

Revista Ciencias del Mar UAS

Julio - Septiembre 2024

Núm. 4 Vol.1



U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



E-ISSN (en trámite)



Artículo Científico

Biometría, proporción sexual y preferencia de conchas de *Clibanarius panamensis* (Decapoda: Anomura) en el sureste del Golfo de California, México

Biometry, sex ratio, and shell preference of *Clibanarius panamensis* (Decapoda: Anomura) in the southeastern Gulf of California, Mexico

1. Carlos Humberto Sepúlveda

id 0000-0003-4400-4559

Estancias Posdoctorales por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes, No. 250, Col. San Joachin, C.P. 81101 Guasave, Sinaloa, México.

4. Manuel García-Ulloa

id 0000-0001-5357-8891

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes, No. 250, Col. San Joachin, C.P. 81101 Guasave, Sinaloa, México.

2. Juan Antonio Hernández-Sepulveda

id 0000-0003-4749-3749

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes, No. 250, Col. San Joachin, C.P. 81101 Guasave, Sinaloa, México.

5. Andrés Martín Góngora-Gómez

id 0000-0001-8613-5480

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes, No. 250, Col. San Joachin, C.P. 81101 Guasave, Sinaloa, México. Autor de correspondencia: gogam69@hotmail.com

3. Hervey Rodríguez-González

id 0000-0002-6142-6473

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes, No. 250, Col. San Joachin, C.P. 81101 Guasave, Sinaloa, México.



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



Biometría, proporción sexual y preferencia de conchas de *Clibanarius panamensis* (Decapoda: Anomura) en el sureste del Golfo de California, México

Biometry, sex ratio, and shell preference of *Clibanarius panamensis* (Decapoda: Anomura) in the southeastern Gulf of California, Mexico

► RESUMEN

Los ermitaños son crustáceos que tienen el abdomen blando, por lo tanto, dependen de un refugio portátil —conchas de gasterópodos, principalmente— para protegerse de depredadores y reproducirse. En objetivo del estudio fue determinar la biometría, proporción sexual y preferencia de conchas de *Clibanarius panamensis*, en el sureste del Golfo de California, México. En total, se recolectaron 195 ermitaños *C. panamensis* ($n = 15/\text{mes}$) en la laguna Macapule, durante un ciclo anual (agosto 2014–agosto 2015). No se encontraron diferencias significativas en la longitud total ($t = -1.67, p = 0.06$) y del cefalotórax ($t = -1.58, p = 0.07$) de los ermitaños entre sexos. Las hembras fueron más pesadas (g) que los machos ($p < 0.05$). En promedio, la proporción sexual de machos y hembras fue de 1.03:1. El ermitaño prefirió las conchas de *Cerithium stercusmuscarum*. El presente trabajo constituye el primer reporte acerca de la preferencia de conchas de *C. panamensis* en el sureste del Golfo de California.

Palabras clave: ermitaño, selección de conchas, longitud, porcentaje sexual, laguna Macapule.



▶ ABSTRACT

Hermit are crustaceans with soft abdomens; therefore, they depend on portable shelter—mainly gastropod shells—to protect themselves from predators and reproduce. The objective of this study was to determine the biometry, sex ratio, and shell preference of the hermit *Clibanarius panamensis*, in the southeastern Gulf of California, Mexico. In total of 195 *C. panamensis* hermits ($n = 15/\text{month}$) were collected in the Macapule lagoon, Sinaloa, during an annual cycle (August 2014–August 2015). No significant differences were found in the total length ($t = -1.67, p = 0.06$) and cephalothorax ($t = -1.58, p = 0.07$) of hermits between sexes. Females were heavier (g) than males ($p < 0.05$). On average, the sex ratio of males to females was 1.03:1. The hermit preferred the shell of the *Cerithium stercusmuscarum*. The present work constitutes the first report on the shell preference of *C. panamensis* in the southeastern Gulf of California.

Keywords: hermit, shell selection, length, sexual percentage, Macapule lagoon.

▶ INTRODUCCIÓN

Los ermitaños son un grupo de crustáceos que tienen el abdomen blando, por lo que su subsistencia depende de un “refugio portátil” para protegerse de depredadores (Bastida-Izaguirre et al., 2013) y reproducirse (Argüelles et al., 2009). La relación entre los ermitaños y las conchas de los gasterópodos se conoce como “tanatocresis”, que se define como el aprovechamiento que realiza una especie de los restos de otra. Los ermitaños utilizan tubos de gusanos poliquetos o conchas vacías de gasterópodos como guarida temporal, mismas que evalúan minuciosamente antes de ocuparlas (Bulinski, 2007). La selección de dichas estructuras está en función de factores relacionados directamente no solo a la forma, tamaño, disponibilidad y/o volumen interno de la concha (Turra & Leite, 2001), sino también a condiciones ambientales como el oleaje (Argüelles et al., 2009), estrés por deshidratación (Hazlett, 1981), y al crecimiento, sexo y desarrollo gonadal de los



ermitaños (Miranda et al., 2006). Se ha observado que, en la zona intermareal, los ermitaños tienen costumbres gregarias, lo que facilita el cambio de refugios entre ellos (Barnes & Arnold, 2001).

El ermitaño *Clibanarius panamensis* (Stimpson, 1859) se distribuye geográficamente desde el Golfo de California, México, hasta Perú (Fischer et al., 1995). Se encuentra abundantemente en el sureste del Golfo de California (Hendrickx, 1993), en la zona intermareal de las islas San Ignacio, Talchichiltle y Altamura de la costa de Sinaloa (Arzola-González et al., 2010). La importancia ecológica de este crustáceo radica en su labor de consumir restos orgánicos que se depositan en el fondo marino (Campos-Martínez et al., 2011), además de formar parte de la cadena trófica y de ser utilizados como bioindicadores de contaminación (Sant'Anna et al., 2012).

Diversos reportes han mostrado que los ermitaños del género *Clibanarius* son eficaces en la selección y ocupación de conchas de una gran variedad de gasterópodos (Benvenuto & Gherardi, 2001; Sant'Anna et al., 2006; Caruso & Chemello, 2009; Argüelles-Ticó et al., 2010). Borjesson & Szelistowski (1990) estudiaron el patrón de selección y utilización de conchas por *C. panamensis* de una población en la zona estuarina del Golfo de Nicoya, Costa Rica, con relación a la presión ejercida por depredadores. Sin embargo, no existen trabajos disponibles acerca de la selectividad y/o preferencia de conchas de gasterópodos para esta especie en el sureste del Golfo de California. El objetivo de este estudio es proporcionar información acerca de la biometría, proporción sexual y preferencia por conchas de gasterópodos del ermitaño *C. panamensis*, en la laguna Macapule, Sinaloa, México.

► MATERIAL Y MÉTODOS

La recolecta de los ermitaños fue realizada en la zona intermareal del estero La Pitahaya (25°20'25.35" N, 109°00'108.40" O) localizado en la laguna Macapule del municipio de Guasave, Sinaloa, México. Los ejemplares ($n = 195$) fueron recolectados manualmente cada mes, desde agosto 2014 hasta agosto 2015, previa colocación de un transecto de 5 m



perpendicular a la playa en la zona intermareal. Los ermitaños se colocaron individualmente en frascos de vidrio con agua de mar y fueron transportados al laboratorio de Malacología del Departamento de Acuicultura (IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa) para su identificación.

En el laboratorio, los ermitaños fueron congelados ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 45 minutos y después, extraídos de la concha de los gasterópodos (Sant'Anna et al., 2006). Las conchas se identificaron con las claves taxonómicas para moluscos de Coan & Valentich-Scott (2012), mientras que para los ermitaños se utilizó la referencia taxonómica de Fischer et al. (1995). Posteriormente, se obtuvo la altura de la concha (AT, desde el canal sifonal hasta el ápice) con una regla vernier digital (Mitutuyo, CD-8" CS), se limpiaron con un cepillo y secaron en un horno (12 h a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$) antes de ser pesados en una balanza granataria (OHAUS, Scout Pro SP 2001). Cada ermitaño se midió para obtener la longitud total (LT) y del cefalotórax (LC), además de su peso corporal total (PCT). El sexo de cada ejemplar fue determinado mediante el uso de un microscopio estereoscópico observando la posición de los poros genitales (quinto y tercer pereiópodo para machos y hembras, respectivamente; Turra, 2004).

Se utilizó la prueba t de Student para evaluar las diferencias biométricas entre machos y hembras en cada muestreo. Las diferencias en las relaciones de sexos mensuales se analizaron mediante pruebas de Chi-cuadrada (χ^2) con la corrección de continuidad de Yates (Zar, 1996). La preferencia por conchas de gasterópodos del ermitaño *C. panamensis* fue evaluada con la prueba de Chi-cuadrada (χ^2) y el coeficiente de concordancia (Q) de Kendall. Para la obtención de la correlación (r) entre la altura de las conchas de gasterópodos y la longitud total-cefalotórax y peso corporal de los ermitaños (LT-AT, LC-AT, PCT-AT), los datos fueron transformados (Log). Debido a la mayor preferencia del ermitaño *C. panamensis* por la concha del gasterópodo *Cerithium stercusmuscarum* (Valenciennes, 1832), las correlaciones se realizaron con esta especie de caracol. Las pruebas se realizaron a un nivel de significancia de 95 %.

▶ RESULTADOS

En total, se recolectaron 195 ermitaños *C. panamensis* durante el periodo de estudio, donde 99 fueron machos (LT = 15.86 ± 3.60 mm) y 97 hembras (LT = 16.74 ± 3.65 mm). La LT y LC de los ermitaños no mostraron diferencias significativas ($t = -1.67, p = 0.06$ y $t = -1.58, p = 0.07$, respectivamente) entre sexos. Las hembras fueron más pesadas (PCT) que los machos ($t = -1.55, p = 0.04$) (Tabla I).

Tabla I. Parámetros biométricos (longitud total, LT; longitud del cefalotórax, LC; peso corporal total, PCT) del ermitaño *C. panamensis* en el estero La Pitahaya (sureste del Golfo de California).

<i>C. panamensis</i>	LT (mm)	LC (mm)	PCT (g)
Machos			
Promedio	15.86	7.79	0.16
DE	3.60	2.16	0.10
Mínimo	7.19	3.56	0.05
Máximo	27.73	15.27	0.60
Hembras			
Promedio	16.74	8.63	0.19
DE	3.65	2.37	0.11
Mínimo	9.00	5.67	0.10
Máximo	24.83	15.30	0.60
<i>t</i>	-1.67	-1.58	-1.55
<i>p</i>	0.06	0.07	0.04*

DE = desviación estándar; *t* = valor de *t*-Student; *p* = valor de Pearson ($\alpha = 0.05$). Valores de *p* con asterisco significan que presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el parámetro biométrico y el sexo de los ermitaños.

El valor más bajo de la proporción sexual (macho:hembra) del ermitaño *C. panamensis* se presentó en marzo (0.50:1), mientras que el más alto en mayo (2:1). En promedio, la relación sexual de machos y hembras fue de 1.03:1 (Tabla II).

Tabla II. Proporción sexual del ermitaño *C. panamensis* en el estero La Pitahaya (sureste del Golfo de California).

Meses	M (%)	H (%)	χ^2	Proporción M:H
Ago 14	53.33	46.67	SD	1.14:1
Sep 14	46.67	53.33	SD	0.88:1
Oct 14	60.00	40.00	*	1.50:1
Nov 14	40.00	60.00	*	0.67:1
Dic 14	53.33	46.67	SD	1.14:1
Ene 15	46.67	53.33	SD	0.88:1
Feb 15	60.00	40.00	*	1.50:1
Mar 15	33.33	66.67	*	0.50:1
Abr 15	53.33	46.67	SD	1.14:1
May 15	66.67	33.33	*	2.00:1
Jun 15	40.00	60.00	*	0.67:1
Jul 15	53.33	46.67	SD	1.14:1
Ago 15	46.67	53.33	SD	0.88:1
Total	50.77	49.23	SD	1.03:1

M = machos; H = hembras; χ^2 = valor de Chi-cuadrada; SD = Sin diferencia en la proporción sexual ($p > 0.05$). El asterisco indica diferencias significativas en la proporción sexual ($p < 0.05$)

Los ejemplares de *C. panamensis* ocuparon las conchas de gasterópodos de las siguientes especies: *C. stercusmuscarum* (89.23 %), *Nassarius gallegosi* (3.07 %), *Eupleura muriciformis* (3.07 %), *Cerithidea sp* (2.05 %) y *Neritina sp* (2.56 %). El ermitaño *C. panamensis* de ambos sexos mostró mayor preferencia por las conchas de *C. stercusmuscarum* ($Q = 0.78$; Tabla III).

Tabla II. Proporción sexual del ermitaño *C. panamensis* en el estero La Pitahaya (sureste del Golfo de California).

Conchas de gasterópodos	AT (mm)			<i>C. panamensis</i>		
	Mínimo	Máximo	Media \pm DE	M (n)	H (n)	Total
<i>C. stercusmuscarum</i>	13.01	37.86	23.83 \pm 3.06	89	85	174 ^a
<i>N. gallegosi</i>	19.74	29.19	22.75 \pm 3.52	2	4	6 ^b
<i>E. muriciformis</i>	28.97	33.11	30.83 \pm 2.05	2	4	6 ^b
<i>Cerithidea sp</i>	29.26	36.14	32.46 \pm 2.94	1	3	4 ^b
<i>Neritina sp</i>	7.54	11.91	9.65 \pm 1.71	5	0	5 ^b
Total				99	96	195

AT = altura de la concha de gasterópodos; DE = desviación estándar; M = machos; H = hembras. Coeficiente de concordancia de Kendall (Q) = 0.78; χ^2 = 15.78; gl = 2; $p = 0.0003$. Letras minúsculas iguales indican que los valores son estadísticamente semejantes ($\alpha = 0.05$).

Los valores de correlación entre las medidas biométricas del ermitaño *C. panamensis* (LT y LC) y la concha del gasterópodo *C. stercusmuscarum* (AT) fueron moderadamente positivos y fluctuaron desde $r = 0.60$ para LogPCT-LogAT , hasta $r = 0.67$ para LogLC-LogAT (Tabla IV).

Tabla IV. Correlaciones (r) entre las medidas biométricas (Log) del ermitaño *C. panamensis* y la concha del gasterópodo *C. stercusmuscarum* en el estero La Pitahaya (sureste del Golfo de California).

Parámetros	Ecuación	r	b	Relación
LC-AT*	$\text{LogLC} = -1.1221 + 1.4730\text{LogAT}$	0.678	0.481	Alometría +
LT-AT	$\text{LogLT} = 0.1211 + 0.7872\text{LogAT}$	0.609	0.308	Alometría -
PCT-AT	$\text{LogPCT} = -3.6620 + 2.1055\text{LogAT}$	0.060	0.846	Alometría +

Para *C. panamensis*: *LC = longitud del cefalotórax (mm); LT = longitud total (mm); PCT = peso corporal total (g). Para *C. stercusmuscarum*: AT = Altura de la concha. b = pendiente.

► DISCUSIÓN

Diversos reportes indican que, en la distribución de tamaños de las poblaciones de cangrejos ermitaños, las hembras son más pequeñas que los machos ya que estos crecen más rápido (Sampaio & Masunari, 2010; Pérez-Miguel et al., 2016; Candiotto et al., 2023), además de que dicha diferencia en tallas representa una estrategia evolutiva de competencia de los machos por las hembras para reproducirse (Martinelli et al., 2002; Litulo, 2005). Contreras-Garduño & Córdoba-Aguilar (2006) destacaron el tamaño de los ermitaños machos como un componente necesario para el éxito en el apareamiento, debido a que –siendo más grandes que las hembras– deben arrastrar y voltear la concha de estas; otro aspecto a considerar es el mayor tamaño y número de los túbulos seminíferos que presentan los machos de tallas más grandes (Tirelli et al., 2013). En este estudio, la LT y LC de ambos sexos fue similar a lo largo del transecto coincidiendo con las observaciones de Argüelles et al. (2009) para *Clibanarius antillensis* (Stimpson, 1859) en Veracruz, México; solo en el caso del PCT, en este estudio, las hembras registraron



valores más altos que los machos. Lo anterior pudiera explicarse por la posible presencia de hembras cuya gónada se encuentra madura –o en proceso de maduración– lo cual aumentaría su biomasa total. Como lo reportan Contreras-Mata & Lira-Gómez (2020) para *C. antillensis*, la derivación de la energía –fisiología reproductiva para hembras y crecimiento para machos– contribuiría en las diferencias de tallas de *C. panamensis* en este estudio. Sin embargo, la falta de información respecto a este tema para esta especie no permite afianzar esta suposición.

La variación en la proporción sexual de los cangrejos ermitaños es un fenómeno común (Contreras-Mata & Lira-Gómez, 2020), la cual, es debida a varios factores, pero, principalmente, a la talla de los individuos, que es dependiente de su crecimiento (Candiotto et al., 2023). Aunque la proporción sexual varió durante algunos meses de muestreo (octubre y noviembre del 2014 y febrero, marzo, mayo y junio del 2015), el promedio anual (1.03M:1H, $p > 0.05$) no mostró predominancia para machos o hembras de *C. panamensis*, lo cual, coincide con lo reportado por Iannacone & Alvarino (2005) para *Pagurus villosus* (Nicolet, 1849) y *P. edwardsii* (Dana, 1852) en Perú, pero difirió para *P. criniticornis* (Dana, 1852) en Brasil (Mantelatto et al., 2007a). Las condiciones ambientales (naturales y antropogénicas) prevalecientes cada mes en el lugar de muestreo contribuyen a explicar –parcialmente– las variaciones en la proporción sexual de *C. panamensis* en el sureste del Golfo de California. De hecho, Contreras-Mata & Lira-Gómez (2020) concluyeron que la época del año y la talla de los ermitaños son factores determinantes en la variación de su proporción sexual, como sucedió en el presente estudio.

A pesar de haber encontrado cinco especies de conchas de gasterópodos habitados por *C. panamensis*, el 89.23 % de su preferencia y/o selectividad correspondió a la especie de caracol *C. stercusmuscarum*. Lo anterior puede ser parcialmente explicado por la arquitectura de la concha de *C. stercusmuscarum* –turriculada, es decir, cónica, larga, puntiaguda y con espirales (Coan & Valentich-Scott, 2012)– que le confiere ventajas ante el efecto hidrodinámico (Argüelles et al., 2009;



Arce & Alcaraz, 2012) característico de la zona de estudio (playa de manglar bajo y presión del movimiento del agua provocado por las mareas), a la abundancia de conchas de este molusco disponibles en la zona (Frameschi et al., 2015); y a la compatibilidad corporal de *C. panamensis* con las conchas de *C. stercusmuscarum* (Mantelatto et al., 2007b).

Finalmente, se concluye: 1) aunque –individualmente– los cangrejos ermitaños más grandes fueron machos, no se encontraron diferencias significativas en la longitud total (mm) y del cefalotórax (mm) de los ermitaños entre sexos; 2) las hembras fueron más pesadas que los machos; 3) la proporción sexual total de machos y hembras fue de 1.03:1; y 4) *C. panamensis* prefirió la concha del gasterópodo *C. stercusmuscarum*. El presente trabajo constituye el primer reporte acerca de la preferencia de conchas por el cangrejo ermitaño *C. panamensis* en el sureste del Golfo de California.

► AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el apoyo económico y logístico para la realización del presente trabajo.

► BIBLIOGRAFÍA

Arce, E., & Alcaraz, G. (2012). Shell preference in a hermit crab: comparison between a matrix of paired comparisons and a multiple-alternative experiment. *Marine Biology*, 159, 853–862.

Argüelles, T. A., Álvarez, F., & Alcaraz, G. (2009). Shell architecture and its relation to shell occupation by the hermit crab *Clibanarius antillensis* under varying conditions of wave action. *Scientia Marina*, 73(4), 717–723.

Argüelles-Ticó, A., Álvarez, F., & Alcaraz, G. (2010). Shell utilization by the hermit crab *Clibanarius antillensis* (Crustacea, Anomura) in intertidal rocky pools at Montepio, Veracruz, Mexico. *Tropical Zoology*, 23, 63–73.



- Arzola-González, J. F., Flores-Campaña, L. M., & Vázquez-Cervantes, A. (2010).** Crustáceos decápodos intermareales de las islas de la costa de Sinaloa, México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 26(2), 179–193.
- Barnes, D. K. A., & Arnold, R. J. (2001).** Ecology of subtropical hermit crabs. In S.W. Madagascar: cluster structure and function. *Marine Biology*, 139, 463–474.
- Bastida-Izaguirre, D., Ayón-Parente, M., Salgado-Barragán, J., Galván-Villa, C. M., & Ríos-Jara, J. (2013).** New records of hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Paguroidea) from Chamela Bay Islands Sanctuary, Jalisco, Mexico: with comments about the use of empty shells as habitat. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 782–791.
- Benvenuto, C., & Gherardi, F. (2001).** Population structure and shell use in the hermit crab, *Clibanarius erythropus*: comparison between Mediterranean and Atlantic shores. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81, 77–84.
- Borjesson, D. L., & Szelistowski, W. A. (1990).** Shell selection, utilization and predation in the hermit crab *Clibanarius panamensis* Stimpson in a tropical mangrove estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 133, 213–228.
- Bulinski, K. V. 2007.** Shell-selection behavior of the hermit crab *Pagurus granosimanus* in relation to isolation, competition, and predation. *Journal of Shellfish Research*, 26(1), 233–239.
- Campos-Martínez, B., Hernando-Campos, N., & Bermúdez-Tobón, A. (2011).** Distribución de cangrejos ermitaños (Anomura: Paguroidea) en el mar Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 60, 233–252.
- Candiotto, A., Nogueira, C.S., Schejter, L., & da Silva, A.R. (2023).** Sexual and size dimorphism in two deep-water hermit crabs (Decapoda: Parapaguridae) from the Western Atlantic Ocean. *The Journal of The Brazilian Crustacean Society*, 2358–2936.
- Caruso, T., & Chemello, R. (2009).** The size and shape of shells used by hermit crabs: A multivariate analysis of *Clibanarius erythropus*. *Acta Oecologica*, 35, 349–354.



- Coan, E. V., & Valentich-Scott, P. (2012).** *Bivalve seashells of tropical west America. Marine bivalve mollusks from Baja California to Peru* (1st ed.). Santa Barbara Museum of Natural History, California.
- Contreras-Garduño, J., & Córdoba-Aguilar, A. (2006).** Sexual selection in hermit crabs: a review and outlines of future research. *Journal of Zoology*, 270(4): 595–605.
- Contreras-Mata, O., & Lira-Gómez, C (2020).** Dinámica poblacional de *Clibanarius antillensis* (Crustacea: Anomura: Diogenidae) de la localidad de puerto abajo, estado Nueva Esparta. Durante el periodo marzo-septiembre de 2014. *Anales Científicos*, 81(2), 322–335.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1995).** *Guía para la identificación de las especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-Oriental* (1st ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.
- Frameschi, I. F., Andrade, L. S., Fransozo, V., Ferrnandes-Góes, L. C., & Castilho, A. L. (2015).** Shell occupation by the hermit crab *Dardanus insignis* (Decapoda, Diogenidae) from the north Coast of São Paulo state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 1, 35–44.
- Hazlett, B. A. (1981).** The behavioral ecology of hermit crabs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12(1), 1–22.
- Hendrickx, M. E. (1993).** Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie Zoología*, 64(1), 1–16.
- Iannacone, J., & Alvaríño, L. (2005).** Morphometric data, sexual proportion and selectivity to gastropod shells of three sympatric species of hermit crab *Pagurus* (Decapoda, Anomura, Paguridae), at Bay of Ancon, Lima, Peru. *Gayana*, 69(1), 139–143.
- Litulo, C. (2005).** Population structure and reproduction of the hermit crab *Dardanus deformis* (Anomura: Diogenidae) in the Indian Ocean. *Journal of the Marine Association of the United Kingdom*, 85(4), 883–887.



- Mantelatto, F. L., Biagi, R., Meireles, A. M., & Scelzo, M. A. (2007a).** Shell preference of the hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura: Paguridae) from Brazil and Argentina: a comparative study. *Revista de Biología Tropical*, 55, 153-161.
- Mantelatto, F. L., Faria, F. C. R., Iossi, C. L., & Biagi, R. (2007b).** Population and reproductive features of the western Atlantic hermit crab *Pagurus criniticornis* (Anomura, Paguridae) from Anchieta Island, southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 97(3), 314-320.
- Martinelli, J. M., Mantelatto, F. L., & Fransozo, A. (2002).** Population structure and breeding season of the south Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura: Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana*, 75(6), 791-802.
- Miranda, I., Meireles, A. L., Biagi, R., & Mantelatto, F. L. (2006).** Is the abundance of the red brocade hermit crab *Dardanus insignis* (Decapoda: Anomura: Diogenidae) in the infralittoral region of southern Brazil determined by reproductive potential? *Crustacean Research*, 6, 45-55.
- Pérez-Miguel, M., Cuesta, J.A., Manzano, R., & Drake, P. (2016).** Sex- and size-related differences in shell use by the intertidal hermit crab *clibanarius erythropus* (Latreille, 1818) (Decapoda: Diogenidae) in the Gulf of Cádiz, Southwestern Spain. *Journal of Crustacean Biology*, 36(1), 23-32
- Sampaio, S. R., & Masunari, S. (2010).** Characterization of the occupied shells by the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Diogenidae) at Baixio Mirim tideflat, Guaratuba Bay, southern Brazil. *Anais de Academia Brasileira de Ciências*, 82(4), 833-842.
- Sant'Anna, B. S., Zangrande, C. M., Reigada, A. L. D., & Pinheiro, M. A. A. (2006).** Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 96(2), 261-266.



- Sant'Anna, B. S., dos Santos, D. M., Sandron, D. C., de Souza S. C., Rodrigues de Marchi, M. R., Zara, F. J., & Turra, A. (2012).** Hermit crabs as bioindicators of recent tributyltin (TBT) contamination. *Ecological Indicators*, *14*(1), 184–188.
- Tirelli, T., Gamba, M., Pessani, D., & Tudge, C.C. (2013).** Spermatophore and spermatozoal ultrastructure of the Mediterranean hermit crab *Pagurus excavatus* (Paguridae: Anomura: Decapoda). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *93*(5), 1363–1371.
- Turra, A., & Leite, F. P. P. (2001).** Shell utilization patterns of a tropical rocky intertidal hermit crab assemblage: I. *The case of Grande Beach*. *Journal of Crustacean Biology*, *21*, 394–406.
- Turra, A. (2004).** Intersexuality in hermit crabs: reproductive role and fate of gonophores in intersex individuals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *84*, 754–759.
- Zar, J. H. (1996).** *Biostatistical Analysis* (3rd ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.