



**Simbiontes presentes en langosta
espinosa *Panulirus argus*
(Decapoda: Palinuridae) del Caribe
colombiano**

Andrea Carolina Noreña Julio

Universidad Magdalena

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

Santa Marta, Colombia

2021



**Simbiontes presentes en langosta
espinosa *Panulirus argus*
(Decapoda: Palinuridae) del Caribe
colombiano**

Andrea Carolina Noreña Julio

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Biólogo

Director:

Julio Cesar Hurtado Alarcón

Doctor en Ecología.

Línea de Investigación:

Biología y Ecología de especies con fines de aprovechamiento pesquero

Grupo de Investigación:

Sistemas Socioecológicos para el Bienestar Humano (GISSBH)

Universidad del Magdalena

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

Santa Marta, Colombia

2021

Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Acuerdo Superior N° 11 de 2017 y Acuerdo Académico N° 41 de 2017 para optar al título de Biólogo

Jurado

Jurado

Santa Marta, ____ de ____ de _____

*A mis padres, quienes con su amor, paciencia
y esfuerzo me han brindado la oportunidad de
cumplir un sueño más, por su apoyo incondicional en
cada cosa que emprendo, por enseñarme que con
fe, esfuerzo y valentía se logra lo que nos
proponemos.*

En memoria de mi abuelo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por bendecirme cada día, por brindarme la fortaleza y sabiduría en los momentos difíciles.

Agradezco a mi director, Dr. Julio César Hurtado, por haberme invitado a participar en su proyecto de investigación postdoctoral “*Detección de microorganismos potencialmente patógenos en crustáceos de importancia comercial en dos escalas geográficas del Caribe colombiano*”, Estancias Postdoctorales en Colombia Convocatoria 784 de 2017. Este trabajo contó con financiación de Minciencias y de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena, y a partir del mismo pude obtener las muestras biológicas y el material de laboratorio necesario para realizar este proyecto de investigación. Asimismo, agradezco la confianza ofrecida desde el inicio de este trabajo, por su dedicación y constante apoyo en el proceso previo a la escritura de mi proyecto de trabajo de grado y durante la ejecución y finalización de mi tesis de pregrado.

Agradezco a la profesora Lina María Saavedra del Programa de Biología - Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Magdalena por permitirme hacer parte del Grupo de investigación Sistemas Socioecológicos para el Bienestar Humano –GISSBH, y por ser un apoyo constante durante todo este proceso.

Agradezco de manera especial al Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola de la Universidad del Magdalena –GIDTA, y a su Directora, la profesora Adriana Rodríguez por su inestimable ayuda, por facilitarme sus instalaciones y equipos durante la ejecución de este proyecto.

Asimismo, agradezco a la profesora Paula Sepúlveda de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena por facilitarme las instalaciones y equipos del Laboratorio de Entomología.

Agradezco a mis compañeros, Álvaro Rodríguez y Omar Montaña, por su apoyo y compañía en el desarrollo de este trabajo.

Y por supuesto, agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional, su comprensión, su amor y por sus esfuerzos. Gracias a mis padres por enseñarme a alcanzar

mis sueños, por la confianza, por creer en mí, por sus consejos, amor, valores y principios, sin ustedes no sería quien soy.

Finalmente, agradezco a Elkin Noguera, Jorge González, Dayana Páez y José Barras, por todos los momentos que hemos vivido juntos, por su amor, su constante ayuda y apoyo durante todo este trabajo.

Contenido

	Pág.
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
1. Introducción	155
2. Objetivos.....	18
2.1 General.....	18
2.2 Específicos	18
3. Materiales y Métodos	19
3.1 Área de estudio	19
3.1.1 Descripción de los sitios de muestreo	19
3.2 Fase de campo.....	21
3.3 Fase de laboratorio.....	22
3.3.1 Biometría de los ejemplares.....	22
3.3.2 Muestreo de simbioses	23
3.4 Fase de análisis.....	24
3.4.1 Identificación taxonómica.....	24
3.4.2 Descriptores cuantitativos.....	25
3.4.3 Análisis estadísticos.....	26
4. Resultados.....	26
4.1 Simbioses asociados a <i>Panulirus argus</i>	27
4.1.1 Descripción de los taxones	28
4.2 Distribución de simbioses a escala de microhábitat en la langosta espinosa del Caribe	32
4.3 Distribución de <i>Octolasmis</i> spp. en las regiones branquiales.....	32
4.4 Descriptores cuantitativos para las poblaciones de simbioses.....	34
4.5 Regresiones lineales	37
5. Discusión.....	40
6. Conclusiones.....	46
7. Recomendaciones	47
8. Referencias Bibliográficas	48

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica de los sitios de muestreo de <i>Panulirus argus</i> . Mapa realizado usando el Software QGIS versión 3.10. (Elaborado por el autor).....	19
Figura 2. Algunas de las medidas morfométricas tomadas a las langostas de este estudio. Modificado de Faría y Morales (2009).	23
Figura 3. Esquemas de las tres divisiones de las branquias en un eje longitudinal, modificado de Teswaran & Fernando (1982).	24
Figura 4. Morfología externa de <i>Octolasmis cf. hoeki</i> . A. Pedúnculo, B. Capítulo, C. Carina, D. <i>Scutum</i> , E. <i>Tergum</i>	28
Figura 5. A. Cirros, B. Mandíbula de <i>Octolasmis cf. hoeki</i>	28
Figura 6. Larva cipris con anténulas extendidas, A. anténulas, B. seis pares de toracópodos, C. un ojo nauplio.	29
Figura 7. <i>Balanus trigonus</i> : A. Vista superior, B. Vista inferior, C. Opérculo, D. Vista externa del scutum, E. Líneas de crecimiento. F. Mandíbula.	30
Figura 8. <i>Carcinonemertes</i> sp. A. Apariencia general, B. <i>Carcinonemertes</i> sp. en la masa de huevos de <i>Panulirus argus</i> , C. ocelos, D. hebra de huevos del gusano.	31
Figura 9. Abundancia de <i>Octolasmis</i> spp. en las regiones de las branquias de <i>Panulirus argus</i> en el Caribe colombiano. Los círculos corresponden al promedio de la abundancia y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar.....	33
Figura 10. Abundancia de <i>Octolasmis</i> spp. en los distintos sitios de muestreo. Los círculos representan la media de cada uno de los sitios y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar.....	36
Figura 11. Prevalencia e intensidad media de infestación de <i>Octolasmis</i> spp. respecto a la longitud del cefalotórax (LC) en la langosta <i>Panulirus argus</i> en el Caribe colombiano.	36

Figura 12. Abundancia de *Balanus trigonus* asociados a *Panulirus argus* presente en Tasajera y Cabo de la Vela. Los círculos representan la media de la abundancia y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar..... 37

Figura 13. Análisis de regresión para la abundancia de *Octolasmis* spp. en relación con la longitud del caparazón en *Panulirus argus* para todos los sitios **(A)** y para los sitios que tuvieron datos de abundancia en más de dos marcas de clase **(B)**. 38

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Sitios de muestreo de <i>Panulirus argus</i> con coordenadas, profundidad aproximada de recolección y número de ejemplares capturados para cada sitio.	22
Tabla 2. Categorías de la tasa de prevalencia de simbioses (Schmidt, 2008).	25
Tabla 3. Categorías de la intensidad de simbioses (Williams & Williams, 1996).	26
Tabla 4. Medidas morfométricas registradas en <i>Panulirus argus</i> en los sitios de muestreos evaluados en este estudio. Las medidas morfométricas están expresadas en milímetros (mm) y el peso en gramos (g).....	27
Tabla 5. Abundancia de simbioses en <i>Panulirus argus</i> para cada uno de los sitios evaluados	27
Tabla 6. Distribución y abundancia de los simbioses en las distintas áreas del cuerpo del hospedero identificadas para este estudio.	32
Tabla 7. Distribución y abundancia de <i>Octolasmis</i> spp. en las regiones de las branquias de la langosta espinosa <i>Panulirus argus</i>	33
Tabla 8. Prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon para las abundancias de <i>Octolasmis</i> spp. en las regiones branquiales de <i>Panulirus argus</i>	33
Tabla 9. Principales descriptores cuantitativos de los simbioses asociados a <i>Panulirus argus</i> en el Caribe colombiano. El (%) representa la prevalencia de simbioses.	34
Tabla 10. Descriptores cuantitativos de los simbioses identificados en <i>Panulirus argus</i> en los distintos sitios evaluados. El símbolo % representa la prevalencia de los simbioses.	34
Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon para las abundancias de <i>Octolasmis</i> spp. en <i>Panulirus argus</i> entre los distintos sitios de muestreo.	35

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Gramo
m	Metro
mm	Milímetro
LC	Longitud del caparazón
AB	Apéndices bucales
Km	Kilómetros
psu	Unidades prácticas de salinidad
°C	Grados centígrados

RESUMEN

La langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* es un crustáceo decápodo ampliamente distribuido en el océano Atlántico y en el mar Caribe, con un rol ecológico fundamental en los ecosistemas y una gran valoración económica en las pesquerías artesanales e industriales de su rango de distribución. Para Colombia, aunque se han descrito algunas especies de simbioses asociados a esta especie, son pocos los estudios disponibles sobre aspectos cuantitativos y la ubicación a escala de microhábitat de simbioses. Por ello, en el presente estudio se identificaron simbioses y sus descriptores cuantitativos en *P. argus* provenientes de cinco puntos de muestreo en el Caribe colombiano. Se recolectaron 84 ejemplares de langosta espinosa, se les tomaron medidas morfológicas, se registró el número de simbioses asociados y se describieron los tres taxones más conspicuos asociados a esta. Se registraron 17466 individuos de simbioses (17237 *Octolasmis* spp., 226 *Balanus trigonus* y 3 *Carcinonemertes* sp.). La prevalencia de los simbioses no difirió entre machos y hembras de langosta espinosa. Se encontraron individuos de *Octolasmis* spp. en las estructuras anatómicas de *P. argus* definidas como microhábitats (pereiópodos, caparazón, apéndices bucales y branquias). Se hallaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre las comparaciones de las abundancias de *Octolasmis* spp. para las regiones branquiales proximal, media y distal (7597, 2282 y 886 individuos, respectivamente). La abundancia de *Octolasmis* spp. aumentó con el tamaño de los ejemplares ($R^2 = 0,787$). *Balanus trigonus* se encontró adherido a las antenas y el exoesqueleto de las langostas. El presente estudio constituye el primer reporte de una evaluación cuantitativa y ubicación de simbioses como *Octolasmis* spp. y *Balanus trigonus* a escala de microhábitats en poblaciones colombianas de *P. argus*. Se requieren estudios adicionales que permitan determinar si infestaciones altas de simbioses como *Octolasmis* spp. podrían afectar aspectos fisiológicos y/o metabólicos de este crustáceo.

Palabras clave: Mar Caribe, crustáceos, simbioses, exoesqueleto, branquias.

ABSTRACT

The Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* is a decapod crustacean widely distributed in the Atlantic Ocean and the Caribbean Sea, with a fundamental ecological role in ecosystems and a great economic value in artisanal and industrial fisheries in its distribution range. For Colombia, although some species of symbionts associated with this species have been described, few studies are available on quantitative aspects and the microhabitat scale location of symbionts. Therefore, in the present study, symbionts and their quantitative descriptors were identified in *P. argus* from five sampling points in the Colombian Caribbean. Eighty-four spiny lobster specimens were collected, morphometric measurements were taken, the number of associated symbionts was recorded, and the three most conspicuous taxa associated with the spiny lobster were described. A total of 17466 symbiont individuals were recorded (17237 *Octolasmis* spp., 226 *Balanus trigonus* and 3 *Carcinonemertes* sp.). The prevalence of symbionts did not differ between male and female spiny lobsters. Individuals of *Octolasmis* spp. were found in the anatomical structures of *P. argus* defined as microhabitats (pereiopods, carapace, mouth appendages and gills). Statistical differences ($P < 0.05$) were found between comparisons of *Octolasmis* spp. abundances for the proximal, middle and distal gill regions (7597, 2282 and 886 individuals, respectively). The abundance of *Octolasmis* spp. increased with specimen size ($R^2 = 0.787$). *Balanus trigonus* was found attached to the antennae and exoskeleton of lobsters. The present study constitutes the first report of a quantitative evaluation and location of symbionts such as *Octolasmis* spp. and *Balanus trigonus* at the microhabitat scale in Colombian populations of *P. argus*. Further studies are needed to determine if high infestations of symbionts such as *Octolasmis* spp. could affect physiological and/or metabolic aspects of this crustacean.

Keywords: Caribbean Sea, crustaceans, symbionts, exoskeleton, gills.

1. Introducción

El subfilo Crustácea (*Phylum Arthropoda*) es uno de los grupos de invertebrados ampliamente distribuidos en los ecosistemas marinos, con más de 52.000 especies descritas (Martin y Davies, 2001), y constituye uno de los grupos más exitosos debido a su abundancia, estrategias de adaptación y diversidad biológica (Bliss & Mantel, 1968; Hobbs, 2012). En términos ecológicos, juegan un papel importante en los ambientes marinos, puesto que son un eslabón primordial en las redes tróficas por su ubicación intermedia, siendo fundamentales en la transferencia de energía a los niveles tróficos superiores (Fariña et al., 1997; Boudreau & Worm, 2012).

La langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda: Palinuridae), habita principalmente en aguas tropicales y subtropicales del Océano Atlántico y el Mar Caribe, generalmente hasta los 90 metros de profundidad, asociado a diferentes ecosistemas que le brindan protección entre los que se pueden mencionar arrecifes de coral, arrecifes rocosos y lechos de algas marinas (Sterrer y Schoepfer-Sterrer 1986; Holthuis, 1991; Cervigón et al., 1992). Estos crustáceos desempeñan un papel fundamental en la transferencia de energía a través de las redes tróficas en los ecosistemas marinos, son indicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas, y constituyen una fuente importante de alimento para otras especies, incluyendo a los seres humanos (Phillips et al., 2013). *P. argus* tiene un amplio rango de distribución, el cual se extiende desde el Océano Atlántico en Carolina del Norte en los Estados Unidos, hasta Brasil, y en el Mar Caribe y las Antillas (Holthuis, 1991). En el Caribe colombiano, esta especie se distribuye en ecosistemas de arrecifes de coral costeros y oceánicos de Guajira, Magdalena, Bolívar, y el Archipiélago de San Andrés y Providencia (Amezquita et al., 1999; Borda y Cruz, 2011; Ballesteros et al., 2007).

Es un recurso pesquero altamente explotado debido a su gran demanda de consumo, con niveles de captura de 286,765 toneladas aproximadamente entre los años 2007-2016 (FAO, 2018). Para Colombia, se tienen datos de desembarcos de langosta espinosa de 174,5 toneladas para los años 2017-2020 (Duarte et al. 2020). Para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se capturaron más de 250 ton para el año 2010 (Sladek et al. 2011), y para el Parque Natural Nacional Corales del Rosario y de San Bernardo, más de 30 toneladas entre 2007 y 2010 (Martínez et al. 2011).

Este crustáceo está incluido en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) en la categoría DD (Data Deficient, deficiente de

datos), lo cual indica que se necesitan estudios adicionales sobre aspectos poblacionales y amenazas a esta especie (Butler et al., 2011), y se encuentra en estado vulnerable (VU) de acuerdo con el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia, debido posiblemente a sobreexplotación, lo cual ha conllevado a la disminución en sus poblaciones (Bermúdez et al., 2002).

Dentro de los ecosistemas, todos los organismos proveen un hábitat para que se presenten asociaciones simbióticas (Van As & Van As, 2019). Los crustáceos decápodos proporcionan un sustrato idóneo para el asentamiento de simbiontes, los cuales pueden adherirse a distintas áreas corporales tanto externas (exoesqueleto, apéndices bucales, pereiópodos) como internas (branquias) en el hospedero (Phillips, 2008). Por consiguiente, dichas áreas corporales constituyen microhábitats, considerados como sustratos altamente específicos en donde los simbiontes pueden adherirse y llevar a cabo sus funciones biológicas (Morris, 1987; Voris et al., 1994).

En la familia Palinuridae existen diferentes estudios sobre la presencia de organismos simbiontes. En Singapur, Jeffries y colaboradores (1982), registraron diez especies de percebes pedunculados del género *Octolasmis*: *O. bullata*, *O. angulata*, *O. cor*, *O. lowei*, *O. neptuni*, *O. tridens*, *O. warwickii*. La mayoría de estas especies se encontraron en las cámaras branquiales y al menos dos especies en el caparazón y los apéndices de la langosta *P. polyphagus* (Jeffries et al., 1982). De manera similar, en el Japón, Yamato (1993) halló percebes asociados a las cavidades branquiales de *P. japonicus*, y Yusgita y colaboradores (2019) reportaron los percebes *O. lowei* y *O. angulata* asociados a *P. homarus* y *P. versicolor*. Asimismo, se han descrito parásitos nemertinos como *Carcinonemertes australiensis* en las masas de huevos de *P. cygnus* (Campbell et al., 1989) y cirrípedos balanormorfos cosmopolitas como *Balanus* sp. (Hendrickx & Ramírez, 2019).

En *Panulirus argus*, se han documentado simbiosis, entre otras, con varias especies de invertebrados: percebes del género *Octolasmis*, los cuales se asocian principalmente a las cámaras branquiales, el exoesqueleto y los apéndices de sus hospedadores (Atherley et al., 2020a); cirrípedos balanormorfos asociados al caparazón de *P. argus* en Florida, Estados Unidos (Eldred, 1962); el tremátodo *Cymatocarpus solearis*, asociado a los músculos del abdomen de *P. argus* en México (Gómez del Prado-Rosas et al., 2003; Briones-Fourzán et al., 2016); y el

nemertino *Carcinonemertes conanobrieni* (Simpson et al. 2017; González-Cueto y Quiroga, 2018; Simpson 2018; Atherley et al., 2020b). Para este último invertebrado, González-Cueto y Quiroga (2018) realizaron el primer registro para el Caribe colombiano de este parásito sobre masas de embriones de *P. argus*.

Aunque en Colombia se han realizado algunos estudios que documentan la presencia de organismos simbioses en crustáceos decápodos (Young y Campos, 1988; Álvarez y Blain, 1993; Álvarez-León, 1999), sin embargo, aún no se han abordado estudios donde se evalúe la distribución de simbioses en una escala de microhábitat o los diferentes lugares corporales donde se presentan los simbioses como las branquias y el exoesqueleto, y tampoco la relación de dicha distribución con aspectos morfométricos de *P. argus*. Al respecto y según lo señalado por Dick y colaboradores en 1998, es importante determinar las densidades poblacionales de los simbioses presentes, dado que algunas de sus especies podrían afectar el desempeño fisiológico y reproductivo de sus basioses (Dick et al., 1998). Por las razones descritas, en este trabajo se determinó cuáles simbioses estaban presentes y sus parámetros cuantitativos, tales como prevalencia, intensidad, intensidad media y abundancia, en *Panulirus argus*, dada la importancia de este crustáceo en términos de seguridad alimentaria y en las pesquerías artesanales del Caribe colombiano. Para ampliar el conocimiento en esta área de investigación se abordaron las siguientes preguntas: Debido a que existen reportes de simbioses con amplia distribución geográfica sobre *Panulirus argus*, ¿cuáles son los simbioses presentes en *P. argus* provenientes de cinco ecosistemas insulares y costeros del Caribe colombiano? y, ¿cuál es la relación entre las medidas morfométricas evaluadas en las langostas recolectadas y la abundancia de los simbioses encontrados?

En cuanto a la hipótesis de trabajo, en esta investigación se esperaba que la longitud del caparazón de *P. argus* estuviera relacionado con los parámetros cuantitativos de los simbioses, como la abundancia y prevalencia, es decir, que ejemplares con mayor tamaño del caparazón tuvieran una mayor abundancia y prevalencia de simbioses (Mantelatto et al., 2003).

2. Objetivos

2.1 General

Evaluar la presencia y parámetros cuantitativos de las especies de simbiontes con respecto a los aspectos morfométricos de la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* procedentes de cinco ecosistemas de arrecifes rocosos y de coral del Caribe colombiano: Isla Grande, Providencia, Isla Fuerte, Cabo de la Vela y Tasajera.

2.2 Específicos

- Identificar hasta la categoría taxonómica inferior posible los simbiontes presentes en la langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus* en los sitios de muestreo evaluados.
- Evaluar las diferencias de los descriptores cuantitativos: abundancia, prevalencia, intensidad e intensidad media de los simbiontes detectados en *P. argus* en los cinco sitios de muestreo.
- Determinar la relación entre aspectos morfométricos de *P. argus* y los descriptores cuantitativos de simbiontes para cada uno de los ecosistemas descritos.

3. Materiales y Métodos

3.1 Área de estudio

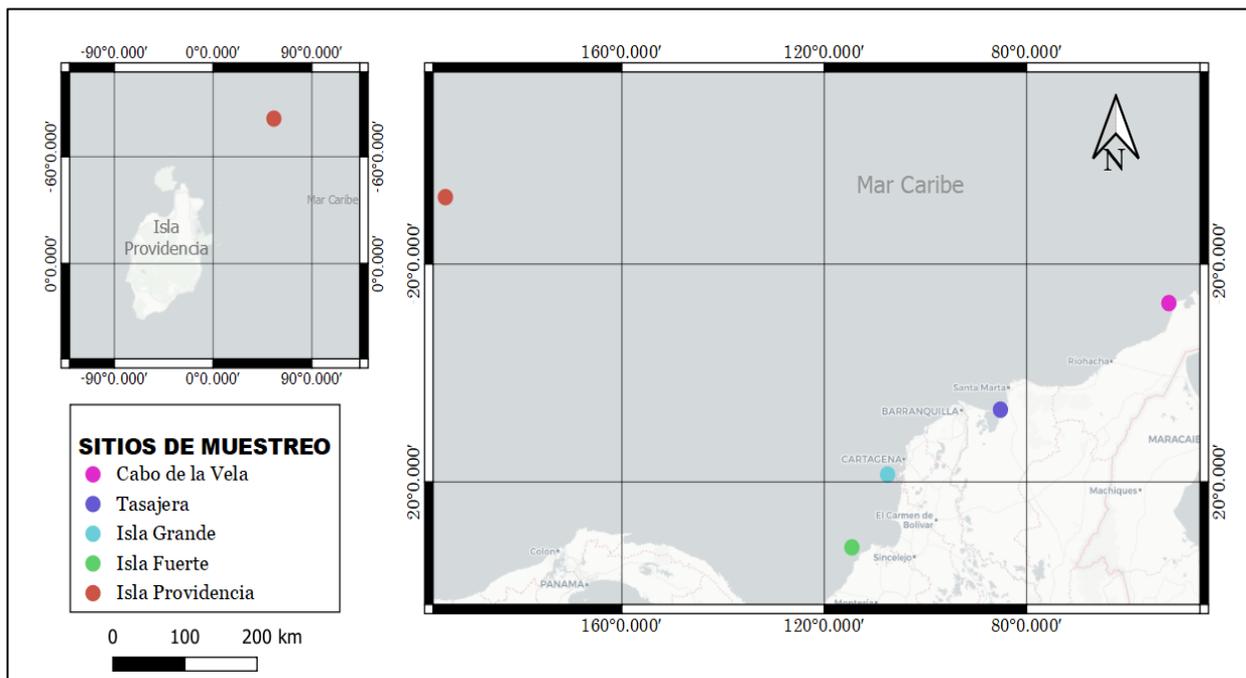


Figura 1. Localización geográfica de los sitios de muestreo de *Panulirus argus*. Mapa realizado usando el Software QGIS versión 3.10. (Elaborado por el autor).

El área de estudio comprendió cinco ecosistemas insulares y continentales de arrecifes rocosos y de coral del mar Caribe colombiano, siendo cuatro de ellos continentales (Isla Grande, Bolívar; Isla Fuerte, Bolívar; Tasajera, Magdalena; y Cabo de la Vela, Guajira), y uno de ellos oceánico (Isla Providencia; Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) (Figura 1). Los sitios se caracterizan por presentar temperaturas cálidas, las cuales varían entre 25 a 30 °C y se presenta una época seca de diciembre a abril, una época de transición en los meses de mayo hasta julio y una época lluviosa de agosto a noviembre (Lozano-Duque et al., 2010).

3.1.1 Descripción de los sitios de muestreo

Isla Grande

Es una isla continental que hace parte de las 27 islas que comprenden el archipiélago de las Islas del Rosario en el Caribe colombiano, y se encuentra localizado en el departamento de

Bolívar, al suroeste de Cartagena entre los 10° 15' y 9° 35' de latitud norte (Incoder-UJTL, 2014). Hace parte del Parque Natural Nacional Corales del Rosario y de San Bernardo, y es una de las islas más extensas de este archipiélago con un área estimada de 2.227 km² (Zapata, 2005). Posee un importante arrecife que abarca más de 1 km de largo de cresta arrecifal, en la cual influyen constantemente los vientos y el oleaje entre 0,1 y 2,5 m (Navas et al., 1998). El clima está determinado por la dirección de los vientos y la variación espacio-temporal. En época seca se presentan los vientos alisios que provienen del Noreste de forma constante y fuerte entre los meses de diciembre hasta abril. De manera contraria, en época lluviosa entre los meses de abril a octubre, los vientos son poco fuertes y de dirección muy variable. Se considera que el clima es cálido y con una temperatura media de 27,8 °C.

Isla Providencia

Isla Providencia hace parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Buitrago, 2004). Se localiza en el Caribe occidental a 48 millas náuticas de San Andrés, entre las coordenadas 13° 19' 23" y 13° 23' 50" de latitud norte y los 08° 21' 08" y 81° 23' 58" de longitud oeste. Comprende un área emergida de 19 km² aproximadamente y presenta alturas entre los 0 y 360 m.s.n.m. Su clima se caracteriza por ser cálido húmedo, con temperatura media anual de 27,4°C y valores máximos entre los 27-28°C, y humedad relativa de 82%. Asimismo, las condiciones oceanográficas están determinadas por factores como las corrientes cálidas del golfo de México, los frentes fríos de Norteamérica, y las ondas tropicales que van en dirección este a oeste (CIOH, s.f.).

Tasajera

Es un corregimiento que se encuentra entre 11° 05' N y 74° 13' W, ubicado en el municipio de Pueblo Viejo, Magdalena. Se encuentra rodeado por la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y el Mar Caribe. Presenta una temperatura promedio de 28 °C (Manjarrés, 2019; Fernández, 2016).

Isla Fuerte

Se encuentra ubicada a 11 km del Departamento de Córdoba, en las coordenadas 9° 20' 30" N y 76° 10' 00" W, hace parte de la plataforma continental del Caribe colombiano, y se encuentra bajo la jurisdicción del departamento de Bolívar. Comprende una extensión de aproximadamente

13 km², presenta variaciones mínimas de temperatura anual, con valores de temperatura entre 25 y 30°C. El clima es cálido y semiseco, presentándose una época seca (enero-marzo), con una precipitación anual de 1300 mm, una época de transición relativamente corta denominada “veranillo” en el mes de Julio, y una época lluviosa (mayo-noviembre) (Anderson,1975; Díaz et al., 1997; IGAC,1975).

Cabo de la Vela

El Cabo de la Vela se encuentra ubicado en el Departamento de La Guajira, en las coordenadas N 12°12'20", W 12° 10'23". Esta zona recibe aproximadamente 339 mm de lluvia anuales, presenta insolaciones fuertes, con temperatura media anual de aprox. 28.2 °C, vientos constantes, altos valores de evaporación y estaciones climáticas muy marcadas. Por estas razones, presenta una época lluviosa que comprende los meses de septiembre a diciembre, presencia de los vientos alisios entre diciembre y abril, y un periodo seco que va desde mayo hasta septiembre (CIOH, s.f.; Posada, 2015).

3.2 Fase de campo

Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto postdoctoral “*Detección de parásitos y microorganismos potencialmente patógenos en crustáceos de importancia comercial en el Caribe colombiano*”, adscrito al Grupo de Investigación en Sistemas Socioecológicos para el Bienestar Humano (GISSBH) de la Universidad del Magdalena. Por ello, la recolección de los ejemplares de langosta espinosa del Caribe del presente estudio estuvo amparada por el Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de investigación científica no comercial Marco de Recolección de la Diversidad Biológica de la Universidad del Magdalena, Resolución 1293 de la ANLA. Se contó además con el permiso del Ministerio de Medioambiente Resolución 994 de la AUNAP para recolección de esta especie en ecosistemas continentales, y un permiso especial de la Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. La recolección de los ejemplares de langosta espinosa se realizó entre junio y diciembre de 2019, por fuera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y sin influencia de comunidades étnicas en Isla Grande, Tasajera, Isla Fuerte, Cabo de la Vela e Isla Providencia, lo cual fue avalado por el Ministerio del Interior de la República de Colombia mediante el oficio OFI18-37014-DCP-2500 del 18 de septiembre de 2018. Los especímenes de langosta espinosa

del Caribe fueron capturados con ayuda de pescadores artesanales de cada uno de los sitios de muestreo, por medio de buceo sin equipo autónomo para el caso de los ecosistemas insulares (Isla Grande, Isla Fuerte, Providencia), y por medio de nasas para los sitios continentales (Tasajera y Cabo de la Vela). Además, se obtuvieron caparazones de ejemplares adultos de langosta, los cuales eran subproducto de la pesca artesanal. Luego de la captura o recolección, los ejemplares fueron explorados para inspección inicial, mantenidos con hielo en neveras portátiles, congelados y luego transportados hacia la Universidad del Magdalena en donde fueron mantenidos bajo congelación a -20°C . En la Tabla 1 se pueden apreciar las coordenadas de los sitios de muestreo, la profundidad aproximada y el número de ejemplares recolectados para cada sitio de muestreo.

Tabla 1. Sitios de muestreo de *Panulirus argus* con coordenadas, profundidad aproximada de recolección y número de ejemplares capturados para cada sitio.

Sitios de muestreo	Coordenadas	Profundidad aproximada	Número de ejemplares
Isla Grande	10°14' 18.532"N 75°44' 37.97"W	5-10	8
Isla Providencia	13° 25' 8.5" N – 81°19' 2.2"W	15-30	24
Isla Fuerte	9°23' 54.66" N - 76°11' 37.61"W	5-15	22
Tasajera	10° 59' 7.56"N - 74° 18' 31.1"W	NA	10
Cabo de la Vela	12°12' 26.13" N - 72°11' 6.63"W	NA	20

Nota: Las coordenadas geográficas están expresadas en GMS (grados, decimales y segundos). La profundidad está expresada en metros (m).

3.3 Fase de laboratorio

3.3.1 Biometría de los ejemplares

En el laboratorio de Acuicultura del Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura -GIDTA- de la Universidad del Magdalena, se realizaron las mediciones y disecciones de los ejemplares recolectados de *P. argus*. Se les determinó el sexo mediante la observación de los poros genitales en machos y el 5° par de pereiópodos, el cual presenta como modificación en las hembras una quela similar a una uña al final del apéndice, el cual les permite desprender las masas de huevos. Se registraron como parte

de las características de las hembras la presencia de sacos con embriones en los pleópodos (Cruz, 2002). A todos los ejemplares se les tomaron las siguientes medidas morfométricas con ayuda de un calibrador (Figura 2):

- **Longitud del cefalotórax (LC):** Distancia comprendida desde la base los cuernos supraorbitales hasta el borde posterior del caparazón (Cruz, 2002).
- **Ancho del cefalotórax (CW):** Longitud de la parte más ancha del cefalotórax.
- **Longitud de la cola (Lcola):** Distancia comprendida entre el borde superior de la cola hasta el borde posterior del telson (Cruz, 2002).
- **Ancho de la cola:** Longitud en la parte más ancha de la cola.
- **Peso:** Peso de cada ejemplar expresado en gramos, el cual se tomó con ayuda de una balanza electrónica.

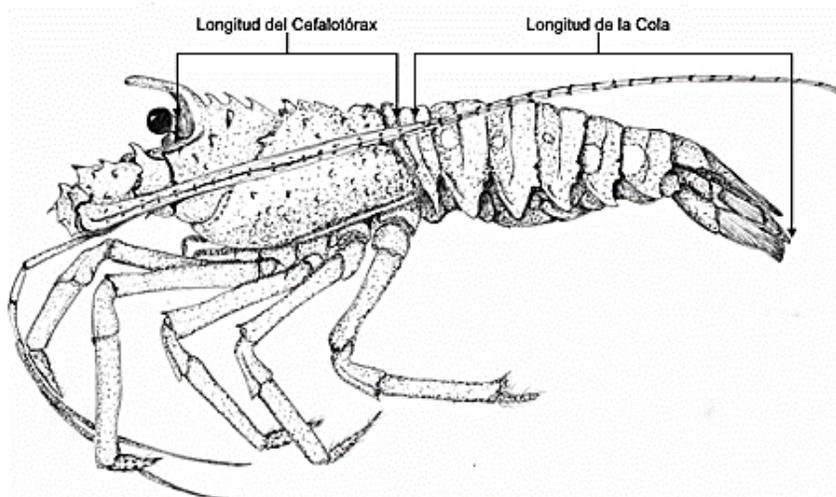


Figura 2. Algunas de las medidas morfométricas tomadas a las langostas de este estudio. Modificado de Faría y Morales (2009).

3.3.2 Muestreo de simbioses

Se realizó una exploración visual externa, en la cual se revisó minuciosamente el exoesqueleto mediante observación directa, con el fin de encontrar simbioses adheridos a los ejemplares y se registró el microhábitat al cual se encontraba adherido. Se realizaron las disecciones de las langostas y se extrajeron las branquias, hepatopáncreas, estómagos y masas de embriones de los ejemplares recolectados con ayuda de un equipo de disección. Dado que la mayoría de los órganos obtenidos en las disecciones fueron

utilizados en el marco del proyecto de investigación postdoctoral de donde se obtuvieron los ejemplares, para esta tesis de pregrado solo se evaluaron tejidos y órganos como los exoesqueletos y apéndices externos incluidos los bucales, e internamente, las cámaras branquiales incluidas las branquias y masas de huevos en hembras. Para un análisis más detallado, las branquias se dividieron en tres áreas: proximal, media y distal de acuerdo con Gannon & Wheatly (1992) (Figura 3). Las branquias fueron lavadas con agua destilada y se separaron los filamentos de estas para su observación al estereomicroscopio (ZEISS Stemi 305) con el fin de encontrar simbiontes asociados. Para detectar la presencia de simbiontes en las masas de huevos, se retiraron los embriones de los pleópodos, se colocaron en cajas Petri con agua de mar y se revisaron bajo un estereoscopio (ZEISS Stemi 305). Los simbiontes encontrados fueron extraídos con ayuda de pinzas y se fijaron en formol al 4%. Es posible que el recuento de simbiontes encontrados en *P. argus* no sea una estimación precisa y sea mayor debido al probable sesgo introducido al muestrear ejemplares mantenidos bajo congelación.

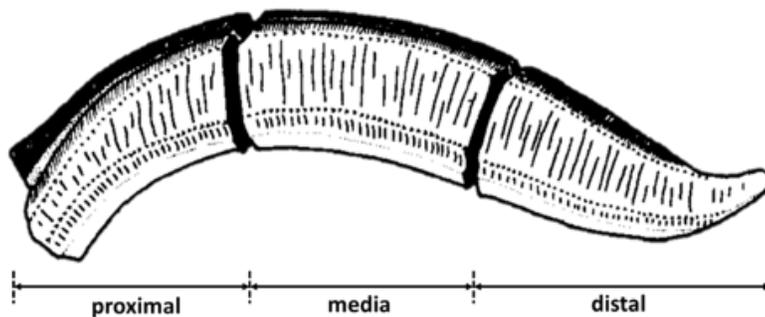


Figura 3. Esquemas de las tres divisiones de las branquias en un eje longitudinal, modificado de Teswaran & Fernando (1982).

3.4 Fase de análisis

3.4.1 Identificación taxonómica

La identificación taxonómica de los simbiontes asociados a *Panulirus argus* se llevó a cabo usando un estereomicroscopio (ZEISS Stemi 305) y un microscopio ZEISS Primo Star con cámara ZEISS AxioCam ERc 5s. Para identificar cada uno de los grupos encontrados hasta el nivel taxonómico más preciso posible, se usaron las siguientes claves taxonómicas y las descripciones originales de los taxones: Chan y colaboradores (2009), Young (1990), Stebbing

(1895), Nilson-Cantell (1927), Darwin (1825), Del Monaco y Capelo, (2000), Ortiz et al. (2002), Coe (1902) y Santos et al. (2006).

3.4.2 Descriptores cuantitativos

De acuerdo con Bush et al. (1997), los descriptores cuantitativos son cálculos que permiten estimar el número de organismos de una especie particular en una muestra o población de hospederos. Tales estimaciones incluyen:

- **Prevalencia:** Número de hospederos infestados por uno o más individuos de una especie particular en relación con el número de hospederos examinados en total. El resultado de esta estimación se expresa generalmente como un porcentaje (%).

$$Prevalencia = \frac{\sum \text{langostas infestadas}}{\sum \text{langostas examinadas}} \times 100$$

- **Intensidad:** Número mínimo y máximo de individuos de una especie particular que se encuentran en (o sobre) un solo hospedero.
- **Intensidad media:** Número total de organismos de una especie particular dividido en el número de hospederos infestados, en otras palabras, es la media aritmética del número de organismos por hospedero infectado en una población.

$$Intensidad\ media = \frac{\sum \text{simbiontes encontrados}}{\sum \text{langostas infestadas}}$$

- **Abundancia:** Número de individuos de un organismo en particular en un solo hospedero, independientemente si dicho hospedero esté infestado o no.

Las tasas de prevalencia e intensidad de los simbioses encontrados se clasificaron con base en los criterios de prevalencia (Tabla 2) y los criterios de intensidad (Tabla 3).

Tabla 2. Categorías de la tasa de prevalencia de simbioses (Schmidt, 2008).

Categoría	Prevalencia	Información
Alta prevalencia	>65%	Los simbioses pueden causar estrés hasta la muerte del hospedero.
Prevalencia media	30-65%	Los simbioses pueden causar estrés pero no la muerte del hospedero.
Baja prevalencia	1-30%	Los simbioses no pueden causar ni estrés ni la muerte del hospedero

Tabla 3. Categorías de la intensidad de simbiontes (Williams & Williams, 1996).

Categoría	Intensidad
Muy baja	<1
Baja	1-5
Moderada	6-55
Severa	51-100
Muy severa	>100
Súper infestación	>1000

3.4.3 Análisis estadísticos

Se empleó estadística descriptiva para comparar las abundancias de simbiontes entre los sitios de estudio y entre las tres regiones de las branquias, por medio la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon con un nivel de significancia de 0.05, debido a que los datos no siguieron una distribución normal. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la correlación entre las medidas morfométricas de las langostas y las abundancias. Por último, se realizaron regresiones lineales para evaluar la relación entre las variables anteriormente mencionadas. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Rstudio (2015) y Microsoft Office Excel 2019.

4. Resultados

Se analizaron 84 individuos de langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus*, distribuidos de la siguiente manera: Isla Grande (8), Isla Providencia (24), Tasajera (10), Isla Fuerte (22) y Cabo de la Vela (20). Del total de los organismos y caparazones recolectados, 44 fueron hembras (52.3%), 39 fueron machos (46.4%) y a uno de los caparazones no se le logró determinar el sexo. Los datos de las medidas morfométricas registradas en este estudio se presentan en el Anexo 1. El tamaño de las langostas osciló entre 56 y 175 mm de longitud del caparazón, mientras que la longitud de la cola osciló entre 83 y 280 mm. La talla media de los ejemplares fue $103,77 \pm 28.70$ mm de longitud de caparazón y 133.96 ± 196.39 mm de longitud de cola. El peso promedio fue de $530.27 \pm 384,55$ g. El coeficiente de correlación de Spearman mostró una correlación positiva entre las medidas morfométricas de *P. argus* a un nivel de significancia de 0,001. En términos generales, las langostas de Tasajera fueron más grandes y pesadas mientras

que las de Isla Grande presentaron las langostas más pequeñas con respecto a los demás sitios de muestreo (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas morfométricas registradas en *Panulirus argus* en los sitios de muestreos evaluados en este estudio. Las medidas morfométricas están expresadas en milímetros (mm) y el peso en gramos (g).

Sitio	Longitud del caparazón	Ancho del caparazón	Longitud de cola	Ancho de cola	Peso
Isla Grande	82,2	20,8	-	-	152
Isla Providencia	120,97	72,8	62,0	24,4	588,5
Tasajera	133,4	95,8	192,5	70,2	1142,3
Isla Fuerte	89,7	61,68	125,17	42,10	446,2
Cabo de la Vela	92,46	71,17	223,4	50,9	436,1

4.1 Simbiontes asociados a *Panulirus argus*

Se encontraron cinco morfotipos de simbiontes en *Panulirus argus*, copépodos, esponjas, percebes pedunculados, balanomorfos y nemertinos, de los cuales se pudieron cuantificar solo tres. Dos de ellos pertenecen al Phylum Arthropoda, infraclase Cirripedia: el percebe pedunculado adulto *Octolasmis* spp. (Lepadiformes: Poecilasmatidae) y *Balanus trigonus* (Sessilia: Balanidae). El tercer taxón es *Carcinonemertes* sp. (Monostilifera: Carcinonemertidae), perteneciente al Phylum Nemertea, clase Hoplonemertea. La identificación taxonómica se realizó para el 1.5% de los percebes pedunculados, 15% de los balanomorfos y 100% de los nemertinos. Se encontraron un total de 1118 larvas cipris libres y adheridas a las branquias de los ejemplares de langosta espinosa del Caribe, y 17466 simbiontes en los 84 hospederos evaluados. En la tabla 5 se muestra el número de simbiontes encontrados para cada sitio de muestreo evaluados en este estudio.

Tabla 5. Abundancia de simbiontes en *Panulirus argus* para cada uno de los sitios evaluados

Sitio	Larvas cipris	<i>Octolasmis</i> spp.	<i>Balanus trigonus</i>	<i>Carcinonemertes</i> sp.
Isla Grande	89	360	-	-
Isla Providencia	71	2478	-	-
Isla Fuerte	240	5562	-	-
Tasajera	622	6465	168	3
Cabo de la vela	96	2372	58	-

4.1.1 Descripción de los taxones

Octolasmis spp.

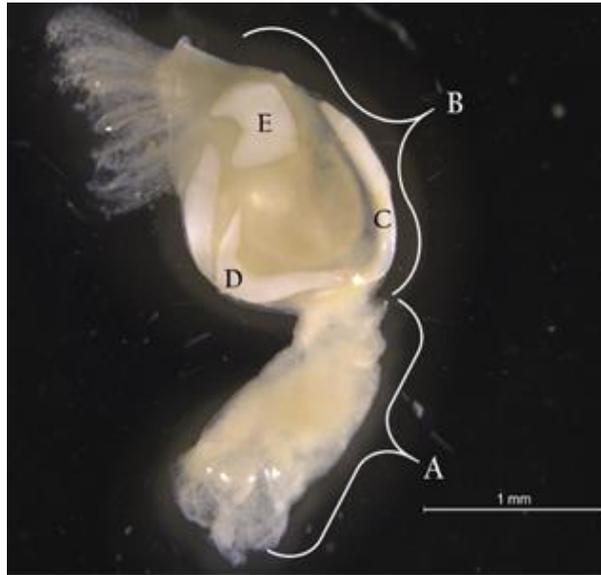


Figura 4. Morfología externa de *Octolasmis* cf. *hoeki*. **A.** Pedúnculo, **B.** Capítulo, **C.** Carina, **D.** Scutum, **E.** Tergum.

De acuerdo con Chan et al. (2009), los individuos del género *Octolasmis* son crustáceos que presentan dos partes diferenciadas: el pedúnculo y el capítulo, así como seis pares de cirros y un capítulo con cinco placas parcialmente calcificadas y con espacios entre ellas. Los especímenes son de color blanco translúcido, tienen un pedúnculo alargado, más amplio hacia la base, y no poseen placas calcáreas (Chan et al., 2009) (Figura 4A).



Figura 5. **A.** Cirros, **B.** Mandíbula de *Octolasmis* cf. *hoeki*.

Del total de los individuos del género *Octolasmis* encontrados en las langostas evaluadas (17237), se revisó cerca del 0.5 % (aproximadamente 85 individuos), los cuales cumplieron con lo descrito en las claves taxonómicas de Stebbing (1895), Nilson-Cantell (1927) y Young (1990) para la especie *O. hoeki*: presentaron un capítulo comprimido con cinco placas calcáreas de color blanco (Figura 4B). La carina es levemente curvada, larga y delgada, la parte basal se encuentra en ángulo recto con relación al resto, mientras que la parte externa es cóncava (Figura 4C). El *scutum* presenta dos segmentos: un segmento ocluyente y un segmento basal más amplio, los cuales no se encuentran sólidamente calcificados (Figura 4D). El segmento ocluyente es largo y ligeramente curvado, el ápice es redondeado y se acerca al margen excavador del tergum, mientras que el segmento basal es más corto que el ocluyente, pero es más ancho, tiene forma triangular y el lado más largo presenta una forma ligeramente convexa y el lado inferior se superpone a la parte basal de la carina. La parte superior del tergum se proyecta con un ápice obtuso hacia el margen superior del capítulo, la placa se ensancha hacia abajo, de modo que el margen externo es excavado y el margen interno es casi recto (Figura 4E). Posee seis pares de cirros (Figura 5A) y una mandíbula con cinco dientes, los cuales son más grandes en el extremo del margen convexo y el más alejado es amplio y posiblemente denticulado (Figura 5B).

Larva cypriis de la clase Cirripedia

Presenta un cuerpo translúcido, alargado, con forma elíptica cubierto por un caparazón, presenta un par de anténulas, las cuales están especializadas en la búsqueda de hábitat idóneo para su asentamiento, presentan 6 pares de toracópodos y un ojo nauplio de color negro (Chan et al., 2014) (Figura 6).

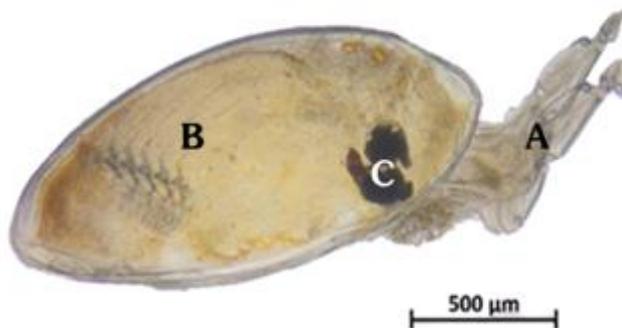


Figura 6. Larva cypriis con anténulas extendidas, **A.** anténulas, **B.** seis pares de toracópodos, **C.** un ojo nauplio.

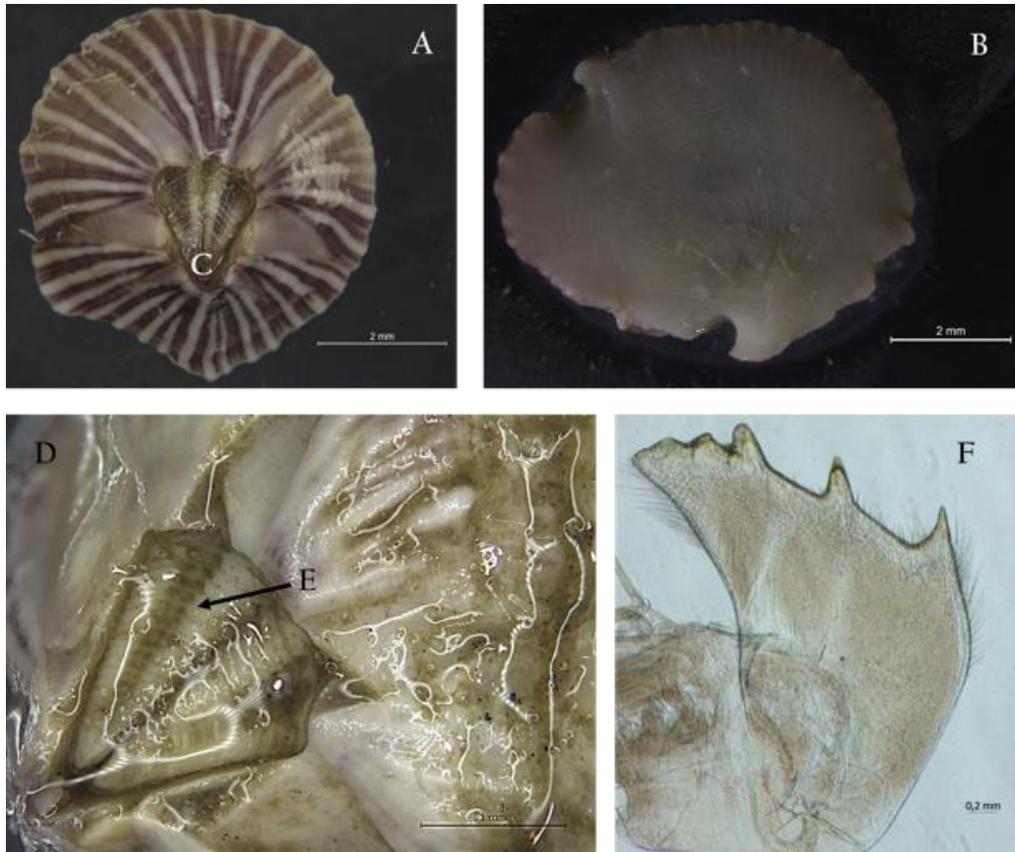
***Balanus trigonus* Darwin, 1854**

Figura 7. *Balanus trigonus*: **A.** Vista superior, **B.** Vista inferior, **C.** Opérculo, **D.** Vista externa del scutum, **E.** Líneas de crecimiento. **F.** Mandíbula.

De los especímenes de *B. trigonus* recolectados en los exoesqueletos de las langostas de Tasajera y Cabo de la Vela, a 34 individuos (15% del total) se les aplicó las claves taxonómicas de Ortiz y colaboradores (2002) y las descripciones originales de *Balanus trigonus* (Darwin, 1825). Son especímenes con concha en forma cónica, opérculo triangular y seis placas, paredes de color rosa violáceo con nervaduras longitudinales generalmente de color blanco, y radios sólidos de color rosa pálido o casi blanco (Ortiz et al., 2002). Presentan el rostro fusionado con los rostros laterales y base calcárea con líneas. La superficie externa del *scutum* presenta líneas de crecimiento delgadas que se cruzan con varios orificios longitudinales, generando de 1 a 4 hileras de orificios pequeños (Figura 7E). La mandíbula posee tres dientes excluyendo el ángulo inferior (Figura 7F) (Darwin, 1854; Chan et al., 2009).

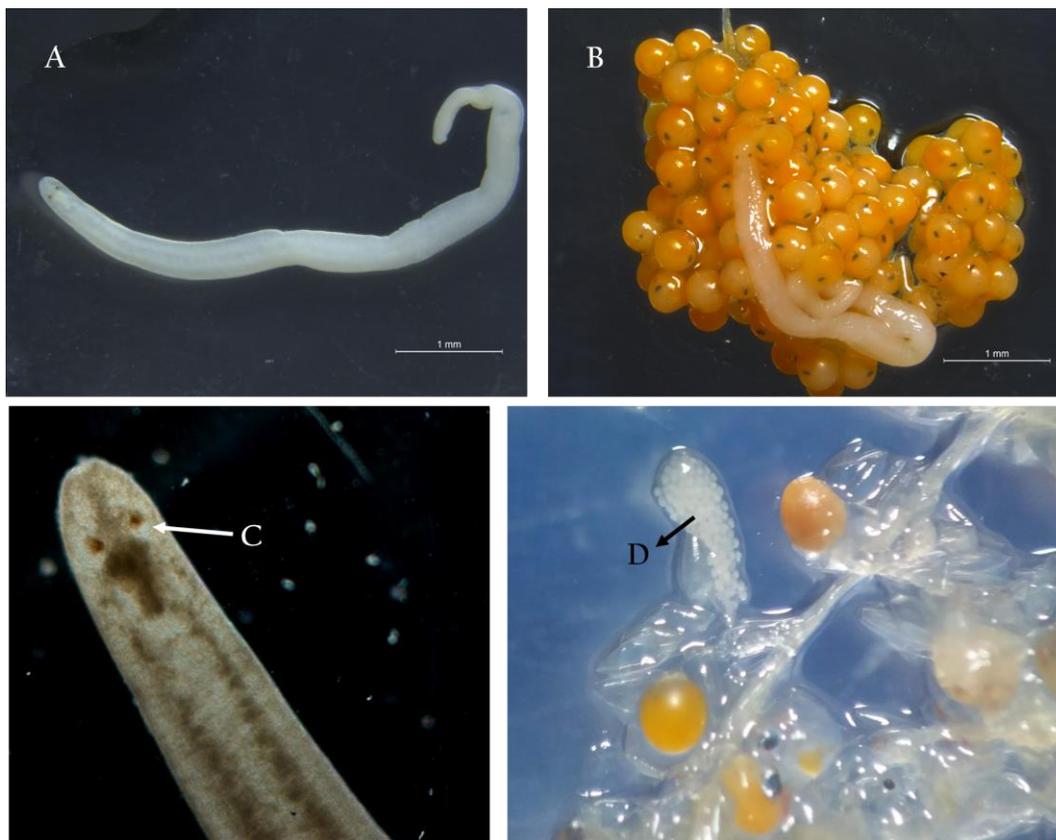
***Carcinonemertes* sp. Coe, 1902**

Figura 8. *Carcinonemertes* sp. **A.** Apariencia general, **B.** *Carcinonemertes* sp. en la masa de huevos de *Panulirus argus*, **C.** ocelos, **D.** hebra de huevos del gusano.

Los tres ejemplares encontrados en una masa ovígera de una langosta procedente de Tasajera se identificaron como *Carcinonemertes* sp. con base en su morfología y su comportamiento como depredador (Figura 8). Estos individuos son simbioses que se caracterizan por depredar huevos de distintas especies de crustáceos, son de color blanquecino, presentan un cuerpo generalmente filiforme y delgado, nervios laterales dos y dos ocelos (Figura 8C) y presentan una probóscide pequeña y poco desarrollada en la parte posterior del cuerpo (Coe, 1902; Santos et al., 2006). Además, se observaron también hebras largas de huevos de gusano que se encontraban cubiertas por una vaina de moco translúcido entre los huevos de cangrejos hembras (Figura 8D).

4.2 Distribución de simbiontes a escala de microhábitat en la langosta espinosa del Caribe

Los simbiontes encontrados en este estudio se encontraron asociados a distintas estructuras corporales de los ejemplares de langosta espinosa, tales como caparazón, branquias, apéndices bucales y la masa de huevos (Tabla 6). El 0.7% de *Octolasmis* spp. se encontraba adherido a los apéndices bucales y el 99.2% en las cavidades branquiales de los ejemplares. Por su parte, los nemertinos adultos se encontraron sólo en masas de huevos de las hembras ovadas, mientras que los ejemplares de *Balanus trigonus* se detectaron en el exoesqueleto y las antenas de las langostas recolectadas.

Tabla 6. Distribución y abundancia de los simbiontes en las distintas áreas del cuerpo del hospedero identificadas para este estudio.

Taxón	Pereiópodos	Caparazón	AB	Branquias	Antenas y exoesqueleto	Masa de huevos
<i>Octolasmis</i> spp.	3	17	123	17094	-	-
<i>Balanus trigonus</i>	-	-	-	-	226	-
<i>Carcinonemertes</i> sp.	-	-	-	-	-	3

Nota: AB hace referencia a los apéndices bucales de las langostas.

4.3 Distribución de *Octolasmis* spp. en las regiones branquiales

Se encontró una fuerte colonización de *Octolasmis* spp. en la región proximal de las branquias para todos los sitios evaluados, el 70% se encontraba adherido a la región proximal, el 21,2% y el 8,2% a la región media y distal de las branquias, respectivamente (Figura 9, Tabla 7). El análisis estadístico (ANOVA) mostró una diferencia significativa en la distribución de *Octolasmis* spp. en las regiones de las branquias de *P. argus* ($F=0.00$, $P<0.05$). La prueba de Kruskal-Wallis arrojó una diferencia significativa entre las abundancias de *Octolasmis* spp. en las tres regiones de las branquias de *Panulirus argus* ($P<0,05$). La prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon mostró una diferencia estadísticamente significativa para las regiones branquiales evaluadas ($P<0,05$) (Tabla 8).

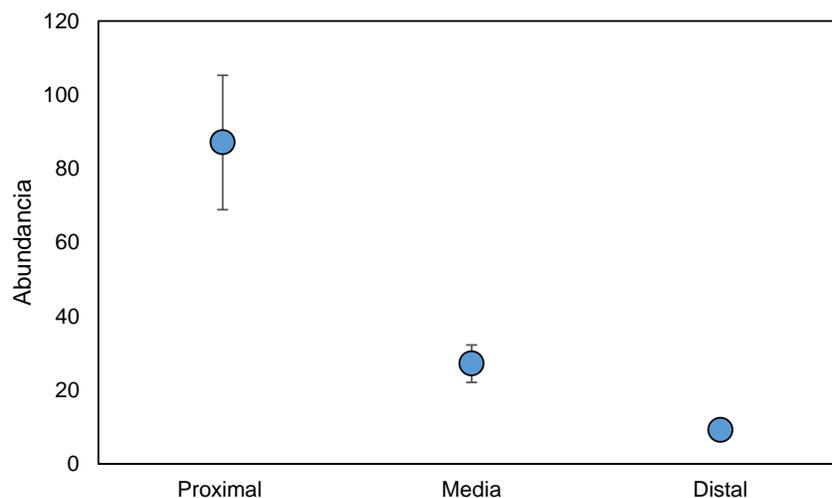


Figura 9. Abundancia de *Octolasmis* spp. en las regiones de las branquias de *Panulirus argus* en el Caribe colombiano. Los círculos corresponden al promedio de la abundancia y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar.

Tabla 7. Distribución y abundancia de *Octolasmis* spp. en las regiones de las branquias de la langosta espinosa *Panulirus argus*.

Sitios	Cámara branquial		
	Proximal	Media	Distal
Isla Grande	152	49	14
Isla Providencia	1151	288	213
Isla Fuerte	2404	633	293
Tasajera	3075	833	176
Cabo de la vela	815	479	190
Total	7597	2282	886

Tabla 8. Prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon para las abundancias de *Octolasmis* spp. en las regiones branquiales de *Panulirus argus*.

Regiones	Proximal	Media
Media	0,029*	-
Distal	0,000032*	0,044*

Nota: El * representa una diferencia estadísticamente significativa con un $P < 0.05$.

4.4 Descriptores cuantitativos para las poblaciones de simbiontes

Los descriptores cuantitativos estimados para cada uno de los simbiontes asociados a *Panulirus argus* en todos los sitios de muestreo se encuentran especificados en la Tabla 9. La prevalencia de simbiontes fue del 80% con una intensidad media de 253,06 simbiontes por hospedero para todos los sitios evaluados. En términos generales, el simbiote con mayor abundancia fue *Octolasmis* spp. con 17237 individuos hallados, este simbiote presentó una prevalencia de infestación del 80% en los cinco sitios de muestreo, con una intensidad media de 253,40, la cual fue mayor en machos que en hembras. Mientras que *Balanus trigonus* presentó una prevalencia de 1,3% para todos los sitios de muestreo y una intensidad media 18,992, la cual es mayor en las hembras, y *Carcinonemertes* sp. mostró un 25% de prevalencia de infestación. No hubo diferencias significativas entre la prevalencia de infestación de los simbiontes en *P. argus*.

Tabla 9. Principales descriptores cuantitativos de los simbiontes asociados a *Panulirus argus* en el Caribe colombiano. El (%) representa la prevalencia de simbiontes.

Taxón	Sexo	N° de langostas infestadas	Abundancia	%	Intensidad	Intensidad media
<i>Octolasmis</i> spp.	M	33	6110	85	3-1615	337,09
	H	35	11124	80	1-1625	174,49
<i>Balanus trigonus</i>	M	4	53	10	5-14	11,75
	H	7	173	16	3-137	25,71

La tabla 10 muestra los descriptores cuantitativos de los simbiontes asociados a *P. argus* para cada uno de los sitios de muestreo. Los sitios Isla Fuerte y Tasajera presentaron la mayor abundancia y altas tasas de prevalencia e intensidad media de infestación de *Octolasmis* spp. con relación a los demás sitios. Mientras que *B. trigonus* sólo se registró en Tasajera y Cabo de la Vela, obteniendo mayor abundancia e intensidad media de infestación en Tasajera. Por su parte, *Carcinonemertes* sp. sólo se encontró en Tasajera con una prevalencia del 50% (Tabla 10).

Tabla 10. Descriptores cuantitativos de los simbiontes identificados en *Panulirus argus* en los distintos sitios evaluados. El símbolo % representa la prevalencia de los simbiontes.

Taxón	Sitio	N° de langostas infestadas	Abundancia	%	Intensidad	Intensidad media
<i>Octolasmis</i> spp.	Isla Grande	7	360	87	0-133	51,42
	Isla Providencia	17	2478	71	0-668	145,76
	Isla Fuerte	20	5562	90	0-1625	278,1
	Tasajera	9	6465	90	0-1615	718,33
	Cabo de la vela	15	2372	75	0-437	158,13
	Isla Grande	-	-	.	-	-
<i>Balanus trigonus</i>	Isla Providencia	-	-	-	-	-
	Isla Fuerte	-	-	-	-	-
	Tasajera	4	168	40	3-14	42
	Cabo de la vela	8	58	40	6-137	7,375
	Isla Grande	-	-	-	-	-

La prueba de Kruskal-Wallis arrojó una diferencia estadísticamente significativa entre las abundancias de *Octolasmis* spp. en los sitios de muestreos evaluados, $P < 2,2^{-16}$. La prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de los simbioses para Isla Grande y Tasajera (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de suma de rango de Mann-Witney Wilcoxon para las abundancias de *Octolasmis* spp. en *Panulirus argus* entre los distintos sitios de muestreo.

Sitios	Cabo de la vela	Isla Fuerte	Isla Grande	Isla Providencia
Isla Fuerte	1.000	-	-	-
Isla Grande	0.727	1.000	-	-
Isla Providencia	1.000	1.000	1.000	-
Tasajera	0.140	0.121	0.039**	0.069

La abundancia de *Octolasmis* spp. fue mayor en Tasajera (Figura 10) y se encontró que la intensidad media de infestación aumenta a medida que el tamaño de las langostas aumenta

(Figura 11). No hubo una correlación entre la intensidad media de *Octolasmis* spp. y la longitud del caparazón de *P. argus* (prueba de correlación de Spermán, $r=0,83$; $P<0,05$). Por su parte, *B. trigonus* tuvo mayor abundancia en Tasajera que en Cabo de la vela (Figura 12).

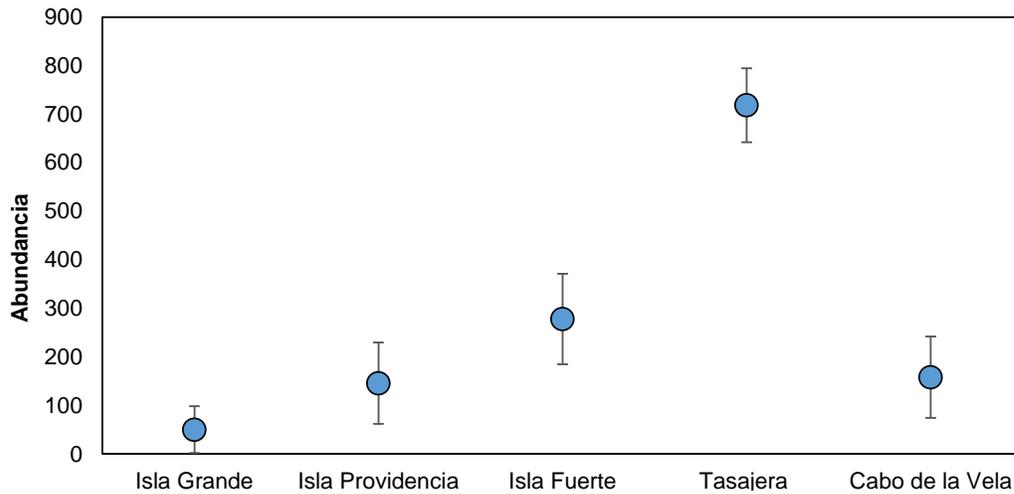


Figura 10. Abundancia de *Octolasmis* spp. en los distintos sitios de muestreo. Los círculos representan la media de cada uno de los sitios y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar.

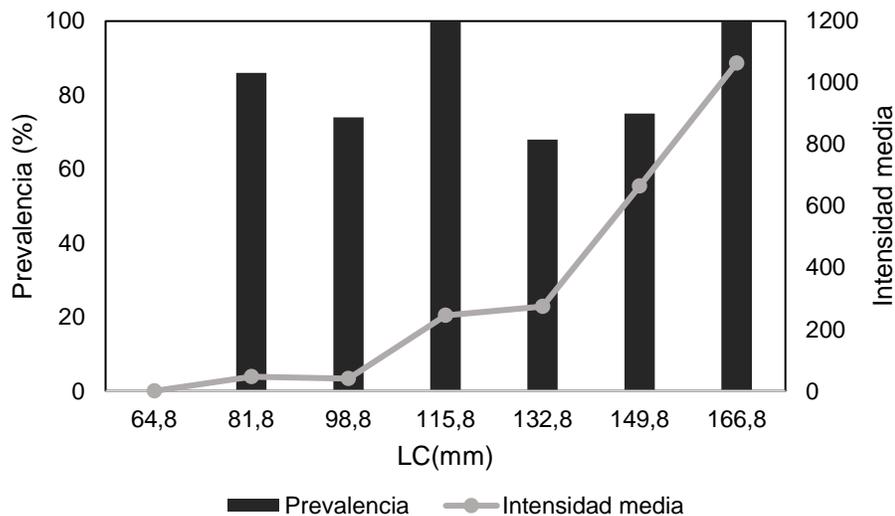


Figura 11. Prevalencia e intensidad media de infestación de *Octolasmis* spp. respecto a la longitud del cefalotórax (LC) en la langosta *Panulirus argus* en el Caribe colombiano.

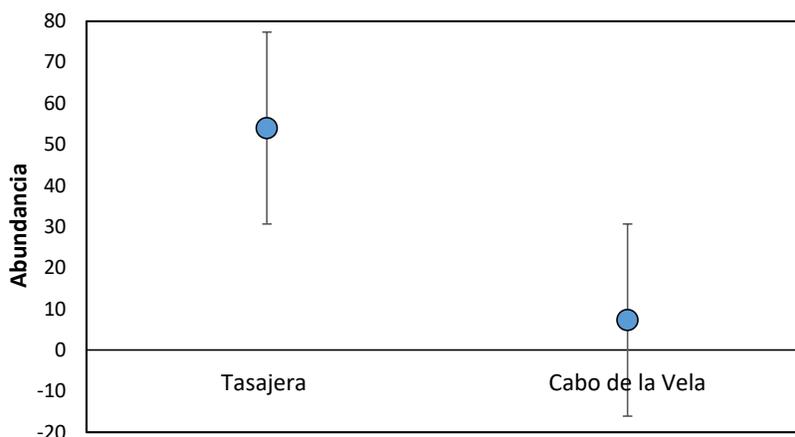


Figura 12. Abundancia de *Balanus trigonus* asociados a *Panulirus argus* presente en Tasajera y Cabo de la Vela. Los círculos representan la media de la abundancia y las líneas acotadas corresponden a la desviación estándar.

4.5 Regresiones lineales

La relación entre el número de *Octolasmis* spp. asociados a *Panulirus argus* y la longitud del caparazón se muestra en la figura 13. Se encontró que la abundancia de *Octolasmis* spp. aumentaba con el aumento de tamaño de las langostas, mientras que la abundancia de *B. trigonus* no está relacionada con la longitud del caparazón de las langostas evaluadas (Figura 14).

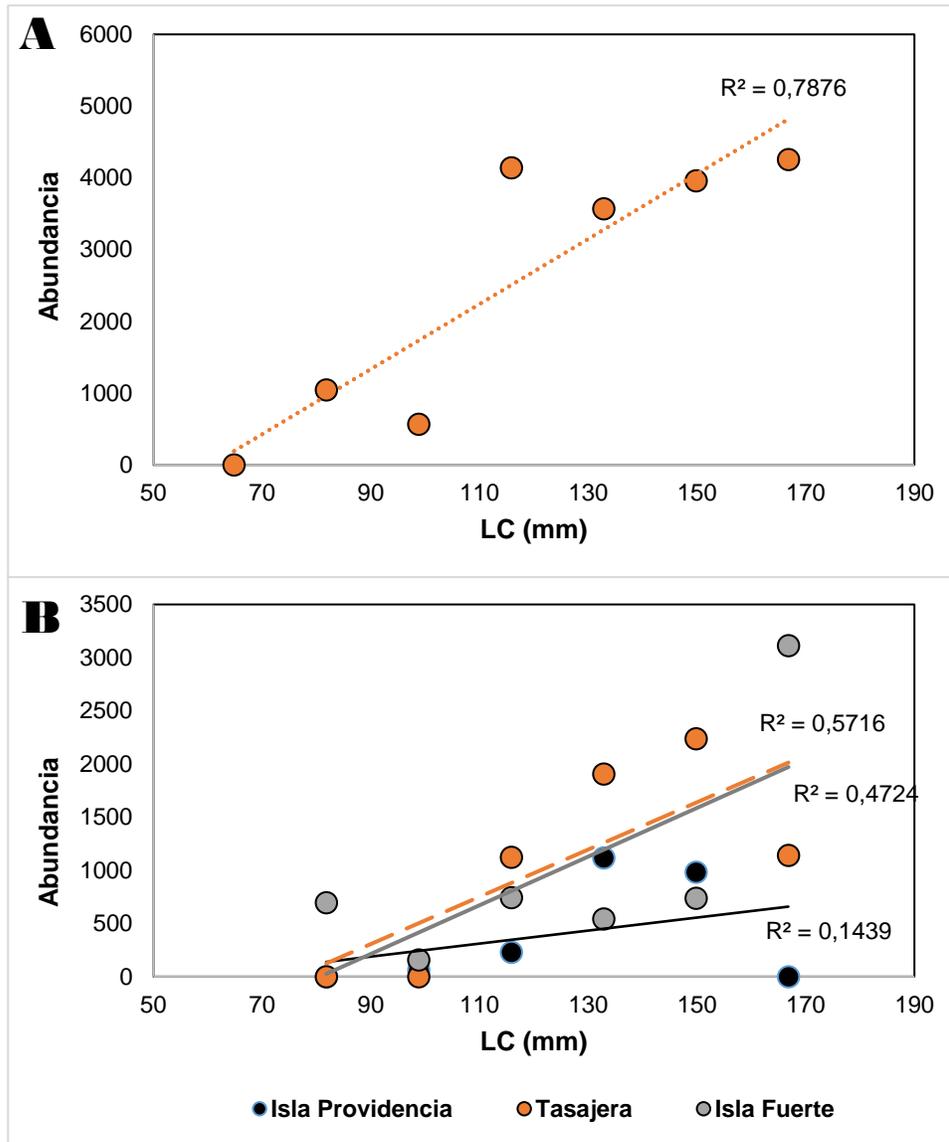


Figura 13. Análisis de regresión para la abundancia de *Octolasmis* spp. en relación con la longitud del caparazón en *Panulirus argus* para todos los sitios (**A**) y para los sitios que tuvieron datos de abundancia en más de dos marcas de clase (**B**).

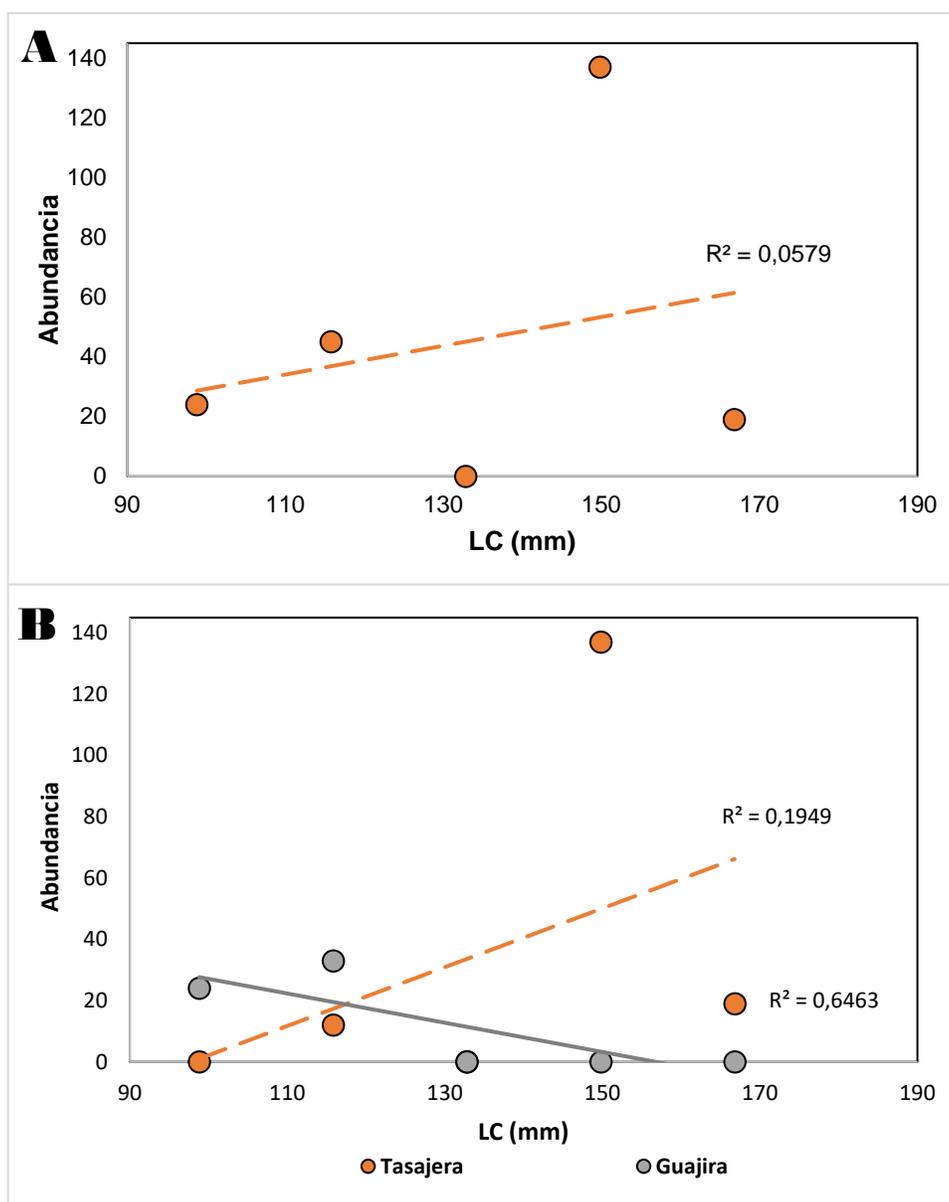


Figura 14. Análisis de regresión para la abundancia de *Balanus trigonus* en relación con la longitud del caparazón en *Panulirus argus* para todos los sitios (A) y para los sitios que tuvieron datos de abundancia en más de dos marcas de clase (B).

5. Discusión

En el presente estudio, se describe la presencia de tres taxones de simbiontes en los exoesqueletos, cámaras branquiales, branquias y en una masa de embriones, en cinco poblaciones de la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus*. Aunque algunos de los simbiontes observados en esta langosta han sido reportados anteriormente en otros crustáceos decápodos, incluyendo *P. argus* y otras especies de langostas espinosas, en este estudio se describe por primera vez la distribución y abundancia del percebe *Octolasmis* spp. (Lepadiformes: Poecilasmataceae) en diferentes micrositios de las branquias y exoesqueleto de *P. argus*, se describe la especie *Octolasmis* cf. *hoekii*, y se evalúan correlaciones con las diferentes medidas morfométricas. Los dos taxones de cirrípedos encontrados en este estudio son organismos que comúnmente viven adheridos a otros organismos (Jeffries et al., 1992; Hendrickx & Ramírez, 2019).

El género *Octolasmis*, descrito por primera vez por Gray en 1825, se caracteriza por presentar un pedúnculo y un capítulo protegido por placas calcáreas, y están asociados a sustratos duros, generalmente al exoesqueleto de crustáceos decápodos (Machado et al., 2013). Los individuos de *Octolasmis* spp. adultos se encontraron en apéndices bucales, pereiópodos, caparazón y cavidades branquiales, mientras que las larvas cypri se hallaron sólo en las cámaras branquiales de *P. argus*. El 99% de estos percebes se encontraron en las branquias, y su preferencia por este microhábitat está determinado por la disponibilidad constante de alimento y oxígeno, y por la protección contra depredadores (Gannon & Wheatly, 1992; Voris et al., 1994). Por otro lado, aunque no se evaluó el grado de calcificación de las placas en este estudio, se observó que los percebes encontrados en los apéndices bucales tenían las placas más calcificadas. Según Voris & Jeffries (1997), el grado de calcificación de las placas de *Octolasmis* spp. está relacionado con la distribución de este en las distintas áreas del hospedero, lo cual sugiere que los percebes que se encuentran en los apéndices bucales están más adaptados para vivir en el exterior.

Según las categorías de prevalencia descritas por Schmidt (2008) en la Tabla 2, la prevalencia de *Octolasmis* spp. encontrada en el presente estudio en *P. argus* es alta (81%) y, por consiguiente, este simbiote podría causar estrés al hospedero e incluso ocasionar su muerte. Esta tasa de prevalencia es similar a la reportada en *P. versicolor* por *Octolasmis angulata* (84%) (Yusgita et al., 2019). Sin embargo, en langostas espinosas de la India, se han registrado

prevalencias de infestación muy bajas en comparación a la encontrada en este estudio: *P. pelagicus* (11.1%) y *P. sanguinolentus* (14.1%) (Kumaravel et al., 2009). La prevalencia de infestación de *Octolasmis* spp. no presentó diferencias entre machos (85%) y hembras (80%) (Tabla 9) en contraste con lo reportado por Khattab (2018), quien encontró que las hembras tuvieron una mayor prevalencia de infestación (69%) que los machos (31%). No obstante, otros estudios registraron que los machos presentan mayor prevalencia de infestación por este percebe que las hembras (Machado et al., 2013).

En este estudio, la intensidad media de infestación fue muy severa de acuerdo con las categorías de intensidad propuestas por Williams & Williams (1996) (Tabla 3). Esta tasa de intensidad media de infestación es alta en comparación con las reportadas en otros crustáceos como *Portunus pelagicus*, el cual presentó una intensidad media por *Octolasmis angulata* del $18,5 \pm 18,6$ (Khattab, 2018) y la intensidad media de *O. bullata* ($74,6 \pm 39,1$) para el cangrejo *Portunus sanguinolentus* (Li et al., 2015). La abundancia y la intensidad media de infestación de *Octolasmis* spp. se relacionaron positivamente con la longitud del caparazón de *P. argus* ($R^2 = 0,787$), similar a lo encontrado por Santos & Bueno (2002) para el cangrejo *Callinectes ornatus* en Brasil, Yan et al. (2004) para el cangrejo portunido *Charybdis feriatus* en China ($r = 0,82$), Mushtaq & Mustaquim (2009) para el cangrejo *Scylla cf. Tranquebarica* y Yuan et al. (2016) para *Portunus sanguinolentus* de China ($r = 0,90$). Estos resultados respaldan el papel de los crustáceos decápodos en el asentamiento de organismos sésiles como *Octolasmis* spp., debido a que los hospederos adultos y de mayor tamaño mudan con menor frecuencia que los individuos pequeños, por ende, es más probable que los individuos grandes presenten mayores tasas de infestación debido a que los percebes se eliminan durante la muda (Jeffries et al., 1992; Li et al., 2014).

La distribución de *Octolasmis* spp. en la cámara branquial de las langostas evaluadas fue heterogénea y consistente con los patrones reportados por Voris et al. (1994) por el percebe *O. angulata* y *O. cor* en *Scylla serrata*, *O. muelleri* en *Callinectes sapidus* (Voris & Jeffires, 2001) y *Octolasmis* sp. en *Portunus pelagicus* y *Portunus sanguinolentus* (Rasheed & Mustaquim, 2017), en los cuales se encontró una fuerte colonización en la región proximal de las branquias. Sin embargo, Hassan et al. (2019) encontraron que las regiones distales fueron más susceptibles a la colonización de *Octolasmis* sp. en *P. pelagicus*. Los resultados de esta tesis y los mencionados anteriormente, sugieren que este patrón de distribución de los percebes en las distintas regiones

branquiales puede estar relacionado con el flujo de agua a través de la cámara branquial, debido a que mediante la apertura de la cámara respiratoria se proyecta el escafognatito y produce la corriente de agua que ingresa a las branquias, llegando primero a la región proximal de estas (Hughes et al., 1969; Spivak, 2016). Por lo tanto, es probable que las larvas cipris que ingresan a la cámara branquial en circulación normal de agua, se encuentren primero con la región proximal de las branquias y se adhieran a ellas, además el flujo de corrientes les provee alimento y oxígeno a los simbiontes adheridos de manera permanente a la cavidad branquial (Voris et al., 1994). Puede adicionarse que una de las consecuencias de las altas abundancias de percebes en las cámaras branquiales de crustáceos, podrían limitar seriamente el área disponible para las corrientes respiratorias afectando el intercambio gaseoso del hospedero, lo que podría conducir a su deceso (Gannon & Wheatly, 1992).

De acuerdo con Bindu (2018), factores físicos del ambiente como la salinidad, la temperatura, las partículas en suspensión y la cantidad de contaminantes influyen en la abundancia y distribución de simbiontes, los cuales están determinados por bajas salinidades y temperaturas que afectan principalmente su establecimiento y supervivencia (Shields & Wood, 1993). Estas afirmaciones están apoyadas por Walker (1974), quien encontró que en bajas salinidades no se observaron hospederos infestados, lo que sugiere que los simbiontes están limitados por las bajas salinidades, las cuales incluso podrían ocasionar su muerte y consecuentemente desprenderse de sus hospedadores (Meenakumari, 1999). Por ejemplo, Dunn & Young (2015) encontraron que *Carcinonemertes errans* presentaron baja tolerancia a los valores más bajos de salinidad. Esto podría ayudar a explicar la distribución de *Octolasmis* spp. en todos los sitios de muestreo del presente estudio, ya que a pesar de que en el presente trabajo no se evaluaron parámetros ambientales, las salinidades para los sitios de muestreo en otros estudios del Caribe colombiano, han mostrado valores de 28.92 psu en Isla Grande, y de 36 psu en Isla Providencia, Isla Fuerte y Guajira (Silvera y Zambrano, 2017; Severiche et al., 2017; Incoder-UJTL, 2014, Paramo et al., 2011). Con respecto a Tasajera, para el área marina de la zona de Boca de la Barra, se registraron valores de salinidad cercanos a 36 psu (INVEMAR, 2018).

En cuanto a *Balanus trigonus*, se han realizado pocos estudios que evalúen su simbiosis con otras especies de langosta espinosa. Sin embargo, se ha reportado la presencia de especies de *Balanus* en crustáceos decápodos, como, por ejemplo, *Balanus* sp. sobre *Callinectes arcuatus* y *C. toxotes* (Álvarez-León, 2009) para el Caribe colombiano. La prevalencia de *B. trigonus* en

este estudio fue de 0,13%, siendo baja de acuerdo con las categorías de prevalencia propuestas por Schmidt (2008) y registradas en la tabla 2. Este valor de prevalencia es muy bajo si se compara con la prevalencia de infestación por *B. crenatus*, 42,9% (Dvoretsky & Dvoretsky, 2008) y la prevalencia de *B. improvisis* y *B. amphitrite* (44,5%) sobre *Clibanarius vittatus* (Bruce, 1989). La mayoría de los individuos de *B. trigonus* encontradas en el presente trabajo predominaron en el cefalotórax y las antenas de las langostas, lo cual coincide con lo encontrado por Hendrickx & Ramírez-Félix (2019) en *Panulirus gracilis*, en donde 942 individuos se hallaron en el cefalotórax y 182 en las antenas. Esto sugiere que la ubicación de este simbiote está posiblemente relacionada con la disponibilidad de alimento y protección de los depredadores, esta última es una ventaja de esta asociación (Bruce, 1989; Bowers, 1998), sin embargo, hace falta más información relacionada. Uno de los factores que influyen en el asentamiento de epibiontes es la muda que experimentan los hospederos, dado que estos se eliminan del hospedero con la ecdisis, debido a que los hospederos juveniles mudan con mayor frecuencia que los adultos, los cuales son más propensos a acumular cargas epibióticas (Dick et al., 1998). Esto podría explicar la alta abundancia y prevalencia de *Balanus trigonus* en las langostas capturadas en Tasajera, sitio en el cual las langostas presentaron mayor tamaño.

De acuerdo con las categorías establecidas por Williams & Williams (1996) para los valores de intensidad de infestación, la intensidad registrada en este estudio para *B. trigonus* es moderada, lo que podría indicar que estos individuos pueden ocasionar estrés en el hospedero, pero no pueden provocar su muerte. Este valor de intensidad fue mayor en relación con la reportada por *B. balanus* y *B. crenatus* ($3,4 \pm 0,6$) para *Lithodes maia* ($1,75 \pm 0,3$) (Dvoretsky & Dvoretsky, 2008). John (1964) evaluó la biología de *Balanus amphitrite communis* y encontró que factores ambientales como la calidad del agua influye en la intensidad de infestación y en el asentamiento de larvas de esta especie en los hospederos, aunque para el presente estudio no es posible asegurarlo dado que no se evaluaron parámetros ambientales.

Se puede inferir que la asociación entre los cirrípedos y sus hospederos es de tipo comensal. Esta interacción inicia en el momento en que la larva cipris realiza la búsqueda de un sustrato idóneo para su asentamiento, un proceso clave para el ciclo de vida de estos organismos (Santos y Bueno, 2002). Esta asociación ofrece ventajas importantes al simbiote mediada por los movimientos del hospedero, tales como la dispersión de los simbioses y alimentación mediante las corrientes de agua que se generan durante la respiración del hospedero (Wahl, 1989). Walker

(1974) menciona que cuando los percebes se adhieren a las branquias de los hospederos obtienen protección por las cámaras branquiales y, sugiere también que la biología del hospedero influye en el desarrollo de estos simbiontes, puesto que, mediante la muda los crustáceos pueden disminuir la densidad de simbiontes.

Dentro del desarrollo larval de crustáceos cirrípedos, la larva cypriis es el estadio final de su etapa larval (Harrison & Sandeman, 1999). En la presente investigación, se encontró una alta densidad de larvas cypriis en las cámaras branquiales de las langostas (1118 larvas). Hendrickx & Ramírez-Félix (2019) reportaron una alta densidad de larvas cypriis en *P. gracilis* (1019 larvas), sugiriendo que su presencia está relacionada con la exposición al asentamiento de estas larvas y con la falta de muda de los hospederos. La mayoría de las langostas evaluadas en el presente estudio no presentaron muda reciente, lo cual podría explicar la presencia de larvas cypriis en estos ejemplares.

Por otro lado, el nemertino *Carcinonemertes conanobrieni* se ha reportado anteriormente en masas de embriones (huevos) de *P. argus* (Simpson et al., 2017; Simpson, 2018; González-Cueto y Quiroga, 2018). Algunos de los caracteres que pudieron identificarse en este estudio, el rango de distribución y la especificidad parasitaria de *C. conanobrieni*, sumados a los estudios realizados por González-Cueto y Quiroga (2018) y Berben (2021), ayudaron al supuesto de que los tres ejemplares de *Carcinonemertes* sp. encontrados en el presente estudio en la masa de embriones de langosta de dicho sitio de muestreo, se describieran como *C. conanobrieni*. Las especies del género *Carcinonemertes* son generalmente consideradas depredadores simbióticos de huevos de distintos crustáceos decápodos. Humes (1942), realizó la primera descripción de la biología de *Carcinonemertes carcinophila* en *Callinectes sapidus*, sentando las bases de la ecología y biología de estos organismos. Se han reportado distintas especies del género *Carcinonemertes* como simbiontes de crustáceos decápodos, como *Carcinonemertes regicides* en el cangrejo real rojo *Paralithodes camtschatic* (Shields et al., 1989), *Carcinonemertes kurisi* en el cangrejo *Randallia ornata* y *Carcinonemertes tasmanica* asociado al cangrejo *Dittosa laevis* (Sadeghian & Santos, 2010), los cuales causan altas tasas de mortalidad en los huevos de los crustáceos excediendo el 50% (Wickham, 1979; Kuris & Wickham, 1987).

Aunque en este estudio se encontró una prevalencia de infestación del 16% de este nemertino en *Panulirus argus* en el Caribe colombiano, no obstante, es posible que la abundancia hallada en este trabajo esté relacionada con los métodos de conservación de las muestras y con el muestreo de individuos de nemertinos en etapas adultas. Al respecto, Baeza et al. (2016), también encontró valores bajos de prevalencia de infestación por *Carcinonemertes* sp. en *Panulirus argus* (7,4%). Sin embargo, la prevalencia de este nemertino en la langosta espinosa reportada en este estudio es baja en comparación a la reportada por Wickham (1979), quien encontró una prevalencia del 100% de *Carcinonemertes errans* en *Cancer magister*, y Shields et al. (1990), reportaron el 97% de prevalencia de *C. epialti* en el cangrejo *Cancer anthonyi*. De acuerdo con Shields (1993), estos organismos frecuentemente pasan desapercibidos por su baja prevalencia, la cual está posiblemente relacionada con los periodos reproductivos del hospedero, dado que estos gusanos viven generalmente en otras estructuras, como las extremidades, pleópodos y branquias, y maduran en hospederos ovígeros.

Carcinonemertes conanibrieni es el único nemertino descrito que depreda las masas de embriones de la langosta espinosa del Caribe, el cual se ha encontrado en los cayos de la Florida, la costa caribe colombiana y Saint Kitts y Nevis (Simpson et al., 2017; González-Cueto y Quiroga, 2018; Atherley et al., 2020b; Berben, 2021). Aunque se ha reportado en distintos estudios la presencia de *Carcinonemertes* en masas de huevos de langosta espinosa del Caribe, recientemente Atherley y colaboradores (2020b) registraron la presencia de larvas enquistadas del nemertino en las cavidades branquiales de *P. argus*, sugiriendo que se trata de dos especies distintas.

6. Conclusiones

- En esta investigación, y apoyando trabajos similares en crustáceos, se demuestra el papel de la langosta espinosa en el asentamiento y desarrollo de simbiontes sésiles y móviles, siendo un hospedador apropiado de estos organismos. Se observaron dos tipos de relaciones simbióticas en *P. argus*: comensalismo por parte de *Octolasmis* spp. y *Balanus trigonus*, y parasitismo por *Carcinonemertes* sp.
- La abundancia y la intensidad media de *Octolasmis* spp. estuvieron relacionados con la longitud del caparazón, lo cual sugiere que las langostas de mayor tamaño les brindan grandes ventajas a los percebes, tales como la protección contra depredadores y la disponibilidad constante de alimento y oxígeno.
- La identificación taxonómica de un bajo porcentaje de individuos de *Octolasmis* spp. en este estudio (0.5%), sugiere que se trata de la especie *O. hoeki*, de acuerdo con su rango de distribución, rasgos morfológicos y su presencia en otras especies simpátricas de crustáceos marinos con amplia distribución.
- Los individuos del género *Octolasmis* ubicados en los apéndices bucales tenían placas más calcificadas que los encontrados en la cámara branquial, lo cual puede indicar que están más adaptados para vivir en el exterior. Los que se encontraron en las cavidades branquiales tenían placas menos calcificadas, al parecer porque habitan en microhábitats que les provee protección.
- Según lo encontrado en la literatura, altas abundancias o infestaciones de simbiontes como *Octolasmis* spp. podrían afectar negativamente al hospedero e incluso ocasionar su muerte.
- Los métodos de conservación de las muestras utilizadas en este estudio influyeron en la presencia y abundancia de los simbiontes encontrados.
- Para el muestreo de simbiontes en la cámara branquial, los caparazones obtenidos como subproducto de la pesca artesanal de *P. argus* son muestras idóneas para la búsqueda de simbiontes debido a la ubicación de este microhábitat en el cefalotórax de la langosta.

Además, es una alternativa económica dado que la cola de la langosta es la que tiene alto valor comercial.

7. Recomendaciones

- Se recomienda que se realicen estudios adicionales que amplíen el conocimiento de la relación ecológica entre los simbioses y la langosta espinosa del Caribe dada la importancia de este recurso pesquero para su rango de distribución en el mar Caribe.
- Se recomienda realizar estudios que permitan determinar si los niveles de infestación de los simbioses más abundantes (*Octolasmis* spp. y *Balanus trigonus*) detectados en *P. argus*, podrían afectar aspectos fisiológicos y/o metabólicos sobre su hospedero.
- Además, se recomienda realizar estudios de taxonomía integrativa que incluyan datos morfológicos, secuencias moleculares y aspectos ecológicos (Gan et al., 2020), lo cual podrá ayudar a determinar con mayor precisión a qué especie pertenece cada uno de los simbioses evaluados.
- Asimismo, se recomienda que para estudios donde se evalúen la presencia y los parámetros cuantitativos de los simbioses se tengan en cuenta las diferentes etapas de desarrollo de los simbioses tales como larvas, quistes, entre otras.
- Se recomienda que se tengan en cuenta los taxones que no se cuantificaron ni identificaron en este estudio como simbioses de *P. argus*.
- Es posible que la diversidad y abundancia de simbioses se vea afectada por los métodos de conservación utilizados, por lo tanto, se sugiere que el muestreo de simbioses se realice en campo y en fresco.
- Finalmente, se sugiere que se lleven a cabo estudios futuros que evalúen la relación entre la presencia, abundancia e incidencia de simbioses y los parámetros ambientales de los ecosistemas en los que se encuentren.

8. Referencias Bibliográficas

Álvarez, R., y Blain, L. M. (1993). Registro de *Loxothylacus boschma* 1928 (Crustacea: Cirripedia: Sacculidae) en el suroeste del Caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 19(67), 39-39

Álvarez-León, R. (1999). Revisión de los registros de la asociación Cirripedia-Portunidae del Caribe y Pacífico de Colombia. *Memoria. Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 59(151), 25-28.

Álvarez-León, R. (2009). Asociaciones y patologías en los crustáceos dulceacuícolas, estuarinos y marinos de Colombia: aguas libres y controladas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 33, 129-144.

Amezquita Medina, M. J., De La Hoz Maestre, J. A., y Martínez Whisgman, L. A. (1999). *Experimentación y validación técnico-económica de refugios artificiales para la pesca de langosta Panulirus argus (Latreille, 1804) en la costa de la guajira*. [Tesis de pregrado]. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia

Anderson, P. (1975). Isla Fuerte. *Colombia Geográfica*, 5(2), 119-191.

Atherley, N. A. M., Freeman, M. A., & Dennis, M. M. (2020a). Post-mortem examination of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*, Latreille 1804) and pathology in a fishery of the Lesser Antilles. *Journal of Invertebrate Pathology*, 175, 107453.

Atherley, N. A., Dennis, M. M., & Freeman, M. A. (2020b). Two species of *Carcinonemertes* Coe, 1902 (Nemertea: Carcinonemertidae) infesting the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda: Achelata: Palinuridae), in Saint Kitts, West Indies. *Journal of Crustacean Biology*.

Baeza, J. A., Simpson, L., Ambrosio, L. J., Mora, N., Guéron, R., & Childress, M. J. (2016). Active parental care, reproductive performance, and a novel egg predator affecting reproductive investment in the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus*. *BMC Zoology*, 1(1), 1-15.

Ballesteros, F., García-Valencia, C., Rueda, M., Gómez, K., y Mejía, L. S. (2007). *Abundancia y Caracterización de la Pesquería del Caracol Pala Strombus gigas (Mollusca: Strombidae) en el Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano*. In: Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 58, pp. 393-398.

Berben, A. M. (2021). *Efecto del nemertino parásito Carcinonemertes conanobrieni sobre el desempeño reproductivo de la langosta espinosa del Caribe en Colombia* (Tesis de maestría). Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.

- Bermúdez, A., Campos, G., y Navas, S. (2002). *Panulirus argus*. En N. Ardila, G. C. Navas y J. Reyes. (Eds.). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. *La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. (pp. 113-115). Bogotá, Colombia.
- Bindu, L. (2018). Seasonal variations in the distribution of pedunculate barnacle *Octolasmis spp.* on *Scylla serrata* (Forsk., 1775) from the Ayiramthengu mangroves, Kerala. *Indian Journal of Geo Marine Sciences* 47(09), 1828-1833
- Bliss, D. E., & Mantel, L. H. (1968). Adaptations of crustaceans to land: a summary and analysis of new findings. *American Zoologist*, 8(3), 673-685.
- Borda, C. A., y Cruz, R. (2011). Evaluación de la pesquería de la langosta (*Panulirus argus*) en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano. *Revista de Investigaciones Marinas*, 27(3), 219-230.
- Boudreau, S. A., & Worm, B. (2012). Ecological role of large benthic decapods in marine ecosystems: a review. *Marine Ecology Progress Series*, 469, 195-213.
- Bowers, R. L. (1968). Observations on the orientation and feeding behavior of barnacles associated with lobsters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2(2), 105-112.
- Briones-Fourzán, P., Muñoz de Cote-Hernandez, R., & Lozano-Álvarez, E. (2016). Variability in prevalence of *Cymatocarpus solearis* (Trematoda, Brachycoeliidae) in Caribbean spiny lobsters *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) from Bahía de la Ascensión (Mexico). *Journal of Invertebrate Pathology*. 137. Pág. 62-70.
- Bruce, L. (1989). Invertebrates associated with the thinstripe hermit *Clibanarius vittatus* (Bosc) (Crustacea: Decapoda: Diogenidae) from the Barrier Islands of Mississippi. *Gulf and Caribbean Research*, 8(2), 213-217.
- Buitrago, D. (2004). *La pesquería en Providencia y Santa Catalina, Islas del Caribe occidental: Estrategias de aprovechamiento de los recursos marinos relacionadas con el Palangre Vertical*. (Tesis de pregrado). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, D. C., Colombia.
- Bush, AO, Lafferty, KD, Lotz, JM y Shostak, AW (1997). La parasitología se encuentra con la ecología en sus propios términos: Margolis et al. Revisitado *The Journal of parasitology*, 575-583
- Butler, M., Cockcroft, A., MacDiarmid, A. & Wahle, R (2011). *Panulirus argus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Campbell, A., Gibson, R., & Evans, L. H. (1989). A new species of *Carcinonemertes* (Nemertea: Carcinonemertidae) ectohabitant on *Panulirus cygnus* (Crustacea: Palinuridae) from Western Australia. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 95(3).257-268.

Carpenter, K. E. (2002). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras*. Virginia, Estados Unidos: FAO library. 599 p.

Castañeda, J. O., Ruiz, A. E. Guardiola, O. B., y Estrada, H. H. (2010). Validación de la nasa hondureña para el fortalecimiento de la pesca artesanal. *Económicas CUC*. 31(31). 125-138

Cervigón, F., Cipriani, R., Fischer, W., Garibaldi, L., Hendrickx, M., Lemus, A. J.,... Rodríguez, B. (1992). Fichas FAO de Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. *Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur América*. Roma: FAO. 513 p.

Cham.Voris, H. K., Jeffries, W. B., & Poovachiranon, S. (1994). Patterns of distribution of two barnacle species on the mangrove crab, *Scylla serrata*. *The Biological Bulletin*, 187(3), 346-354.

Chan, B. K. K., Hoeg, J. T. & Kado, R. (2014). Thoracica. In J. W. Martin, J. Olesen y Høeg, J. (Eds.), *Atlas of crustacean larvae* (pp. 116-121). Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Chan, B., Prabowo, R., & Lee, K. S. (2009). *Crustacean fauna of Taiwan: Barnacles, volumen I-Cirripedia: Thoracica excluding the Pyrgomatidae and Acastinae*. National Taiwan Ocean University. 298 pp.

CIOH. (s.f.) Derrotero de las costas y áreas insulares de Colombia del Caribe y Pacifico colombianos. Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe – CIOH. Dirección General Marítima (DIMAR). Recuperado de:

https://www.cioh.org.co/derrotero/images/PDFderrotero_zonas/Providencia/IslandeProvidencia.pdf.

Coe, W. R. (1902). The nemertean parasites of crabs. *The American Naturalist*, 36(426), 431-450.

Cruz, R. (2002). *Manual de Métodos de Muestreo para la Evaluación de las Poblaciones de Langosta Espinosa*. N° 399. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Cuba.

Darwin, C. (1854). *A Monograph on the Sub-class Cirripedia: with figures of all the species. The Lepadidae; or, pedunculated cirripedes*. Ray society. London, 400 p.

Del Monaco, C. y Capelo, J. (2002). Los géneros *Balanus*, *Chthamalus* y *Tetraclita* (Crustacea: Cirripedia) en las costas de Nueva Esparta, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 2000(154), 77-97.

- Díaz, J. M., Sanchez, J. A., & Diaz-Pulido, G. (1997). Geomorphology and recent reef structures of Isla Fuerte and Bajo Bushnell, Colombian Caribbean continental shelf. *Oceanographic Literature Review*, 11(44), 1269.
- Dick, M. H., Donaldson, W. E., & Vining, I. W. (1998). Epibionts of the tanner crab *Chionoecetes bairdi* in the region of Kodiak Island, Alaska. *Journal of Crustacean Biology*, 18(3), 519-527.
- Duarte L.O., C. Cuervo, O. Vargas, B. Gil-Manrique, F. Cuello, G. De León, E. Isaza, K. Tejada, L. Manjarrés–Martínez y H. Reyes-Ardila. (2020). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales de Colombia 2020. Informe técnico. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena, Santa Marta, 154 p.
- Dunn, P. H., & Young, C. M. (2015). Salinity and temperature tolerance of the nemertean worm *Carcinonemertes errans*, an egg predator of the dungeness crab. *The Biological Bulletin*, 228(2), 163-169.
- Dvoretzky, A. G., & Dvoretzky, V. G. (2008). Epifauna associated with the northern stone crab *Lithodes maia* in the Barents Sea. *Polar Biology*, 31(9), 1149-1152.
- Eldred, B. (1962). The attachment of the barnacle, *Balanus amphitrite niveus* Darwin, and other fouling organisms to the rock shrimp, *Sicyonia dorsalis* Kingsley. *Crustaceana*, 3(3), 203-206.
- FAO. (2018). MARPLESCA – *Plan Regional de Manejo de la Pesquera de la Langosta Espinosa del Caribe (Parnulirus argus)*. Bridgetown, Barbados. 71 p.
- Faría, M. A., y Morales, O. (2009). *Guía didáctica. Langosta espinosa Panulirus argus*. Caracas, Venezuela: Fundación Empresas Polar. 44 p.
- Fariña, A. C., Freire, J., & González-Gurriarán, E. (1997). Megabenthic decapod crustacean assemblages on the Galician continental shelf and upper slope (north-west Spain). *Marine Biology*, 127(3), 419-434.
- Fernández, L. (2016). *Dieta de Dasyatis guttata (Elasmobranchii: Myliobatiformes) en el golfo de Salamanca, Caribe de Colombia. Una aproximación interanual*. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.
- Gan, Z., Xu, P., Li, X., & Wang, C. (2020). Integrative Taxonomy Reveals Two New Species of Stalked Barnacle (Cirripedia, Thoracica) From Seamounts of the Western Pacific With a Review of Barnacles Distributed in Seamounts Worldwide. *Frontiers in Marine Science Vol. 7*: 582225
- Gannon, A. T., & Wheatly, M. G. (1992). Physiological effects of an ectocommensal gill barnacle, *Octolasmis muelleri*, on gas exchange in the blue crab *Callinectes sapidus*. *Journal Crustacean Biology* 12:11–18
- Gómez del Prado-Rosas, M. C., Álvarez-Cadena, J. N., Lamothe-Argumedo, R., & Grano-Maldonado, M. I. (2003). *Cymatocarpus solearis* a brachycoeliid metacercaria parasitizing

Panulirus argus (Crustacea: Decapoda) from the Mexican Caribbean Sea. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 74(1): 1-10.

González-Cueto, J. A., y Quiroga, S. (2018). Primer registro de *Carcinonemertes conanobrieni* Simpson, Ambrosio y Baeza, 2017 (Nemertea, Carcinonemertidae), un depredador de huevos de la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* (Latreille, 1804), en la costa caribeña de Colombia. *CheckList*, 14, 425-429

Harder T. (2009) Epibiosis marina: conceptos, consecuencias ecológicas y defensa del huésped. En: Flemming HC., Murthy PS, Venkatesan R., Cooksey K. (eds) *Marine and Industrial Biofouling. Serie Springer sobre biopelículas*, vol 4. Springer, Berlín, Heidelberg

Harrison, P. J., & Sandeman, D. C. (1999). Morphology of the nervous system of the barnacle cypris larva (*Balanus amphitrite* Darwin) revealed by light and electron microscopy. *The Biological Bulletin*, 197(2), 144-158.

Hassan, M., Aziz, M. F. H. A., Kismiyati, K., Subekti, S., & Zakariah, M. I. (2019). Occurrence of Pedunculate Barnacle, *Octolasmis* spp. in Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* [Tingkat Kejadian Pedunculate Barnacle, *Octolasmis* spp. pada Rajungan, *Portunus pelagicus*]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 1-8.

Hendrickx, M. E., & Ramírez-Félix, E. (2019). Settlement of the barnacle *Balanus trigonus* Darwin, 1854, on *Panulirus gracilis* Streets, 1871, in western Mexico. *Nauplius*, 27.

Hilje, L. (1984). Simbiosis: Consideraciones terminológicas y evolutivas. *Uniciencia*, 1(1), 57-60.

Hobbs, H. (2012). Crustacea. In: White, W., y Culver, D. (Eds.) White, W. B., & Culver, D. C. (Eds.). (2011). *Encyclopedia of caves*. (pp. 177- 174). Academic Press.

Holthuis, L. B. (1991). Marine lobsters of the world: an annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, 125(13), 1-292.

Hughes, G. M., Knights, B., & Scammell, C. A. (1969). The distribution of PO₂ and hydrostatic pressure changes within the branchial chambers in relation to gill ventilation of the shore crab *Carcinus maenas*. *Journal of Experimental Biology* 51: 203-220.

Humes, A. G. (1942). The morphology, taxonomy, and bionomics of the nemertean genus *Carcinonemertes*, 18, no. 4. *Illinois biological monographs*; 18 (4)

Incoder-UJTL. (2014). Visión integral de los Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo. Parte I. En: Ambiente y Desarrollo en el Caribe colombiano. 3 (1), 112 p.

Instituto Geográfico "Agustín Codazzi." Subdirección de Investigación, y Divulgación Geográfica (IGAC). División de Investigaciones. (1975). *Estudio hidroclimático de la región del Caribe*. El Instituto.

- INVEMAR (2018). Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta: INFORME TÉCNICO. Vol. 17. Santa Marta, Colombia. 178 p.
- Jeffries, W. B., Voris, H. K., & Yang, C. M. (1982). Diversity and Distribution of the Pedunculate Barnacle *Octolasmis* in the Seas Adjacent to Singapore. *Journal of Crustacean Biology*, 2(4). 562-569.
- Jeffries, W.B.; Voris, H.K. & Poovachiranon, S. (1992). Age of the mangrove crab *Scylla serrata* at colonization by stalked barnacles of the genus *Octolasmis*. *The Biological Bulletin*, 182(2): 188–194.
- John, P. A. (1964). Biology of *Balanus amphitrite communis* (Darwin) in the Cochin Harbour waters. *Fishery Technology*, 1(2), 189-201.
- Kanciruk, P. (2012). Ecology of Juvenile and Adult Palinuridae (Spiny Lobsters). En J. Stanley Cobb y B. F. Phillips. (Ed.). *The Biology and Management of Lobsters. Volume 2. Ecology and Management*. (pp. 60-68). New York: Academic Press.
- Khatab, R. A. (2018). Infestation and morphological identification of the stalked epizoic barnacle *Octolasmis* on the blue crab *Portunus pelagicus* from the Red Sea. *Journal of Oceanology and Limnology*, 36(4), 1374-1382.
- Kumaravel, K., Ravichandran, S., & Rameshkumar, G. (2009). Distribution of Barnacle *Octolasmis* on the Gill Region of Some Edible Crabs. *Academic Journal of Entomology*, 2 (1): 36-39.
- Kuris, A. M. & Wickham, D. E. (1987). Effect of nemertean egg predators on crustaceans. *Bulletin of Marine Science*, 41(2), 151-164.
- Li, H. X., Ma, L. S., Yu, X. J., Li, L., Yang, C. P., & Yan, Y. (2015). Colonization of *Octolasmis* (Cirripedia) on the crab *Portunus sanguinolentus* (Brachyura: Portunidae): impacts of the parasitism of *Diplothylacus sinensis* (Cirripedia: Rhizocephala). *Journal of Crustacean Biology*, 35(2), 159-165.
- Lozano-Duque, Y., Medellín-Mora, J., y Navas, G. (2010). *Context climatológico y Oceanográfico del Mar Caribe Colombiano*. En: INVEMAR (Eds). Biodiversidad del Margen continental del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales, Invemar No. 20.
- Machado, G. B. D. O., Sánchez, F. H., Fortuna, M. D., & Costa, T. M. (2013). Epibiosis in decapod crustaceans by stalked barnacle *Octolasmis lowei* (Cirripedia: Poecilasmidae). *Zoologia (Curitiba)*, 30(3), 307-311.
- Manjarrés, A. E. (2019). *Tasajera, territorio de actividades pesqueras y punto de desarrollo local “una mirada a las apuestas del gobierno municipal en el periodo 2008-2015, pueblo viejo*

(*magdalena*) MAGDALENA)". (Proyecto para obtener el título de Magíster en Planeación para el Desarrollo. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Mantelatto, F. L., O'Brien, J. J., & Biagi, R. (2003). Parasites and symbionts of crabs from Ubatuba Bay, Sao Paulo state, Brazil. *Comparative Parasitology*, 70(2), 211-214.

Martin, J. W., & Davis, G. E. (2001). *An updated classification of the recent Crustacea*. Los Angeles: *Natural History Museum of Los Angeles County*, (39). 129 p.

Martínez, H., Martínez, L., Vargas, A., y Narváez, J. C. (2011). Efectos de la pesca sobre recursos hidrobiológicos del Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo. En: E. Zarza (Ed.). *El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo*. Parques Naturales Nacionales de Colombia, Bogotá. 273-289.

Meenakumari, B. (1999). Ecology of Indian barnacles. In: M. F. Thompson, and R. Nagabhushanam (Eds.). *Barnacles, the Biofoulers*. (pp. 1-20). Regency Publications.

Morris, D. W. (1987). Ecological scale and habitat use. *Ecology*, 68(2), 362-369.

Mushtaq, S. & Mustaqim, J. (2009). The occurrence and distribution of stalked barnacles of the genus *Octolasmis* on the gills of mud or mangrove crab, genus *Scylla*. *Crustaceana*, 82(1), 53-61.

Navas, G., Moreno-Forero, S. K., Solano, O. D., y Díaz-Pulido, G. (1998). Ensamblajes Arrecifales Epilíticos del Coral *Acropora palmata* Muerto, Isla Grande, Islas del Rosario, Caribe colombiano. *Caribbean Journal of Science*, 34(1-2), 58-66.

Nilsson-Cantell, C. A. (1927). Some barnacles in the British Museum (Nat. Hist.). In *Proceedings of the Zoological Society of London* 97(3), 743-790. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Obst, M., Funch, P., & Kristensen, R. M. (2006). A new species of Cyclophora from the mouthparts of the American lobster, *Homarus americanus* (Nephropidae, Decapoda). *Organisms Diversity & Evolution*, 6(2), 83-97.

Ortiz, M., Lalana, R., y Varela, C. (2002). Lista de especies y clave ilustrada para la identificación de los escaramujos (Crustacea, Cirripedia), del archipiélago cubano. *Revista de Investigaciones Marinas* 23(2), 85-95.

Paramo, J., Correa, M., y Núñez, S. (2011). Evidencias de desacople físico-biológico en el sistema de surgencia en La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 46(3), 421-430.

Phillips, B. (Ed.) (2008). *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Australia: Blackwell Publishing Ltd. Pág. 174-175

- Phillips, B., Wahle, R. A., & Ward, T. J. (2013). Lobsters as Part of Marine Ecosystems: A Review, in B. F. Phillips. (Ed), *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture & Fisheries (2nd ed)*, pp. 1-35. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Posada, B. O. (2015). Cabo de La Vela ("La Vela" Cape) and Surroundings. En Hermelin M. (eds) *Landscapes and Landforms of Colombia. World Geomorphological Landscapes*. Springer, Cham.
- Puga Millán, R. (2005). *Modelación bioeconómica y análisis de riesgo de la pesquería de langosta espinosa Panulirus argus (Latreille, 1804) en el Golfo de Batabanó, Cuba*. Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C. Cuba.
- Rasheed, S., & Mustaqim, J. (2017). Pedunculate barnacle *Octolasmis* (Cirripedia, Thoracica) on the gills of two species of Portunid Crabs. *International Journal of Marine Science*, 7(45): 432-438.
- Sadeghian, P. S., & Santos, C. (2010). Two new species of Carcinonemertes (Hoplonemertea: Carcinonemertidae) living in association with leucosiid crabs from California and Tasmania. *Journal of Natural History*, 44(37-40), 2395-2409.
- Santos, C., Norenburg, J. L., & Bueno, S. L. (2006). Three new species of Carcinonemertes (Nemertea, Carcinonemertidae) from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Natural History*, 40(15-16), 915-930.
- Santos, C., & Bueno, S. L. (2002). Infestation by *Octolasmis lowei* (Cirripedia: Poecilasmatidae) in *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Decapoda: Portunidae) from São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2), 241-248.
- Schmidt, G. D. (2008). *Essentials of Parasitology*. Fifteenth Edition. New Delhi: Universal Book Stall. 298 p.
- Severiche, C., Baldiris, I., Acosta, J., Bedoya, E., Castro, I., & Pacheco, H. (2017). Multivariate Analysis of Water Quality in Rosario Islands National Park (Colombia). *American Journal of Engineering Research*, 6(6), 136-144.
- Shields, J. D. (1993). The infestation and dispersion patterns of *Carcinonemertes* spp. (Nemertea) on their crab hosts. In *Advances in Nemertean Biology* (pp. 45-56).
- Shields, J. D. (2011). Diseases of spiny lobsters: A review. *Journal of Invertebrate Pathology* 106. 79–91
- Shields, J. D., Okazaki, R. K., y Kuris, A. M. (1990). Brood mortality and egg predation by the nemertean, *Carcinonemertes epialti*, on the yellow rock crab, *Cancer anthonyi*, in southern California. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(7), 1275-1281.

Shields, J. D., Wickham, D. E., & Kuris, A. M. (1989). *Carcinonemertes regicides* n. sp. (Nemertea), a symbiotic egg predator from the red king crab, *Paralithodes camtschatica* (Decapoda: Anomura), in Alaska. *Canadian Journal of Zoology*, 67(4), 923-930.

Shields, J. D., & Wood, F. E. (1993). Impact of parasites on the reproduction and fecundity of the blue sand crab *Portunus pelagicus* from Moreton Bay, Australia. *Marine Ecology-Progress Series*, 92, 159-159.

Silvera, J. M., y Zambrano, A. M. (2017). Aspectos físicos del agua de mar entre las islas de Providencia y Cayo Bajo Nuevo durante la época de lluvias de 2016. *Boletín Científico CIOH*, 35, 3-12.

Simpson, L. A. (2018). *Carcinonemertes conanobrieni* - A Nemertean Parasite Infecting the Caribbean Spiny Lobster, *Panulirus argus*. *Species Description, Host-Use, and Effect on Host Reproductive Health*. (Tesis para obtener el título en Maestría en Ciencias (MS)). Universidad de Clemson. Estados Unidos.

Simpson, L. A., Ambrosio, L. J., & Baeza, J. A. (2017). A new species of *Carcinonemertes*, *Carcinonemertes conanobrieni* sp. nov. (Nemertea: Carcinonemertidae), an egg predator of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. *PloS one*, 12(5).

Sladek, J., Prada, M., Rojas, A., Wilson, H., y Bent, H. (2011). Estudio Poblacional de la Langosta Espinosa (*Panulirus argus*) y recomendaciones técnicas para fijar su cuota anual en el Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina. *Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés. Providencia y Santa Catalina-CORALINA-, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural-INCODER-San Andrés (Pesca)*. 22 p.

Spivak, E. D. (2016). Los crustáceos de interés pesquero y otras especies relevantes en los ecosistemas marinos. En E. E. Boshi (Ed.). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros: tomo 6, los crustáceos de interés pesquero y otras especies relevantes*. (135-160)

Stebbing, T. R. (1895). IV.—Notes on Crustacea. *Journal of Natural History*, 15(85), 18-25.

Sterrer, W., & Schoepfer-Sterrer, C. (1986). *Marine fauna and flora of Bermuda: a systematic guide to the identification of marine organisms*. New York: John Wiley and Sons. 472 p.

Teswaran, K. V., & Fernando, S. A. (1982). Distribution and variation in form of the epizoic cirriped *Octolasmis cor* (Aurivillius, 1893). *Indian Journal of Marine Sciences*, Vol. II, 243-246

Van As, J. G., & Van As, L. L. (2019). Adaptations and types of crustacean symbiotic associations. In Smit, N. J., Bruce, N. L., y Hadfield, K. A. (Eds.). *Parasitic Crustacea: State of knowledge and future trends* (pp. 135-178). Springer.

- Voris, H. K., Jeffries, W. B., & Poovachiranon, S. (1994). Patterns of distribution of two barnacle species on the mangrove crab, *Scylla serrata*. *The Biological Bulletin*, 187(3), 346-354
- Voris, H. K., & Jeffries, W. B. (1997). Size, distribution, and significance of capitular plates in *Octolasmis* (Cirripedia: Poecilasmatidae). *Journal of Crustacean Biology*, 17(2), 217-226.
- Voris, H. K., & Jeffries, W. B. (2001). Distribution and size of a stalked barnacle (*Octolasmis muelleri*) on the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science*, 68(2), 181-190.
- Wahl, M. (1989). Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine ecology progress series*, 58, 175-189.
- Wahl, M. (2008). Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment. *Biofouling*, 24(6), 427-438.
- Walker, G. (1974). The occurrence, distribution and attachment of the pedunculate barnacle *Octolasmis mülleri* (Coker) on the gills of crabs, particularly the blue crab. *Callinectes sapidus* Rathbun. *The Biological Bulletin*, 147(3), 678-689.
- Walker, G. (2001). Some observations on the epizoic barnacle *Octolasmis angulata* within the branchial chambers of an Australian swimming crab. *Journal of Crustacean Biology*, 21(2), 450-455.
- Wickham, D. E. (1979). *Carcinonemertes errans* and the fouling and mortality of eggs of the Dungeness crab, *Cancer magister*. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 36(11), 1319-1324.
- Williams, A. B. (1984). *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida* (Vol. 550). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Williams, E. H., & Williams, L. (1996). *Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the western Atlantic*. [University of Puerto Rico].
- Yamato, S. (1993). A new amphiloichid species (Crustacea: Amphipoda: Amphiloichidae) from a spiny lobster. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 36, 99-106.
- Yan, Y., Huang, L., & Miao, S. (2004). Occurrence of the epizoic barnacle *Octolasmis angulata* on the crab *Charybdis feriatus* from Daya Bay, China. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(3), 619-620.
- Young, P. S. (1990). Lepadomorph Cirripeds from the Brazilian Coast. I.—Families Lepadidae, Poecilasmatidae and Heteralepadidae. *Bulletin of Marine Science*, 47(3), 641-655.
- Young, P. S., y Campos, N. H. (1988). Cirripedia (Crustacea) de la zona intermareal e infralitoral de la región de Santa Marta, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 18.
- Yuan, T. P., Yang, C. P., Li, H. X., Li, L., Wang, H., Xu, J., & Yan, Y. (2016). Infestation by *Octolasmis bullata* (Aurivillius, 1894) (Cirripedia, Thoracica) of *Portunus sanguinolentus* (Herbst,

1783) (Brachyura, Portunidae), and possible interactions with *Diplothylacus sinensis* (Keppen, 1877) (Cirripedia, Rhizocephala). *Crustaceana*, 89(8), 851-861.

Yusgita, L., Subekti, S., Wulansari, P. D., & Amiin, M. K. (2019). Identification and prevalence of the ectoparasite *Octolasmis* in sand lobster (*Panulirus homarus*) and bamboo lobster (*Panulirus versicolor*) in Floating Net Cages in Sape, Bima Regency, West Nusa Tenggara Province, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 236(1).

Zapata, P. (2005). Análisis histórico de los impactos naturales y antrópicos sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe Colombiano. *Trabajo de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta.*

9. ANEXOS

Hembras ovígeras	Peso (W)	Peso gonadal (g)	Peso de saco ovígero (g)
1	1441	-	220
2	1180	76,081	135,58
3	1973	98	97,633
4	1570	46,52	242,504

ANEXO 1. Hembras ovígeras, peso gonadal y peso de saco ovígero de langosta espinosa del Caribe.

Taxón	N° de placas	capitulo	Scutum	Tergum	Forma de la carina	N° de dientes en la mandíbula	N° de cirros	Cita
<i>Octolasmis</i> spp. (este trabajo)	2-5	Parcialmente calcificado	Tiene dos segmentos	-	-	5	6	Chan et al. (2009)
<i>Octolasmis hoeki</i> .	5	Parcialmente calcificado	Tiene 2 segmentos: el segmento ocluyente y el segmento basal	Elíptica ensanchada en la parte superior, con una muesca	Cóncava	5 dientes el último posiblemente es denticulado	6	Stebbing (1895)

ANEXO 2. Caracteres morfológicos para identificar el género *Octolasmis* y la especie *O. hoeki*.

Taxón	Forma	Rostrum	N° de placas	Opérculo	Scutum	N° de cirros	N° de dientes en la mandíbula	Cita
<i>Balanus trigonus</i>	Cónica	Rostrum fusionado con rostrum laterales	6	triangular	Con líneas de crecimiento	6	Tres excluyendo el margen inferior	Darwin (1854) Chan et al. (2009)

ANEXO 3. Caracteres diagnósticos para la especie *Balanus trigonus*.