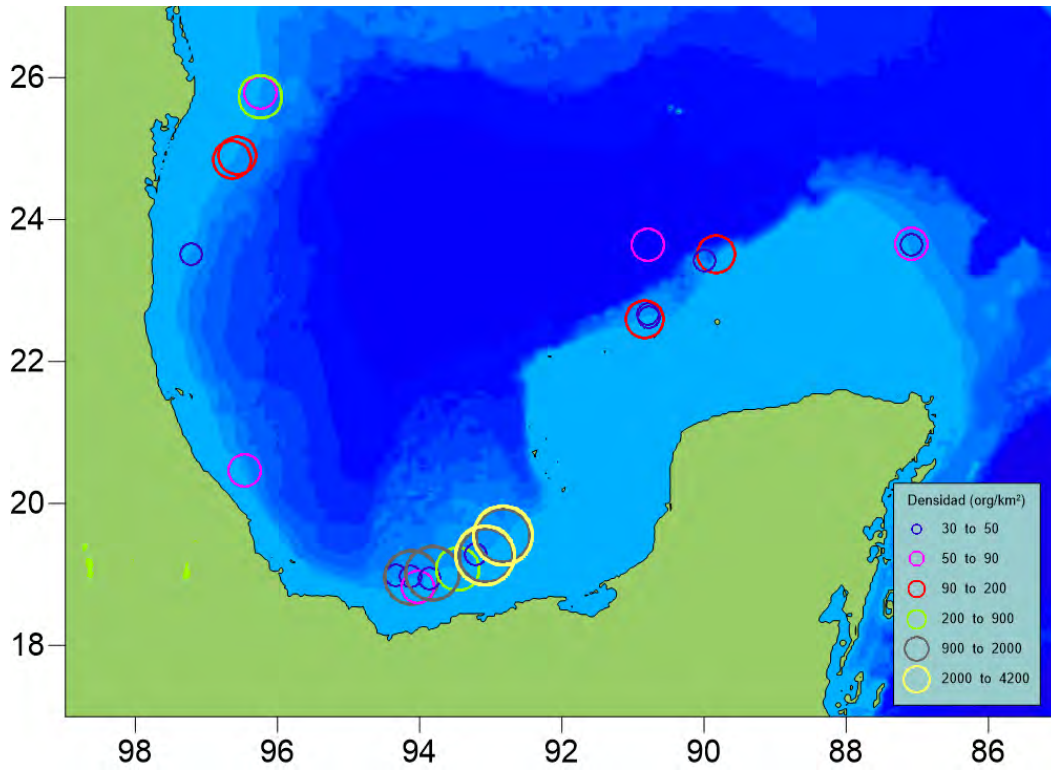


Fig. 4 Densidad de *S. pictus* durante primavera.

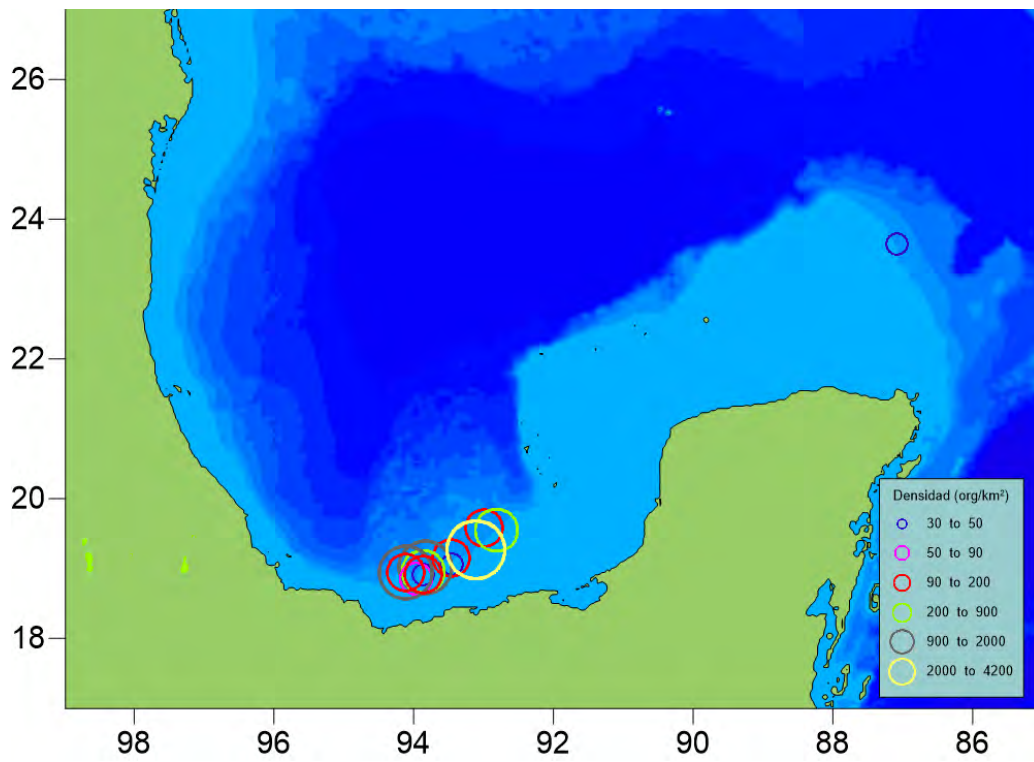


Fig. 5 Densidad de *S. pictus* durante verano.

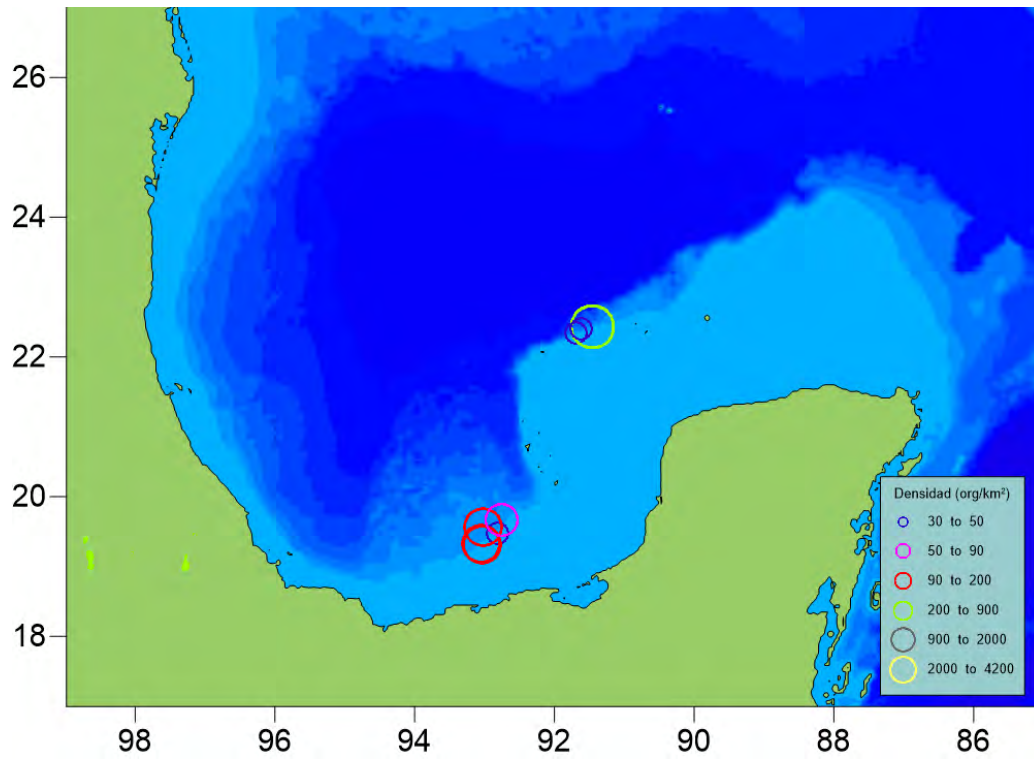


Fig. 6 Densidad de *S. pictus* durante otoño.

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA

En todas las estaciones del año se observó que *S. pictus* se distribuyó principalmente en los intervalos de profundidad de 400–499, 500–599 y 600–699 m, y que las hembras ovígeras se encontraron únicamente en las profundidades de 400–499 y 500–599 m. Las hembras no ovígeras presentaron una distribución batimétrica amplia y solo estuvieron ausentes en el intervalo de 300–399 m; aunque en los estratos más profundos (700–799 y 800–899 m), únicamente se presentó un organismo. Por otro lado, los machos se presentaron en todos los estratos de 300 a 700m, aunque en los estratos de 300–399 y 700–799 m solo se registró un organismo.

En forma general, los estratos someros (300–399) y profundos (>700 m) presentaron las abundancias más bajas con un máximo en el estrato de 600–699 m.

ESTRUCTURA DE TALLAS

El rango total de AE fue de 3.6–17.8 mm con una media de 11 mm. Para las hembras el intervalo de AE más frecuente fue 10–11.9 mm registrado principalmente en las hembras ovígeras que tuvieron un rango de 8.5–13.5 mm, mientras que para los machos el intervalo de talla más frecuente fue de 14–15.9 mm.

En el caso de la LE se observó un intervalo de talla de 3.1 – 15.7 mm con una media de 10 mm, los machos tuvieron un rango de 3.2 – 15.7 mm, la talla mínima de las hembras no ovígeras fue de 3.1 mm y de las hembras ovígeras de 7.4 mm, en ambos casos la talla máxima fue de 12.5 mm (Fig.8).

Las tallas mínimas del largo del escudo son menores a los reportados por Lemaitre (2004) para el Golfo de México, tanto para

machos (3.8-17.3 mm) como para hembras ovígeras (8.4-14.5 mm) y no ovígeras (3.5-11.2 mm); la talla máxima de las hembras no ovígeras fue la única que fue mayor a lo reportado.

Las diferencias entre las tallas encontradas en el presente estudio y las reportadas anteriormente podrían ser explicadas por el número de organismos colectados, ya que Lemaitre (2004) únicamente reporta los datos de cuatro machos, cuatro hembras no ovígeras y una hembra ovígera; de tal forma que no está representado todo el intervalo de tallas. Sin embargo, el de Lemaitre (2004) es el único reporte que se tiene sobre las tallas de estos organismos antes del presente estudio.

En forma general se puede apreciar que *S. pictus* presenta una moda única en la frecuencia de tallas, esto mismo ha sido reportado para otros pagúridos, como organismos del género *Pagurus*, que habitan en condiciones tropicales y subtropicales (Mantelatto *et al.*, 2011) (Fig. 7).

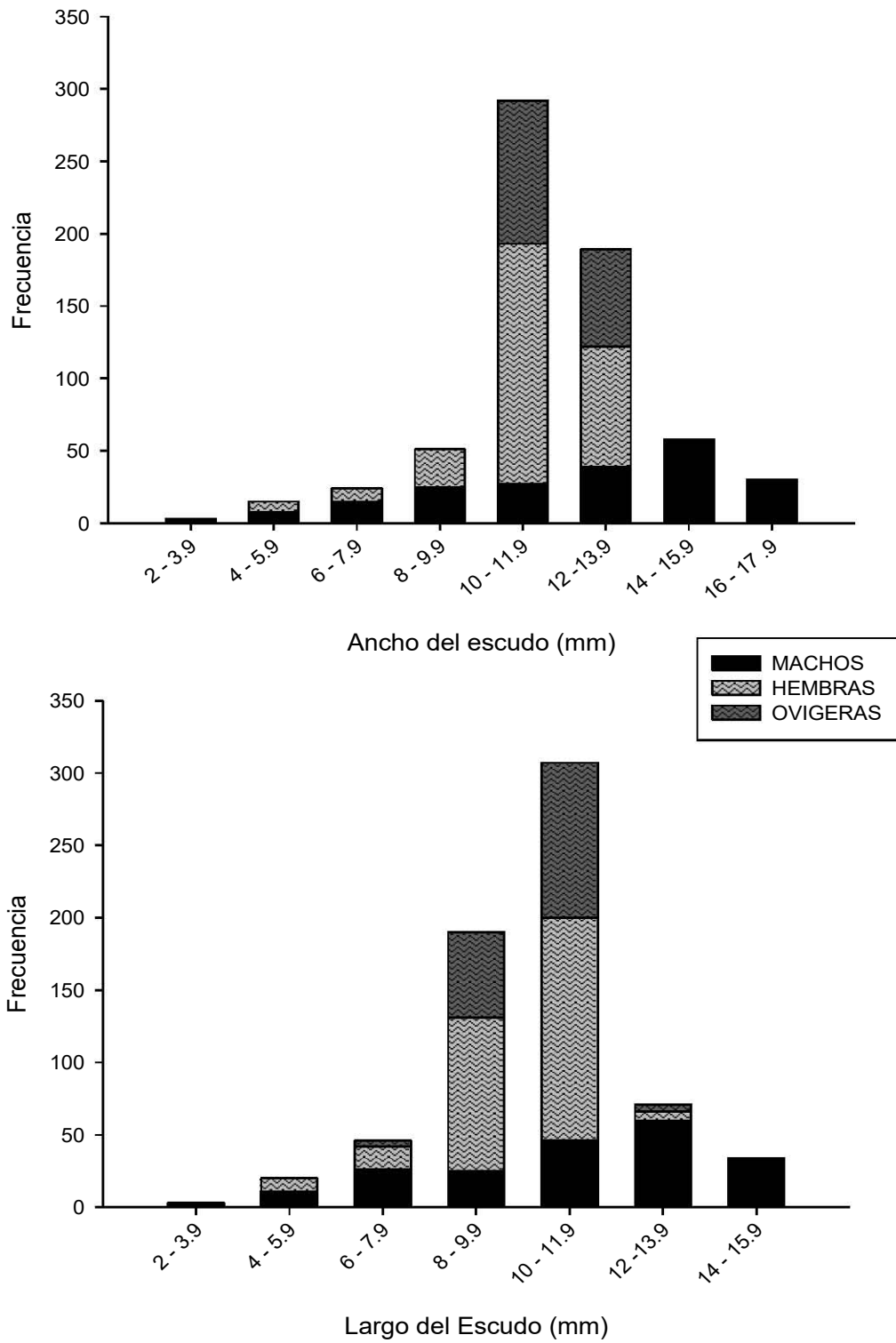


Fig. 7. Distribución de frecuencias por intervalo de tallas de AE (arriba) y LE (abajo) por sexo.

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Las regresiones realizadas con los datos de longitudes del total de los organismos, longitud – longitud y longitud – peso, fueron significativas ($p < 0.0001$); no obstante que en algunos casos se presentaron valores de coeficiente de determinación menores a 0.9 lo cual podría indicar que los datos no se ajustan totalmente al modelo pese a tener una significancia estadística.

S. pictus presentó asimetría en la relación de las longitudes del cefalotórax (AE–LE) del total de organismos, así como separados por sexo, machos y hembras (no ovígeras y ovígeras). Esto también se presenta en las especies de *Paguristes erythrops* (Biagi y Mantelatto, 2006) y *Loxopagurus loxochelis* (Mantelatto y Martinelli, 2001), por lo que podría ser un patrón que siguen las especies pertenecientes a la superfamilia Paguroidea.

Para las relaciones AE–LQM y LE–LQM se observó una alometría negativa en las hembras ovígeras, mientras que en las hembras no ovígeras se presentó una isometría y los machos presentaron alometría positiva. La relación LQM–LQU tuvo isometría, por otra parte, la regresión con las longitudes LQU–AQU arrojó una alometría negativa, con excepción de los machos quienes presentaron una isometría positiva (Tabla 2).

Para realizar la relación longitud–peso se utilizaron las hembras ovígeras de la campaña SOGOM 3 y se obtuvo una alometría negativa. En el caso de otros pagúridos pertenecientes a la familia Diogenidae, como *Paguristes erythrops* se ha presentado una alometría positiva, al analizar el total de organismos, entre el peso y el largo del escudo, (Biagi y Mantelatto, 2006). Sin embargo, se han reportado otros casos en que existen diferencias entre machos y hembras, como se puede observar en *L. loxochelis* donde los machos tienen una alometría positiva y las

hembras tienen una alometría negativa en las hembras (Mantelatto y Martinelli, 2001).

Tabla 2. Relaciones longitud – longitud y peso – longitud de *S. pictus* por sexo (LE: largo del escudo, AE: ancho del escudo, LQM: largo del quelípedo mayor, LQU: largo de la quela mayor, AQU: ancho de la quela mayor, P: peso en gramos; n: tamaño de la muestra, r², coeficiente de determinación.

Relación	Sexo	n	Función	Función	r ²	Alometría
			$y = ax^b$	$\text{Logy} = \text{loga} + \text{logb}(x)$		
AE – LE	M + H + Hov	496	LE = 0.9239AE ^{0.9844}	LE = -0.0344+0.9844(AE)	0.97	=
	M	204	LE = 0.9444AE ^{0.9736}	LE = -0.0248+0.9736(AE)	0.99	=
	H	117	LE = 0.798AE ^{1.056}	LE = -0.098+1.056(AE)	0.98	=
	Hov	175	LE = 0.7535AE ^{1.0651}	LE = -0.1229+1.0651(AE)	0.87	=
	Hov SOGOM	78	LE = 0.7653AE ^{1.0618}	LE = -0.1162+1.0618(AE)	0.86	=
LQM - LQU	M + H + Hov	456	LE = 0.4984AE ^{0.9701}	LE = -0.3024+0.9701(AE)	0.99	=
	M	190	LE = 0.4619AE ^{0.9736}	LE = -0.3355+0.9846(AE)	0.99	=
	H	104	LE = 0.4191AE ^{1.0192}	LE = -0.3777+1.0192(AE)	0.99	=
	Hov	162	LE = 0.537AE ^{0.9541}	LE = -0.27+0.9541(AE)	0.95	=
	Hov SOGOM	74	LE = 0.4806AE ^{0.9836}	LE = -0.3182+0.9836(AE)	0.97	=
LQU - AQU	M + H + Hov	456	LE = 1.3411AE ^{0.625}	LE = 0.1275+0.625(AE)	0.88	-
	M	190	LE = 1.2375AE ^{1.3363}	LE = 0.3288+1.3363(AE)	0.94	+
	H	104	LE = 0.9218AE ^{0.7528}	LE = -0.0354+0.7528(AE)	0.90	-
	Hov	162	LE = 0.9849AE ^{0.742}	LE = -0.0066+0.742(AE)	0.55	-
	Hov SOGOM	74	LE = 0.8086AE ^{0.8013}	LE = 0.8086+0.8013(AE)	0.58	-
AE - LQM	M + H + Hov	456	LE = 2.2286AE ^{1.28}	LE = 0.348+1.28(AE)	0.87	+
	M	190	LE = 2.1319AE ^{1.3363}	LE = 0.3288+1.3363(AE)	0.96	+
	H	104	LE = 4.0082AE ^{1.0185}	LE = 0.603+1.0185(AE)	0.92	=

	Hov	162	$LE = 6.4003AE^{0.807}$	$LE = 0.8062+0.807(AE)$	0.52	-
	Hov SOGOM	74	$LE = 6.4684AE^{0.8033}$	$LE = 0.8108+0.8033(AE)$	0.48	-
	M + H + Hov	456	$LE = 2.5684AE^{1.2838}$	$LE = 0.4096+1.2838(AE)$	0.86	+
LE - LQM	M	190	$LE = 2.3239AE^{1.3682}$	$LE = 0.3671+1.3682(AE)$	0.96	+
	H	104	$LE = 5.0512AE^{0.9589}$	$LE = 0.7034+0.9589(AE)$	0.93	=
	Hov	162	$LE = 8.1428AE^{0.7466}$	$LE = 0.9108+0.7466(AE)$	0.55	-
	Hov SOGOM	74	$LE = 7.3646AE^{0.7876}$	$LE = 0.8672+0.7876(AE)$	0.60	-
AE - P	Hov SOGOM	78	$LE = 0.0384AE^{2.2196}$	$LE = 1.4159+2.2196(AE)$	0.64	-
LE - P	Hov SOGOM	78	$LE = 0.0947AE^{1.9414}$	$LE = 1.0235+1.9414(AE)$	0.65	-

La comparación de los valores de *b* de los diferentes grupos muestra diferencias significativas ($P < 0.05$) en las relaciones longitud – longitud entre los machos y hembras. Las relaciones donde se presentó un número mayor de diferencias significativas fueron las que involucraban el largo del quelípedo mayor y el ancho y largo del escudo. No se encontraron diferencias entre las hembras ovígeras de COBERPES y SOGOM 3 (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de regresiones de las relaciones longitud – longitud de *S. pictus* por sexo (LE: largo del escudo, AE: ancho del escudo, LQM: largo del quelípedo mayor, LQU: largo de la quela mayor, AQU: ancho de la quela mayor).

Relación	Sexo	Valor de P
AE - LE	M - H	2.95×10^{-6}
	M - Hov	0.02377
	M - Hov SOGOM	0.132
	H - Hov	0.52838
	H - Hov SOGOM	0.77632
	Hov - Hov SOGOM	0.89842
LQM - LQU	M - H	0.00039994
	M - Hov	0.68966
	M - Hov SOGOM	0.34476
	H - Hov	0.022034
	H - Hov SOGOM	0.43472
	Hov - Hov SOGOM	0.35882
LQU - AQU	M - H	2.70×10^{-9}
	M - Hov	0.0054968
	M - Hov SOGOM	0.024523
	H - Hov	0.21666
	H - Hov SOGOM	0.84102
	Hov - Hov SOGOM	0.55264
AE - LQM	M - H	1.34×10^{-17}

	M - Hov	3.29×10^{-15}
	M - Hov SOGOM	6.01×10^{-6}
	H - Hov	0.0041398
	H - Hov SOGOM	0.068147
	Hov - Hov SOGOM	0.89418
	M - H	1.04×10^{-25}
	M - Hov	3.54×10^{-21}
LE - LQM	M - Hov SOGOM	3.87×10^{-8}
	H - Hov	0.0032293
	H - Hov SOGOM	0.11354
	Hov - Hov SOGOM	0.59374

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD

El análisis de las tallas totales muestra que durante verano se presentaron diferencias significativas en la talla del ancho del escudo de los organismos en los diferentes estratos de profundidad (prueba de Kruskal-Wallis, $H = 8.18$, $p = 0.0422$). De acuerdo con los resultados de la prueba de Dunn el estrato de 600–699 m presentó diferencias significativas con los intervalos de 300–399 y 500–599 m. De igual forma durante primavera se presentaron diferencias significativas ($H = 18.33$, $p = 0.0003$), las diferencias fueron en la profundidad de 400 – 499 m con los estratos de 600 – 699 y 800 – 899 m, este último también presentó diferencias significativas con la profundidad de 500 – 599 m. Para la época de otoño no se registraron diferencias de talla en las diferentes profundidades ($H = 4.781$, $p = 0.1885$) (Fig. 4).

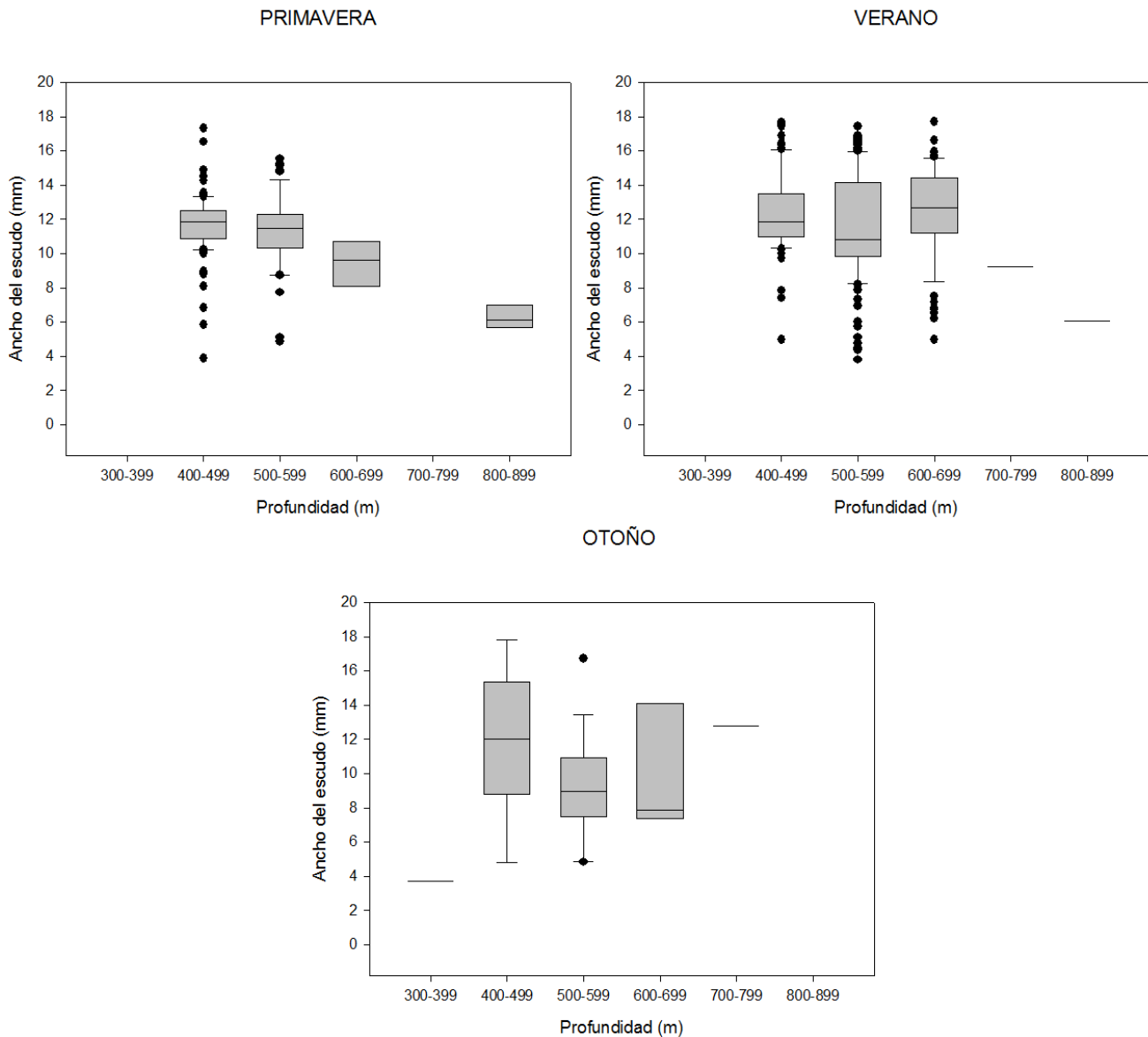


Fig.8. Diagrama de caja y bigote de la distribución de la talla de ancho del escudo por estrato de profundidad del total de organismos para cada temporada. La caja representa el recorrido intercuartílico, la línea central señala la mediana de los datos, y los bigotes los valores máximos y mínimos. Los puntos que se encuentran fuera de los bigotes representan datos anómalos.

HEMBRAS

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis las hembras no ovígeras de primavera ($H = 2.604$, $p = 0.1066$) y de otoño ($H = 2.689$, $p = 0.1011$) no presentaron diferencias significativas en la talla del ancho de escudo en los diferentes estratos donde se recolectó *S. pictus*. Sin embargo,

durante verano se presentaron diferencias entre los diferentes estratos (H = 21.29, p = 0.00009). La prueba post-hoc arrojó que las diferencias se encontraban entre el estrato de 400–499 m y los de 300–399 y 500–599 m. Este último también presentó diferencias significativas con la profundidad de 600–699 m (Fig. 9).

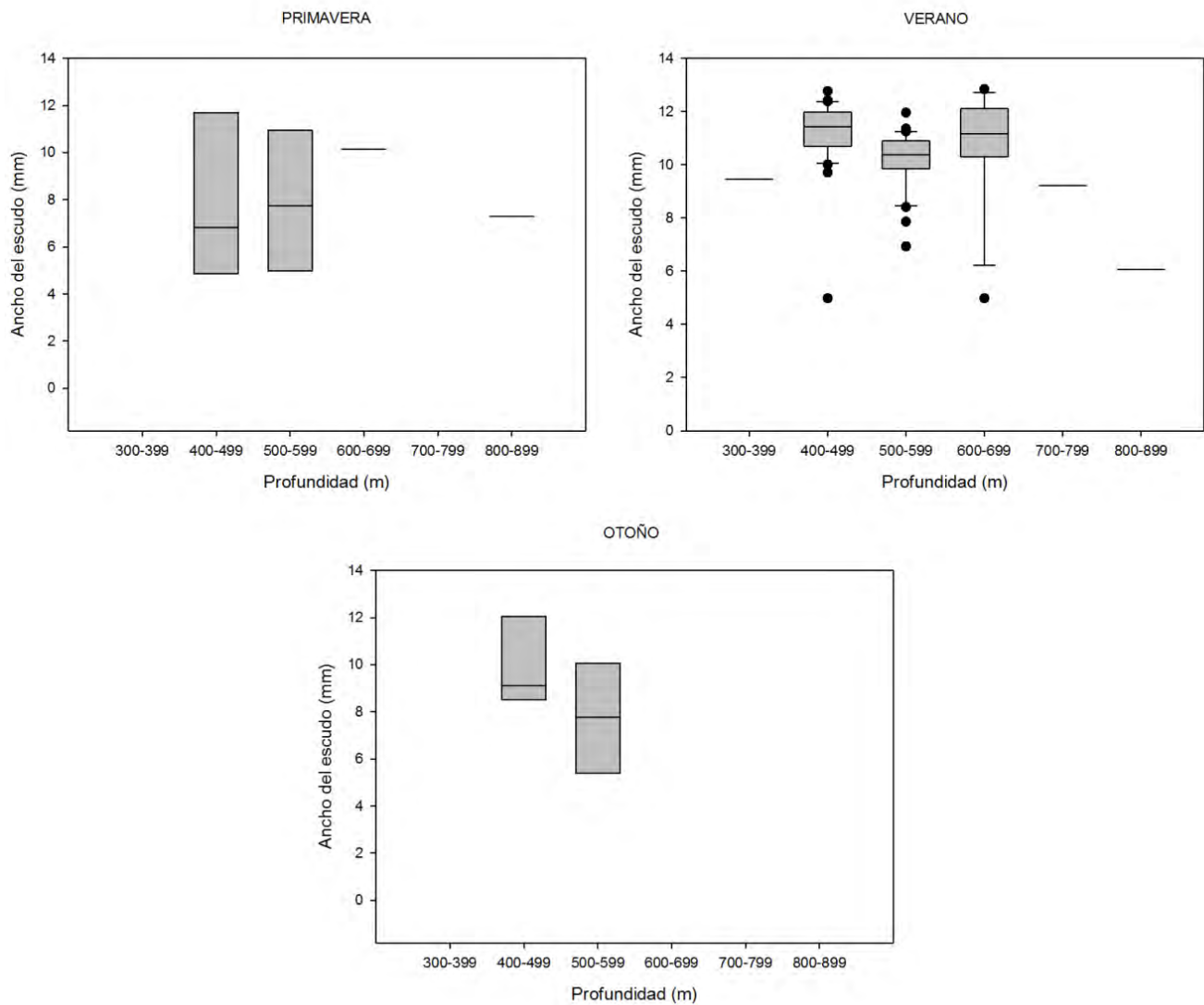


Fig.9. Diagrama de caja y bigote de la distribución de la talla de ancho del escudo por estrato de profundidad del total de las hembras no ovígeras. La caja representa el recorrido intercuartílico, la línea central señala la mediana de los datos, y los bigotes los valores máximos y mínimos. Los puntos que se encuentran fuera de los bigotes representan datos anómalos.

HEMBRAS OVÍGERAS

Las hembras ovígeras únicamente se distribuyeron en los estratos de 400-499 y 500-599 m. Solo se pudo aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para los períodos de primavera (H = 0.4462, p = 0.8001) y verano (H = 2.604, p = 0.1066) la cual demostró que no existen diferencias la talla en los estratos analizados. En otoño no se realizó la prueba ya que solo se presentó un organismo por cada estrato (Fig. 10).

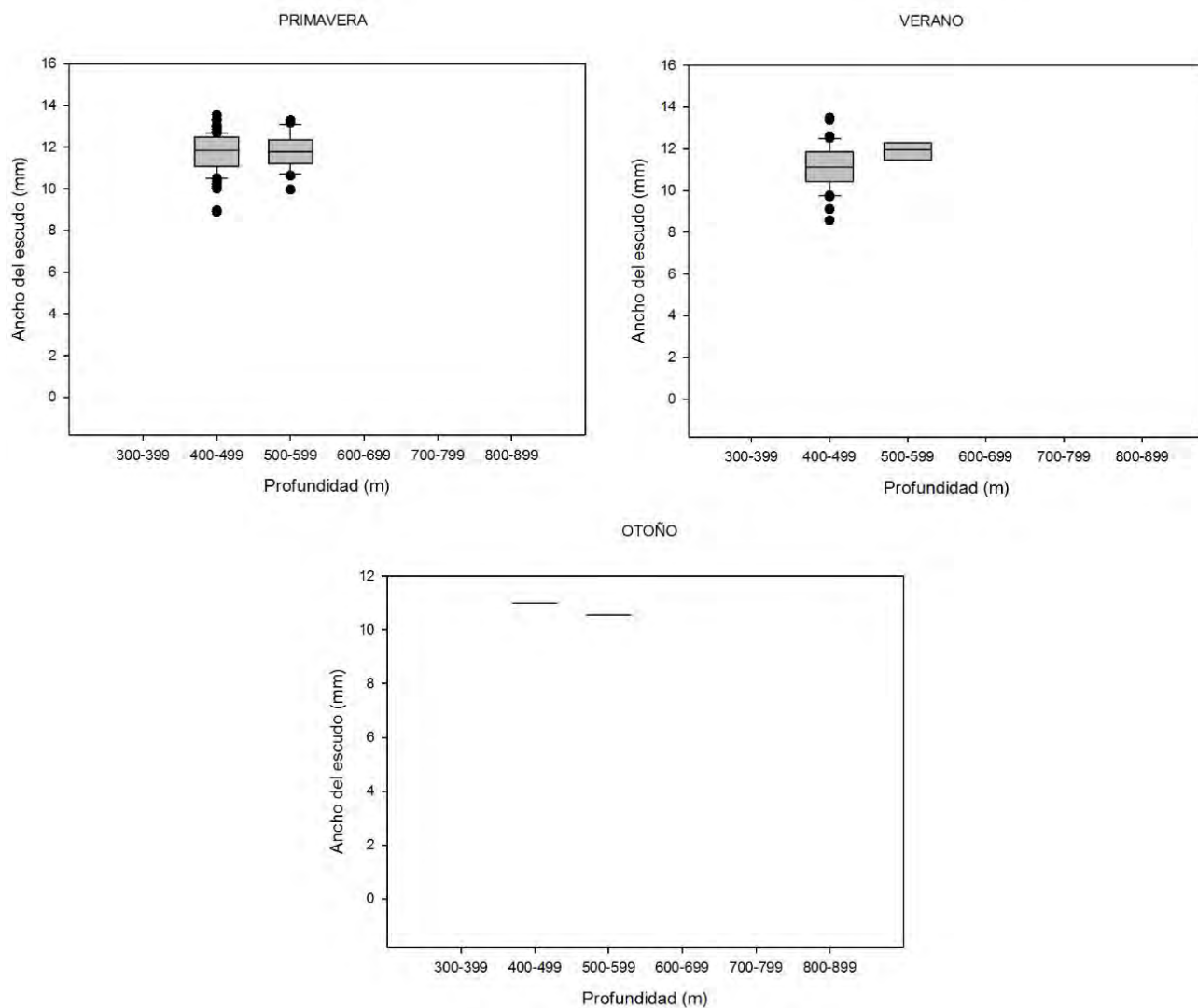


Fig.10. Diagrama de caja y bigote de la distribución de la talla de ancho del escudo por estrato de profundidad de las hembras ovígeras para cada temporada. La caja representa el recorrido intercuartílico, la línea central señala la mediana de los datos, y los bigotes los valores máximos y mínimos. Los puntos que se encuentran fuera de los bigotes representan datos anómalos.

MACHOS

Durante verano los machos presentaron diferencias significativas del ancho del escudo entre los diferentes estratos de profundidad ($H = 15.63$, $p = 0.0004$). El estrato de 400 – 499 m mostró diferencias con los estratos de 500 – 599 y 600 – 699 m. Cabe señalar que en este período únicamente se encontraron organismos en los tres estratos mencionados. De manera similar, para primavera se presentaron diferencias significativas ($H = 9.166$, $p = 0.0102$) en los diferentes estratos, éstas se observaron entre el estrato más profundo que fue de 800 – 899 m con los de 400 – 499 y 500 – 599. Finalmente, en otoño, al igual que el caso de las hembras y los otros períodos, no hubo diferencias significativas en la talla de machos entre estratos de profundidad ($H = 3.552$, $p = 0.3138$) (Fig. 11).

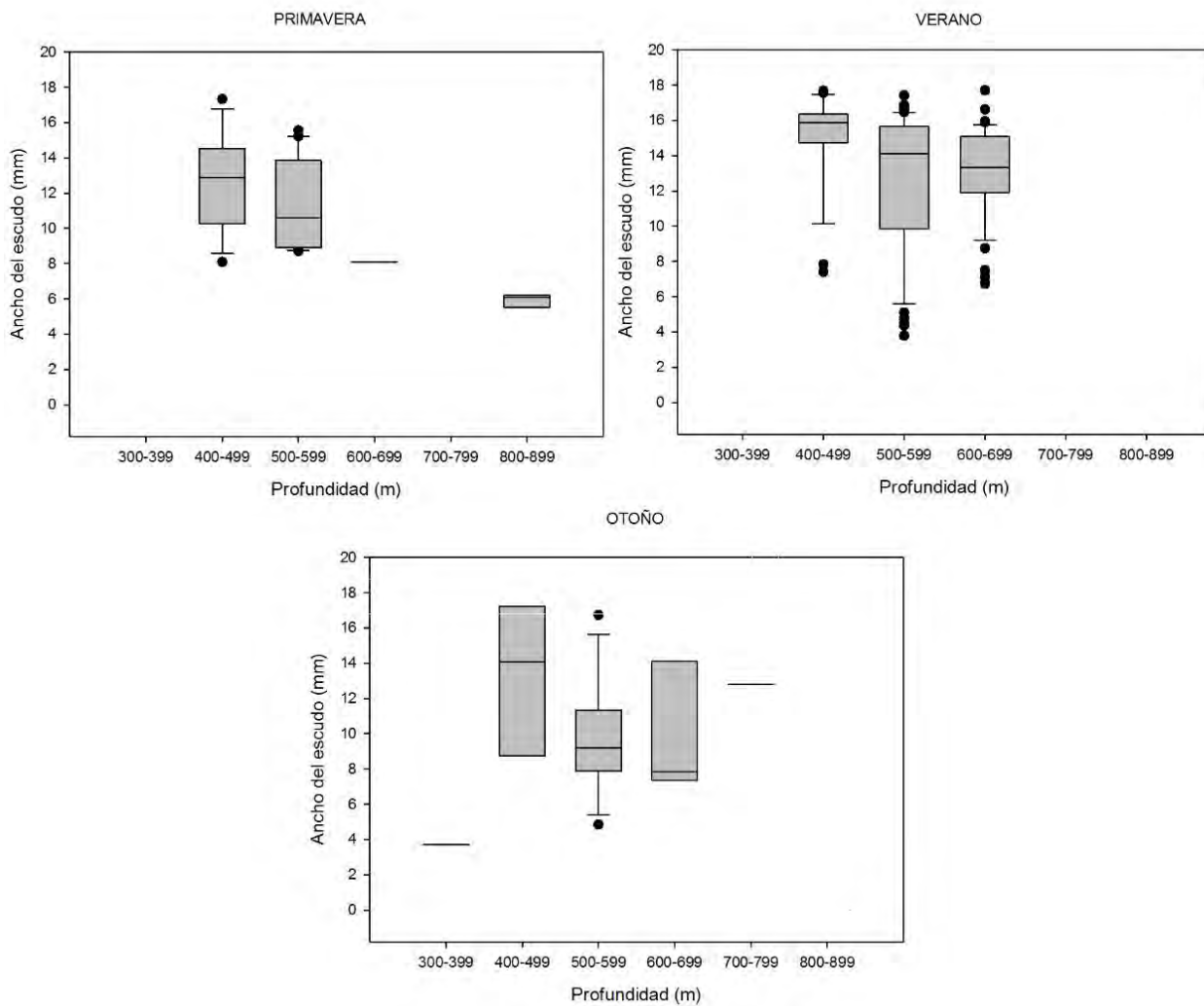


Fig.11 Diagrama de caja y bigote de la distribución de la talla de ancho del escudo por estrato de profundidad de los machos para cada temporada. La caja representa el recorrido intercuartílico, la línea central señala la mediana de los datos, y los bigotes los valores máximos y mínimos. Los puntos que se encuentran fuera de los bigotes representan datos anómalos.

PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual de *S. pictus* no difirió significativamente de 1:1 de acuerdo con la prueba de χ^2 en las campañas de verano (COBERPES 1, 4 y 6), mientras que en la primavera se observó una mayor proporción de hembras. Esta relación fue mayor en COBERPES 5 donde se presentaron 3.3 hembras por macho (Tabla 3). La proporción sexual general de las campañas no corresponde a una tasa 1:1 lo cual difiere de lo reportado

para *Sympagurus dimorphus* en el suroeste del océano Atlántico (Schejter y Mantelatto, 2015).

Tabla 3. Numero de organismos por campaña y resultados de la prueba de χ^2 para la proporción sexual.

	Machos	Hembras	Ovígeras	Total	Proporción ♂:♀	χ^2 $\alpha = 0.05$ Tab = 3.84
COBERPES 1	117	90	40	247	1:1.1	0.684
COBERPES 2011	-	1		1	-	-
COBERPES 3	23	8	2	33	1:2.3	5.121
COBERPES 4	14	4	5	23	1:0.4	1.087
COBERPES 5	41	12	126	179	1:3.3	52.564
COBERPES 6	9	2	2	13	1:0.4	1.923
TOTAL	204	117	175	496	1:1.4	15.6129

TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL Y FECUNDIDAD

S. pictus presentó una talla mínima de madurez sexual de 8.5 mm del ancho del escudo, con un promedio de 11.7 mm (Fig. 12). Para otras especies de pagúridos se han reportado tallas de reproducción menores a las de *S. pictus* como es el caso de *Pagurus exilis* que presenta una talla de ancho de escudo de 3.7 mm en Brasil y 3.9 mm en Argentina (Terossi

et al., 2010) y de *S. dimorphus* que presenta una talla mínima de 6.1 mm (Schejter *et al.*, 2017).

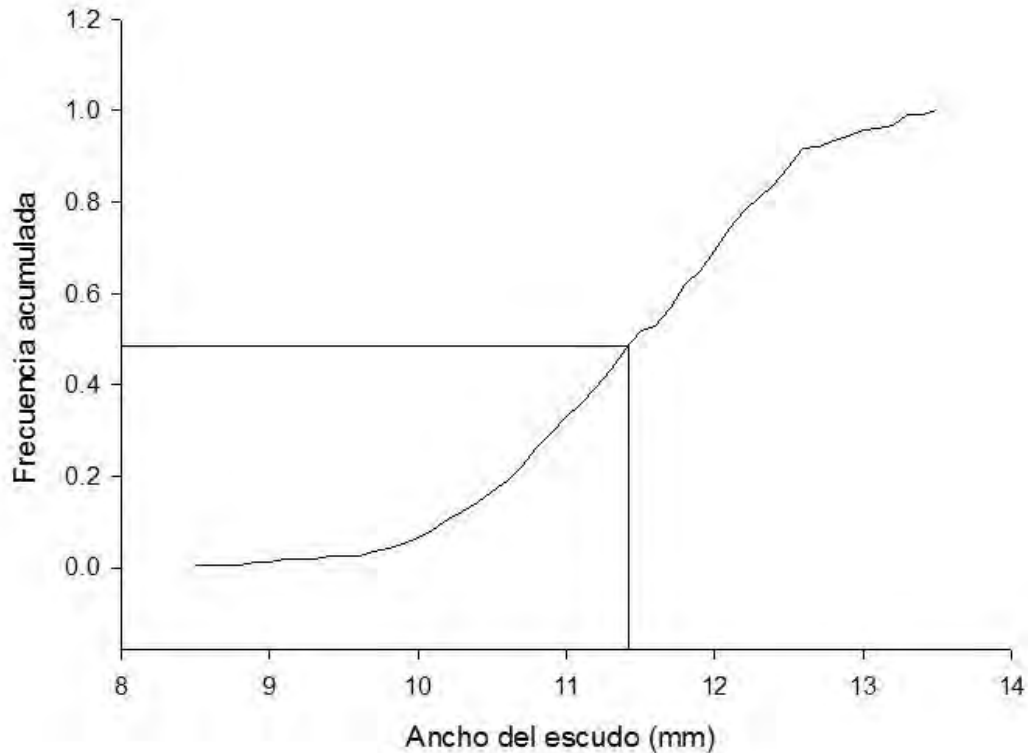


Fig. 12 Frecuencia acumulada de las tallas del ancho del escudo (mm), las líneas indican el punto donde se encuentra el 50% de los datos.

De las masas de huevos contabilizados el 84% se encontraron en un estadio inicial, 13.9% en el estadio intermedio y únicamente el 2.1% en el estadio final. Las que se encontraron en estadio final donde la zoea ya era visible no fueron analizadas, debido a que durante los estadios finales del desarrollo se presenta una pérdida mayor de huevos por lo que los resultados se verían sesgados si se utilizan para el análisis de fecundidad (Schejter *et al.*, 2017), debido a esto de las 175 muestras de huevos únicamente se contabilizaron los huevos de 144. De este total, 113 pertenecen a la época de primavera (COBERPES 5). Se obtuvo un intervalo de 214 – 3,730 huevos con una media de 1,603 huevos.

Las 78 hembras ovígeras recolectadas en SOGOM 3 presentaron un intervalo de 391 – 4,630 huevos, con un promedio de 2,320; y al igual que en las campañas COBERPES los huevecillos que se encontraban en un estadio final (2.6%) no fueron contabilizados. La mayoría de los organismos se encontraron en un estadio inicial (66.7%) y en el estadio intermedio el 30.7 %.

Estos resultados son similares a los obtenidos para las hembras ovígeras de *P. exilis* en dos poblaciones en el Océano Atlántico. La primera fue en Brasil donde reportaron una fecundidad de 317 a 2885 huevos y la segunda en Argentina con un intervalo de 114 a 2665 huevos, aunque las tallas del ancho del escudo presentadas por esta especie son menores a las de *S. pictus* (Terossi *et al.*, 2010); esto también se observa en *S. dimorphus* que presentan un intervalo de 831 – 2246 huevos, aunque su talla mínima es menor a la de *S. pictus* el número de huevos que las hembras presentan es mayor (Schejter *et al.*, 2017).

Se encontraron hembras ovígeras durante todos los períodos lo que sugiere que estos organismos presentan una reproducción continua a lo largo del año. Este comportamiento ha sido reportado anteriormente para otros pagúridos como *Pagurus brevidactylus* y *Paguristes tortugae*, el cual es un patrón observado en diferentes especies que habitan en áreas tropicales y subtropicales (Lima *et al.*, 2014)

Un estudio sobre *S. dimorphus* indica que se presenta más de un desove por temporada y más de un desove por hembra (Schejter *et al.*, 2017). El que se presenten desoves múltiples podría tener como consecuencia una disminución de la capacidad de las hembras para producir huevos, esto quiere decir que en los desoves posteriores al primero el número de huevos sería menor.

La regresión lineal del número de huevos vs la talla (AE) mostró un coeficiente de correlación bajo ($r^2 = 0.0677$), no obstante que, los datos presentaron una relación lineal significativa ($p < 0.05$), pero con una alta dispersión lo que explica el valor de coeficiente de determinación bajo (Fig. 13).

Asimismo, se probaron otros modelos con el fin de analizar cual presentaba un mejor ajuste de los datos; sin embargo, los resultados fueron similares con regresiones de tipo exponencial ($r^2 = 0.06646$), potencial ($r^2 = 0.0703$) y polinómica de segundo grado ($r^2 = 0.0871$)

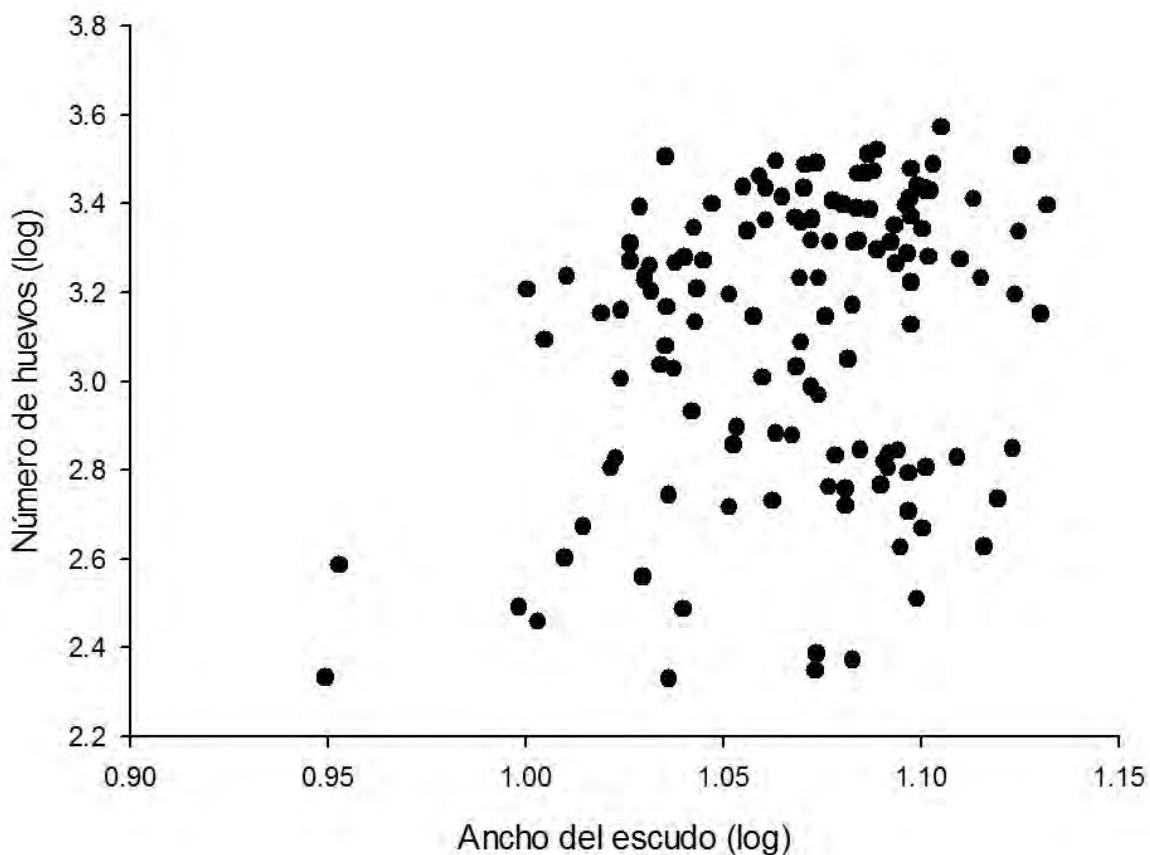


Fig. 13 Diagrama de dispersión de la relación entre el número de huevos y el ancho del escudo con los datos transformados en logaritmos de las hembras ovígeras de COBERPES.

De igual manera se realizó una regresión lineal entre el número de huevos y el peso de las hembras ovígeras, pero esta vez solo utilizando a

los organismos de la campaña COBERPES 5 que en su mayoría correspondían a una misma estación de muestreo. No obstante, al igual que con la talla el coeficiente de correlación fue bajo ($r^2 = 0.0155$) y se observa una mayor dispersión de los datos (Fig. 14).

También se utilizaron otros modelos, exponencial ($r^2 = 0.0336$), potencial ($r^2 = 0.0214$) y polinómica de segundo grado ($r^2 = 0.0239$), con los cuales también se presentó una correlación baja entre las variables.

Estos resultados difieren de lo reportado para otras especies de cangrejos ermitaños, como es el caso de *P. exilis* (Terossi *et al.*, 2010) y *Coenobita scaevola*, que presentan un incremento claro en el número de huevos cuando la talla del largo del escudo de las hembras es mayor y aunque existe una variación en el número de huevos entre organismos de la misma clase de edad esta variación es pequeña. La fecundidad de esta especie también está relacionada con el tamaño de las conchas que los individuos ocupan ya que un mayor volumen interno les permite cargar con más huevos (Sallam, 2012).

En el caso de *S. pictus* la fecundidad podría no tener una relación directa con el tamaño del refugio empleado; aunque los organismos de esta especie en etapas tempranas ocupan conchas de gasterópodo posteriormente el refugio es ampliado por la asociación simbiótica con la anémona *A. obvolva* formando una pseudoconcha (Daly *et al.*, 2004) por lo que el organismo no necesita cambiar de refugio; de tal forma que las hembras poseen una pseudoconcha de acuerdo con su tamaño y su capacidad de cargar huevos no se ve reducida por falta de espacio para almacenarlos.

Schejter *et al.* (2017) hace énfasis en que la pseudoconcha es construida a la medida de cada organismo tomando como referencia el tamaño del quelípedo mayor. Esto podría indicar que la concha de

gasterópodo que fue el refugio inicial del pagúrido no tiene ninguna influencia en el tamaño de los organismos ni en el volumen al interior de la cámara donde las hembras ovígeras alojan los huevos.

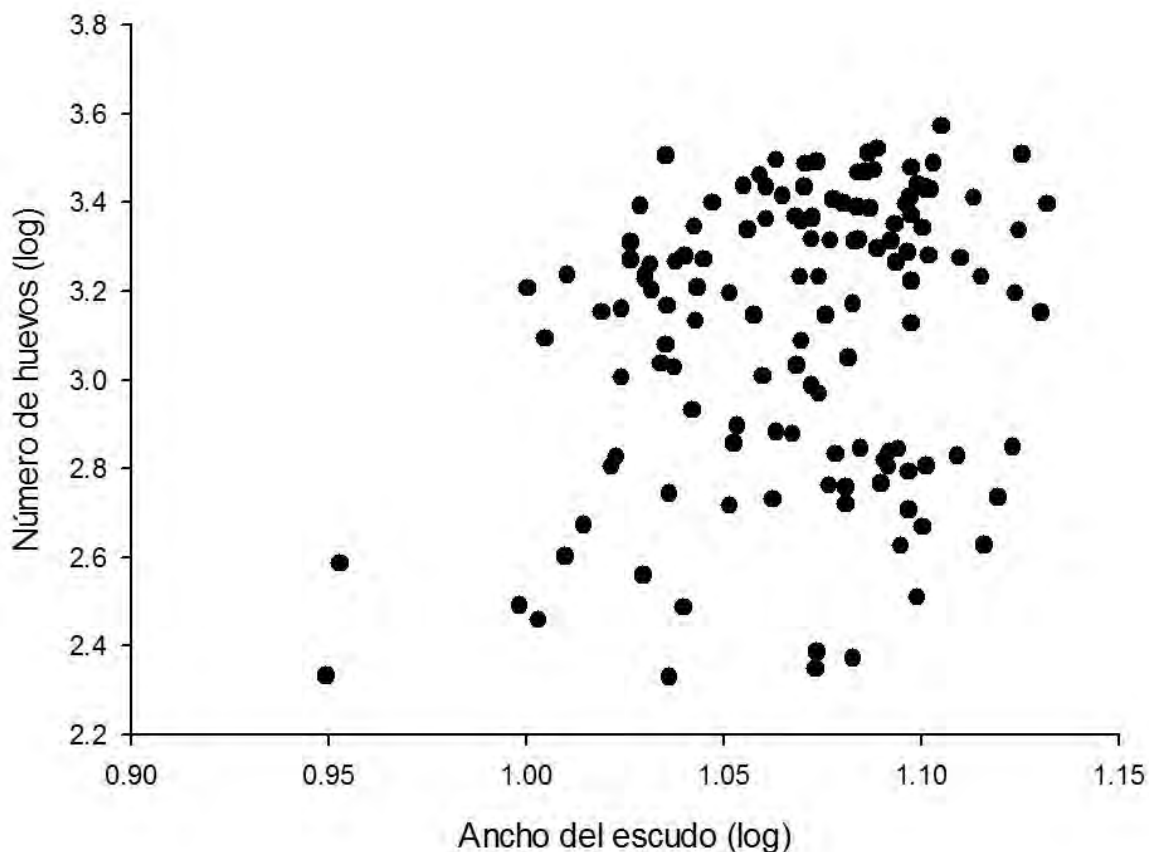


Fig. 14 Diagrama de dispersión de la relación entre el número de huevos y el ancho del escudo con los datos transformados en logaritmos de las hembras ovígeras de SOGOM 3.

La fecundidad relacionada con el factor de condición también presentó una alta dispersión; no obstante, se aprecia una tendencia de aumento de la fecundidad conforme aumenta dicho factor. Dado que el factor de condición puede ser un indicador del bienestar de las especies (Le Cren, 1958), la alta dispersión de los datos podría ser explicada debido a que únicamente se analizaron hembras ovígeras durante una época

reproductiva y estas podrían presentar un factor de condición bajo después de un desove debido a que invierten energía en prepararse para el siguiente desove (Pinheiro y Taddei, 2005). Esto aunado a que podrían presentar más de un desove por hembra lo cual puede ocasionar que organismos de la misma talla presenten un distinto factor de condición y diferente capacidad de producir huevos (Fig. 15). Sin embargo, el factor de condición no puede ser explicado únicamente por factores endógenos, sino que se tienen que tomar en cuenta las condiciones ambientales a las que los organismos están expuestos, lo que hace que existan variaciones entre sexos, épocas y diferentes poblaciones (Pinheiro y Fiscarelli, 2009). La falta de información sobre la biología de *S. pictus* dificulta el poder explicar con precisión la variación en el factor de condición que presentan.

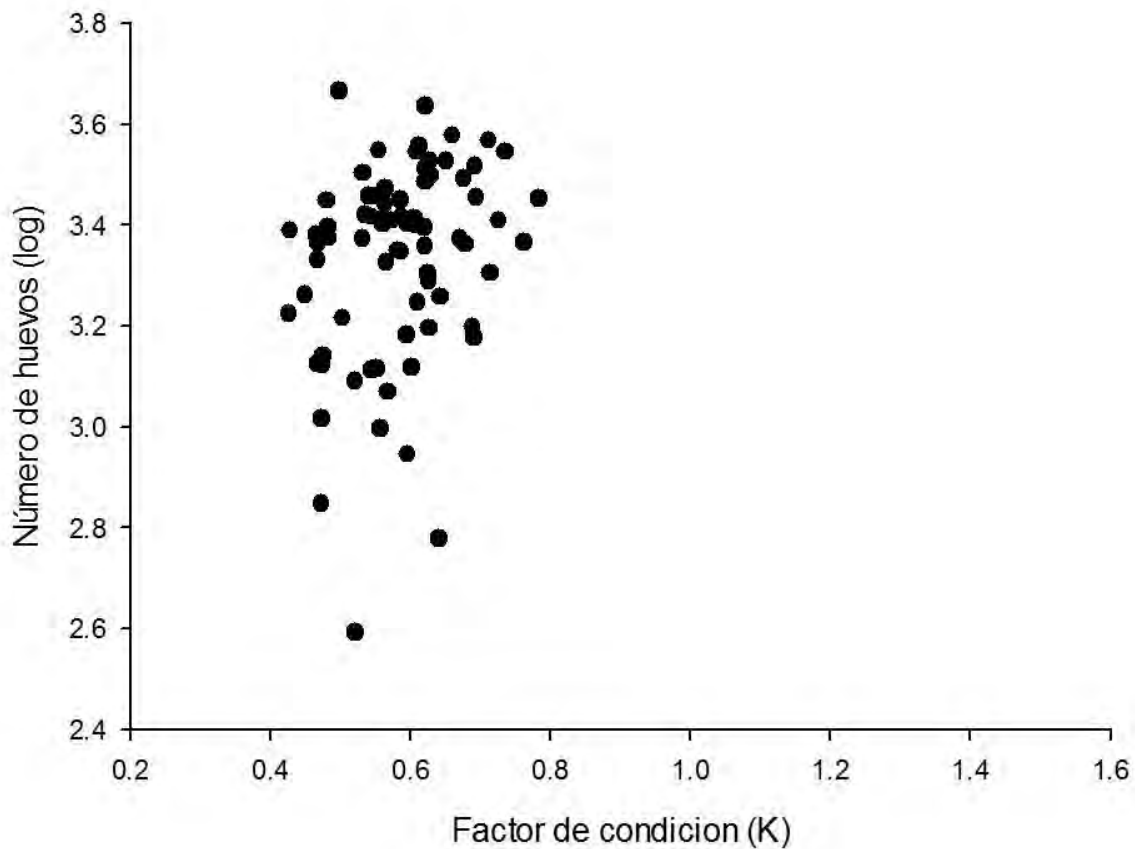


Fig. 15 Diagrama de dispersión de la relación entre el número de huevos y el factor de condición (K) de las hembras ovígeras de SOGOM 3.

RELACIÓN DE LA ABUNDANCIA CON LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Durante el estudio se presentó una salinidad de 34.9 – 35.6 UPS, los valores mayores se presentaron cerca de los 300 m de profundidad disminuyendo conforme la profundidad aumentaba. Por otra parte, la temperatura presentó una mayor variación, en verano la temperatura oscilo entre los 5.7 °C y 13.8 en un intervalo de profundidad de 313 – 813 m, en primavera se presentaron valores de 6 a 9.7 °C a una profundidad de 422 – 811 m, mientras que en otoño donde el intervalo de profundidad fue de 319 – 797 m se presentaron temperaturas de 5.9 a 11 °C.

Las regresiones entre la abundancia de los organismos y la temperatura presentaron coeficientes de correlación bajos para las tres temporadas, sin embargo, para verano se encontró que la relación es significativa ($r^2 = 0.241$, $p = 0.0109$) a diferencia de primavera ($r^2 = 0.0738$, $p = 0.393$) y otoño ($r^2 = 0.0002$, $p = 0.971$). El que únicamente se presentara una relación significativa en verano y no primavera y otoño podría deberse a la falta de información obtenida durante esas épocas lo cual no permite establecer si existe o no una relación entre la temperatura y la abundancia de los organismos.

Pese a los resultados obtenidos con las regresiones, es posible observar que *S. pictus* presenta la mayor abundancia entre 7 y 10 °C que son las temperaturas registradas en un intervalo de profundidad de 400 a 600 m. Este intervalo es donde se observó la mayor presencia de organismos y las tallas más grandes de los organismos.

CONCLUSIONES

- *S. pictus* se reporta en el talud continental del sur del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Quintana Roo.
- Las mayores abundancias y densidades se presentaron durante verano.
- El intervalo de distribución batimétrica fue de 313 a 813 m de profundidad, con mayor frecuencia de organismos en los estratos de 400-499 m y 600-699 m.
- Los estratos menores a 400 m y superiores a 700 m presentaron las abundancias más bajas.
- Las hembras ovígeras únicamente se registraron en profundidades de 400 a 599 m.
- El intervalo de tallas de AE y LE fueron de 3.6 – 17.8 y 3.1 - 15.7 mm, respectivamente. Los machos presentaron las tallas máximas.
- *S. pictus* presenta isometría en la talla del ancho y largo del cefalotórax y en el largo del quelípodo mayor y el ancho de la quela.
- La talla mínima y máxima del ancho del escudo se presentó en verano en el estrato de 500 – 599 m.
- Durante la época de verano se presenta una proporción sexual 1:1, mientras que en primavera predominan las hembras sobre los machos.
- Se presenta una reproducción continua a lo largo del año con un máximo en primavera.

- La talla mínima de madurez sexual fue de 8.5 mm.
- La fecundidad de *S. pictus* varió entre 214 a 4,630 huevos.
- Existe una relación entre la fecundidad con la talla y el peso de los organismos

BIBLIOGRAFÍA

- Ammons, A. W. y M. Daly. 2008. Distribution, habitat use and ecology of deepwater anemones (Actiniaria) in the Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 55(24): 2657-2666.
- Argüelles, T. A., F. Álvarez y G. Alcaraz. 2009. Shell architecture and its relation to Shell occupation by the hermit crab *Clibanarius antillensis* under varying conditions of wave action. *Scientia Marina*, 73: 717-723.
- Bastida-Izaguirre, D., M. Ayón-Parente, J. Salgado-Barragán, C. M. Galván-Villa y E. Ríos-Jara. 2013. Nuevos registros de cangrejos ermitaños (Crustacea: Decapoda: Paguroidea) del Santuario Islas de Bahía Chamela, Jalisco, México: con comentarios sobre el uso de conchas vacías como hábitat. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(3), 782-791.
- Biagi, R., y F. L. M. Mantelatto. 2006. Relative growth and sexual maturity of the hermit crab *Paguristes erythrops* (Anomura, Diogenidae) from South Atlantic. *Hydrobiologia*, 559(1), 247-254.
- Booolootian, R. A., A.C. Giese, A. Farmanfarmanian y J. Tucker. 1959. Reproductive cycles of five west coast crabs. *Physiological Zoology*, 32(4): 213-220.
- Bowman, T. E. y L. G. Abele. 1982. Classification of the recent Crustacea. 1-27. En: Abele, L. G. (Ed.). *The biology of Crustacea: Systematics, the fossil record, and biogeography*, Vol. I. Academic, Nueva York. 319p.
- Campos, B. M., N. H. Campos y A. B. Tobón. 2012. Distribución de cangrejos ermitaños (Anomura: Paguroidea) en el mar Caribe colombiano. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 60(1): 233 - 252.

- Cardoso, I. y R. Lemaitre. 2012. First reports of deep-water hermit crabs *Parapagurus* Smith, 1879 (Decapoda, Parapaguridae) and coelenterate associates from the Mid-Atlantic ridge and south Atlantic. *Crustaceana*, 85(4-5): 591-600.
- Clayton, D. A. 1990. Crustacean allometric growth: a case for caution. *Crustaceana*, 58(3), 270-290.
- Daly, M., Ardelean, A., Cha, H. R., Campbell, A. C., y D. G. Fautin. 2004. A new species, *Adamsia obvolva* (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria), from the Gulf of Mexico, and a discussion of the taxonomy of carcinoecium-forming sea anemones. *Bulletin of Marine Science*, 74(2): 385-399.
- De Grave, S., N.D. Pentcheff, S.T. Ahyong, T.Y. Chan, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H.J.M. Fransen, L.Y.D. Goulding, R., Lemaitre, M.E.Y. Low, J.W. Martin, P.K.L. Ng, C.E. Schweitzer, S.H. Tan, D. Tshudy y R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 21:1-109.
- De Matos-Pita, S. S., y F. Ramil. 2015. Hermit crabs (Decapoda: Crustacea) from deep Mauritanian waters (NW Africa) with the description of a new species. *Zootaxa*, 3926(2):151-190.
- Felder, D. L., F. Álvarez, J. W. Goy y R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea, 1019-1104p. En Felder, D.L. y D.K. Camp (Ed.), Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Ferreira, S., R. Sousa, J. Delgado, D. Carvalho, y T. Chada. 2008. Weight-length relationships for demersal fish species caught off the Madeira archipelago (eastern-central Atlantic). *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 93-95.

- Gracia, A., A. R Vázquez-Bader, E. Lozano-Alvarez y P. Briones-Fourzán. 2010. Deep-water shrimp (crustacea: penaeoidea) off the Yucatan Peninsula (Southern Gulf of Mexico): a potential fishing resource?. *Journal of Shellfish Research*, 29(1): 37-43.
- Hendrickx, M. E. y M. Ayon-Parente. 2009. Notes on distribution and ecology of *Parapagurus foraminosus* Lemaitre, 1999 (Crustacea: Decapoda: Parapaguridae) in the eastern Pacific. *Crustaceana*, 82 (10):1339-1344.
- Iannacone, J y L. Alvariño. 2005. Morfometría, proporción sexual y selectividad a conchillas de gasterópodos de tres especies simpátricas de cangrejos ermitaños *Pagurus* (Decapoda. Anomura, Paguridae) en la Bahía de Ancon, Lima, Peru. *Comunicaciones Breves*, 69 (1): 139-143.
- Le Cren, E. D. 1958. Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. *The Journal of Animal Ecology*, 27(2): 287-334.
- Lemaitre, R. 2004. A worldwide review of hermit crab species of the genus *Sympagurus* Smith, 1883 (Crustacea: Decapoda: Parapaguridae). En: Marshall B, Richer de Forges B, editors. Tropical deep-sea benthos, Vol. 23. Paris: **Museum d'Historie Naturelle**, 85-149p.
- Lemaitre, R. y M. Tavares. 2015. New taxonomic and distributional information on hermit crabs (Crustacea: Anomura: Paguroidea) from the Gulf of Mexico, Caribbean Sea, and Atlantic coast of South America. *Zootaxa*, 3994 (4):451-506.
- Lemaitre, R., A. R. Vázquez-Bader y A. Gracia. (2014). An unusual new species of paguroid (Crustacea, Anomura, Paguridae) from deep waters of the Gulf of Mexico. *ZooKeys*, 449: 57.
- Lima, D. J., V. J Cobo, M. A. D Aquino y A. Fransozo. 2014. The population structure of two sympatric hermit-crab species on a subtidal rocky

- shore of an island in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86:1769-1782.
- Mantelatto, F. L. M. y J. M. Martinelli. 2001. Relative growth and sexual dimorphism of the South Atlantic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from Ubatuba, Brazil. *Journal of Natural History*, 35(3), 429-437.
- Mantelatto, F. L., D. L. Espósito, M. Terossi, R. Biagi, y A. L. Meireles. 2011. Population features of the western Atlantic hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) in Brazil. *Atlântica* (Rio Grande), 29: 107-114.
- Mantelatto, F.L. y R.B. Garcia. 1999. Reproductive potential of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Crustacea, Anomura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 19(2): 286-275.
- Martínez- Campos, B., Campos, N. H y Bermúdez- Tobón, A. 2012. Distribución de cangrejos ermitaños (Anomura: Paguroidea) en el mar Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 60 (1): 233-252.
- McLaughlin, P. A. 1980. Comparative morphology of recent Crustacea. San Francisco: WH Freeman. 177p.
- McLaughlin, P. A. 2003. Illustrated keys to families and genera of the superfamily Paguroidea (Crustacea: Decapoda: Anomura), with diagnoses of genera of Paguridae. *Memoirs of Museum Victoria*, 60 (1): 111-144.
- McLaughlin, P.A., T. Komai, R. Lemaitre y D. L. Rahayu. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) - Part I -Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 23: 5-107.
- Merchán-Cepeda, A., N. Hernando-Campos, A. Franco y A. Bermúdez. 2009. Distribution and biological data on the hermit crabs

- (Decapoda: Anomura) of the Colombian Caribbean collected by the expedition INVEMAR-MACROFAUNA II. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 38 (1): 121-142.
- Monreal Gómez, M.A. y D.A. Salas-de-León. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México, en M.F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana, México, 183-199p.*
- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-de-León y A. Gracia-Gasca. 2004. Golfo de México circulación y productividad. *Ciencias*, 76: 24-33.
- Olguín, N., G. Guzmán y E. Quiroga. 2014. The family Parapaguridae (Anomura, Paguroidea) in Chile: New records from deep water hermit crabs. *Revista de biología marina y oceanografía*, 49(1): 71-79.
- Pinheiro, M. A. y A. G. Fiscarelli. 2009. Length-weight relationship and condition factor of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(2), 397-406.
- Pinheiro, M. A. y F. G. Taddei. 2005. Weight/carapace width relationship and condition factor in *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Trichodactylidae) in São José do Rio Preto, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4), 825-829.
- Sallam, W. S. 2012. Egg production and shell relationship of the land hermit crab *Coenobita scaevola* (Anomura: Coenobitidae) from Wadi El-Gemal, Red Sea, Egypt. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 65:133-138.
- Schejter, L. y F. L. Mantelatto. 2015. The hermit crab *Sympagurus dimorphus* (Anomura: Parapaguridae) at the edge of its range in the southwestern Atlantic Ocean: population and morphometry features. *Journal of Natural History*, 49 (33-34): 2055-2066.

- Schejter, L., M. A. Scelzo y F. L. Mantelatto. 2017. Reproductive features of the deep water hermit crab *Sympagurus dimorphus* (Anomura: Parapaguridae) inhabiting pseudoshells in the SW Atlantic Ocean. *Journal of Natural History*, 1-14.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1975. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales: manual. FAO. Documento Técnico de Pesca, 306 (2): 345-355.
- Teoh, H. W. y V. C. Chong. 2015. Allometric relationships and sexual dimorphism in three ubiquitous hermit crab species (Anomura, Diogenidae) from a tropical mangrove estuary. *Crustaceana*, 88(10-11): 1127-1138.
- Terossi, M., L. S. Torati, I. Miranda, M.A. Scelzo y F. L. Mantelatto. 2010. Comparative reproductive biology of two southwestern Atlantic populations of the hermit crab *Pagurus exilis* (Crustacea: Anomura: Paguridae). *Marine Ecology*, 31(4), 584-591.
- Tsang, L. M., T. Y Chan, S. T. Ahyong y K. H. Chu. 2011. Hermit to king, or hermit to all: multiple transitions to crab-like forms from hermit crab ancestors. *Systematic biology*, 60(5): 616-629.
- Williams, J.D., y J.J. McDermott. 2004. Hermit crab biocenoses: a worldwide review of the diversity and natural history of hermit crab associates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 305: 1-128.