Detección de simbiontes en *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) y *Callinectes bocourti* (A. Milne-Edwards, 1879) (Decapoda:Portunidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia.

Omar Fernando Montaño Sierra

Universidad Magdalena

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

Santa Marta, Colombia

2022

Detección de simbiontes en *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) y *Callinectes bocourti* (A. Milne-Edwards, 1879) (Decapoda:Portunidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia.

Omar Fernando Montaño Sierra

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Biólogo

Director

Dr. Julio Cesar Hurtado Alarcón

Línea de Investigación:

Biodiversidad y servicios de los ecosistemas

Grupo de Investigación:

Sistemas Socioecológicos para el Bienestar Humano (GISSBH)

Universidad del Magdalena

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

2022

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 _____

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

A mi familia, amigos, y personas especiales en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a mis padres, por su afecto, enseñanzas, paciencia, apoyo y ánimos que me brindaron durante el desarrollo de esta tesis. Gracias a Dios que fue mi principal motivador para continuar cada día sin abandonar.

Agradezco de manera muy especial a Ana Victoria por su apoyo incondicional, quien me apoyó y alentó para continuar este proyecto, y por ser motivadora e inspiradora en mi vida.

Al Doctor Julio Cesar Hurtado Alarcón, por dirigir mi trabajo de tesis con mucho esfuerzo, generosidad y entusiasmo.

A mis compañeros Álvaro Rodríguez y Andrea Noreña, por estar siempre apoyándome y dándome fortalezas en mi proceso de tesis.

Al Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura -GIDTA-, y en especial a la profesora Adriana Rodríguez, por permitirnos trabajar en sus instalaciones y utilizar los equipos de esta, y por acogerme como uno más de sus alumnos.

A la profesora Lina Saavedra por abrirnos las puertas del grupo de investigación en Sistemas Socioecológicos para el Bienestar Humano -GISSBH.

A la profesora Paula Sepúlveda por facilitar las instalaciones del laboratorio de Entomología para el uso del microscopio y estereoscopio con cámara digital.

Al Dr. Bladimir Zúñiga Céspedes por darme ánimo, orientación, ayuda y por siempre estar impulsándome para seguir adelante en la realización de esta tesis.

Gracias a mi Universidad del Magdalena por haberme permitido forjarme en ella, gracias a todas esas personas que fueron partícipes de este proceso.

Contenido

Pág.

1. Introducción **13**

1.1. Hipótesis de trabajo **15**

1.2. Objetivos **16**

2. Materiales y Métodos **16**

2.1 Área de estudio **16**

2.2 Fase de campo **16**

2.3 Fase de Laboratorio **18**

2.4 Fase de análisis **19**

2.4.1 Identificación taxónomica de simbiontes **19**

2.4.2 Conteo de simbiontes **19**

2.4.3 Análisis estadístico **19**

3. Resultados **20**

3.1 Simbiontes a *Callinectes sapidus* y *C. bocourti* **22**

3.2 Descripción de los taxónes de simbiontes encontrados **23**

3.3 Descriptores cuantitativos de los simbiontes encontrados en *Callinectes sapidus* y *C.bocourti* **27**

3.4. Infestación y prevalencia de simbiontes en *Callinectes sapidus* en relación con su tamaño **29**

3.5. Infestación y prevalencia de simbiontes en *Callinectes bocourti* en relación con su tamaño **29**

3.5 Relación entre las medidas morfométricas de las jaibas y la abundancia de simbiontes **31**

3.6 Descripción de las especies de jaibas **33**

3.7 Análisis de correlacion de spearman entre las variables fisicoquímicas y la abundancia de cada taxón de simbiontes encontrados en las dos especies de jaibas….**34**

4. Discusión **..... 36**

5. Conclusiones **..... 41**

6. Referencias Bibliográficas**..... 42**

7. Anexos…….

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, y localización de las estaciones de muestreo de *C. sapidus* y *C. bocourti*.....17

Figura 2. Imágenes de individuos del género *Myzobdella*: cuerpo dividido en (A) Urosoma. (B) Traquelosoma; (C) Disco oral. (D) Probóscide faríngea muscular. (E) ventosa posterior cóncava, débilmente desarrollada y más estrecha que la parte más ancha del cuerpo 23

Figura 3. Un adulto de *Myzobdella sp*. (flecha azul) adherido a la parte inferior de una espina del caparazón de *Callinectes sapidus* (A); cápsulas (capullos) de huevos de *Myzobdella sp*. adheridas a perreiópodos en *Callinectes bocourti* (B).....24

Figura 4. Cápsulas de huevos de *Myzobdella sp*. (flechas azules). Escala 1mm. 24

Figura 5. *Balanus sp*. recuperado de jaiba roja *C. bocourti.* (A) scutum, (B) radios sólidos, (C) tubos radiantes, (D y E) placas calcáreas, (F) base calcárea. .... **Error! Bookmark not defined.**

Figura 6. *Balanus sp*. adherido a cámara branquial en *Callinectes bocourti.*.....26

Figura 7. Bivalvo recuperado de un ejemplar de jaiba azul *C. sapidus*. Se observa la línea de crecimiento, el eje de articulación y los umbones.....26

Figura 8. Descripcion de *Callinectes sapidus*……...33

Figura 9. Descripción de *Callinectes bocourti*……....34

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Sitios de muestreo y variables fisicoquímicas 20
Tabla 2. Número de machos, hembras ovadas y no ovadas y estadío de madurez gonadal de las hembras para cada sitio 21
Tabla 3. Abundancia de simbiontes por sitio de muestreo en las dos especies de jaibas 22
Tabla 4. Descriptores cuantitativos evaluados entre la asociación de los simbiontes en *C. bocourti* 27
Tabla 5. Descriptores cuantitativos evaluados entre la asociación de los simbiontes en *C. sapidus*..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabla 6. Cangrejos infestados y prevalencia de simbiontes con relación a la amplitud del caparazón (mm) en *C. sapidus*.....28
Tabla 7. Cangrejos infestados y prevalencia de simbiontes con relación al ancho del caparazón (mm) en *C. bocourti* 29
Tabla 8. Análisis de correlación de Spearman entre las medidas morfométricas de *C. bocourti* y la abundancia de cada taxón de simbiontes. 30
Tabla 9. Análisis de correlación de Spearman entre las medidas morfométricas de *C. sapidus* y la abundancia de cada taxón de simbiontes. 30
Tabla 10. Capsulas y ejemplares adultos de *Myzobdella* adheridos a machos y hembras de ambas especies de *Callinectes.* 31
Tabla 11. Análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de *C. sapidus*, y la abundancia de cada taxón de simbiontes encontrados.....33
Tabla 12. Análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de *C. bocourti*, y la abundancia de cada taxón de simbiontes encontrados. 34

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	Milímetro.
LC	Longitud de Caparazón.
AC	Amplitud de Caparazón.
g	Gramos.
ppm	Partes por mil.
mg/L	Miligramos por litro.
°C	Grados centígrados.

Resumen

Las jaibas del género *Callinectes* tienen gran importancia a nivel mundial debido a su valor alimenticio, y como muchos otros invertebrados presentan simbiontes en su exoesqueleto y órganos internos. *C. sapidus* y *C. bocourti* tienen importancia ecológica y económica para ecosistemas cenagosos del Caribe colombiano, aunque hacen falta estudios sobre sus relaciones ecológicas. Se realizó la identificación taxonómica de simbiontes de *C. sapidus* y *C. bocourti* de la Ciénaga grande de Santa Marta (CGSM), se evaluaron aspectos de su densidad poblacional sobre sus hospederos, y se determinó si las medidas morfométricas de las jaibas influyen sobre los parámetros de densidad poblacional de los simbiontes. Se recolectaron 59 individuos (21 *C. sapidus* y 38 de *C. bocourti*) en dos sitios de la CGSM (Nueva Venecia y Buenavista), se midieron y pesaron, y se realizaron disecciones para la detección de simbiontes. Se identificaron tres taxones de simbiontes: los géneros *Myzobdella* (7 individuos adultos; 2191 cápsulas de huevos)*, Balanus* (15 individuos), y la clase Bivalvia (32 individuos). Las prevalencias para los simbiontes asociados a *C. bocourti* y *C. sapidus* fueron 10,52 y 14,2% (*Balanus*); 5,26 y 14,28% (*Myzobdella*); y 7,89 y 14,2% (Bivalvia); respectivamente. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman para ambas especies jaibas. Para *C. bocourti*, se presentaron correlaciones estadísticamente significativas entre las medidas morfométricas: longitud del caparazón, amplitud del caparazón, peso de las jaibas, y la abundancia de cápsulas de *Myzobdella* (0,27; 0,44; y 0,43, respectivamente). Para *C. sapidus* también se presentaron correlaciones estadísticamente significativas entre longitud del caparazón, amplitud del caparazón, peso de las jaibas y la abundancia de Bivalvia (0,28; 0,22; 0,25, respectivamente). Para *C. sapidus*, se encontraron correlaciones significativas entre pH y temperatura, y la abundancia de *Balanus* (-0,36 y 0,36; respectivamente). Este es el primer reporte sobre descriptores cuantitativos de simbiontes asociados a *C. sapidus* y *C. bocourti,* y sobre relaciones estadísticas entre aspectos morfométricos de estas jaibas y las abundancias de simbiontes, para la zona de estudio.

Palabras clave: Simbiontes, prevalencia, *Callinectes*, *Myzobdella,* Ciénaga Grande de Santa Marta.

ABSTRACT

Swimming crabs from genus *Callinectes* possess great importance worldwide due to its nutritional value, and carry symbiotic organisms into their exoskeleton and internal organs. *C. sapidus* and *C. bocourti* have ecological and economic importance for swamp ecosystems from Colombian Caribbean Sea, and studies on their ecological relationships are needed. Therefore, detection and taxonomic identification of symbionts in *C. sapidus and C. bocourti* from the Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM- were performed. Aspects of their population density on their hosts were evaluated, and it was determined whether the morphometric measurements of crabs influenced population density parameters of symbionts. 59 adult individuals (21 *C. sapidus*, 38 *C. bocourti*) were collected at two CGSM sites (Nueva Venecia, Buenavista), measured and weighed, and symbiont detection in different tissues and organs were performed. Specimens from three symbiont taxa were identified: genus *Myzobdella* and *Balanus* (7 and 15 adult individuals, respectively; 2191 capsules of *Myzobdella* sp.); class Bivalvia (32 individuals). Symbiont prevalences for *C. bocourti* and *C. sapidus* were 10.52 and 14.2% for *Balanus*, 5.26 and 14.28% for *Myzobdella*, 7.89 and 14.2% for Bivalvia; respectively. Spearman's correlation coefficient was calculated for both crab species. For *C. bocourti*, statistically significant correlations were found between the morphometric measurements: carapace length, carapace breadth, crab weight, and the abundance of *Myzobdella* capsules (0.27; 0.44; and 0.43, respectively). For *C. sapidus* there were also statistically significant correlations between carapace length, carapace breadth, crab weight and Bivalvia abundance (0.28; 0.22; 0.25, respectively). For *C. sapidus*, significant correlations between environmental variables (pH and temperature) and abundance of *Balanus* (-0.36 and 0.36; respectively) were detected. For the study area, this is the first report on quantitative descriptors of symbionts from *C. sapidus* and *C. bocourti*, and the first evidence of relationships between swimming crab morphometrics and their symbiont abundances.

Keywords: Symbionts, prevalence, *Callinectes, Myzobdella,* Ciénaga Grande de Santa Marta.

1. Introducción

Los crustáceos decápodos son uno de los grupos zoológicos con más importancia en los ecosistemas acuáticos (Brusca y Brusca, 2016), estos organismos están representados en la mayoría de los ecosistemas marinos, por lo cual podemos encontrarlos como recursos en la economía del hombre o como integrantes en las comunidades marinas (Boshi, 1964; Torres y Vargas, 2007). También son importantes a nivel ecológico ya que transportan la energía desde los niveles tróficos más bajos hasta los más altos en las redes alimenticias de los ecosistemas que componen sus hábitats (Villasmil y Mendoza, 2001), por la diversidad de hábitats que colonizan, los cuales incluyen desde el litoral hasta las aguas oceánicas profundas (Blackstone, 2005) y por el alto número de especies distribuidas a escala mundial la cual se estima más de 73,000 (Zhang, 2013). En este grupo tan diverso, podemos encontrar a las jaibas del género *Callinectes* (Stimpson, 1860), las cuales se caracterizan por ser grandes nadadores ya que poseen el último par de pereiópodos aplanados, parecidos a un remo (Álvarez-León, 2012; Vinuesa et al., 2015). Las jaibas se encuentran distribuidas en ambientes tropicales y subtropicales, en los litorales de los océanos Pacífico y Atlántico (Williams, 1974), y en aguas estuarinas, por lo que estas especies se consideran tolerantes a la salinidad, lo cual les beneficia en los procesos de muda y les permite aumentar de talla y peso (Norse y Estéves, 1977).

Debido a su amplia distribución y diversidad, el género *Callinectes* constituye un recurso pesquero de alta demanda económica por su importancia y valor en la alimentación humana (Rosas-Correa y Navarrete, 2008). Especies como la jaiba azul, *C. sapidus* (Rathbun,1896), y la jaiba roja, *C. bocourti* (Rathbun,1896), son recursos pesqueros con altos niveles de captura. Para la jaiba azul según estadísticas de la (FAO, 2000) se capturaron cerca de 110000 t a escala mundial. En Colombia, se han registrado volúmenes de pesca de aproximadamente 435 toneladas para *C. sapidus* y 442 toneladas aproximadamente para *C. bocourti* en 2014 (Puentes et al., 2014), contribuyendo así a la economía del país y de la región Caribe (Álvarez-León, 2015).

En crustáceos y otros invertebrados, las simbiosis y otras interacciones biológicas se presentan de manera generalizada, y algunas de ellas pueden ocasionar daños o afectaciones en el ciclo reproductivo y fisiológico de las especies involucradas (Van As y Van As, 2019). En Crustáceos, simbiontes como microorganismos y parásitos pueden afectar el exoesqueleto y órganos internos (Álvarez-León y Blain-Garzón, 1993), y pueden

causar fallas fisiológicas en los hospederos, especialmente en sus ciclos de vida iniciales, resultando en consecuencias negativas como castración parasitaria, reducción de la movilidad, desorientación y declives poblacionales, entre otras (Baudoin, 1975; Poulin, Coats y Nakagawa, 2010).

Diversos estudios registran la presencia de especies de simbiontes y agentes patógenos asociados a *Callinectes sapidus*. En Estados Unidos, se han registrado nemertinos como *Carcinonemertes carcinophila*, encapsulados en las laminillas branquiales (Messick, 1998), y en las masas de huevos de los cangrejos hembra (Humes, 1942). De manera similar, se han detectado simbiontes asociados a *C. sapidus* como el anélido *Myzobdella lugubris* y sus cápsulas de huevos adheridas a los caparazones y pereiópodos (Daniels y Sawyer, 1975; Shields y Overstreet, 2007); crustáceos balanomorfos (*Balanus eberneus, B. venustus*) adheridos al caparazón; el crustáceo cirrípedo *Octolasmis lowei,* adherido a las cámaras branquiales (Scrocco y Fabianek, 1970; Shields y Overstreet, 2007) y otros microorganismos (Aldik y Cengizler, 2017; Huchin-Mian, Small y Shields, 2017). Para el norte del Golfo de México, se ha registrado el crustáceo rizocéfalo *Loxathylacus texanus*, parásito de gran tamaño localizado en la zona abdominal de las jaibas (Overstreet, 1978), así como el nemátodo *Hysterothylacium rilequens* (Overstreet, 1982). En cuanto a Colombia, en el Caribe se han detectado *Loxothylacus texanus* (Crustacea:Cirripedia) y *Octolasmis lowei* (Crustacea:Cirripedia) sobre *Callinectes sapidus* (Young y Campos 1988; Álvarez y Blain-Garzón, 1993), y en la cuenca del mar Pacífico individuos de *Myzobdella* sobre el caparazón de *Callinectes arcuatus* y *C. toxotes* (Norse y Estevez, 1977).

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, *C. sapidus* y *C. bocourti* son un recurso pesquero de gran importancia (Álvarez-León, 2012). Sin embargo, existen vacíos de información sobre las asociaciones ecológicas entre *C. sapidus* y *C. bocourti* y diferentes especies de simbiontes (Álvarez-León, 2015), por otra parte, aún no existe información sobre la evaluación de los descriptores cuantitativos como la prevalencia, intensidad, intensidad media y abundancia de simbiontes y su correlación con aspectos sobre la morfometría de sus hospederos en la Ciénaga Grande de Santa Marta. En las poblaciones de estas especies, las altas cargas de simbiontes pueden influir negativamente en la fisiología y el desempeño reproductivo y tener daños como la supresión o retardo de los procesos de

muda (Martorelli, 2002). Además, estos simbiontes podrían ocasionar daños en el sistema reproductivo y afectar las densidades poblacionales de estos crustáceos (Minchella, 1985; Mouritsen y Poulin 2005; Hatcher et al. 2006).

Desde el año 1993 no se han realizado estudios de relaciones simbióticas en *C. sapidus* en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Álvarez León, 2015), y hasta el momento no se cuenta con información relacionada con la presencia de simbiontes asociados a *C. bocourti* para esta zona del Caribe. Por lo tanto, es de suma importancia conocer la identidad taxonómica de algunos de los simbiontes presentes en *C. sapidus* y *C. bocourti*, en ecosistemas asociados a la Ciénaga Grande de Santa Marta, y determinar aspectos de su densidad poblacional sobre sus hospederos. Asimismo, en este estudio se determinó si el tamaño, en término de medidas morfométricas como amplitud y longitud del caparazón de *C. sapidus* y *C. bocourti* habitando en la Ciénaga Grande de Santa Marta, influye sobre parámetros de densidad poblacional de algunos de los simbiontes presentes.

1.1. Hipótesis de trabajo.

De acuerdo con la literatura consultada sobre la presencia de simbiontes en jaibas del género *Callinectes* para la Ciénaga Grande de Santa Marta y otros ecosistemas similares, se espera encontrar algunas de las especies de simbiontes descritas en dichos estudios, (Norse y Estevez, 1977; Álvarez y Blain-Garzón, 1993; Young y Campos 1988) en ejemplares adultos de *C. sapidus* y *C. bocourti* procedentes de Buenavista y Nueva Venecia, en la zona de influencia del Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta.

Asimismo, y basados en estudios similares como los de Severino-Rodrigues y De Almeida (2020), Dvoretsky y Dvoretsky (2008) y Key et al. (1997), se espera que haya relación estadística entre algunas de las medidas morfométricas de los hospederos, y la abundancia de los simbiontes. Dicho de otro modo, en hospederos de mayor tamaño o peso, habrá una mayor abundancia de organismos simbiontes.

1.2. Objetivos

Objetivo general.

- Determinar los simbiontes presentes en ejemplares adultos de *Callinectes sapidus* y *Callinectes bocourti* de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

Objetivos Específicos.

- Identificar los simbiontes hallados en *Callinectes sapidus* y *C. bocourti* en la CGSM hasta el nivel taxonómico posible.
- Evaluar descriptores cuantitativos como prevalencia, intensidad, intensidad media y abundancia en los simbiontes presentes en *C. sapidus y C. bocourti.*
- Establecer la relación entre las medidas morfométricas de *C. sapidus* y *C. bocourti* y la abundancia de simbiontes.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio.

El complejo lagunar de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) está ubicada al norte del País sobre el Caribe Colombiano en el Departamento del Magdalena, entre las coordenadas 10° 20´ y 11° 05´ de Latitud Norte y 74° 06´ y 74° 52´ de Longitud al Oeste de Greenwich. Es el complejo lagunar más grande de Colombia y uno de los más estratégicos para la vida en el planeta (Maldonado et al., 2009; UNESCO, 2011). Ocupa un área aproximada de 4,280 km^2 de los cuales 730 km^2 corresponden al espejo de agua. El volumen de agua es aproximadamente de 2,232 x 106 m^3, correspondiente a la Ciénaga Grande, y 564 x $10^6 m^3$ al complejo de Pajarales (Martínez y Rafael, 2005; Aguilera, 2011).

2.2 Fase de campo.

El presente estudio se desarrolló en el marco del proyecto de investigación postdoctoral “Detección de microorganismos potencialmente patógenos en crustáceos de importancia comercial en dos escalas geográficas del Caribe Colombiano”, el cual fue financiado por Minciencias y la Universidad del Magdalena. Por estas razones, se contó con todos los

permisos ambientales necesarios, a saber: Permiso Marco Resolución 1293 de la Universidad del Magdalena, Permiso del Ministerio de Medioambiente, y Resolución 994 de la AUNAP. Entre marzo de 2019 y octubre de 2019 y con la ayuda de pescadores artesanales por medio de nasas, se recolectaron 21 especímenes de *C. sapidus* y 38 de *C. bocourti*, en cuatro campañas de muestreo en dos sitios localizados en inmediaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta, en los corregimientos palafíticos Nueva Venecia y Buena vista, los cuales hacen parte del municipio de Sitio nuevo, departamento del Magdalena (Figura 1). Los sitios de muestreo para obtener las jaibas se localizaron en las coordenadas 10°49'11.09.01''N/+ y 74°34'39.4273''W/- para Nueva Venecia, y 10°50'32.9800''N/+ y 74°31'47.1000''W/- para Buenavista, y están conformados por ecosistemas de manglar, caños y áreas pantanosas; aunque se localizan al interior de la CGSM, no hacen parte del área protegida del complejo lagunar. Para estimar la calidad del agua de los lugares de recolección (pH, oxígeno disuelto, salinidad, temperatura) se registraron variables fisicoquímicas, usando un equipo multiparámetro portátil (3630 IDS WTW, Alemania). Para cada sitio, se tomaron tres réplicas por cada variable fisicoquímica y se calculó el promedio y la desviación estándar respectiva. Posteriormente, los animales extraídos se transportaron vivos en tanques de plástico con agua y oxigenación a la Universidad del Magdalena, y se llevaron al laboratorio de Acuicultura del Grupo GIDTA, en donde se aclimataron, para lo cual se tuvieron en cuenta la salinidad y temperatura registradas en campo, para no generarles estrés antes de depositarlos en tanques de 500 L de volumen con aireación constante.

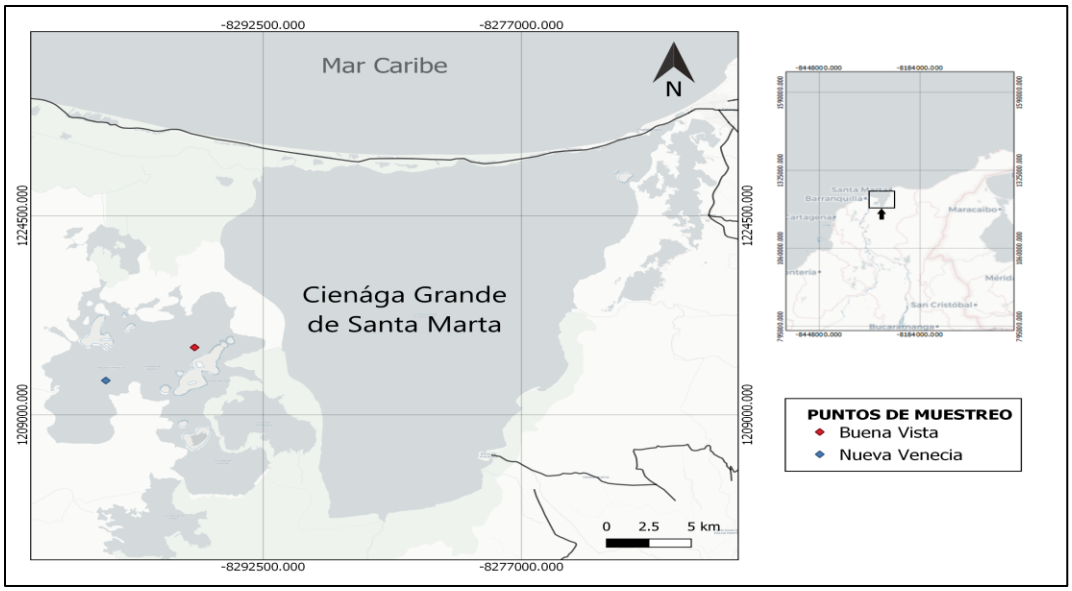


Figura 1. Complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, y localización de las estaciones de muestreo de *C. sapidus* y *C. bocourti.*

2.3 Fase de Laboratorio.

Para la identificación taxonómica de las jaibas se consideraron las claves dicotómicas de Milliken y Williams (1984). Los individuos recolectados fueron medidos (longitud y amplitud del caparazón) con la ayuda de un calibrador digital (Mitutoyo; modelo type 500-196-20, exactitud ± 0.1 mm), de acuerdo con las recomendaciones biométricas de Moncada y Gómez (1980). El peso de cada ejemplar se determinó mediante una balanza analítica (Sartorius, Balanza Analítica Quintix 60, 120 g x 0.001, 0.1 mg). Se identificó el sexo de las jaibas de acuerdo con la forma del abdomen (Williams, 1984). Los animales fueron anestesiados y sacrificados siguiendo protocolos estandarizados para evitar su sufrimiento (Close et al.,1997). Posteriormente, se realizaron disecciones siguiendo los criterios de Dittel (1993), para extraer órganos internos como branquias, hepatopáncreas, estómago anterior y gónadas. Se determinó el estadío de maduración gonadal en las hembras de acuerdo a su color según De Lara et al. (2015). Algunos de los órganos extraídos se guardaron en frascos de plásticos con formol al 4% (hepatopáncreas, estómago y gónadas). Las branquias se almacenaron en etanol al 96%. Los quelípedos (primer par de pereiópodos) se almacenaron en bolsas tipo ziploc en congelador a -30 °C.

Los órganos extraídos se colocaron en cajas de Petri con agua destilada para su análisis. Se realizó una búsqueda de simbiontes de cada individuo con la ayuda de un estereoscopio ZEISS, Stemi 305 y un microscopio óptico Zeiss Primo Star con cámara ZEISS AxioCam ERc 5s. Los simbiontes hallados fueron extraídos con la ayuda de una pinza o gotero, y se guardaron y rotularon en tubos tipo eppendorf con etanol al 96% o formol al 4%.

Se evaluaron descriptores cuantitativos como abundancia, prevalencia e intensidad de infección, y se registró el órgano o tejido donde se encontraron los simbiontes. Finalmente, los simbiontes se fotografiaron y midieron utilizando un Microscopio ZEISS Primo Star con cámara AxioCam Erc 5s y un estereoscopio ZEISS Stemi 305.

2.4 Fase de análisis.

2.4.1. Identificación taxonómica de simbiontes.

Los simbiontes asociados a *C. sapidus* y *C. bocourti* se identificaron por medio de claves taxonómicas para estudios de simbiontes asociados a *Callinectes* tales como bivalvos, crustáceos balanomorfos e hirudíneos (Camacho et al., 2007; Roig-Juñent et al., 2014; Thorp y Rogers, 2016; Barnes y Barnes, 1954; Ringuelet, 1985).

2.4.2. Conteo de simbiontes.

Se realizó un conteo del número de individuos y el número de taxones encontrados en *C. sapidus* y *en C. bocourti*, teniendo en cuenta la parte del cuerpo donde fueron encontraron los simbiontes. Los datos se tabularon en una tabla de Excel, y de esta manera se determinaron aspectos como la prevalencia, intensidad media y abundancia, (Bush et al., 1997):

Prevalencia: es el número de hospedadores infectados de un taxón específico, con relación al número de hospedadores examinados.

Intensidad de infección: Número de individuos de una especie de simbionte en un solo huésped infectado. Es el número máximo y mínimo de individuos simbiontes encontrados en un huésped.

Intensidad media: Es el número total de individuos de una especie en particular encontrados en una muestra divididos por el número de huéspedes infectados.

Abundancia: Número total de individuos de un simbionte en particular dividido entre el número total de hospederos examinados.

2.4.3. Análisis estadístico.

Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, determinando la correlación de las medidas morfométricas del cangrejo con la abundancia de cada taxón. Esta prueba fue utilizada puesto que las variables evaluadas no siguieron una distribución normal (P valor 2, 95e-48). Así mismo, se evaluó la homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett), con lo que se determinó que las varianzas no son homogéneas (P valor 2,2e-16). La tabulación de los datos se realizó en Microsoft Office Excel (2017), mientras que los análisis

estadísticos se llevaron a cabo utilizando R Studio en su versión 2015. El valor de significancia utilizado en este test fue de 0,05.

3. Resultados

Se recolectaron un total de 21 individuos de *C. sapidus* y 38 individuos de *C. bocourti*. se registró un total de 54 organismos simbiontes adultos y 2,191 huevos y etapas embrionarias muy probablemente de las especies de simbiontes recolectadas en los 59 hospedadores examinados, distribuidos de la siguiente manera: Buenavista con 30 organismos simbiontes adultos y 242 huevos de los simbiontes; y Nueva Venecia con 24 organismos simbiontes adultos y 1,949 huevos. Los simbiontes encontrados en *C. sapidus* y *C. bocourti* se clasificaron en tres *Phylum*, tres órdenes, dos familias, dos géneros taxonómicos, e individuos pertenecientes a la clase Bivalvia.

Para los dos sitios muestreados (Buenavista y Nueva Venecia) se tomaron variables fisicoquímicas. Buenavista fue el sitio que presentó una mayor salinidad (16,8 ppt) en comparación con Nueva Venecia (0,66 ppt). Así mismo Buenavista presentó una temperatura promedio superior que Nueva Venecia (31,7 °C y 29,6°C respectivamente). Nueva Venecia presentó mayores valores que Buenavista en las variables oxígeno disuelto (9,52mg/L vs 5,75mg/L), y pH (8,39 vs 7,67) (Tabla 1).

Tabla 1. Sitios de muestreo y variables fisicoquímicas.

Sitios	Simbiontes adultos	Simbiontes en etapas embrionarias		Salinidad	pH	Oxígeno disuelto	Temperatura
Buenavista	30	242	Media	16,8 ppm	7,67	5,75 mg/L	31,7°C
			Desviación estándar	0,40	0,04	0,03	0,42
Nueva Venecia	24	1,949	Media	0,66 ppm	8,39	9,52 mg/L	29,6 °C
			Desviación estándar	0,21	0,02	0,08	0,5

Para el sitio Buenavista se obtuvo una cantidad mayor de machos de *Callinectes bocourti* (10) en comparación a *C. sapidus* (4), y el número de hembras no ovadas fue mayor en *C. sapidus* (9) que en *C. bocourti* (3), siendo esta última la única especie hembras ovígeras (5). No obstante, cinco hembras (5) de *C. sapidus* presentaron un estadio de madurez gonadal 2, y seis hembras de *C. bocourti* presentaron un estadio 3 (Tabla 2).

Tabla 2. Número de machos, hembras ovadas y no ovadas y estadío de madurez gonadal de las hembras para cada sitio.

Especie	**(Buenavista)**						
	N° de machos	N° de hembras no ovadas	N° hembras ovígeras	Estadío de madurez gonadal			
				1	2	3	4
C. sapidus	4	9	0	0	5	3	1
C. bocourti	10	3	5	0	1	6	1
Especie	**(Nueva Venecia)**						
	N° de machos	N° de hembras no ovadas	N° de hembras ovígeras	Estadio de madurez gonadal			
				1	2	3	4
C. sapidus	6	2	0	0	2	0	0
C. bocourti	9	8	3	0	3	3	5

Para Buenavista, el peso gonadal de las hembras de *C. sapidus* osciló entre 1,26-14,56; para *C. bocourti* varió entre 0,98-38,21, y el peso de la masa de huevos osciló entre 6,03-12,86 para *C. sapidus* y 5,12-11,73 para *C. bocourti*. Para Nueva Venecia, el peso gonadal de las hembras de *C. sapidus* osciló entre 3,15-11,84, para *C. bocourti* varió entre 2,93-13,04 y el peso de la masa de huevos osciló entre 7,87-15,85 para *C. sapidus* y 7,36-16,54 para *C. bocourti.*

3.1 Simbiontes asociados a *Callinectes sapidus* y *C. bocourti.*

En *Callinectes sapidus* y *C. bocourti*, se identificaron tres categorías taxonómicas de simbiontes correspondientes a tres Phylum,: Arthropoda (*Balanus* Da costa 1778, orden Sessilia), los cuales se encontraron adheridos al caparazón y pereiópodos; Annelida (*Myzobdella* Leidy 1851, orden Rhynchobdellida), con los individuos adultos adheridos al caparazón y pereiópodos, y cápsulas de larvas adheridas en caparazón y pereiópodos de sus hospederos; y Mollusca, clase Bivalvia, adheridos a las cámaras branquiales. Se registraron 54 organismos simbiontes adultos y 2,191 huevos en 59 individuos de las dos especies de hospederos examinados, discriminados de la siguiente forma: en *C. bocourti* se registraron 37 simbiontes adultos y 1,953 huevos para los dos sitios de recolección, y en *C. sapidus* se registraron 17 simbiontes adultos y 238 huevos o etapas embrionarias para los dos sitios (tabla 3).

Tabla 3. Abundancia de simbiontes por sitio de muestreo en las dos especies de jaibas.

Abundancia de simbiontes en *C. bocourti*		
Simbiontes	**Buenavista**	**Nueva Venecia**
Myzobdella	1	2
Balanus	5	7
Bivalvia	20	2
Cápsulas de *Myzobdella*	136	1,817
Abundancia de simbiontes en *C. sapidus*		
Simbiontes	**Buenavista**	**Nueva Venecia**
Myzobdella	2	2
Balanus	--	3
Bivalvia	2	8
Cápsulas de *Myzobdella*	106	132

3.2. Descripción de los taxones de simbiontes encontrados.

Myzobdella sp.

Mediante las guías y claves de Thorp y Rogers (2016), y de Ringuelet (1985), los hirudíneos recolectados se identificaron como el género *Myzobdella*. Este grupo se caracteriza por tener un cuerpo cilíndrico y generalmente largo y estrecho, cuerpo dividido en un traquelosoma anterior estrecho y un urosoma posterior más ancho, ventosa anterior (oral) expandida y distinta del cuerpo, vesículas pulsátiles a lo largo, márgenes laterales presentes o ausentes, ventosa posterior cóncava débilmente desarrollada y más estrecha que la parte más ancha del cuerpo, entre cero o un par de ojos, y un pequeño poro en la superficie ventral de la ventosa anterior a través del cual puede sobresalir una probóscide faríngea muscular sin mandíbulas ni dientes (Fig. 2 y 3).

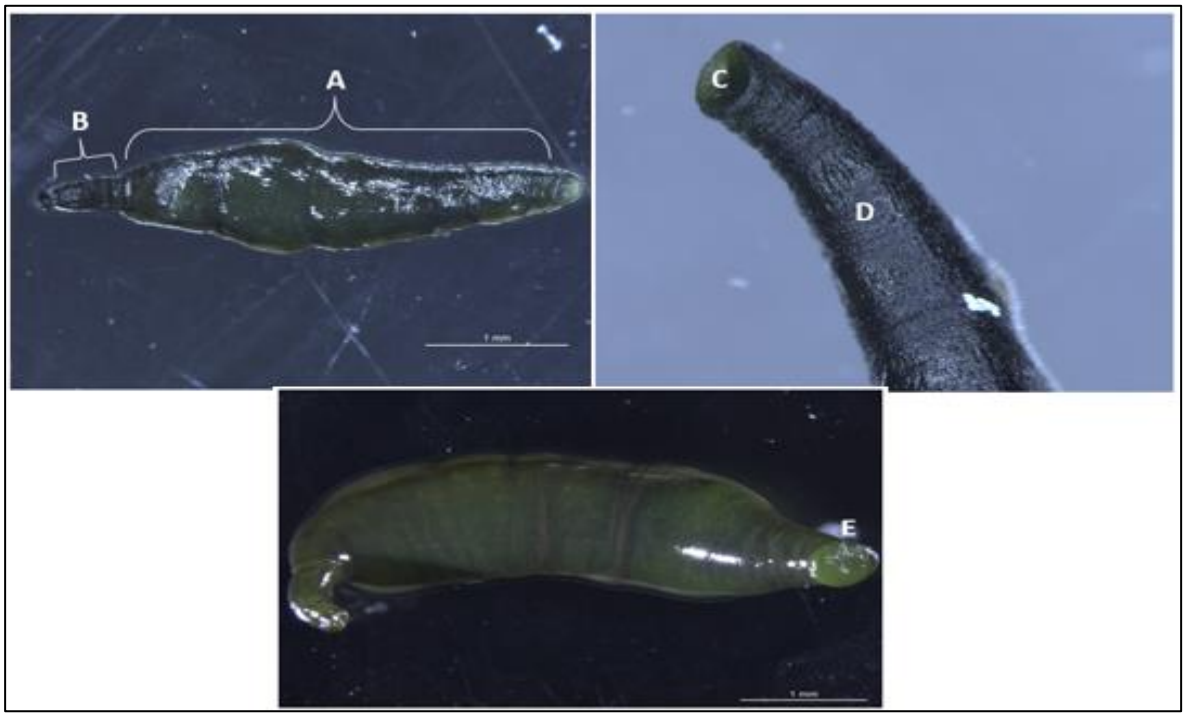


Figura 2. Imágenes de individuos del género *Myzobdella*: cuerpo dividido en (A) Urosoma. (B) Traquelosoma; (C) Disco oral. (D) Probóscide faríngea muscular. (E) ventosa posterior cóncava, débilmente desarrollada y más estrecha que la parte más ancha del cuerpo.



Figura 3. Un adulto de *Myzobdella sp*. (flecha azul) adherido a la parte inferior de una espina del caparazón de *Callinectes sapidus* (A); cápsulas (capullos) de huevos de *Myzobdella sp*. adheridas a pereiópodos en *Callinectes bocourti* (B).

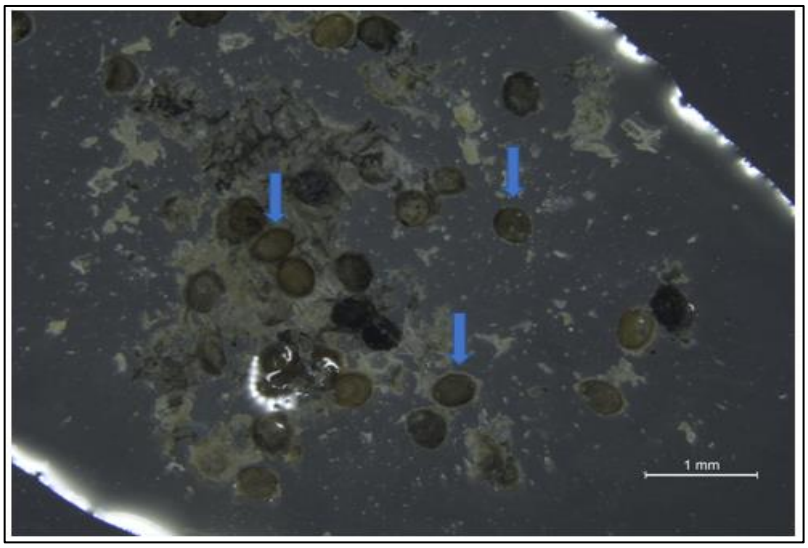


Figura 4. Cápsulas de huevos de *Myzobdella sp*. (flechas azules). Escala 1mm.

Aunque según Overstreet (1978) estas cápsulas se depositan a lo largo del caparazón, en el presente trabajo se encontraron distribuidas en diferentes sitios del exoesqueleto de los hospederos, incluyendo la parte inferior del caparazón y pereiópodos o apéndices caminadores. Estas formas inmaduras de *Myzobdella* sp. son de color marrón oscuro, y están envueltas en cápsulas quitinosas las cuales quedan adheridas a sustratos o al cuerpo del hospedador (Ringuelet, 1985).

Balanus sp.

Mediante el análisis de las claves taxonómicas descritas por Roig-Juñent et al. (2014), y por Barnes y Barnes (1954), se identificó el género *Balanus*. Este grupo taxonómico se caracteriza por vivir adherido a rocas o a otros sustratos naturales (p.ej., caparazones de crustáceos) o artificiales. Se caracterizan por poseer una pared compuesta por 4, 6 u 8 placas calcáreas con radios sólidos, base calcárea, con líneas y tubos radiantes, parietes cónicos, rosados o blancos, paries superficiales con nervaduras, radios anchos, cimas inclinadas opérculo triangular, y superficie externa del *scutum* con orificios dispuestos en patrones longitudinales (Fig. 5 y 6).

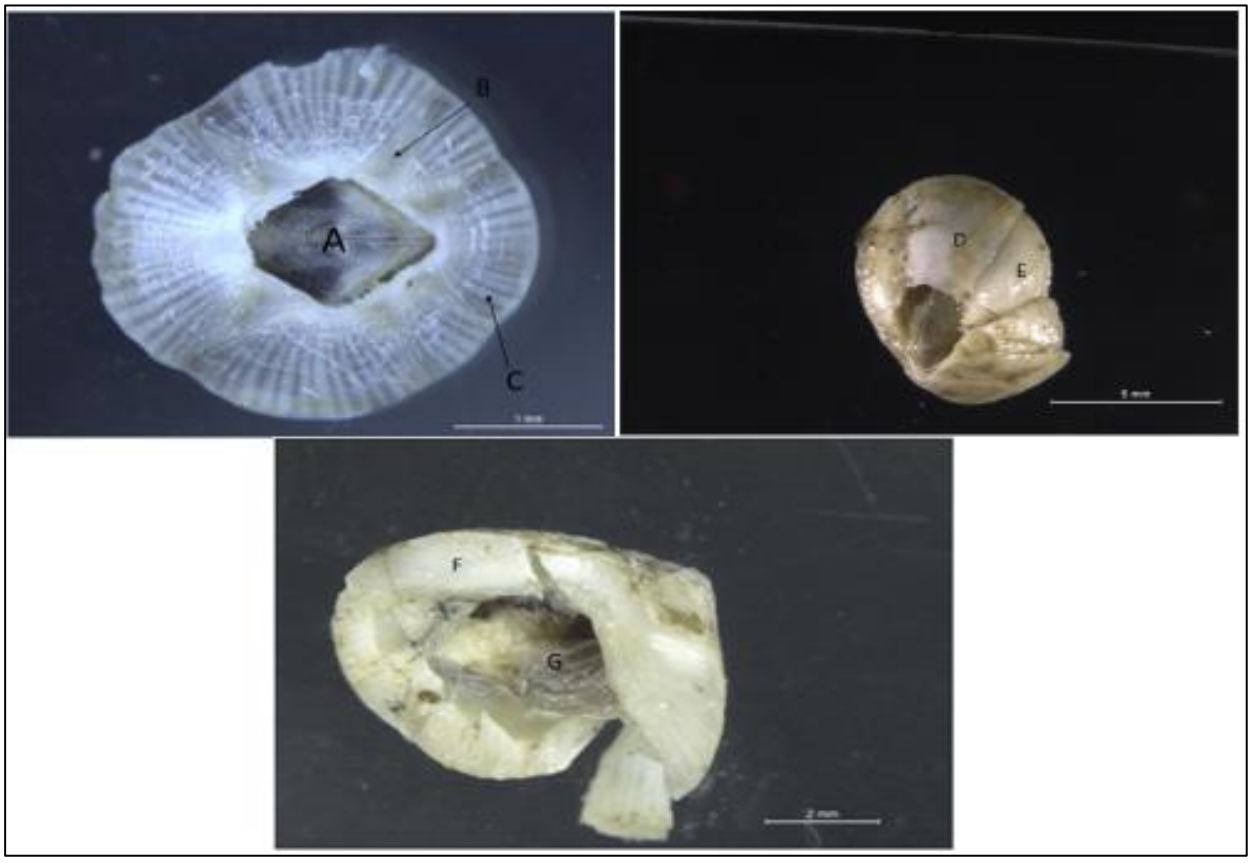


Figura 5. *Balanus sp*. recuperado de jaiba roja *C. bocourti.* (A) scutum, (B) radios sólidos, (C) tubos radiantes, (D y E) placas calcáreas, (F) base calcárea, (G) cirros.

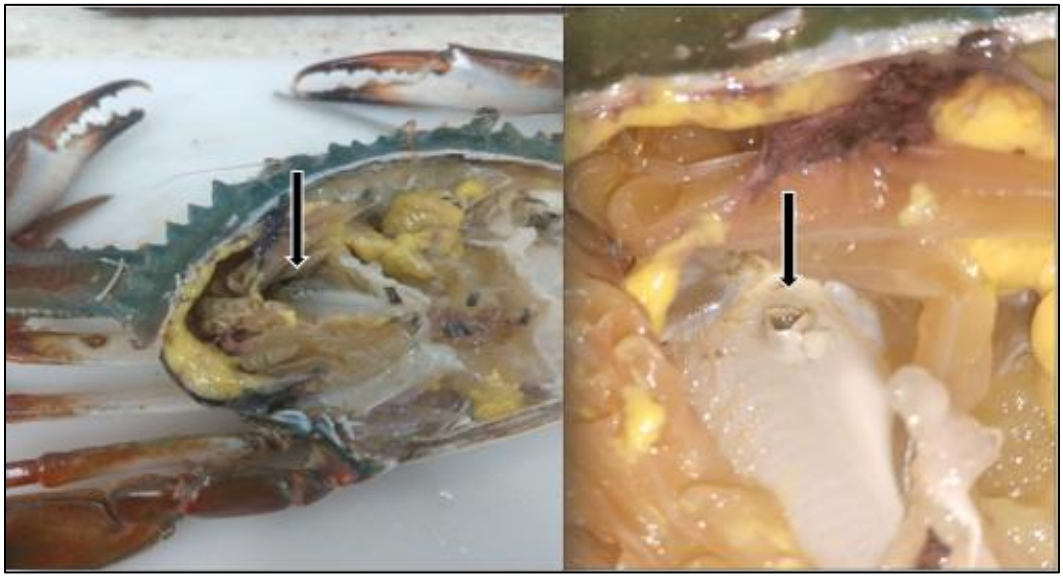


Figura 6. *Balanus sp*. adherido a cámara branquial en *Callinectes bocourti.*

Individuos de la clase Bivalvia.

Siguiendo la clave publicada por Camacho et al. (2007), los moluscos hallados en las branquias de las jaibas, se ubicaron en la clase Bivalvia. Esta clase se caracteriza por ser comprimidos lateralmente y las partes blandas del cuerpo están recubiertas por la concha que está integrada por dos piezas o valvas articuladas. Estas valvas en su gran mayoría son iguales o subiguales, lo que determina un plano de simetría bilateral que contiene al eje de articulación el cual coincide con la dirección ántero-posterior del organismo (Fig. 7).

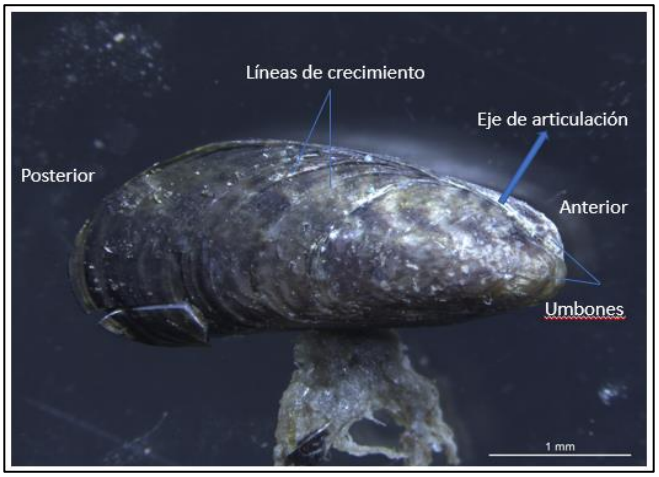


Figura 7. Bivalvo recuperado de un ejemplar de jaiba azul *C. sapidus*. Se observa la línea de crecimiento, el eje de articulación y los umbones.

3.3. Descriptores cuantitativos de los simbiontes encontrados en *C. sapidus* y *C. bocourti.*

Los simbiontes de *C. bocourti* se agruparon en los géneros *Balanus* Costa 1778 (11 individuos y una prevalencia de 10,52%); *Myzobdella* Leidy 1851 (tres individuos con una prevalencia de 5,26%), y 22 individuos de la clase Bivalvia Linnaeus 1758, (prevalencia de 7,89%). En cuanto a formas embrionarias de simbiontes, se registraron 1,953 cápsulas de embriones de *Myzobdella* sp., con una prevalencia de 23,68% en los 38 hospedadores examinados. Por su parte, para *C. sapidus* se contabilizó un total de 18 organismos simbiontes en los 21 hospedadores estudiados. Estos simbiontes se distribuyeron en los géneros *Myzobdella* Leidy 1851 (cuatro individuos con una prevalencia de 14,28%), *Balanus*, (cuatro individuos y una prevalencia de 14,2%), y la clase Bivalvia (10 individuos y una prevalencia de 14,2%). Asimismo, se registraron 238 cápsulas de embriones de *Myzobdella* sp. con una prevalencia de 9,52% en los 21 hospedadores examinados (Tablas 4 y 5).

Tabla 4. Descriptores cuantitativos evaluados entre la asociación de los simbiontes en *C. bocourti.*

Especie	Descriptores cuantitativos	N° de simbiontes encontrados	N° de jaibas infectadas	Prevalencia %	Intensidad	Intensidad media	Abundancia
C. bocourti	Bivalvia	22	3	7,89	1-20	7,33	0,57
	Myzobdella	3	2	5,26	1-2	1,5	0,07
	Cápsulas de *Myzobdella*	1,953	9	23,68	27-800	217	51,39
	Balanus	11	4	10,52	1-5	2,75	0,28

Tabla 5. Descriptores cuantitativos evaluados entre la asociación de los simbiontes en *C. sapidus.*

Especie	Descriptores cuantitativos	N° de simbiontes encontrados	N° de jaibas infectadas	Prevalencia %	Intensidad	Intensidad media	Abundancia
C. sapidus	Bivalvia	10	3	14,2	1-7	3,3	0,47
	Myzobdella	4	3	14,28	1-2	1,3	0,19
	Cápsulas de *Myzobdella*	238	2	9,52	106-132	119	11,33
	Balanus	4	3	14,2	1-2	1,3	0,19

3.4. Infestación y prevalencia de simbiontes en *Callinectes sapidus* en relación con su tamaño.

La mayor infestación de simbiontes se presentó en jaibas azules con amplitud de caparazón entre 116.5-131.2 mm, seguida del intervalo 101.8-116.4 mm, y la mayor prevalencia se observó en la amplitud de caparazón 101.8-116.4 mm (66%). Otros rangos de tamaño mostraron valores importantes de prevalencia. (Tabla 6).

Tabla 6. Cangrejos infestados y prevalencia de simbiontes con relación a la amplitud del caparazón (mm) en *C. sapidus.*

Amplitud del caparazón	# de cangrejos examinados (%)	# cangrejos infestados (%)	Prevalencia de simbiontes (%)
72,2 -86,9	2	1	50
87,0 - 101,7	5	1	20
101,8 - 116,4	3	2	66
116,5 - 131,2	9	3	33,3
131,3 - 146	2	0	0

3.5. Infestación y prevalencia de simbiontes en *Callinectes bocourti* en relación con su tamaño.

La mayor infestación y prevalencia de simbiontes se presentó en jaibas rojas con amplitud de caparazón entre 117.1-127.2 mm y 106.9-117.0 mm. Estos y otros rangos de amplitud que tuvieron valores alto de prevalencia aparecen en la Tabla 7.

Tabla 7. Cangrejos infestados y prevalencia de simbiontes con relación al ancho del caparazón (mm) en *C. bocourti.*

Amplitud del caparazón	# de cangrejos examinados (%)	# cangrejos infestados (%)	Prevalencia de simbiontes (%)
76,2 - 86,4	3	0	0
86,5 - 96,6	8	3	37,5
96,7 - 106,8	6	0	0
106,9 - 117,0	10	4	40
117,1 - 127,2	6	4	66,6
127,3 - 137,6	5	3	60

3.6. Relación entre las medidas morfométricas de las jaibas y las abundancias de simbiontes.

El análisis de correlación de Spearman indicó que la abundancia de *Balanus* tuvo una correlación positiva débil para el peso, longitud y amplitud del caparazón de *C. bocourti,* sin embargo, los coeficientes de correlación fueron significativos para amplitud del caparazón y peso ($P<0.05$). Por otra parte, para adultos de *Myzobdella* el 13% (0.13) fue el valor más alto y refleja que más del 85% de *Myzobdella* adultos no están relacionados con el peso de *C. bocourti.* La abundancia de cápsulas de *Myzobdella* se correlacionó positivamente con todas las medidas morfométricas tomadas, no obstante, la amplitud del caparazón fue la que presentó un mayor coeficiente de correlación significativo ($P<0.001$). Por último, las abundancias de la clase Bivalvia tuvieron una correlación positiva débil para peso, longitud y amplitud del caparazón, no obstante, el coeficiente de correlación fue significativo para la amplitud del caparazón ($P<0.05$) (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de correlación de Spearman entre las medidas morfométricas de *C. bocourti* y la abundancia de cada taxón de simbiontes.

Medidas	*Balanus*	*Myzobdella*	Cápsulas de *Myzobdellla*	Bivalvia
LC	0,16	-0,13	0,27*	0,15
AC	0,32*	0,031	0,44***	0,25*
PESO	0,24*	0,13	0,43**	0,17

Marca con un asterisco (*): coeficientes de correlación significativos al nivel 0,05, dos asteriscos (**) significativos al nivel 0,01 y tres asteriscos (***) significativos al nivel 0,0001.

En cuanto a *C. sapidus,* el análisis de correlación de Spearman indicó que la abundancia de cápsulas de *Myzobdella* se correlacionaba positivamente con todas las medidas morfométricas tomadas ($P<0.05$). Por su parte la abundancia de Bivalvia se correlacionó positivamente con la longitud del caparazón ($P<0.01$) y con la amplitud del caparazón y peso ($P < 0.05$) (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de correlación de Spearman entre las medidas morfométricas de *C. sapidus* y la abundancia de cada taxón de simbiontes.

Medidas	*Balanus*	*Myzobdella*	Cápsulas de *Myzobdellla*	Bivalvia
LC	0,14	0,17	0,23*	0,28**
AC	0,17	0,12	0,23*	0,22*
PESO	0,11	0,12	0,23*	0,25*

Marca con un asterisco (*) los coeficientes de correlación significativos al nivel 0,05, dos asteriscos (**) significativos a nivel 0,01.

En *C. sapidus,* se observaron cuatro individuos adultos de Myzobdella en hembras y se contabilizaron 106 cápsulas o huevos de *Myzobdella* en hembras y 132 capsulas en machos. Por su parte, en *C. bocourti* se observaron tres ejemplares adultos de Myzobdella en hembras, 136 capsulas *en* hembras y 1,817 capsulas en machos (Tabla 10).

Tabla 10. Capsulas y ejemplares adultos de *Myzobdella* adheridos a machos y hembras de ambas especies de *Callinectes.*

Hospedero	**Simbiontes**	*Myzobdella adultos*	Cápsulas de *Myzobdella*
C. sapidus	Hembras	4	106
	Machos		132
C. bocourti	Hembras	3	136
	Machos		1,817

3.7. Descripción de las especies de jaibas.

Descripción *Callinectes sapidus.*

Presenta el caparazón moderadamente convexo, así mismo presenta gránulos de tamaño mediano, concentrado en las regiones branquiales y cardiacas, dispersas y levemente marcadas en la mitad anterior del caparazón. La longitud de la región intramedial es aproximadamente la mitad de su ancho anterior. Los dientes frontales o interantenales son dos, triangulares, agudos, con débiles indicaciones de otros dos en sus márgenes más oblicuos, la espina subfrontal mediana es cónica y fuerte (Rathbun, 1896) (Fig 8).



Fig. 8. *Callinectes sapidus*

Descripción *C. bocourti.*

Caparazón muy convexo; areolaciones prominentes: granulaciones prominentes excepto a lo largo del margen lateral, donde el caparazón es liso. Región intramedular muy larga, su longitud aproximadamente igual a su ancho posterior con cuatro grandes dientes redondeados, la mediana es más pequeña y un poco menos avanzada que la lateral, excepto en algunos casos donde se proyectan hasta el lateral. Diente suborbital corto, triangular, estrecho, obtuso, dientes anterolaterales muy anchos, agudos los últimos dos o tres espiuiformes (Rathbun, 1896).



Fig 9. *Callinectes bocourti.*

3.8. Análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas y la abundancia de cada taxón de simbionte encontrado en las dos especies de Jaibas.

El análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de los puntos de muestreo de *C. sapidus,* indicó que la abundancia de *Balanus* se correlacionó negativamente con el pH del agua y positivamente con la temperatura (P< 0.05). Por otra parte, el análisis de correlación de Spearman indica que la abundancia de simbiontes como *Myzobdella, Balanus,* Capsulas de *Myzobdella* y la clase Bivalvia no muestra una relación lineal con las variables fisicoquímicas tomadas (salinidad pH y temperatura). Por otra parte, el análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de los sitios de muestreo de *C. bocourti* indicó que las abundancias de simbiontes (adultos y cápsulas de Myzobdella*, Balanus,* y la clase Bivalvia), no muestran una relación lineal con las variables fisicoquímicas tomadas (salinidad ph y temperatura) (Tablas 11 y 12).

Tabla 11. Análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de *C. sapidus*, y la abundancia de cada taxón de simbiontes encontrados.

Variables fisicoquímicas	*Myzobdella*	Cápsulas de *Myzobdella*	*Balanus*	Bivalvia
Salinidad	-0,06	0,095	0,29	0,17
pH	-0,14	0,024	-0,36*	-0,25
Temperatura	-0,06	0,17	0,36*	0,23

Marca con un asterisco (*) los coeficientes de correlación significativos al nivel 0,05, dos asteriscos (**) significativos a nivel 0,01.

Tabla 12. Análisis de correlación de Spearman entre las variables fisicoquímicas de *C. bocourti*, y la abundancia de cada taxón de simbiontes encontrados.

Variables fisicoquímicas	*Myzobdella*	Cápsulas de *Myzobdella*	*Balanus*	Bivalvia
Salinidad	0,057	0,17	0,099	0,11
pH	-0,057	-0,18	0,037	-0,21
Temperatura	0,057	0,17	0,11	0,11

Marca con un asterisco (*) los coeficientes de correlación significativos al nivel 0,05, dos asteriscos (**) significativos a nivel 0,01.

4. Discusión

En el presente estudio, se describen por primera vez algunas especies de simbiontes presentes en las jaibas azul y roja (*Callinectes sapidus* y *C. bocourti*), de dos sitios de influencia del complejo lagunar la Ciénaga Grande de Santa Marta, los cuales se clasificaron en tres Phylum*:* (Arthropoda, Annelida y Mollusca); dos órdenes: (Balanomorpha, Rhynchobdellida); dos familias: (Balanidae, Piscicolidae); dos géneros taxonómicos: (*Balanus* y *Myzobdella);* e individuos pertenecientes a la clase Bivalvia.

C. bocourti presentó la mayor cantidad de simbiontes, con un total de 36 individuos encontrados en los 38 hospedadores examinados.

De los dos sitios de muestreo, el sitio con mayor abundancia Buenavista con un total de 56% simbiontes adultos recolectados en las dos especies de jaibas recolectadas. Estos datos son similares a lo reportado por Young y Campos en 1988, quienes, para la Ciénaga Grande de Santa Marta, describieron tres géneros de simbiontes: *Ostolasmis* Gray 1825, con una abundancia de tres ejemplares; *Balanus sp.,* con una abundancia de 8 ejemplares; y *Loxothylacus* Boschma 1928, con una abundancia de dos ejemplares (Young y Campos, 1988).

Severino-Rodrigues y de Almeida (2020), encontraron para *Callinectes sapidus* y *C. bocourti* el parasito *Myzobdella platensis* con una abundancia de 329 y 305 individuos y

altos valores de prevalencia (87.5 y 91.5 %, respectivamente). Estos datos contrastan con los resultados presentados aquí, ya que la abundancia (3 y 4 individuos) y prevalencia (14.28% y 5.26) fueron bajas para *C. sapidus y C. bocourti*. En cuanto a las abundancias de *Myzobdella sp*. en este estudio, son muy similares a lo publicado por Zara et al. (2009) en relación con infestaciones de *C. bocourti* y *C. sapidus* por la sanguijuela *Myzobdella platensis*; en dicho estudio, *C. bocourti* tuvo el mayor número de organismos adheridos a su caparazón (7 individuos) en comparación a *C. sapidus* con solo tres (Zara et al., 2009), lo cual es similar a lo descrito en esta investigación. Shields y Overstreet (2007), señalan que la sanguijuela más común para *C. sapidus* es *Myzodbella lugubris.* No obstante, se observó en el presente estudio que la región lateral posterior del exoesqueleto de las jaibas fue el principal sitio para la deposición de huevos. Esta observación fue similar a la de Daniels y Sawyer (1975), quienes también mencionan que *Myzobdella* deposita sus capsulas de huevos en la región lateral del caparazón y en los pereiópodos o apéndices caminadores de los cangrejos.

Las abundancias de simbiontes entre los dos sitios de muestreo difirieron entre sí, lo cual pudo deberse a que las variables fisicoquímicas tomadas (salinidad, pH y temperatura) mostraron diferencias entre cada sitio. Es importante mencionar que, en este estudio, los sitios de muestreo en Buenavista y Nueva Venecia tenían datos de salinidad de 16,8 y 0,6 ppt. Este hallazgo es muy similar a lo propuesto por Shields y Overstreet (2003), quienes indicaron que *Myzobdella* vive en hábitats poco profundos y de baja salinidad (< 15 ppt). Asimismo, estos autores mencionan que los huéspedes suelen ser machos, ya que las hembras suelen migrar a aguas de salinidad relativamente alta donde estas sanguijuelas no pueden sobrevivir. No obstante, en este estudio se pudo evidenciar la presencia de sanguijuelas adultas en hembras de las dos especies de jaibas y las cápsulas de los huevos de sanguijuelas en machos y hembras de *Callinectes sapidus* y *C. bocourti.*

Según Llewellyn (1965) y Sawyer y White (1969), *Myzobdella lugubris* es el primer caso documentado de una sanguijuela piscicólida cuyo ciclo de vida normalmente puede involucrar a dos huéspedes, un pez y un crustáceo. Este anélido tiene una amplia distribución similar a la de *C. sapidus,* desde Massachusetts (E.U.) hasta el sur del golfo de México. Estos autores también mencionan que la jaiba azul le sirve como sustrato para la deposición de sus capsulas de huevos y como un medio de propagación para la sanguijuela (Llewellyn, 1965; Sawyer y White, 1969).

Cabe mencionar que Meyer y Barden (1955), describen una interacción parasitaria entre *Myzobdella lugubris* y *C. sapidus*, y de manera similar Zara et al. (2009) reportan una interacción parasitaria entre otra especie del género *Myzobdella* (*M. platensis*) y la jaiba roja *C. bocourti,* lo que sugiere una posible relación parasitaria entre el género *Myzobdella* y las dos especies de jaibas del presente estudio. De las 59 jaibas examinadas, el 7.6% (11) registró un total de 2191 capsulas de huevos de *Myzobdella* sp. adheridas al cuerpo. *C. bocourti* fue la especie que más presentó capsulas adheridas al cuerpo con un total de 1953 capsulas y una prevalencia de 23,68% en 9 individuos, seguida de *C. sapidus* con un total de 238 capsulas y una prevalencia de 9,52% en 2 individuos. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Zara et al. (2009) quienes mencionaron que *C. bocourti* presentó mayor cantidad de cápsulas en comparación a *C. sapidus* (13975 en 7 individuos vs 197 capsulas en dos individuos; respectivamente).

Por otra parte, la abundancia de las capsulas de *Myzobdella sp*. sobre el caparazón de *C. sapidus y C. bocourti* fue de 238 y 1.953 individuos, respectivamente. Esto es similar a lo publicado por Daniels y Sawyer (1975), quienes encontraron 2.123 capsulas de *Myzobdella lugubris* depositadas en las regiones posterolaterales del caparazón, y distribuidos dorsal y ventralmente y sin importar el sexo, sobre *C. sapidus.*

En este trabajo, Myzobdella *sp,* se muestrearon en dos sitios del complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta con salinidades promedio de 16,8 ppt (Buena Vista) y 0,6 ppt (Nueva Venecia), siendo bajas sus abundancias y prevalencias para ambos sitios (tres y cuatro individuos; prevalencias de 14.28% y 5.26% para *C. sapidus* y *C. bocourti*, respectivamente). Esto difiere con lo encontrado por Severino-Rodrigues y De Almeida (2020), quienes evaluaron la abundancia de *Myzobdella platensis* en tres especies de jaibas en tres sitios ubicados en el sistema estuarino de Santos Sao Vicente, con salinidades promedios de 10.21 ppt (Rio Branco), 24.8 ppt (Rio Mariana), y 8.13 ppt (Rio Queiroz). En dicho estudio, en 376 individuos de *C. sapidus* se contabilizó una abundancia de 329 ejemplares de *M. platensis*, en 224 individuos de *C. bocourti* se hallaron 305 ejemplares; y en 497 individuos de *C. danae* se detectaron 130 indivíduos de este parásito. Aunque *C. danae* fue la jaiba más abundante, presentó una abundancia menor de sanguijuelas en comparación a las otras especies. Los niveles bajos de infestación de *M.*

platensis en *C. danae*, pueden estar asociados con los altos valores de salinidad del río Mariana, el sitio en donde esta especie de jaiba fue más abundante (Rodrigues y De Almeida, 2020). Esto es apoyado por los datos publicados por Sawyer et al. (1975), quienes mencionan que la distribución de *Myzobdella* está limitada por valores de salinidad que oscilan entre (0 y 15 ppt).

En cuanto a la relación entre el tamaño del hospedero y la infestación de *Myzobdella* sp., la mayor abundancia de *Myzobdella* ocurrió en *C. sapidus* en clases de amplitud de caparazón entre 120 y 143,6 mm (cuatro individuos), seguida de *C. bocourti* en las clases de amplitud de caparazón entre 110 y 116,8 mm (tres individuos). Esto es similar a lo encontrado por Severino-Rodrigues y De Almehida (2020), quienes registraron que la mayor abundancia (305 individuos) ocurrió en *C. bocourti* en rangos de tamaño entre 100 y 115 mm; y la segunda mayor abundancia (329 individuos) de *C. sapidus* se dio en clases de tamaño entre 105 y 130 mm. Estos autores afirman que los hospederos que ofrecen un área de caparazón más grande tendrán mayor cantidad de sanguijuelas y capullos fijadas, ya que no se observaron individuos infestados en medidas igual o menor a 70 mm, lo cual también fue observado por Rezende et al. (2015).

Otro de los simbiontes encontrados en el presente estudio fue el género *Balanus* con prevalencias de 10,52% y 14,2% en *C. bocourti* y *C. sapidus,* respectivamente. Key et al. (1997), evidenciaron la presencia de varias especies de *Balanus* en la jaiba azul *C. sapidus*. *Balanus* también se ha detectado como epibionte de otras especies del género *Callinectes* como *C. arcuatus* (Rivera Morán, 2017). Investigaciones realizadas indican que estos individuos sésiles tienen una elevada diversidad morfológica y una distribución cosmopolita, generalmente estando presentes en las regiones estuarinas y marinas (Southward, 1975). Los individuos de este género están asociados a sustratos, tanto naturales como artificiales (Celis, 2004). Young y Campos (1988), reportaron la presencia de dos especies del género *Balanus* (*B. eburneus* y *B. improvisus)* en el complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

En este estudio, se encontraron correlaciones significativas, entre la abundancia de los simbiontes y algunas variables físicas del agua. Para el género *Balanus*, se determinó que su abundancia tuvo correlaciones significativas con la temperatura y el pH para *C. sapidus,* con valores de temperatura entre 29.6 y 31.7 °C, y de pH entre 7.67 y 8,39. Esto se asemeja a lo publicado por Carrizo et al. (2016), quienes encontraron temperaturas de 26,5

°C y valores de pH de 7,60 en las aguas donde recolectaron individuos de *Balanus improvisus* adheridos a sustratos artificiales.

Según Schejter y Spivak (2005), para el cangrejo araña *Libidoclaea granaria* los individuos con mayor tamaño de caparazón (rango entre 6,3-60,9 mm), fueron colonizados por *Ornatoscalpellum gibberum* (Cirripedia). Esto es similar a lo encontrado en el presente estudio, donde se vio reflejado que la amplitud de caparazón de las jaibas que tenían el epibionte *Balanus* (Cirripedia) osciló entre 87.7-133 mm, encontrándose la mayor abundancia en las jaibas más grandes. A su vez, Lewis (1979), encontró que en el cangrejo nadador *Bathynectes superba*, los ejemplares de mayor tamaño tenían más epizoitos que los de menor tamaño, y lo atribuyó al hecho de que los cangrejos poseen mayor superficie para ser colonizados.

En este trabajo, *C. sapidus y C. bocourti* presentaron una baja prevalencia (14 y 10.52 %, respectivamente) y abundancia (cuatro y 11 individuos, respectivamente) de *Balanus sp*.. Dichos datos difieren con lo encontrado por Key y colaboradores (1997), donde el percebe *Chelonibia patula* tuvo una abundancia de 701 individuos y con una alta prevalencia de 66.7% para *C. sapidus*. Así mismo, Dvoretsky y Dvoretsky (2008), hallaron que el percebe *Balanus crenatus* tuvo una prevalencia de 44% sobre el cangrejo *Paralithodes camtschaticus*. Para los individuos hallados de la Clase Bivalvia en branquias de *C. sapidus y C. bocourti* en el presente estudio, la prevalencia (14.2% y 7.89%) y abundancia (10 y 22 individuos) fueron bajas. Esto a su vez concuerda con el trabajo de Dvoretsky y Dvoretsky (2008), quienes hallaron bajas prevalencias de los bivalvos *Heteranomia scuamula* y *Mytilus edulis* (0.33% y 11.63%, respectivamente), sobre su hospedero *Paralithodes camtschaticus*.

En este estudio, se encontraron bivalvos en las cámaras branquiales de las dos especies de jaibas (*C. sapidus* y *C. bocourti*), hecho que contrasta lo expuesto por Mackenzie et al. (1974), quien afirma que las superficies branquiales no son sitios para la fijación de los bivalvos. En *C. sapidus* se encontró un total de 10 individuos y una prevalencia de 14,2%, y en *C. bocourti* un total de 22 individuos y una prevalencia de 7,89%. Esto es similar a lo expuesto por Poulter et al. (2018), quienes encontraron bivalvos (*Mytilus edulis)* en las cámaras branquiales del cangrejo portúnido *Carcinus maenas* encajados en las laminillas

branquiales. Así mismo, Walker (1974) indica que las branquias de los crustáceos son un sitio adecuado para las especies comensales internas. Rosewater (1984), afirma que en algunos casos los bivalvos se pueden encontrar en estructuras internas de otros organismos, como lo son las cámaras respiratorias de los poliquetos.

Aunque los bivalvos podrían estar actuando como comensal para *C. sapidus* y *C. bocourti,* es más probable que se trate de un caso de colonización accidental, con resultados negativos para el hospedador.

Los bivalvos presentes en las cámaras branquiales de jaibas *C. sapidus* y *C. bocourti*, podrían tener efectos negativos al producir desechos, con la potencialidad de reducir la eficiencia respiratoria, obstruir el flujo de ventilación y el movimiento de las branquias, eliminar el oxígeno del agua inhalada y destruir funcionalmente los apéndices de limpieza, disminuyendo la eficacia de las branquias debido a la acumulación de suciedades (Walker 1974; Gannon y Wheatly 1992; Santos y Bueno 2002). Se desconocen cuáles son las condiciones ambientales o escenarios que promueven las infestaciones de Bivalvos (Poulter et al., 2018).

5. Conclusiones

- *C. sapidus y C. bocourti* son hospedadores apropiados para diversas relaciones simbióticas, principalmente epibiosis y comensalismo. Los simbiontes que se encontraron en mayor proporción, fueron la clase Bivalvia, el género *Balanus* y las cápsulas de *Myzobdella.*

- Para *C. bocourti* se encontró que, en organismos de mayor tamaño, mayor será la abundancia de simbiontes, sin embargo, para *C. sapidus* no se encontró una relación entre el tamaño y la abundancia de simbiontes

- No se observaron daños algunos donde se situaron los organismos simbiontes, no se evidenció perforaciones ni laceraciones en el exoesqueleto, por lo que podemos concluir, que los simbiontes en mención no causan daño alguno a la estructura externa de *C. sapidus* y *C. bocourti.*

- Se evaluaron por primera vez los descriptores cuantitativos prevalencia, intensidad, intensidad media y abundancia de individuos de la clase Bivalvia sobre laminillas branquiales de las jaibas *C. sapidus* y *C. bocourti* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

- Se muestran valores medios de correlación entre las variables fisicoquímicas pH (-0.36) y temperatura (0.36) y la abundancia del simbionte *Balanus* sp. en *C. sapidus*. Esto podría deberse a que a bajos valores de pH la abundancia de este simbionte tiende a incrementar, y a que su presencia se favorece por aumentos en la temperatura del agua. Esto se debe confirmar en futuros trabajos con más análisis de calidad de agua, además de aumentar el número de individuos a recolectar de cada especie bajo las diferentes épocas lluviosa y seca, pues no se halló relación estadística entre la abundancia de simbiontes y la salinidad, lo cual está ampliamente descrito en la literatura disponible.

- Finalmente, para poder identificar hasta el nivel de especie los simbiontes descritos, hace falta obtener más información ambiental y revisar más puntos de muestreo e individuos. Es importante incluir información adicional de marcadores moleculares, para resolver dudas taxonómicas para el estudio de simbiontes asociados a las jaibas *C. sapidus* y *C. bocourti*. De esta forma, se espera aportar con más información útil para la conservación de estos importantes recursos genéticos, los cuales son fuente de proteína y de ingresos para las comunidades de la zona de influencia de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

6. Referencias Bibliográficas

Aguilera-Díaz, M. (2011). Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 144.

Aldik, R., y Cengizler, I. (2017). The investigation of bacteria, parasite and fungi in blue crabs (*Callinectes sapidus*, Rathbun 1896) caught from Akyatan lagoon in east Mediterranean Sea. Journal of Advances in VetBio Science and Techniques, 2(1), 11-17.

Alvarez, F., y Calderon, J. (1996). Distribution of Loxothylacus texanus (Cirripedia: Rhizocephala) parasitizing crabs of the genus Callinectes in the Southwestern Gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, *9*(3), 205-210.

Álvarez-León R y LM Blain-Garzón. (1993). Registro de *Loxothylacus Boschma* 1928 (Crustacea: Cirripedia: Sacculidae) en el suroeste del Caribe colombiano. Revista Actualidades Biológicas 19(67): 39-39.

Álvarez-León, R. (2012). Aspectos biológicos, pesqueros y de procesamiento de las jaibas azul *Callinectes sapidus* y roja *C. bocourti*, en lagunas costeras del Caribe colombiano: estudio comparativo.

Álvarez-León, R. (2015). Los Portunidae en las pesquerías de Colombia: mar Caribe y océano pacifico. *Rev. Cien. Pesq*, (23).

Barnes, H. y Barnes, M. (1954). The general biology of Balanus balanus (L.) da Costa. *Oikos*, *5*(1), 63-76.

Baudoin, M. (1975). Host castration as a parasitic strategy. *Evolution,* 335-352.

Blackstone N.W. (2005). Crustacea (Crustaceans). Encyclopedia of Life Sciences, 1-4 p.

Boschi, E. (1964). Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina*). Bol. Inst. Biol. Mar*. 6: 1-99.

Brusca, R. y Brusca, G. (2016). Invertebrates Sinauer Associates. *Inc. Sunderland, Massachusetts*, pp. 761.

Bush, A., Lafferty, K., Lotz, J., y Shostak, W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. The Journal of parasitology, 575-583.

Carrizo, N. E. M., Ferrer, M.L.N., y Ramos, F.E. (2016). Colonización de macrobentos adherentes sobre sustrato artificial en la Laguna las Peonías, Sistemas de Maracaibo, Venezuela.

Celis A. (2004). Taxonomía y patrones de distribución de los cirripedios (Crustacea, Cirripedia: Thoracica) sublitorales de la parte sur del Golfo de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 152.

Close, M. B., Banister, K., Baumans, V., Bernoth, E. M., Bromage, N., Bunyan, J. y Warwick, M. C. (1997). Recomendaciones para la Eutanasia de los Animales de Experimentación: Parte 2. *Laboratory Animals,* 31(1), 1-32.

Daniels, B. A., y Sawyer, R. T. (1975). The biology of the leech *Myzobdella lugubris* infesting blue crabs and catfish. *The Biological Bulletin*, *148*(2), 193-198.

De Lara, V. C. F., Carvalho-Saucedo, L., García-Borbón, J. A., Gómez-Rojo, C., y Castro-Salgado, J. C. (2015). Validación histológica de una escala morfocromática de maduración gonadal para la jaiba verde, *Callinectes bellicosus.*

Dittel, A. I. (1993). Cambios en los hábitos alimentarios de *Callinectes arcuatus* (Crustacea: Decapoda) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 639-646

Dvoretsky, A. G., y Dvoretsky, V. G. (2008). Fouling community of the red king crab, Paralithodes camtschaticus (Tilesius 1815), in a subarctic fjord of the Barents Sea. Polar biology, 32(7), 1047.

FAO. (2000). Fishery Statistics: Capture Production. Fisheries Report No. 677, 106 pp.

Gannon AT y Wheatly MG. (1992) Physiological effects of an ectocommensal gill barnacle, *Octolasmis muelleri*, on gas exchange in the blue crab *Callinectes sapidus*. J Crustac Biol 12:11–18.

Hatcher MJ, Dick JTA y Dunn AM. (2006) Cómo los parásitos afectan las interacciones entre competidores y depredadores. Ecol Lett 9: 1253–1271.

Huchin-Mian, J. P., Small, H. J., yamp y Shields, J. D. (2017). Patterns in the natural transmission of the parasitic dinoflagellate *Hematodinium perezi* in American blue crabs, *Callinectes sapidus* from a highly endemic area. Marine Biology, 164(7), 153.

Humes, A.G. (1942). The morphology, taxonomy, and bionomics of the nemertean genus *Carcinonemertes*. Illinois Biological Monographs, 18:1-105.

Key, M.M., Volpe, J.E., Jeffries, W.B. y Voris, H.K. (1997). Barnacle Fouling of the Blue Crab *Callinectes sapidus* at Beaufort, North Carolina. Journal of Crustacean Biology 17, 424-439.

Lewis, E. (1976). Epizooties associated with *Bathynectes-Superbus* (Decapoda-Portunidae). Fishery Bulletin, 74(1), 225.

Llewellyn, L. C. (1965). Some aspects of the biology of the marine leech *Hemibdella soleae. Proceedings of the Zoological Society of London* 145(4), 509-527.

MacKenzie K, Smith JW y Wootten R. (1974) The case of mussel bound fish. Scott Fish Bull 41.

Maldonado, Jorge H., Moreno, Rocío del Pilar, Mendoza, Sandra Lucia. (2009). Valoración económica de áreas de conservación y sus recursos hidrobiológicos en el Caribe, Informe Final, Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, Bogotá, Universidad de los Andes, julio.

Martínez, A. R. y Rafael, A. (2005). Ciénaga Grande de Santa Marta: Un modelo de gestión interinstitucional para su recuperación. *Universidad del Norte, Barranquilla.*

Martorelli, S.R. (2002). Parásitos y epibiontes del langostino *Pleoticus muellieri* (Bate 1888) en el Atlántico Sud-Occidental. CIVA. 647-665. URL http://www.civa2002.org.

Messick, G.A. (1998). Diseases, parasites, and symbionts of blue crabs (*Callinectes sapidus*) dredged from Chesapeake Bay. Journal of Crustacean Biology, 18(3), 533-548.

Meyer, M.C., y Barden, A.A., JR. (1955). Leeches symbiotic on Arthropoda, especially decapod Crustacea. Wasmann Journal of Biology 13: 297–311.

Milliken, M.R. y Williams, A.B. (1984). *Synopsis of biological* data on the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun (No. 138). National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.

Minchella, D.J. (1985). Variación de la historia de vida del huésped en respuesta al parasitismo. Parasitología 90: 205–216.

Moncada, F.G y Gómez, O. (1980). Algunos aspectos biológicos de tres especies del género *Callinectes* (Crustacea, Decapoda). Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(4), :1-35.

Mouritsen, K.N. y Poulin, R. (2005). Los parásitos aumentan la biodiversidad y cambian la estructura de la comunidad animal mediante efectos indirectos mediados por rasgos. Oikos 108: 344–350.

Norse, E.A. y Estéves-Rueda, M. (1977). Studies on portunid crabs from the eastern Pacific, I. Zonation along environmental stress gradients from the coast of Colombia. *Marine Biology* 40: 365–373.

Overstreet, R.M. (1978). Marine maladies? Worms, germs, and other symbionts from the northern Gulf of Mexico. Blossman Printing, Inc. Ocean Springs, Mississippi. 145 p.

Overstreet, R.M. (1982). Metazoan symbionts of the blue crab. Pages 81-87 in H.M. Perry and W.A.Van Engel (eds.). Proceedings of the Blue Crab Colloquium, October 18-19, 1979. Gulf States Marine Fisheries Commission, Publication 7. Ocean Springs, Mississippi.

Poulin, R., Coats, J., y Nakagawa, S. (2010). The consequences of parasitic infections for host behavioural correlations and repeatability. *Behaviour*, *147*(3), 367-382.

Poulter, R., Oliver, P. G., Hauton, C., Sanders, T., y Ciotti, B. J. (2018). Infestation of shore crab gills by a free-living mussel species. *Marine Biodiversity*, *48*(2), 1241-1246.

Puentes, V; Escobar, F. D.; Polo, C. J., y Alonso, J. C. (2014). Estado de los Principales Recursos Pesqueros de Colombia - 2014. Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Oficina de Generación del Conocimiento y la Información, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP. 244 p.7.

Rathbun, M. J. (1986). The genus *Callinectes.* Proc. U.S. Nati, Mena, IS (for l895):349-375.

Rezende, V. I., Severino-Rodrigues, E., Alves, P. M. F, Ancona, M. C. (2015) Bioensaios sobre o comportamento da *Myzobdella sp.* (Hirudinea:Piscicolidae) parasitando siris do genero *Callinectes* (Decapoda:Portunidae). *Seminário de iniciacao Cientifica do instituto de pesca,* 21-22.

Ringuelet, R.A. (1985). Fauna de agua dulce de la República Argentina. Vol. XVII: Annulata, Hirudinea. (Fundación para la ciencia y la cultura: Buenos Aires, Argentina).

Rivera Morán, M.A. (2017). *Identificación de epibiontes en crustáceos Callinectes arcuatus, Golfo de Guayaquil, sector: Trinipuerto)* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil). 1-96.

Roig-Juñent, S., Claps, L.E., y Morrone, J.J. (2014). Biodiversidad de artrópodos argentinos 4. *Editorial INSUE UNT, San Miguel de Tucumán*.

Rosas-Correa, C. y Navarrete, A. D. J. (2008). Parámetros poblacionales de la jaiba azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, *43*(2), 247-253.

Rosewater J. (1984) A new species of leptonacean bivalve from off northwestern Peru (Heterodonta, Veneroida, Lasaeidae). Veliger 27:81–89.

Santos C y Bueno SLS. (2002) Infestation by *Octolasmis lowei* (Cirripedia: Poecilasmatidae) in *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Decapoda: Portunidae) from São Sebastião, Brazil. J Crustac Biol 22:241–248.

Sawyer, R. T., y White, M. G. (1969). A new genus and species of marine leech, *Glyptonotobdella antarctica*, from an Antarctic isopod. *British Antarctic Survey Bulletin*, *22*, 1-14.

Scrocco, V. M., y Fabianek, J. (1970). Biological relationship of *Callinectes sapidus* (Rathbun) with carcinonemerteans, bryozoan, and barnacles. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, *133*(1), 299-302.

Schejter, L y Spivak, E. (2005). Morphometry, sexual maturity, fecundity and epibiosis of the South American spider crab *Libidoclaea granaria* (Brachyura: Majoidea). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(4), 857-863.

Severino-Rodrigues, E. y Almeida, A. (2020). Environmental conditions influencing the leech infestation by *Myzobdella platensis* (Hirudinea: Piscicolidae) on the swimming crabs (Callinectes spp.) (Decapoda: Portunidae) in a Brazilian tropical estuary. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 15(2), 121-132.

Shields J, y Overstreet R. (2007). Diseases, parasites and other symbionts. In: Kennedy V, Cronin L (Eds). The Blue Crab: *Callinectes sapidus*. Maryland Sea Grant College, University of Maryland, EEUU, pp. 223-339.

Shields, J. D., y Overstreet, R. M. (2003). The blue crab: diseases, parasites and other symbionts. *Faculty Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology*, 426.

Southward, A. J. (1975). Intertidal and shallow water Cirripedia of the Caribbean. *Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, *46*(1), 1-53.

Stimpson, W. (1860). Notes on North American Crustacea, in the Museum of the Smithsonian Institution. No. II. *Annals of the Lyceum of Natural History of New York.* 7(22): 177-246: Pls. II, V.

Thorp, J. H., y Rogers, D. C. (2016). Keys to nearctic fauna. volume II, Thorp and Covich's freshwater invertebrates.

Torres E y Vargas F. (2007). Diversidad y distribución de los crustáceos estomatópodos y decápodos en el estuario del río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). Rev. Biol. Trop. 55 (1): 113 – 119.

Unesco. (2011). FAQ – Biosphere Reserves?, recuperado el 12 de abril de 2011, www.unesco.org/mab/doc/faq/brs.pdf.

Van As, J. G. y Van As, L. (2019). Adaptations and Types of Crustacean Symbiotic Associations. In *Parasitic Crustacea* (pp. 135-178). Springer, Cham.

Villasmil L y Mendoza, J. (2001). La pesquería del cangrejo *Callinectes sapidus* (Decapoda: Brachyura) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Interciencia. 26 (7): 301 - 306.

Vinuesa, J., Lovrich, G., Tapella, F. y Pettovello, A. (2015). Crustáceos de interés comercial. La zona Costera Patagonia Argentina. Volumen I, Recursos Biológicos Bentonicos, Chapter: 2, Publisher: Editorial Universidad de la Patagonia, Editors: H. E. Zaixso, A. L. Boraso, pp. 61-117.

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. Biol Bull 147:678–689.

Williams, A. (1974). The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). Fish. Bull. 72 (3): 685 - 692.

Williams, A. (1984). Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, EE.UU., pp. 550.

Young, P.S. y Campos-Campos, N.H. (1988). Los Cirripedia (Crustacea) de la zona intermareal e infralitoral de la región de Santa Marta, Colombia. *Boletin de Investigaciones Marinas y costeras, 18.*

Zara, F. J., Diogo Reigada, A. L., Domingues Passero, L. F., y Toyama, M. H. (2009). *Myzobdella platensis* (Hirundinida: Piscicolidae) is true parasite of blue crabs (Crustacea: Portunidae). *Journal of Parasitology*, *95*(1), 124-128.

Zhang, Z. Q. (2013). Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, *3703*(1).

7. ANEXOS



Figura 10. Parte dorsal de *Callinectes sapidus*



Figura 11. Parte dorsal de *Callinectes bocourti*



Figura 12. *Callinectes bocourti* macho abdomen en forma de “T” invertida.



Figura 13. Hembra *Callinectes bocourti* valva en forma de “U”



Figura 14. Hembra madura de *Callinectes sapidus,* se aprecian sus huevos.



Figura 15. Macho de *Callinectes sapidus,* se aprecia un adulto y cápsulas de *Myzobdella.*



Figura 16. Hembra *Callinectes bocourti,* se pueden apreciar las gónadas maduras de color anaranjado.

```
> mvn(data=A[,-1], mvnTest="royston", univariatePlot="box")
$multivariateNormality
     Test        H      p value MVN
1 Royston 238.5861 2.950636e-48  NO

$univariateNormality
             Test                Variable Statistic   p value Normality
1 Anderson-Darling                   PESO    0.9806  0.0128      NO
2 Anderson-Darling               AMPLITUD    0.2905  0.5989      YES
3 Anderson-Darling               LONGITUD    0.1998  0.8789      YES
4 Anderson-Darling  Myzobdella  adultos     18.9286  <0.001      NO
5 Anderson-Darling Capsulas de Myzobdella   16.0387  <0.001      NO
6 Anderson-Darling               Bivalvia   19.1310  <0.001      NO
7 Anderson-Darling               Balanus    16.7559  <0.001      NO
```

Figura 17. Prueba de normalidad multivariante y univariante.

```
> bartlett.test(a)

        Bartlett test of homogeneity of variances

data:  a
Bartlett's K-squared = 1614.4, df = 6, p-value < 2.2e-16
```

Figura 18. Prueba de homogeneidad de varianzas