



**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**  
Elías Bechara Zainúm  
Seccional Cartagena

**CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL QUITÓN**  
*Acanthopleura granulata* (Gmelin, 1791) (Polyplacophora: Mollusca) EN LOS  
ESPOLONES ARTIFICIALES DE CARTAGENA (BOLÍVAR-COLOMBIA).

**MILAGROS MARÍA PEREIRA CHAMORRO**  
**SERGIO ANDRÉS LÓPEZ ARRIETA**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ - SECCIONAL CARTAGENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y BIOTECNOLÓGICAS**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**  
**CARTAGENA, COLOMBIA.**

**Junio, 2021**



**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**  
Elías Bechara Zainúm  
Seccional Cartagena

**CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL QUITÓN**  
*Acanthopleura granulata* (Gmelin, 1791) (Polyplacophora: Mollusca) EN LOS  
ESPOLONES ARTIFICIALES DE CARTAGENA (BOLÍVAR-COLOMBIA).

**PRESENTADO POR:**

Milagros María Pereira Chamorro

Sergio Andrés López Arrieta

**Director:**

Luz Marina Mejía Ladino, M. Sc.

**Codirector:**

Dra. Patricia Romero Murillo

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ - SECCIONAL CARTAGENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y BIOTECNOLÓGICAS**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**  
**CARTAGENA, COLOMBIA.**

**Junio, 2020**

## AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por esta oportunidad tan grande que me dio de formarme tanto personal como profesionalmente, por la vida que me ha dado, las pruebas que he pasado, por ser tan misericordioso y llenarme de muchas bendiciones. Segundo, gracias a mi querida madre María del Socorro Chamorro de Ávila, que siempre ha velado por mi bienestar, a ella le debo todo lo que soy, todo lo que he crecido y he aprendido como persona, una mujer tan valiente, fuerte y amorosa que ha ayudado a cumplir todas las metas que me he propuesto, gracias mamá, mi primer logro te lo dedico a ti, te amo.

Gracias a la Universidad del Sinú - Seccional Cartagena que nos formó como profesionales, guiándonos a ser buenas personas entregados a nuestra profesión, a la Directora de la Escuela de Biología Marina, Martha Jeannette Torres, quien es una mujer entregada a sus alumnos (hijos), dispuesta siempre a ayudarnos en todo momento. Agradezco de igual forma a nuestra asesora Luz Marina Mejía Ladino, ¡una excelente mujer y docente, que nos apoyó de gran manera en todo este proceso con sus consejos, sin usted no hubiese sido posible conseguirlo! De igual forma le doy inmensas gracias a los Doctores Patricia Romero y Alejandro Henao Castro por todo el conocimiento que hemos adquirido por medio de ellos.

He sido una mujer tan afortunada de encontrar seres tan maravillosos en el recorrido de mi vida, familiares y amigos que se han convertido en “hermanos” y personas que me han guiado en todo momento, y más cuando he llegado a decaer, cuando ya no encontraba más salidas, siempre estuvieron para mí enseñándome que todo tiene solución si me lo propongo. En este punto destaco a mis familiares que residen en la ciudad de Cartagena, en especial a mi Tía Midia Chamorro y el Tío Jorge Gómez que siempre me han brindado su apoyo y amor, y que, a pesar de la distancia, me han demostrado que esta no es impedimento para romper barreras y expresar el amor que tenemos por nuestros seres queridos; gracias Tía Regina por ayudarnos a

mi madre y a mí a continuar con mi sueño para alcanzar el título de Bióloga Marina. A ti abuela que no alcanzaste a verme finalizar esta etapa de mi vida y que desde el cielo sé que estás velando por mi futuro; también agradezco el acompañamiento que tuve de mi compañera, amiga y ya hermana Naida Castellón Mena, gracias a ella logré conocer muchas partes de mí que desconocía, crecí grandemente y lo más importante que hizo parte en mi proceso de perdonar y por ello estaré siempre agradecida.

Y para finalizar, a mis seres más cercanos, que con una palabra de aliento siempre me han sabido llenar de fe, valor para continuar, el amor y paciencia que me han brindado, destacándose mi hermanito Willmar Pereira, mi prima-hermana Ana de Ávila, mi mejor amiga Camila Jiménez, y a nuestros allegados Diana Fals y Ricky Fals, ¡Gracias!

*Milagros María Pereira Chamorro*

Agradezco a Dios por la vida, el alimento, y el abrigo, por darnos salud, fuerza y empeño.

A la Universidad del Sinú – Elías Bechará Zainum (Seccional Cartagena) por ser nuestra *alma mater* y brindarnos sus espacios y equipos para el desarrollo de este trabajo de grado.

A la Directora de la Escuela de Biología Marina, Dra. Martha Jeannette Torres Virviescas por cuidar y velar por nuestra formación desde el primer momento.

A nuestra docente y directora de trabajo de grado, Luz Marina Mejía Ladino por guiarnos con sus conocimientos y acompañarnos en cada una de las etapas de este trabajo hasta alcanzar los resultados esperados.

A nuestra codirectora la Dra. Patricia Emilce Romero Murillo por orientarnos en la estructura del trabajo, y a todos nuestros docentes por siempre guiarnos y llevarnos por el camino de lo correcto, del buen saber y del conocimiento.

También a mis padres, Carlos Segundo López Macareno y Xiomara Herminia Arrieta Salcedo por cuidarme de manera incondicional, estar siempre atentos a mi educación y brindarme todos los apoyos necesarios para mi desarrollo como profesional y persona de bien.

Igualmente, a todos mis familiares y amigos, que de una u otra forma me han apoyado en este proceso, entre los que me gustaría destacar a mis tías Amira de Jesús Arrieta Salcedo, Olga Lucia Arrieta Salcedo, Julia Hercilia Arrieta Salcedo y Aimé Esther Del Valle López, las cuales han sido para mí como madres que siempre han estado pendientes de mí.

A mis hermanos, Carlos Mauricio López Arrieta, Laura Andrea López Arrieta, Sofía España López, Fabián Jesús del Valle López y Laura Camila Contreras Vega que me han ayudado en los momentos más duros aliviando mis cargas y celebrando mis triunfos.

***Sergio Andrés López Arrieta***

## TABLA DE CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO PROBLEMA .....	7
1.1.	Descripción del problema.....	7
1.2.	Formulación del problema.....	9
1.3.	Justificación.....	9
1.4	Alcance .....	10
1.5.	Objetivos.....	11
1.5.1	General.....	11
1.5.2	Específicos .....	11
2.	MARCO DE REFERENCIA .....	12
2.1.	Estado del arte .....	12
2.2	Marco teórico.....	17
2.2.1	Generalidades del ecosistema.....	17
2.2.3	Análisis de poblaciones .....	26
3.	METODOLOGÍA .....	28
3.1.	Área de estudio .....	28
3.2.	Fase de campo .....	29
3.3.	Identificación taxonómica .....	35
3.4.	Análisis estadístico .....	36
4.	RESULTADOS .....	38
4.1.	Densidad relativa por sitios de muestreo.....	40

4.2. Densidad relativa por espolón .....	42
4.3. Tallas por sitio de muestreo.....	44
4.4. Tallas por espolón.....	47
4.5. Cobertura algal por sitio de muestreo.....	49
4.6. Cobertura algal por espolón.....	51
4.7. Correlaciones entre densidad relativa de quitones y cobertura algal.....	53
4.8 correlaciones entre tallas de quitones y cobertura algal .....	53
5. DISCUSIÓN.....	54
5.1. Densidad poblacional .....	54
5.2. Tallas .....	58
5.3. Cobertura algal .....	61
5.4. Parámetros físico-químicos .....	63
6. CONCLUSIONES .....	65
<u>7. RECOMENDACIONES.....</u>	<u>66</u>
8. BIBLIOGRAFÍA.....	67

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Variables físico-químicas a medir. ....	33
Tabla 2. Talla máxima: Max, talla mínima: Min y promedio de tallas de <i>Acanthopleura granulata</i> .....	39
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos obtenidos en los sitios de muestreo Bocagrande y Marbella. ....	39
Tabla 5. Variables ambientales de los sitios de muestreo Bocagrande y Marbella. ....	39
Tabla 6. Estadísticos de la densidad relativa por sitios de muestreo. ....	40
Tabla 7. Prueba de <i>Shapiro-Wilk</i> para la densidad relativa de <i>Acanthopleura granulata</i> en los sitios de muestreo. ....	41
Tabla 8. Comparación de densidades por sitio de muestreo.....	41
Tabla 9. Estadísticos de la densidad relativa de <i>Acanthopleura granulata</i> por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).....	42
Tabla 10. Prueba de <i>Shapiro-Wilk</i> entre espolones (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).....	43
Tabla 11. Prueba <i>post-hoc</i> de <i>Dunn</i> (se señalan en rojo las muestras que generan las diferencias) (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). ....	43
Tabla 11. Estadísticos de las tallas del quitón <i>Acanthopleura granulata</i> por sitio de muestreo.....	44
Tabla 12. Prueba de normalidad <i>Shapiro-Wilk</i> para las tallas por sitio de muestreo .....	46
Tabla 13. Prueba U <i>Mann-Whitney</i> para análisis de tallas. ....	46
Tabla 14. Prueba <i>post-hoc</i> de <i>Dunn</i> para las tallas de ambos sitios de muestreo.....	46
Tabla 15. Estadísticos de las tallas de <i>Acanthopleura granulata</i> por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).....	47

Tabla 16. Prueba de <i>Shapiro-Wilk</i> (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). .....	<b>48</b>
Tabla 17. Pruebas <i>post-hoc</i> de <i>Dunn</i> (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). ....	<b>49</b>
Tabla 18. Estadísticos del porcentaje de la cobertura algal por sitios de muestreo.....	<b>50</b>
Tabla 19. Prueba de <i>Shapiro-Wilk</i> para el porcentaje de cobertura algal en los sitios de muestreo.....	<b>50</b>
Tabla 20. Prueba U <i>Mann-Whitney</i> para cobertura algal de los sitios de muestreo .....	<b>51</b>
Tabla 21. Valores obtenidos en el análisis del porcentaje de cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). .....	<b>51</b>
Tabla 22. Prueba <i>Shapiro-Wilk</i> para el análisis del porcentaje de la cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= Transecto). .....	<b>52</b>
Tabla 23. Matriz de correlaciones de rangos de <i>Spearman</i> entre densidad relativa de quitones y cobertura algal. ....	<b>53</b>
Tabla 24. Matriz de correlaciones de rangos de <i>Spearman</i> entre tallas (longitud total en cm) de quitones y porcentaje de cobertura algal. ....	<b>53</b>
Tabla 25. Tabla comparativa entre las tallas de diferentes especies de quitones (LT= Longitud Total; An= Ancho). .....	<b>59</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplares del quitón <i>Acanthopleura granulata</i> en el litoral rocoso artificial (espolón). .....	10
Figura 2. Línea de tiempo de algunos trabajos relacionados con el quitón <i>Acanthopleura granulata</i> .....	12
Figura 3. Ejemplar de <i>Acanthopleura granulata</i> cubierto de algas.....	16
Figura 4. Litoral rocoso (Playa Blanca, Barú). Fuente: <i>Google maps</i> (en línea).....	19
Figura 5. Agregación de <i>Acanthopleura granulata</i> para evitar la desecación.....	20
Figura 6. <i>Acanthopleura granulata</i> en la sombra cubriéndose de la luz. ....	20
Figura 7. Espolones artificiales de Bocagrande (Cartagena-Bolívar).....	22
Figura 8. Ejemplares del quitón <i>Acanthopleura granulata</i> . ....	23
Figura 9. Forma de las placas superpuestas de <i>Acanthopleura granulata</i> .....	24
Figura 10. Boca y pie del quitón <i>Acanthopleura granulata</i> . ....	24
Figura 11. Vista ventral de los quitones. Fuente: Kaas y Van Belle (1985).....	25
Figura 12. <i>Acanthopleura granulata</i> de talla grande.....	25
Figura 13. Agregación de <i>Acanthopleura granulata</i> para evitar la depredación.....	26
Figura 14. Ubicación de <i>Acanthopleura granulata</i> en espacios intersticiales.....	27
Figura 15. Zonas de muestreo: a) Bocagrande y b) Marbella. Fuente: <i>Google Earth</i> (en línea). ....	29
Figura 16. Diseño muestral del trabajo de grado.. ....	30
Figura 17. Espolones en cada sitio de muestreo: a) Bocagrande (2 al norte y 2 al sur) y b) Marbella (2 al norte y 2 al sur). ....	31
Figura 18. Transecto de 20 m paralelo a la línea del meso litoral. ....	32
Figura 19. Cuadrante de 50x50 cm. ....	33

Figura 20. Metodología implementada en campo (Tomada y modificada de Sampedro <i>et al.</i> , 2012; Torreblanca-Ramírez <i>et al.</i> , 2012 y Quirós-Rodríguez, 2015).....	34
Figura 21. Cobertura algal por cuadrante .....	35
Figura 22. Morfometría registrada en el quitón <i>Acanthopleura granulata</i> . Fuente: Abadía (2015).....	36
Figura 23. Gráficas de varianza entre sitios de muestreo. ....	40
Figura 24. Grafica de varianza de densidad relativa por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). ....	42
Figura 25. Varianza de las tallas por sitio de muestreo .....	45
Figura 26. Frecuencia de tallas por sitio de muestreo.....	45
Figura 27. Frecuencia de tallas de <i>Acanthopleura granulata</i> por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). ....	48
Figura 28. Gráfica de varianza de cobertura algal por sitio de muestreo. ....	50
Figura 29. Gráfica de varianza de cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). ....	52

## RESUMEN

Este trabajo de grado buscó aportar información sobre la población del quitón *A. granulata* en el litoral rocoso artificial de Cartagena (Zonas Marbella y Bocagrande) (Bolívar-Colombia). Se analizó la densidad poblacional, frecuencia de tallas y distribución. Se muestreó entre octubre y noviembre de 2020 en la zona intermareal rocosa, estableciendo un transecto de 20 m paralelo a la línea del mesolitoral por cada espolón (dos espolones en cada sitio de muestreo, al norte y sur, respectivamente), y se utilizó un cuadrante de 50 cm<sup>2</sup> (diez por espolón). En cada cuadrante se tomaron las medidas de longitud y ancho de los organismos, además de las variables fisicoquímicas y ambientales. En lo que se refiere a las tallas, la longitud promedio fue de 5,25 cm, con un máximo de 8,05 cm y un mínimo de 1,39 cm; y para el ancho promedio se registró 3,28 cm, con un máximo de 5,09 cm y un mínimo de 0,30 cm. El número total de individuos por sitio de muestreo fue de  $N= 349$ , siendo Marbella el sitio con mayor número de ejemplares medidos ( $N= 180$ ), seguido de Bocagrande con  $N= 169$ . La densidad por cuadrante para los dos sitios en promedio fue de 17,44 ind/m<sup>2</sup>, en Bocagrande fue de 16,9 ind/m<sup>2</sup> y en Marbella de 18,1 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente. Se destacan densidades y tallas relativamente altas, indicadoras de una población en buen estado que demuestran que los sitios estudiados son óptimos para la supervivencia y desarrollo de esa especie. Se determinó que no se presentaron diferencias significativas entre las densidades, tallas y la cobertura algal entre los sitios de muestreo (Marbella y Bocagrande). Por otra parte, si se presentaron diferencias significativas en las densidades, tallas y cobertura algal dentro de los espolones.

**Palabras claves:** *Acanthopleura granulata*, análisis poblacional, litoral rocoso, Poliplacofora, quitones.

## ABSTRACT

This research to provide new information about the population status of the chiton *A. granulata* in the artificial rocky coastline in Cartagena (Marbella and Bocagrande zone's) (Bolívar-Colombia). Population density, size-frequency, and distribution were analyzed. The samples were taken between October and November 2020 in the intertidal zone, establishing a parallel transect (20 m) on the mesolittoral line for each seawall (two seawalls in each sampling site, located to the north and south, respectively) and a quadrant of 50 cm<sup>2</sup> (ten per seawall) was used. Measurements of the length and width of the organisms, as well as physicochemical and environmental variables, were taken for each quadrant. Regarding the sizes, the average length was 5,25 cm, with a maximum of 8,05 cm and a minimum of 1,39 cm. and 3,28 cm was recorded for the average width, with a maximum of 5,09 cm and a minimum of 0,30 cm. The total number of individuals per sampling site was N = 349, with Marbella being the site with the highest number of specimens measured (N= 180), followed by Bocagrande with N= 169. The density per quadrant for the two sites was on average of 17,44 ind/m<sup>2</sup>, Bocagrande it was 16,9 ind/m<sup>2</sup> and Marbella 18,1 ind/m<sup>2</sup>, respectively. Relatively high densities and sizes highlighted, indicating a good population status which shows that the studied sites are optimal for the survival and development of this species. It was determined that there were no significant differences in densities, sizes and algal cover between the sampling sites (Marbella and Bocagrande). On the other hand, there were differences in densities, sizes, and algal cover in seawalls.

**Keywords:** *Acanthopleura granulata*, population analysis, rocky coastline, Polyplacophora, chitons.

## INTRODUCCIÓN

El litoral rocoso hace parte de un ecosistema que se desarrolla en una zona de choques de marea, es decir, se encuentra en la interface entre el mar y la tierra (Díaz-Pulido, 1997). Este ecosistema se puede clasificar en: acantilado, terraza o playa rocosa según la pendiente o la inclinación que tenga con respecto a la línea costera (Osorno, 2008). En el ecosistema de litoral rocoso se desarrollan diferentes comunidades de organismos que se caracterizan por tener la capacidad de raspar, triturar o ramonear su fuente de alimento, que principalmente son fitoplancton, zooplancton y algunas macroalgas (López-Victoria *et al.*, 2004). Adicional a lo anterior, los animales que habitan en este tipo de entornos poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten vivir en ambientes de alta energía y en superficies verticales (Little y Kitching, 1996; Díaz-Pulido, 1997). La fauna típica del ecosistema de litoral rocoso se encuentra principalmente conformada por invertebrados tales como moluscos (p.e. lapas, quitones, gasterópodos); crustáceos (p.e. cirrípedos, cangrejos, langostas); equinodermos (p.e. erizos, ofiuros) y poliquetos, entre otros organismos (López-Victoria *et al.*, 2004).

Asimismo, su supervivencia está ligada a factores físico-químicos, tales como el alto impacto del oleaje, la interacción de las mareas, los procesos de erosión y los cambios de salinidad, temperatura, oxígeno y luz, principalmente (Batista-Morales y Díaz-Sánchez, 2010).

En el Caribe colombiano se encuentran diferentes tipos de litorales rocosos, como: playas endurecidas, acantilados, plataformas, en gran parte formados por corales fósiles (Posada-Posada y Henao-Pineda, 2008; Gómez-Velázquez *et al.*, 2012). Es poca la información existente sobre cómo funciona el litoral rocoso en el Caribe colombiano, siendo este, uno de los ecosistemas marinos más estratégicos, por ser una fuente de bienes y servicios con un gran

potencial económico para el país, como lo son los arrecifes coralinos, manglares y pastos marinos (Osorno, 2016).

El Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNNCRSB) cuenta con geoformas planas que componen la base de sus litorales, las cuales suelen estar arriba de los tres metros por encima del nivel del mar (Incoder-UJTL, 2014). En Colombia se reconocen dos tipos de litorales rocosos, el primero, se caracteriza por sufrir procesos de abrasión de forma constante y se consideran como litorales inestables, en donde las colonias que se adhieren a este son reemplazadas constantemente por la remoción de grandes porciones de sustrato. El segundo tipo de litoral es aquel que no sufre de forma constante sino mínima los procesos de remoción de sustrato del litoral, se distinguen por ser más estables que los mencionados anteriormente logrando la supervivencia de los organismos que habitan en ese ecosistema (López-Victoria *et al.*, 2004).

En cuanto a las comunidades que se asocian a los litorales rocosos del Caribe colombiano, el área se divide en tres zonas que abarcan diversos tipos de organismos, estas son: el infralitoral, donde crecen con mayor abundancia algas como *Codium* sp., con una alta productividad primaria y acelerado crecimiento. El mesolitoral, que también presenta una gran cantidad de algas, que posteriormente serán alimento para invertebrados como gasterópodos, crustáceos, quitones y erizos, y finalmente el supralitoral, que aguarda una gran variedad de organismos como bivalvos, gasterópodos, crustáceos y quitones, así como, algunas algas adaptadas a la desecación que también sirven de alimento a otros invertebrados marinos (López-Victoria *et al.*, 2004).

Una de las clases de organismos que se encuentran en los litorales rocosos son los poliplacóforos que comúnmente son conocidos como quitones. Estos hacen parte de una de las ocho clases del *phylum* Mollusca, constituida por unas 875 especies marinas (Kaas y Van Belle, 1998; Gracia *et al.*, 2005).

Los quitones son animales en su mayoría pequeños, aplanados y alargados, dotados de ocho placas o valvas dorsales ubicadas en la parte superficial, rodeada de un cinturón de escamas formado por el manto, llamado perinoto (Gracia y Ardila, 2005). En la cavidad del manto se encuentra encerrado un pie que funciona para la locomoción y la sujeción al sustrato (Eernisse, 2007). La longitud de esos organismos tiene variaciones desde algunos milímetros hasta 30 cm, poseen una cabeza poco definida, sexos separados, la gran mayoría no presenta dimorfismo sexual externo (Kaas y Van Belle 1985; Gracia y Ardila, 2005). Comúnmente son especies de litoral que se alimentan de algas que están fijas a la superficie de las rocas y son raspadas por un órgano bucal denominado rádula, son organismos poco activos y de hábitos nocturnos (Götting 1974; García *et al.*, 2005).

Los quitones son animales que no presentan mucha actividad y sólo se desplazan en las noches para alimentarse. Estos presentan un papel fundamental en la trama trófica para la transferencia de energía a partir de los productores primarios a los consumidores (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2018).

El quitón *Acanthopleura granulata* (Gmelin, 1791) es una especie de molusco residente de los ecosistemas de litoral rocoso, ubicado en las costas Caribe colombiano, perteneciente a la familia Lepidochitonidae. Este quitón contribuye a las densidades y biomasa de la fauna que se presenta en los litorales de la región tropical del Atlántico occidental. Usualmente habita en

zonas de escombros emergentes que se encuentran en el borde marino de los arrecifes de coral (Glynn, 1970). También se ubican en zonas donde hay mayor contacto con el oleaje, sobre rocas y en acantilados que se encuentran en la zona intermareal y en el supralitoral. Su distribución va desde Las Bermudas y Florida hasta la costa norte de Suramérica en el Atlántico occidental (Götting, 1973; Ferreira, 1986).

La Escuela de Biología Marina cuenta con un grupo de investigación llamado GIBEAM (Grupo de Investigación de Biología, Ecología y Acuicultura), que tiene tres líneas de investigación y cuenta con el semillero de investigación SINBIOMA (Semillero de Investigación de Biología Marina). Este trabajo de grado aportará al grupo a través de la línea de investigación Ecología y Desarrollo Sostenible.

## 1. PLANTEAMIENTO PROBLEMA

### 1.1.Descripción del problema

Los ecosistemas de litoral rocoso albergan una importante biodiversidad y riqueza, posicionándolos dentro de los que ofrecen bienes y servicios a los turistas y pobladores de las áreas aledañas. Los principales servicios ecosistémicos son comercio, fuente de alimento y uso recreativo, entre otros (IDEA-UN, 1994; Márquez y Acosta, 1995).

Los litorales rocosos y su biota precisan estrategias tanto de conservación como de aprovechamiento para el manejo sostenible de los recursos naturales que el lugar brinda. Por tal razón el PNNCRSB ha incluido a los litorales rocosos del Caribe colombiano en su plan de manejo para garantizar la continuidad y conectividad ecosistémica (Resolución 018 de 2007). En la extensión de los litorales rocosos se agrupan organismos de interés comercial y ecológico; sin embargo, es poca la información que se conoce sobre la dinámica de cada población. Tampoco se han actualizado los inventarios sobre la biodiversidad de ese ecosistema (Zarza-González, 2011).

El quitón *A. granulata* es un organismo de gran importancia para ecosistemas como el litoral rocoso, ya que tiene la capacidad de eliminar sedimentos de sustratos rocosos mientras al mismo tiempo se alimentan de algas (McLean, 1967). La gran mayoría de especies de quitones poseen una distribución geográfica limitada, esto es, debido a que tienen poco movimiento y a su reducida estancia en la fase larval pelágica; y otras están delimitadas por sus hábitats por lo que son consideradas endémicas (Kaas y Van Belle, 1985a; Sliker, 2000; Gracia y Ardila, 2005). Los quitones se pueden encontrar desde zonas intermareales (que tienen alto flujo de oleaje) (Schwabe, 2008) hasta profundidades hadales.

Estos organismos han sido capaces de adaptarse y sobrevivir al golpeteo constante de las olas y también a la desecación, siendo este uno de los factores físicos más estresantes en los ambientes rocosos (Bustamante *et al.*, 1997).

Muchas de las especies de quitones conocidas en el Caribe colombiano están ampliamente distribuidas desde Florida hasta Brasil, aunque muchas de estas han sido registradas en Colombia en algunas pocas localidades, lo que demuestra una escasez de estudios e inventarios taxonómicos de este grupo en el país (Gracia y Ardila, 2005). La fauna de poliplacóforos del Caribe sur es considerada pobremente conocida debido a la baja representación del grupo en las colecciones malacológicas y a que muchas especies tienen un tamaño bastante pequeño y rara vez hacen parte de las recolectas (Bullock y Franz, 1994; Gracia y Ardila, 2005; Lyons, 2009).

La poca información sobre la caracterización de los quitones en el Caribe colombiano se convierte en una problemática debido a que, de acuerdo con lo expuesto por Sampedro *et al.* (2012) si la población de este organismo sufre una disminución en el medio natural probablemente la red trófica de la zona pueda verse afectada, no se sabe aún si de manera negativa. Además, estos organismos generan un microhábitat que dan origen a otros. Por otro lado, las localidades donde se han identificado especies de quitones en Colombia son pocas, siendo estas escasamente conocidas en el ámbito científico y de limitado interés para la mayoría de los investigadores (Batista-Morales y Díaz Sánchez, 2011).

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el estado poblacional del quitón *Acanthopleura granulata* en los espolones artificiales de Cartagena (zonas Bocagrande y Marbella)?

## 1.3. Justificación

Este estudio es importante ya que amplía la documentación sobre el comportamiento de las poblaciones de poliplacóforos, precisamente sobre la especie *A. granulata* que habita y abunda en las costas del Caribe colombiano, siendo esos organismos mínimamente estudiados en la zona. El conocimiento adquirido sobre esa población de quitones ayudará a identificar cómo se encuentra el ecosistema de litoral rocoso en los espolones artificiales de Bocagrande y Marbella en Cartagena, considerando esta especie como un organismo indicador de la calidad del ecosistema. Es importante tener conocimiento sobre los espolones artificiales debido a que tienen como función evitar que la acción del fuerte oleaje del mar afecte las costas, de manera que si el sustrato rocoso presenta asentamientos de esos organismos demuestra el bienestar del ecosistema (Sampedro *et al.*, 2012).

Referente a los quitones, son considerados como fuente de alimento en varias zonas del Caribe, y afortunadamente su presencia es protegida en algunas zonas del PNNCRSB, pues allí la extracción de organismos está prohibida (Pineda *et al.*, 2006).

Por otro lado, para el Caribe colombiano se han registrado 22 especies de quitones que corresponden a cinco familias y 13 géneros (Gracia y Ardila., 2005). Por consiguiente, se demuestra que las poblaciones de quitones que se encuentran en los litorales rocosos del

PNNCRSB son escasamente conocidas y una solución para enriquecer la información de los quitones es estudiar su población para la sostenibilidad del recurso (Zarza-González, 2011).

#### 1.4 Alcance

Este trabajo de grado tiene como propósito ser pionero por el aporte de nueva información sobre la población que presenta la especie de quitón *A. granulata* en Cartagena (Bolívar) (Fig. 1) mediante el análisis de su densidad y talla en dos sitios de muestreo.



Figura 1. Ejemplares del quitón *Acanthopleura granulata* en el litoral rocoso artificial (espolón).

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1 General

Caracterizar la población del quitón *Acanthopleura granulata* (Polyplacophora: Mollusca) en los espolones artificiales de Cartagena (Caribe colombiano).

### 1.5.2 Específicos

- ✓ Determinar la densidad y talla de los ejemplares de *A. granulata* en los espolones artificiales de Cartagena (Colombia).
- ✓ Identificar la población de *A. granulata* en las zonas establecidas de litoral rocoso artificial y sus relaciones con los parámetros físico-químicos y ambientales de los sitios de muestreo (Bocagrande y Marbella).

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Estado del arte

En esta sección se presentan los trabajos más relevantes relacionados con el quitón *A. granulata* y la caracterización de la población (Fig. 2).

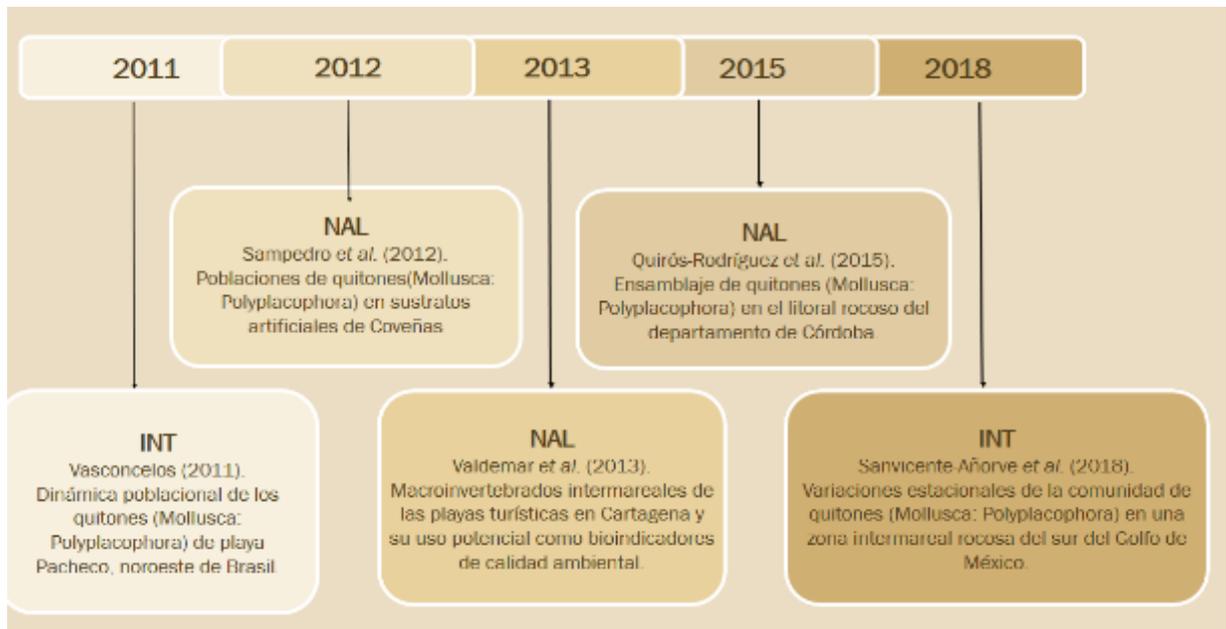


Figura 2. Línea de tiempo de algunos trabajos relacionados con el quitón *Acanthopleura granulata*.

En el ámbito nacional, en primer lugar, se tiene el trabajo de Núñez *et al.* (1999) quienes describieron la variación temporal de la estructura comunitaria, y encontraron que la comunidad sésil del litoral rocoso de Bocachica está constituida principalmente por moluscos, algas y esponjas, entre otros. Asimismo, en este trabajo se reporta a *A. granulata*.

Adicionalmente, en el municipio de Coveñas, departamento de Sucre (Caribe colombiano), Sampedro *et al.* (2012) analizaron el estado de las poblaciones de especies de quitones en espolones artificiales, con el objetivo de identificar las especies de quitones, su abundancia, distribución espacial, actividad y aspectos morfológicos. Esos autores encontraron que las especies de quitones de los rompeolas eran las mismas que fueron descritas en litorales rocosos

naturales de zonas aledañas; además, las poblaciones presentaron una abundancia similar a la que se puede encontrar en litorales rocosos naturales del Caribe. Los autores también describen las tallas máximas encontradas mayores que las registradas en otras regiones.

Asimismo, Valdemar *et al.* (2013) realizaron un estudio en Cartagena sobre los macroinvertebrados intermareales en las playas turísticas, para determinar su uso potencial como bioindicador de calidad ambiental. Su objetivo fue caracterizar la biodiversidad de macroinvertebrados intermareales, y a partir de esto se determinó una mayor riqueza de especies en el litoral rocoso (16 especies), con predominio del grupo de los moluscos, el cual se caracterizó por presentar especies sensibles a los cambios abióticos, esencialmente a la variación de la marea, y a la concentración del oxígeno disuelto, salinidad y pH del agua.

Por otra parte, en Córdoba (Caribe colombiano) se realizó un estudio de caracterización y distribución de quitones sobre el litoral rocoso en siete estaciones, que a su vez fueron organizadas en tres conglomerados, los cuales agrupaban a los individuos más comunes en cada estación. El primero estaba conformado por *A. granulata* y *Chitón turbeculatus* (Linnaeus, 1758); el segundo constituido por *A. granulata*, *Chiton marmoratus* (Gmelin, 1791) y *C. turbeculatus*; y el tercero, únicamente formado por *C. marmoratus* como especie dominante (Quirós-Rodríguez *et al.*, 2015).

Por otro lado, en el ámbito internacional, Flores-Garza *et al.* (2013) realizaron un estudio de comunidades de quitones en la zona intermedia intermareal rocosa de la playa “Majahua” (Acapulo-México). El objetivo era estudiar la riqueza de especies, la estructura comunitaria, las familias y los géneros para las clases Gastrópoda, Bivalva y Polyplacophora. Asimismo, estimaron la densidad y la composición de especies, y analizaron el tamaño y la estructura de

las poblaciones en la comunidad de moluscos; por último, estimaron el índice de diversidad. Las muestras fueron tomadas en un área de 10 m<sup>2</sup> y obtuvieron 99 especies de moluscos, correspondientes a 36 familias. Los gasterópodos fueron los que presentaron mayor representatividad, 31 especies fueron dominantes. El índice de diversidad y equidad de Majahua fue uno de los más altos encontrados para la costa rocosa de Guerrero, por lo cual, los autores describen el lugar como un área megadiversa con gran uniformidad (Flores-Garza *et al.*, 2011).

En la costa sur del Golfo de México, descrita como llanura costera con salientes rocosas, Sanvicente-Añorve *et al.* (2018) realizaron un estudio con el objetivo de comparar la estructura de poblaciones de especies de quitones del litoral rocoso durante las temporadas seca y lluviosa, y proporcionar información sobre el crecimiento relativo de especies dominantes. Fueron tomadas muestras de 10 m<sup>2</sup> en la zona intermareal con una recolecta de 83 individuos de los cuales se identificaron seis especies: *Lepidochitona Rosea* (Kass, 1972), *Chaetopleura apiculata* (Conrad, 1834), *Ischnochiton Kaasi* (Ferreiram, 1987), *Lepidochitona pseudoliozonis* (García-Ríos, 2015), *Lepidochitona liozonis* (Dall y Simpson, 1901) y *Acanthochitona andersoni* (Waltters, 1981). Durante las dos temporadas fueron similares en la riqueza de especies y diversidad de *Shannon*, aunque solo dos especies concurren en ambos periodos. Sus resultados indicaron un recambio estacional de especies en un 50% esto debido a la discontinuidad del sustrato rocoso, lo cual impide la rápida recuperación de las poblaciones. La densidad de los organismos fue baja debido a la marea diurna que expone a los individuos al aire y la baja salinidad durante 12 horas. Como conclusión los autores determinaron que en el sur del Golfo de México “sitios como Montepío podrían funcionar como oasis marinos para habitantes obligados de sustratos duros”.

En el caso del litoral rocoso de la playa Tlacopanocha, Acapulco (México) se realizó un estudio sobre la diversidad de moluscos, un inventario de especies y la ecología de sus poblaciones y comunidades. Este estudio fue realizado en el intermareal rocoso con los objetivos de determinar la riqueza, densidad y diversidad de especies; analizar la composición de especies y la estructura de tallas (área de muestreo de 10 m<sup>2</sup> y unidad de muestreo cuadrante de 1 m<sup>2</sup>). Como resultado se identificaron 35 especies, con tres nuevos registros para el intermareal rocoso, las familias con mayor representación en la riqueza de especies fueron Ischnochitonidae y Arcidae, la mayor abundancia Chitonidae y Chamidae. Polyplacophora presentó 42,9% de especies dominantes. La riqueza de especies de moluscos fue considerada por los autores como alta, correspondiente a lo esperado de un sustrato rocoso en una zona tropical. Polyplacophora presentó una alta composición de especies lo cual podría ser el resultado de su adaptación a condiciones dinámicas del intermareal rocoso (Galeana-Rebolledo *et al.*, 2012).

Por otro lado, Vasconcelos (2011) realizó un estudio sobre la dinámica poblacional de quitones y su variación temporal y espacial en la Playa Pacheco (Brasil). El objetivo del estudio fue describir la distribución de quitones, para esto se recolectaron datos mensuales durante agosto/2009 hasta julio/2010, mediante transectos perpendiculares. Esos autores encontraron dos especies de la familia Ischnochitonidae: *Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828) e *Ischnoplax pectinata* (Sowerby, 1840) con 1629 individuos (*I. striolatus*: 77,31% e *I. pectinata*: 22,69%, respectivamente). Respecto a las tallas, el tamaño promedio de *I. striolatus* fue 9,70 mm, mientras que de *I. pectinata* fue 12,46 mm. También ese autor determinó que la salinidad y las lluvias mostraron una correlación negativa con el número total de los quitones; pero si una correlación positiva con la abundancia.

Finalmente, Souza y Matthews-Casco (2019) estudiaron la variabilidad de los diversos grupos de moluscos en los charcos intermareales con relación a su tamaño y su ubicación, en tres arrecifes de arenisca en la costa oeste de Ceará (Brasil). Se evaluó la superficie, profundidad y volumen de las piscinas y la distancia entre estas y el océano. Los grupos de moluscos se caracterizaron por abundancia, diversidad, riqueza y uniformidad, los cuales se encontraron representados por 43 especies pertenecientes a las clases Bivalvia, Gasterópoda y Polyplacophora. Las especies más importantes fueron *Eulithidium affine* (Adams, 1850), *Cerithium atraum* (Born, 1778), *Tegula viridula* (Gmelin, 1791) e *Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828). Los resultados arrojaron una clara diferencia entre las estructuras de los ensamblajes y no variaron con relación al tamaño de los charcos intermareales, lo que demuestra que los sitios pueden desarrollar un papel más importante en la estructura de los grupos de moluscos (Fig. 3).



Figura 3. Ejemplar de *Acanthopleura granulata* cubierto de algas.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Generalidades del ecosistema**

#### **2.2.1.1. Territorio marino costero colombiano**

El área total del territorio colombiano es alrededor de 2'070.400 km<sup>2</sup>; las zonas marinas constan de aproximadamente un millón de km<sup>2</sup>, no obstante, la extensión de la línea de costa sobrepasa los 3.000 km (CCO, 2007; MMA, 2000) donde 2.582 km pertenecen a la costa Caribe y 1.589 km a la costa Pacífica (Océano, 2020).

El Caribe colombiano se divide de norte a sur en ocho departamentos los cuales son: Antioquia, Atlántico, Bolívar, Chocó, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre, con una línea de costa de 2.582 km y su área costera consta de aproximadamente 35.207 km<sup>2</sup> (INVEMAR, 2002; CCO, 2007). La costa Caribe es reconocida por su extenso y variado paisaje, y presenta ciudades importantes por su comercio, variedad de recursos marinos, y ecosistemas caracterizados por ser ricos y productivos (tales como manglares, lagunas costeras y arrecifes coralinos, entre otros), sin embargo, estos últimos son frágiles y sensibles, y en ocasiones presentan cambios bruscos.

A pesar de que el territorio marino costero ha sido poco considerado, y no hay un ordenamiento jurídico que regule los lineamientos para la ocupación y aprovechamiento de las áreas jurisdiccionales en lo que compete al mar Caribe y océano Pacífico, la zona costera colombiana es el principal eje de desarrollo económico que posee el país, debido a las actividades entrelazadas a lo que respecta con el transporte marítimo, turismo, comercio exterior y pesca (Ramos y Guerrero, 2010).

La zona costera es considerada como el ambiente más dinámico de la tierra, donde ocurren interacciones y procesos tanto fisicoquímicos como antrópicos. En ella interactúan la tierra, atmósfera, agua dulce y el mar, permaneciendo constantemente en estado de cambio. Logra atenuar la energía del oleaje y de las corrientes, brindando a la comunidad que habita en estos lugares protección y riqueza ecológica (Silva *et al.*, 2017).

#### **2.2.1.2. Litoral rocoso**

Uno de los ecosistemas más particulares que se pueden encontrar son los litorales rocosos, característicos por facilitar el desarrollo de comunidades de diversos organismos (Fig. 4), los cuales han desarrollado ciertas adaptaciones a través del tiempo para adherirse y sobrevivir en superficies verticales, tolerar prolongados periodos de desecación, soportar el fuerte impacto de las olas y los cambios bruscos de salinidad y temperatura (Little y Kitching, 1996). Por consiguiente, en los litorales rocosos se presenta una relación entre el ecosistema y el componente físico (oleaje, el clima, geología del lugar y mareas). El segundo elemento importante de este ecosistema son los organismos que allí habitan, se alimentan y son soporte comunitario. Y, por último, las interacciones que se dan entre los ambientes tanto marinos como costeros y su fauna asociada (Steer *et al.*, 1997).

Colombia cuenta con litorales rocosos de diferentes orígenes geológicos, alcanzando un área estimada total de 1'093.593 km<sup>2</sup>. Ahora bien, la información cartográfica sobre litorales rocosos en las costas colombianas es escasamente conocida. En el Caribe se presenta una extensión de 601 km de litoral rocoso, mientras que en el Pacífico la extensión es de 460 km, y los litorales rocosos de la zona insular ocupan un área de 33 km<sup>2</sup> (Posada-Posada y Henao-Pineda, 2007).



Figura 4. Litoral rocoso (Playa Blanca, Barú). Fuente: *Google maps* (en línea).

El litoral rocoso hace parte de un ecosistema que se desarrolla en una zona de choques de marea, es decir, se encuentra en la interface entre el mar y la tierra (Díaz-Pulido, 1997). Este ecosistema, según la pendiente o la inclinación que tenga con respecto a la línea costera, se puede clasificar en: acantilado, terraza o playa rocosa, (Osorno-Arango, 2008). En el ecosistema de litoral rocoso se desarrollan diferentes comunidades de organismos que se caracterizan por tener la capacidad de raspar, triturar o ramonear su fuente de alimento, que es principalmente fitoplancton, zooplancton y algunas macroalgas (López-Victoria *et al.*, 2004).

Asimismo, su supervivencia está ligada a factores físico-químicos, tales como el alto impacto del oleaje, la interacción de las mareas (Fig. 5), los procesos de erosión y los cambios de salinidad, temperatura, oxígeno y luz (Fig. 6), principalmente (Batista-Morales y Díaz-Sánchez, 2010).



Figura 5. Agregación de *Acanthopleura granulata* para evitar la desecación.



Figura 6. *Acanthopleura granulata* en la sombra cubriéndose de la luz.

En el Caribe colombiano se encuentran diferentes tipos de litorales rocosos, tales como: playas endurecidas, acantilados, plataformas, en gran parte formados por corales fósiles (Posada-Posada y Henao-Pineda, 2007; Gómez-Velázquez *et al.*, 2012). Es poca la información existente sobre cómo funciona el litoral rocoso, siendo este, uno de los ecosistemas marinos más estratégicos, por ser una fuente de bienes y servicios con un gran potencial

económico para el país, tal como lo son los arrecifes coralinos, los manglares y los pastos marinos (Osorno, 2016).

El PNNCRSB cuenta con geoformas planas que componen la base de sus litorales, las cuales suelen estar 3 m por encima del nivel del mar (Incoder-UJTL, 2014). En Colombia se reconocen dos tipos de litorales rocosos, el primero, se caracteriza por sufrir procesos de abrasión de forma constante, considerándose litorales inestables, en donde las colonias que se adhieren a este son reemplazadas constantemente por la remoción de grandes porciones de sustrato; el segundo, es aquel que no sufre de forma constante, sino mínima, los procesos de remoción de sustrato del litoral, distinguiéndose por ser más estables que los ya mencionados, logrando la supervivencia de los organismos que habitan en ese ecosistema (López-Victoria *et al.*, 2004).

En Bocachica, sector aledaño a la bahía de Cartagena, Núñez *et al.* (1999) describieron la variación temporal de la estructura comunitaria y encontraron que la comunidad sésil del litoral rocoso está constituida principalmente por el molusco vermético *Dendropoma corrodens* y la esponja *Tedania ignis* en el mesolitoral, y las algas coralináceas *Peyssonnelia* sp. en el infralitoral. Las restantes 54 especies fueron menos abundantes y en su mayoría ocasionales. Los autores encontraron un patrón espacial que sugiere la existencia de un gradiente ambiental debido posiblemente a la exposición diferencial al viento y oleaje. Asimismo, las agrupaciones encontradas mostraron una variación temporal relacionada con el régimen climático. Se encontró un desplazamiento escalonado de la comunidad de los muestreos de mayo a noviembre (época de lluvias), mientras que los muestreos de enero a mayo (época seca y principios de lluvias) conforman un grupo separado.

### 2.2.1.3. Espolones

Los rompeolas o espolones son estructuras gruesas construidas con el fin de proteger la costa o zonas portuarias (Fig. 7). Están ubicadas de forma paralela a determinada distancia de la costa y para su elaboración se emplean bloques sueltos, así como estructuras prefabricadas. Los espolones disminuyen la energía del oleaje antes de que este llegue a la costa, ya sea difractando la energía o reflejándola. Además de esto, se pueden extender de manera perpendicular a la línea de costa y así retardar la erosión de la misma (Ordóñez, 1991).



Figura 7. Espolones artificiales de Bocagrande (Cartagena-Bolívar).

### 2.2.2. Clase Polyplacophora

La clase Polyplacophora es una de las ocho clases registradas para el *phylum* Mollusca, la cual está conformada por aproximadamente 875 especies vivientes identificadas. En esta clase se agrupan los quitones (Fig. 8), los cuales son organismos perfectamente adaptados a adherirse con fuerza a conchas de animales o a superficies rocosas. Se distribuyen ampliamente, aunque en los mares del Indo-Pacífico y Pacífico oriental tropical se encuentran con mayor abundancia

(Gracia y Ardila, 2005). Habitan las zonas intermareales y de igual forma se pueden encontrar hasta grandes profundidades (Kaas y Van Belle, 1998a).

La clase se encuentra dividida en dos órdenes: Paleoloricata y Neoloricata. El género *Neoloricata* contienen las especies vivientes actualmente, y las especies identificadas para el género *Paleoloricata* están extintas, posiblemente desde el Cretáceo Tardío (Runnegar y Pojeta, 1985)



Figura 8. Ejemplares del quitón *Acanthopleura granulata*.

### 2.2.2.1. Generalidades del quitón

Los quitones están provistos de un cuerpo dorso-ventralmente aplanado, la parte dorsal del organismo se encuentra cubierta de ocho placas calcáreas superpuestas, lo que les permite enrollar el perinoto (cinturón que rodea las placas), como mecanismo de protección (Fig. 9). Presentan un sistema de canales denominado estetos que cumplen con la función sensorial y se ve involucrado también en la secreción del periostraco (capa externa de material orgánico) (Vendrasco *et al.*, 2008). Se puede presentar en algunas especies puntos negros en la superficie de las placas, estas se relacionan a grandes estetos extra pigmentarios conocidos como ocelos.



Figura 9. Forma de las placas superpuestas de *Acanthopleura granulata*.



Figura 10. Boca y pie del quitón *Acanthopleura granulata*.

La zona ventral de los quitones es ocupada en gran parte por el pie (Fig. 10), el cual es un músculo desarrollado útil para adherirse al sustrato, en donde se encuentra la boca que se compone por la rádula (Fig. 11), la cual es una estructura quitinosa que le permite alimentarse (Liuzzi, 2014).

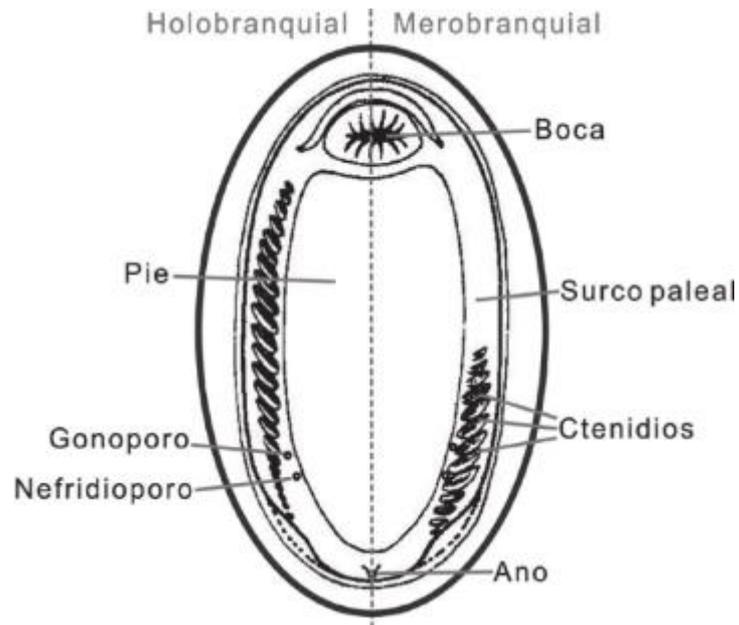


Figura 11. Vista ventral de los quitones. Fuente: Kaas y Van Belle (1985).

Sus colores característicos tienden a ser parduzcos con tonalidades rojizas, marrones, amarillentas y verdes. La longitud de los quitones oscila entre los 3 mm y los 40 cm (Fig. 12), donde el mayor ejemplar de la clase Polyplacophora se encuentra en el Pacífico comúnmente, conocido como el quitón gigante del Pacífico (*Cryptochiton stelleri*) (Ruppert y Barnes, 1996).



Figura 12. *Acanthopleura granulata* de talla grande.

El quitón *A. granulata* es una especie de molusco residente de los ecosistemas de litoral rocoso de las costas del Caribe colombiano, perteneciente a la familia Chitonidae. Usualmente habita en zonas de escombros emergentes que se encuentran en el borde marino de los arrecifes de coral (Glynn, 1970). Se ubican en zonas donde hay mayor contacto de oleajes, sobre rocas y en acantilados que se encuentran en la zona intermareal y en el supralitoral (Figura 13).



Figura 13. Agregación de *Acanthopleura granulata* para evitar la depredación.

### 2.2.3 Análisis de poblaciones

Se conocen dos puntos importantes para el análisis de poblaciones que son: la parte demográfica que se encarga de estudiar descriptiva y estadísticamente características fundamentales que presenta el objeto de estudio, y la dinámica poblacional que examina los efectos que manifiestan los elementos demográficos (Morlans, 2004). Una población está expuesta a cambios (Fig. 14), de este modo no sólo es importante conocer su volumen y composición, sino también qué cambios se están presentando en la población y cómo se están dando (Morlans, 2004).



Figura 14. Ubicación de *Acanthopleura granulata* en espacios intersticiales.

En los caracteres estructurales se identifican la abundancia como el número de individuos; la densidad como la abundancia de organismos definida en un área determinada; la biomasa total; la proporción de sexos; y la distribución horizontal (es decir, si son uniformes, al azar o agrupadas) (Morlans, 2004).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

La ciudad de Cartagena de Indias se encuentra ubicada en el norte del departamento de Bolívar, en el Caribe colombiano. Para el muestreo se escogieron dos sitios, Bocagrande y Marbella, con presencia de litoral rocoso artificial y con importante afluencia de turistas. El primer sitio corresponde a los espolones de Bocagrande (10°24'54.4"N 75°33'05.0"W) (Fig. 15A), el cual corresponde al último elemento geomorfológico de la zona sedimentaria que se extiende desde la desembocadura del río Magdalena hasta la isla de Tierra Bomba; está constituido por sedimentos de naturaleza y origen variado, con una altitud que no sobrepasa los dos metros respecto al nivel del mar y una pendiente suave. Esta zona ha sido modificada intensamente por el ser humano como consecuencia de los considerables esfuerzos de acondicionamiento mediante obras de protección (Lerma, 2008).

El segundo sitio, los espolones artificiales de Marbella (10°26'13.7''N - 75°32'08.9''W) (Fig. 15B) se encuentran más al norte del litoral Caribe y presenta variación en la tasa de erosión y sedimentación en el litoral, influenciado por fenómenos naturales, tales como la variabilidad climática, el oleaje, el viento, la marea, las acciones bióticas y algunas características geológicas del litoral. Esta zona, al igual que Bocagrande, se encuentra influenciada por la acción del ser humano, lo cual ha generado problemas en los procesos causados por la construcción de obras urbanas y estructuras en la franja de la playa, el aporte de sedimentos por parte de la bocana y la construcción de proyectos que generaron impactos a nivel geomorfológico representados en cambios en las condiciones costeras (Guzman, 2019). En términos generales, la región de Cartagena está sujeta a un clima tropical caliente sub-húmedo-seco, con temperatura media mensual superior a los 25°C (Guevara y Reyes, 1987;

Torreblanca-Ramírez *et al.* (2012). Ambos sitios de muestreo fueron escogidos especialmente por la presencia de *A. granulata*, y por su facilidad de acceso para la toma de muestras, así como por sus condiciones oceanográficas y antrópicas.



Figura 15. Zonas de muestreo: a) Bocagrande y b) Marbella. Fuente: *Google Earth* (en línea).

### 3.2. Fase de campo

PREMUESTREO. En octubre del 2020 se realizó una salida de campo para validar la presencia de organismos en los zonas de muestreo escogidas, así como para establecer la longitud del transecto y las horas en las que se debía hacer el muestreo.

MUESTREO. Los muestreos se llevaron a cabo en la zona intermareal rocosa de los espolones (un muestreo en Bocagrande y un muestreo en Marbella), en octubre de 2020, durante el horario de la marea más baja, que va desde las 07:00 a. m. hasta las 12:00 p. m.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo que resume el diseño metodológico del presente trabajo (Fig. 16).

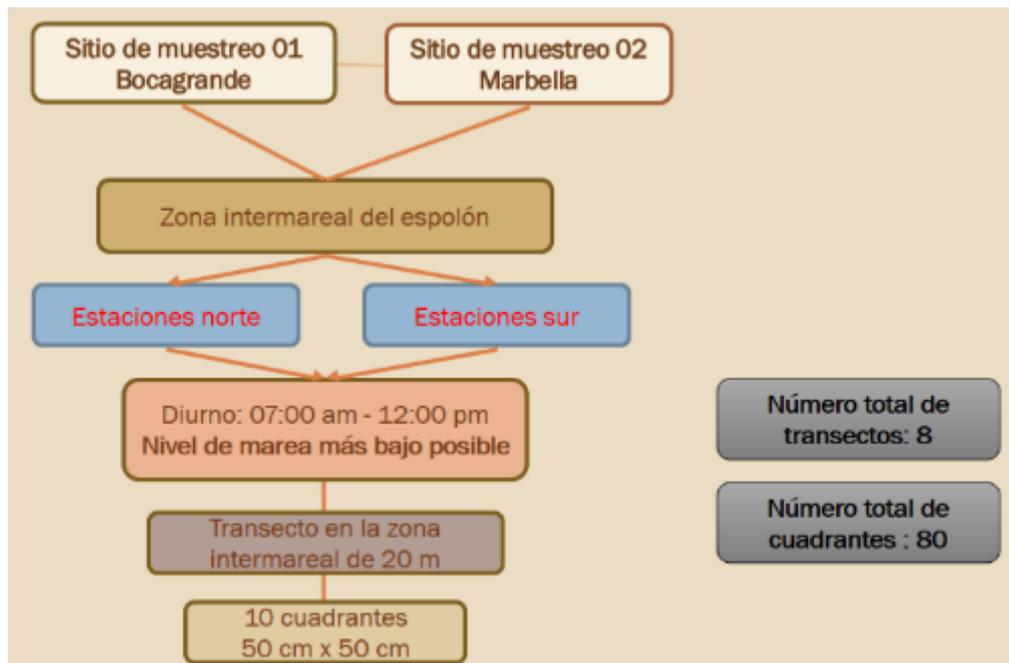


Figura 16. Diseño muestral del trabajo de grado.

Se escogieron cuatro espolones en cada sitio de muestreo, dos al norte y dos al sur, con el fin de tomar los datos de la mayor área posible en cada sitio de muestreo (Fig. 17). Al siguiente día se aplicó la misma metodología en el sitio de Marbella.



Figura 17. Espolones en cada sitio de muestreo: a) Bocagrande (2 al norte y 2 al sur) y b) Marbella (2 al norte y 2 al sur).

Para delimitar el área de trabajo, sobre cada espolón se ubicó un transecto de 20 x 1 m, paralelo a la línea del mesolitoral y perpendicular a la línea de costa (Figura 18).

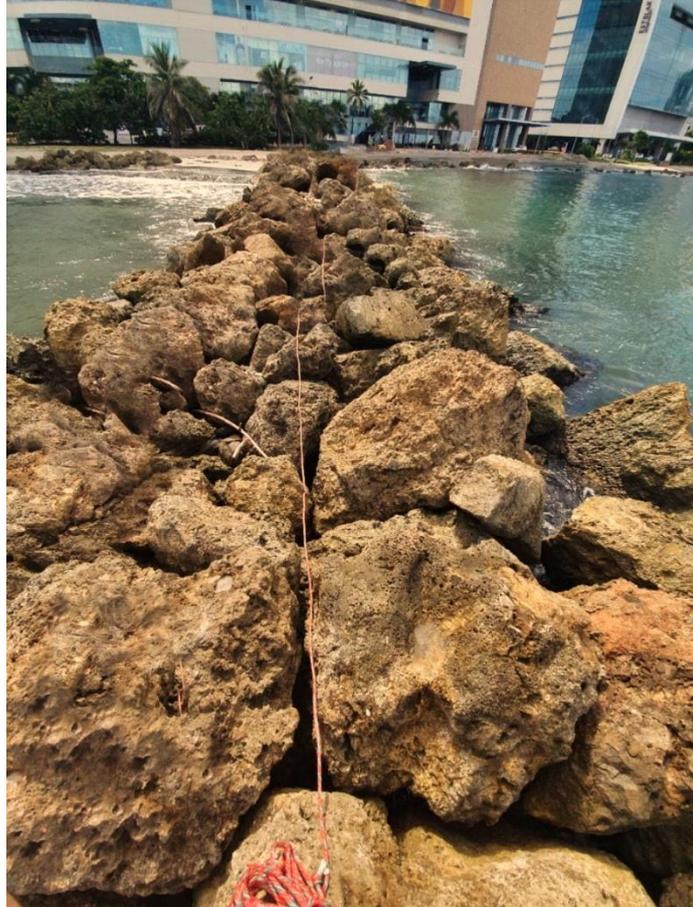


Figura 18. Transecto de 20 m paralelo a la línea del meso litoral.

Adicionalmente, y siguiendo la metodología propuesta por Sampedro *et al.* (2012), Torreblanca-Ramírez *et al.* (2012) y Quirós-Rodríguez (2015) se utilizó un cuadrante de 50 x 50 cm como unidad muestral (Fig. 19).



Figura 19. Cuadrante de 50x50 cm.

Se aplicó un diseño sistemático, y al terminar una unidad muestral y su réplica, se dejó un espacio de 5 m, y se continuó con el otro cuadrante (en total fueron 10 cuadrantes por espolón, 40 cuadrantes por sitio de muestreo y 80 cuadrantes por todo el estudio).

Se realizó el registro de parámetros físico-químicos, anotando los valores de la temperatura del agua (°C), salinidad (UPS), pH y oxígeno disuelto-OD (mg/L) (Tabla 1) (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2018), los cuales fueron medidos en cada transecto, con la ayuda de un termómetro, un refractómetro Marca Brix, tiras indicadoras de pH y un kit paramétrico de campo (Prueba de *Winkler* para OD), respectivamente.

Tabla 1. Variables físico-químicas a medir.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RANGOS BIBLIOGRÁFICOS
Temperatura del agua superficial de mar	Nivel térmico que presenta el cuerpo de agua.	°C	27°C – 30°C (Martínez <i>et al.</i> , 2017)
Salinidad	Sales minerales disueltas en un cuerpo de agua.	UPS	32,4 – 36,7 UPS (Martínez <i>et al.</i> , 2017)
pH	Indica la acidez o la alcalinidad del agua.	--	7,48 y 8,4 (Martínez <i>et al.</i> , 2017)
Oxígeno disuelto	Oxígeno gaseoso disuelto en el agua	mg/L	4,8 y 10,24 mg/L (Martínez <i>et al.</i> , 2017)

En cada cuadrante se observaron los ejemplares de *A. granulata* y se tomaron las medidas de las variables biológicas (longitud total y ancho), y para esto se empleó el calibrador pie de rey Marca Vernier 8 pulgadas/ 128 mm (Fig. 20). Se tomó como muestra sólo un individuo de cada cuadrante con el fin de identificarlo taxonómicamente y validar la especie de la población en el laboratorio, para lo cual se utilizó un cuchillo y/o espátula, debido a que estos organismos se encuentran fuertemente adheridos a las rocas en la zona de rompientes (García-Ríos y Álvarez, 2011; Flores-Campaña *et al.*, 2012; Sampedro *et al.*, 2012).

Cabe recalcar que los datos presentados en resultados para el espolón denominado BT2, corresponden a los recolectados en el pre-muestreo, cuya diferencia en tiempo es sólo ocho días antes de realizar el muestreo.

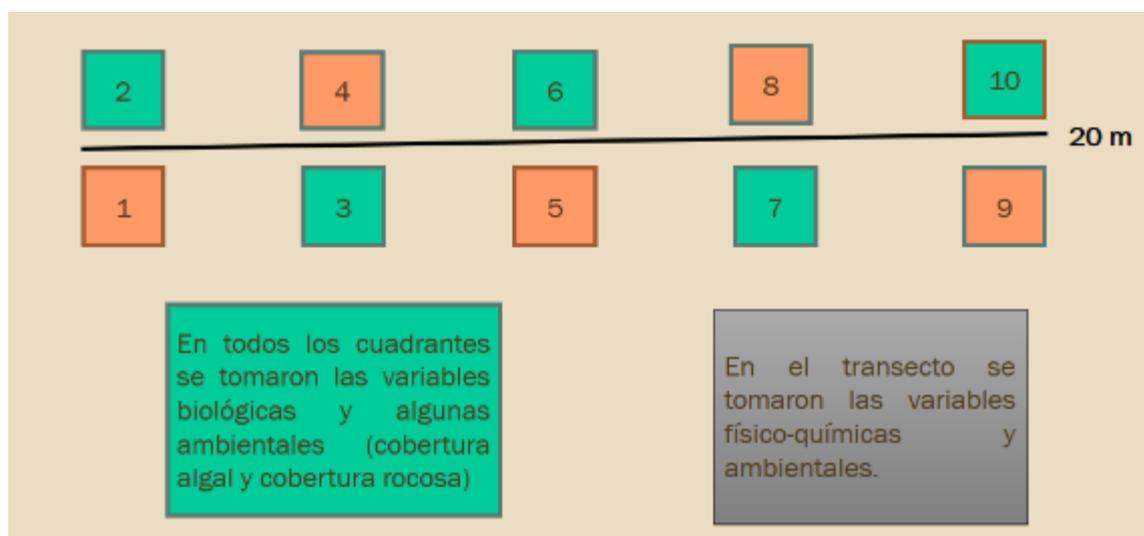


Figura 20. Metodología implementada en campo (Tomada y modificada de Sampedro *et al.*, 2012; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012 y Quirós-Rodríguez, 2015).

Además, se midieron otras variables ambientales, tales como el porcentaje de cobertura algal que se define como la proporción de algas presentes en un cuadrante superpuesto al espolón (Escala 0 a 100%); el porcentaje de cobertura de litoral rocoso descrito como la proporción de sustrato rocoso presente en un cuadrante superpuesto al espolón (Escala 0 a 100%) (Rodríguez-

Rincón *et al.*, 2014); variación del oleaje según la escala de *Douglas* (del 1 al 10) (Diccionario Náutico, en línea); y el porcentaje de nubosidad (Escala 0 a 100%) (IDEAM, en línea) (Fig. 21).



Figura 21. Cobertura algal por cuadrante.

### 3.3. Identificación taxonómica

La identificación de *A. granulata* se realizó a través de las características descritas por Keen y McLean (1971), Kaas y Van Belle (1998) y Coan y Valentich-Scott (2012); y la sistemática se actualizó de acuerdo con Skoglund (2000) y Sirenko (2006). En el laboratorio, los quitones se depositaron en recipientes metálicos previamente etiquetados para registrar la longitud total (LT) y el ancho (An) (Fig. 22). La longitud total se tomó desde el inicio de la parte anterior del cinturón en la placa cefálica hasta la parte final del mismo en la placa anal; el rango bibliográfico para esta medida en esta especie oscila entre 3 mm – 70 mm (Glynn 1970). El ancho se midió en forma transversal, de lado a lado del cinturón, entre la cuarta y quinta placa (Sampedro *et al.*, 2012), y el rango bibliográfico para esta medida para la especie oscila entre 0.24 mm – 20.3 mm (Glynn 1970).

Los datos de LT fueron utilizados para la elaboración de histogramas de frecuencia para cada sitio de recolecta (Sampedro *et al.*, 2012).

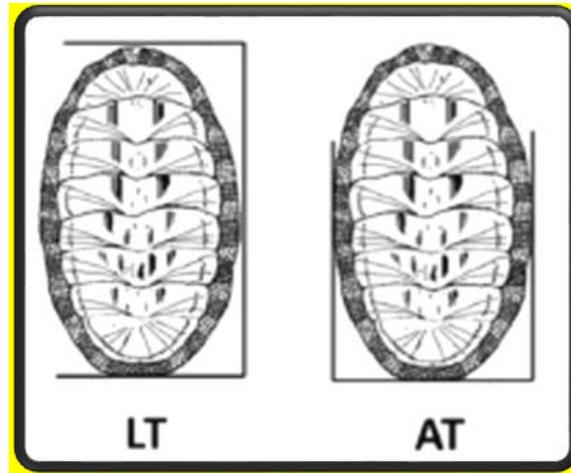


Figura 22. Morfometría registrada en el quitón *Acanthopleura granulata*. Fuente: Abadia (2015).

### 3.4. Análisis estadístico

A los datos obtenidos, y con el fin de verificar si cumplían los supuestos de normalidad, se les realizaron diferentes pruebas estadísticas según el tipo de análisis de comparación a realizar entre las variables medidas, tanto biológicas como físico-químicas. Para esto se utilizó el programa PAST 4.03 y STATISTICA 7.0 (Zar, 2010; Montgomery, 2012).

Por otro lado, la Kurtosis es una medida estadística que determina el grado de concentración que presentan los valores de una variable alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias, y cuando es positiva (lepidocúrtica) indica colas pesadas y picos en relación con la distribución normal (es decir, que hay una mayor concentración de datos en torno a la mediana), mientras que cuando es negativa (platicúrtica), indica colas ligeras y planicidad (es

decir, que hay una menor concentración de datos que se asemejan al número de la mediana (DeCarlo, 1997).

Finalmente, los análisis estadísticos realizados para cada variable fueron: a) **Densidad entre los sitios de muestreo:** estadísticos y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, U de *Mann-Whitney*; b) **Densidad entre los espolones:** estadísticos y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, *Kruskal- Wallis*, *Dunn's post- hoc*; c) **Tallas entre los sitios de muestreo:** estadísticos, frecuencia de tallas y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, U de *Mann-Whitney*, *Dunn's post- hoc*; d) **Tallas entre los espolones:** estadísticos, frecuencia de tallas y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, *Kruskal- Wallis*, *Dunn's post- hoc*; e) **Porcentaje de cobertura algal entre los sitios de muestreo:** estadísticos y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, U de *Mann-Whitney*; f) **Porcentaje de cobertura algal entre los espolones:** estadísticos, frecuencia de tallas y pruebas *Shapiro-Wilk*, *Levene*, *Kruskal- Wallis*; y g) **Análisis de correlación entre densidad-talla y porcentaje de cobertura algal:** prueba no paramétrica de Correlación de Rangos de *Spearman*.

Las otras variables ambientales de cobertura de litoral rocoso (sustrato duro), nubosidad y variación del oleaje, así como las variables fisicoquímicas (temperatura, salinidad, pH y OD) no se tuvieron en cuenta para los análisis estadísticos finales debido a su escasa variación a lo largo del muestreo, y por ende, no afectaron la densidad de la población del quitón.

#### 4. RESULTADOS

La abundancia de individuos de *A. granulata* ( $N= 349$ ) por sitio de muestreo indicó que Marbella fue el sector con mayor presencia ( $N= 180$ ), seguido por Bocagrande ( $N= 169$ ), en la Tabla 2 se describen en detalle estas abundancias.

Tabla 2. Número de individuos de *Acanthopleura granulata* por sitio de muestreo, C: cuadrante (Área cuadrante=0.25 m<sup>2</sup>).

AREA DE ESTUDIO	ZONA	ESPOLON	No. indiv./0,5 m <sup>2</sup>					Subtotal
			C1	C2	C3	C4	C5	
BOCAGRANDE	NORTE	1	20	15	17	7	10	169
		2	9	11	5	6	7	
	SUR	3	4	12	6	6	5	
		4	5	9	7	4	4	
MARBELLA	NORTE	1	3	8	4	5	5	180
		2	11	10	8	4	10	
	SUR	3	14	13	15	6	8	
		4	6	14	13	16	7	

En lo que se refiere a las tallas, se muestran las tallas mínimas, tallas máximas y el promedio de la longitud total y ancho de 323 quitones de la especie *A. granulata*, a excepción de 26 individuos que se encontraron refugiados en las oquedades de las rocas en los dos sitios de muestreo (Tabla 2).

La longitud total máxima registrada fue de 8,05 cm, la mínima de 1,39 cm y un promedio de 5,25 cm; mientras que para el ancho se registró un máximo de 5,09 cm, un mínimo de 0,30 cm y un promedio de 3,28 cm.

Tabla 2. Talla máxima: Max, talla mínima: Min y promedio de tallas de *Acanthopleura. granulata*

ÁREA DE ESTUDIO	ZONA	ESPOLÓN	Longitud total (cm)			Ancho (cm)		
			Min	Max	Promedio	Min	Max	Promedio
BOCAGRANDE	NORTE	1	1,60	7,20	4,40	1,10	4,70	2,79
		2	2,95	7,82	6,34	1,90	4,70	3,78
	SUR	3	2,40	8,05	6,47	1,65	5,09	3,97
		4	2,10	7,40	5,53	1,39	4,40	3,45
MARBELLA	NORTE	1	1,39	7,75	5,17	0,3	4,7	3,2
		2	3,49	6,7	4,97	1,99	4,05	3,13
	SUR	3	1,85	6,29	4,73	1,2	4,55	3,08
		4	2,05	6,25	4,40	1,31	4,65	2,85

Por otro lado, en cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se midió la temperatura del agua, la salinidad y el oxígeno disuelto, se obtuvieron los siguientes valores (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos obtenidos en los sitios de muestreo Bocagrande y Marbella (R: réplica; Temp.: temperatura; ODS: Oxígeno disuelto)-

Sitio de muestreo	Réplicas	Hora	Temp. (°C)	Salinidad (UPS)	ODS (mg/L)
Marbella	R1	9:10:00 a. m.	29	33	13,7
Marbella	R2	10:10:00 a. m.	30	34	9,5
Marbella	R3	10:40:00 a. m.	30	31	11,0
Bocagrande	R1	11:19:00 a. m.	30	33	7,9
Bocagrande	R2	11:58:00 a. m.	30	34	10,0
Bocagrande	R3	12:18:00 p. m.	30	33	11,6

Y finalmente, se presentan los registros medidos de las variables ambientales de cada uno de los sitios de muestreo: variación del oleaje, porcentaje de nubosidad, porcentaje de cobertura algal y porcentaje de litoral rocoso (Tabla 5).

Tabla 5. Variables ambientales de los sitios de muestreo Bocagrande y Marbella (%: Porcentaje).

SITIO DE MUESTREO	ZONA	ESPOLÓN	AMBITO			
			% Cobertura algal	% litoral rocoso	Variacion del oleaje	% Nubosidad
BOCAGRANDE	NORTE	1	10 - 60	40 - 100	2 - 3	10 - 70
		2	5 - 50	50 - 95	2	10 - 15
	SUR	3	5 - 50	50 - 95	3	20
		4	5 - 60	40 - 95	2 - 3	15
MARBELLA	NORTE	1	10 - 80	20 - 100	3	80
		2	5 - 90	10 - 100	2	90
	SUR	3	5 - 50	50 - 95	3	80
		4	5 - 50	50 - 95	3	75

#### 4.1. DENSIDAD RELATIVA POR SITIOS DE MUESTREO

La densidad poblacional promedio del quitón *A. granulata* fue de 17,44 ind/m<sup>2</sup>, específicamente en Bocagrande fue de 16,9 ind/m<sup>2</sup>, y en Marbella de 18,1 ind/m<sup>2</sup>. De acuerdo con los estadísticos realizados, se obtuvieron valores para la densidad relativa por sitios de muestreo (Tabla 6, Fig. 23). En Bocagrande, la concentración fue leptocúrtica (Kurtosis 0,6307897) y en Marbella fue platicúrtica (Kurtosis -0,326356).

Tabla 6. Estadísticos de la densidad relativa por sitios de muestreo (N= Número de muestras).

	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
<b>N</b>	40	40
<b>Mínimo</b>	1	1
<b>Máximo</b>	12	12
<b>Suma</b>	169	180
<b>Promedio</b>	4,225	4,5
<b>Error estándar</b>	0,439241	0,4736655
<b>Kurtosis</b>	0,6307897	-0,326356

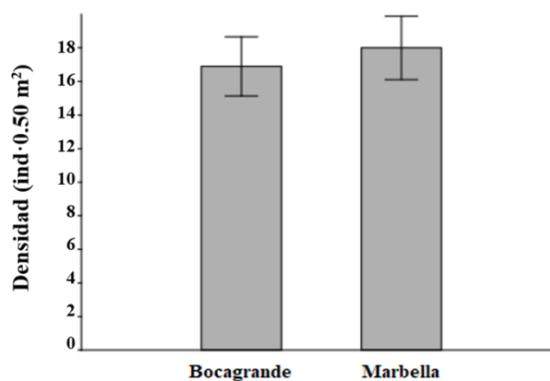


Figura 23. Gráficas de varianza entre sitios de muestreo.

Por otro lado, la prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk* ( $p < 0.05$ ) indicó que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad (Tabla 7), y aunque la prueba de *Levene* ( $p = 0,4229$ ), sí cumple con el supuesto de homocedasticidad en los sitios de muestreo, se aplicó posteriormente un análisis no paramétrico.

Tabla 7. Prueba de *Shapiro-Wilk* para la densidad relativa de *Acanthopleura granulata* en los sitios de muestreo (N= Número de muestras).

	BOCAGRANDE	MARBELLA
N	40	40
Shapiro-Wilk W	0,8782	0,9415
P	0,0004695	0,03879

Con la Prueba U de *Mann-Whitney* se encontró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las densidades de ambos sitios de muestreo ( $p = -0,66597$ ) (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de densidades por sitio de muestreo (N= Número de muestras).

BOCAGRANDE		MARBELLA	
N:	40	N:	40
Promedio:	19,688	Promedio:	20,813
<i>Mann-Whitney</i> U:	755		
z:	0,43169	p:	-0,66597

## 4.2. DENSIDAD RELATIVA POR ESPOLÓN

Por espolón se registraron densidades relativas del quitón *A. granulata*, los estadísticos se presentan a continuación (Tabla 9, Fig. 24).

Tabla 9. Estadísticos de la densidad relativa de *Acanthopleura. granulata* por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto) (N= Número de muestras).

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
N	10	10	10	10	10	10	10	10
Mínima	1	1	2	1	1	1	1	2
Máximo	12	10	8	6	5	10	10	12
Suma	69	38	33	29	25	43	56	56
Media	6,9	3,8	3,3	2,9	2,5	4,3	5,6	5,6
Error estándar	0,994	0,814	0,597	0,482	0,477	1,096	0,792	1,056
Kurtosis	0,230	3,691	4,290	0,819	-1,410	-1,056	0,694	-0,348

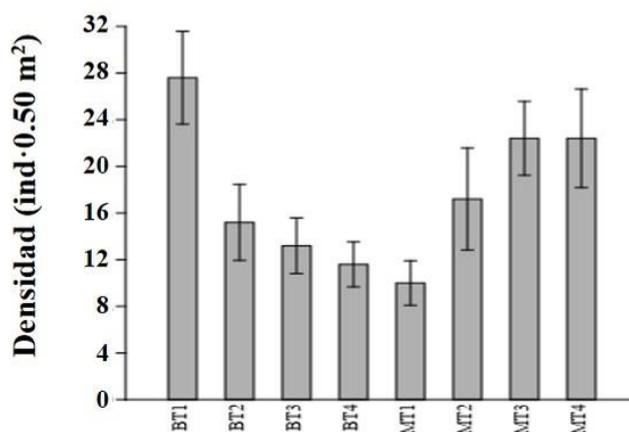


Figura 24. Grafica de varianza de densidad relativa por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).

Las pruebas de *Shapiro-Wilk* (Tabla 10) y de *Levene* ( $p= 0,04481$ ) mostraron que no todos los datos por espolón cumplen con el supuesto de normalidad y homocedasticidad, respectivamente, por lo cual se aplicaron análisis no paramétricos.

Tabla 10. Prueba de *Shapiro-Wilk* entre espolones (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto) (N= Número de muestras). En rojo se señalan los valores  $p < 0,05$ .

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
N	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,9649	0,8294	0,7221	0,8572	0,8648	0,9273	0,9709	0,9185
<i>P</i>	0,8398	0,03291	0,001635	0,07075	0,08688	0,4218	0,8989	0,3444

Con la prueba de *Kruskal-Wallis* se evidenció que sí hay diferencias significativas entre las densidades relativas de los espolones ( $p < 0,05$ ), y para conocer las diferencias significativas que se identificaron en la prueba anterior, se aplicó una prueba *post-hoc* de *Dunn*, la cual permitió evidenciar los transectos que están generando las diferencias (Tabla 11).

Tabla 112. Prueba *post-hoc* de *Dunn* (se señalan en rojo las muestras que generan las diferencias) (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto). En rojo se señalan los valores  $p < 0,05$ .

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
<b>BT1</b>		0,02535	0,009196	0,003842	0,0008176	0,05062	0,5443	0,3418
<b>BT2</b>	0,02535		0,7124	0,5126	0,2667	0,7785	0,1032	0,1987
<b>BT3</b>	0,009196	0,7124		0,7747	0,458	0,5157	0,04568	0,09813
<b>BT4</b>	0,003842	0,5126	0,7747		0,6484	0,3492	0,02234	0,05236
<b>MT1</b>	0,001	0,267	0,458	0,648		0,164	0,006	0,017
<b>MT2</b>	0,051	0,779	0,516	0,349	0,164		0,178	0,315
<b>MT3</b>	0,544	0,103	0,046	0,022	0,006	0,178		0,731
<b>MT4</b>	0,342	0,199	0,098	0,052	0,017	0,315	0,731	

Posiblemente, las diferencias presentadas en los espolones de Bocagrande (específicamente en el BT1) se explican por la influencia del *Bloom Algal* que se presentó durante el muestreo en ese espolón.



Figura 24. *Bloom Algal* presentado en Bocagrande (espolón BT1). Fecha 14 de Diciembre/2020. Tomada por: Sergio López.

### 4.3. TALLAS POR SITIO DE MUESTREO

Para las tallas de los datos recolectados del quitón *A. granulata* por sitio de muestreo (Bocagrande y Marbella) se obtuvieron valores mínimos, máximos y promedio; Kurtosis y Sesgo, los cuales se detallan a continuación (Tabla 11, Fig. 25, 26).

Tabla 3. Estadísticos de las tallas del quitón *Acanthopleura granulata* por sitio de muestreo (N= Número de organismos).

	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
N	163	160
Mínimo	1,6	1,39
Máximo	8,05	7,75
Suma	890,63	758,98
Promedio	5,463988	4,743625
Error estándar	0,1188104	0,08760921
Kurtosis	-0,6537304	0,09723331

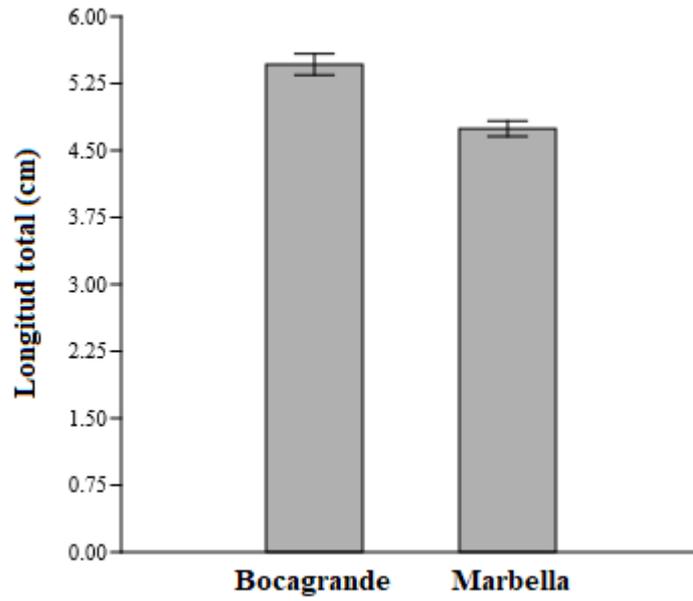


Figura 25. Varianza de las tallas por sitio de muestreo

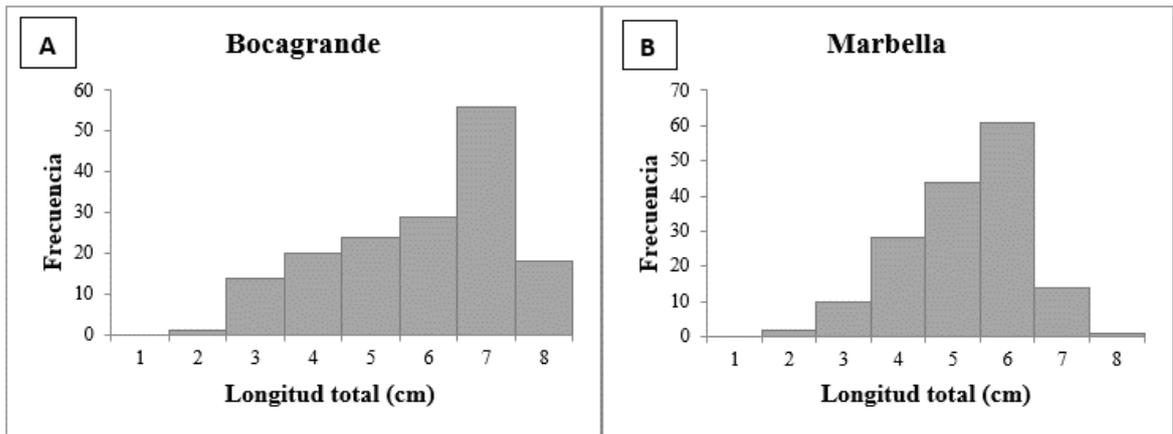


Figura 26. Frecuencia de tallas por sitio de muestreo.

Con las pruebas de *Shapiro-Will* y de *Levene* ( $p= 1,70 \text{ E-}06$ ) se evidenció que las tallas no cumplen con los supuestos de normalidad ni homocedasticidad (Tabla 12).

Tabla 4. Prueba de normalidad *Shapiro-Wilk* para las tallas por sitio de muestreo (N= Número de organismos).

	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
N	163	160
Shapiro-Wilk	0,9414	0,974
<i>P</i>	2,91E-06	0,004094

Posteriormente, la prueba no paramétrica U *Mann-Whitney* indicó que sí existen diferencias significativas entre las tallas por sitio de muestreo (Tabla 13).

Tabla 5. Prueba U *Mann-Whitney* para análisis de tallas (N= Número de organismos).

<b>BOCAGRANDE</b>		<b>MARBELLA</b>	
N:	163	N:	160
Rango promedio:	95,664	Rango promedio:	66,336
<i>Mann-Whitney</i> U:	8546,5		
<i>z</i> :	5,3547	<i>p</i> :	8,57E-08

La prueba *post-hoc* de *Dunn* confirma las diferencias significativas existentes que se encontraron en la prueba anterior para las tallas de ambos sitios de muestreo (Tabla 14). De acuerdo con los resultados, en Bocagrande se observaron tallas entre los 6 y 8 cm, mientras que en Marbella oscilaron entre los 5 y 7 cm (Fig. 26).

Tabla 6. Prueba *post-hoc* de *Dunn* para las tallas de ambos sitios de muestreo.

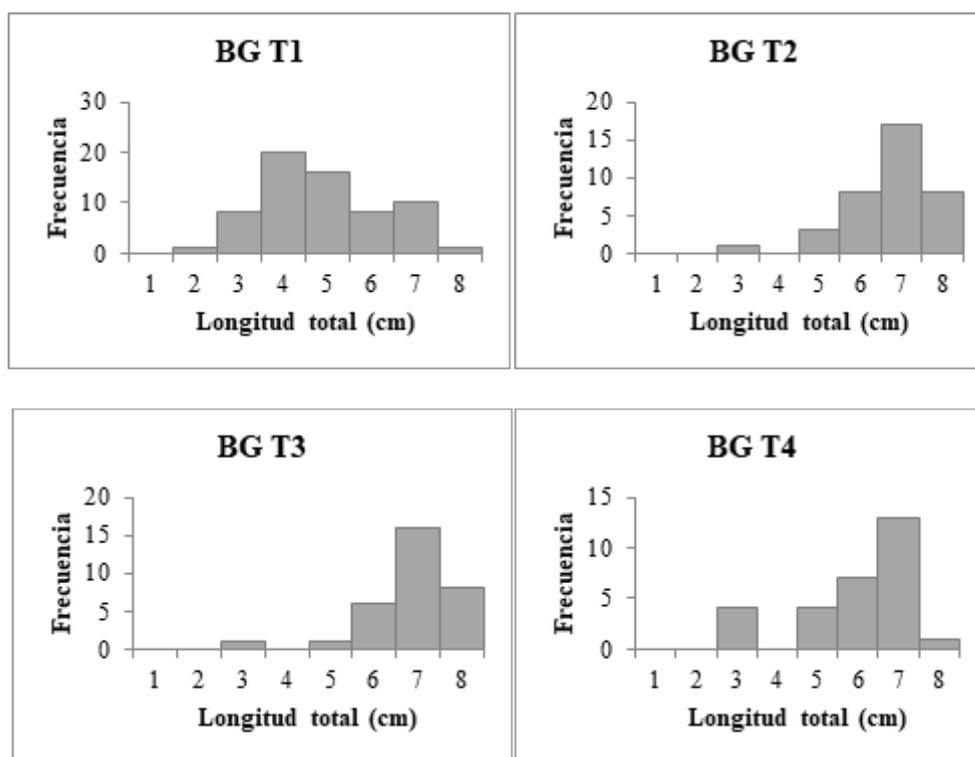
	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
<b>BOCAGRANDE</b>		8,54E-08
<b>MARBELLA</b>	8,54E-08	

#### 4.4. TALLAS POR ESPOLÓN

Se calcularon los estadísticos para las tallas de individuos de *A. granulata* por espolón, los cuales se presentan a continuación (Tabla 15); además se hicieron frecuencia de tallas para cada estación (Fig. 27).

Tabla 7. Estadísticos de las tallas de *Acanthopleura granulata* por espolón (N= Número de organismos, B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto) (N= Número de organismos).

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
<b>N</b>	64	37	33	29	24	42	38	56
<b>Mínimo</b>	1,6	2,95	2,4	2,1	1,39	3,49	1,85	2,05
<b>Máximo</b>	7,2	7,82	8,05	7,4	7,75	6,7	6,29	6,25
<b>Suma</b>	281,850	234,740	213,610	160,430	123,990	208,590	179,760	246,640
<b>Promedio</b>	4,404	6,344	6,473	5,532	5,166	4,966	4,731	4,404
<b>Error estándar</b>	0,167	0,162	0,184	0,263	0,296	0,127	0,158	0,152
<b>Kurtosis</b>	-0,778	2,714	5,969	0,704	0,904	-0,608	1,175	-1,101



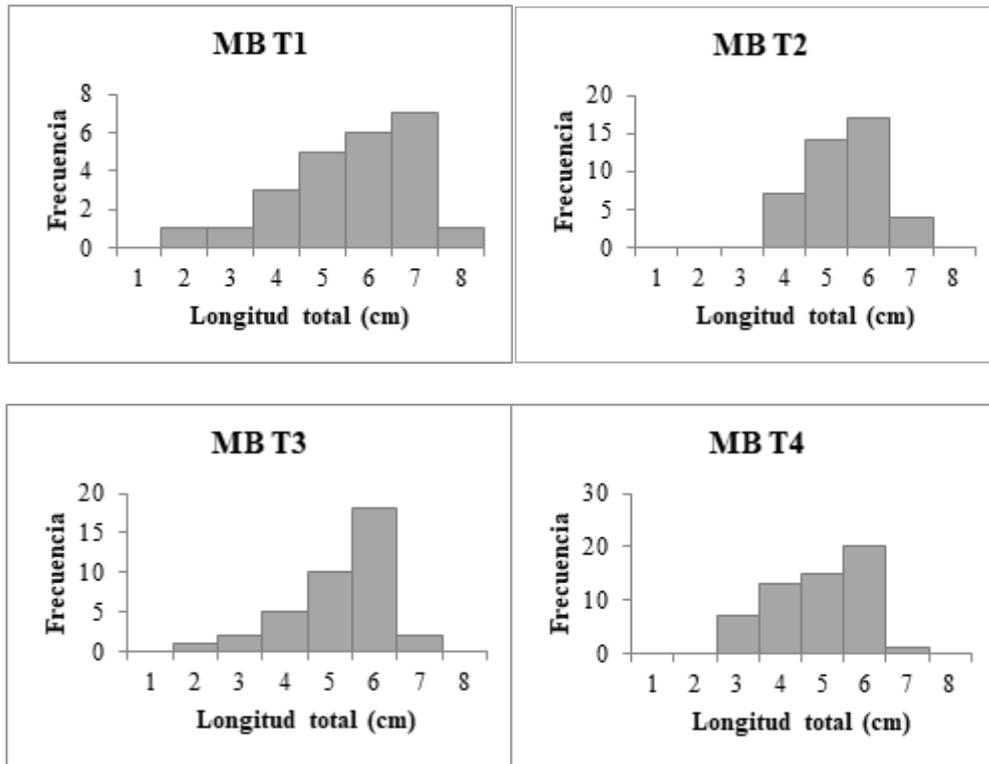


Figura 27. Frecuencia de tallas de *Acanthopleura granulata* por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).

Las pruebas de *Shapiro-Wilk* y de *Levene* ( $p= 0,004$ ) indicaron que no todos los espolones cumplen los supuestos de normalidad (Tabla 16) y homocedasticidad.

Tabla 8. Prueba de *Shapiro-Wilk* (N= Número de organismos; B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).

	<b>BT1</b>	<b>BT2</b>	<b>BT3</b>	<b>BT4</b>	<b>MT1</b>	<b>MT2</b>	<b>MT3</b>	<b>MT4</b>
N	64	37	33	29	24	42	38	56
Shapiro-Wilk W	0,9696	0,9198	0,8672	0,8508	0,9412	0,9738	0,9152	0,9488
<i>p</i> (normal)	0,115	0,011	0,001	0,001	0,174	0,440	0,007	0,019

La prueba de *Kruskall-Wallis* mostró que sí existen diferencias significativas entre los espolones ( $p= 4,65E-21$ ), lo cual se corroboró con la prueba *post hoc* de *Dunn*, y que permite conocer exactamente cuáles son las muestras que presentan las diferencias (Tabla 17, Fig. 27). Las diferencias más relevantes se dan en los tres espolones de Bocagrande (BT2, BT3 y BT4) y el primer espolón de Marbella (MT1). En los histogramas se observa que en esos cuatro espolones hay una tendencia hacia la derecha, evidenciando una mayor presencia de organismos con grandes tallas (adultos), en cambio, en los demás espolones, las tallas tienden a estar entre los 2 y 4 cm (juveniles).

Tabla 9. Pruebas *post-hoc* de *Dunn* (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
BT1		2,02E-12	4,13E-13	6,55E-05	0,01485	0,09695	0,3967	0,9022
BT2	2,02E-12		0,6716	0,02423	0,0009088	6,35E-07	3,07E-08	3,35E-12
BT3	4,13E-13	0,6716		0,009472	2,95E-04	1,41E-07	6,58E-09	6,79E-13
BT4	6,55E-05	0,02423	0,009472		0,2604	0,01949	0,003498	6,22E-05
MT1	0,01485	0,0009088	0,0002954	0,2604		0,3219	0,1163	0,01307
MT2	0,09695	6,35E-07	1,41E-07	0,01949	0,3219		0,4859	0,08455
MT3	0,3967	3,07E-08	6,58E-09	0,003498	0,1163	0,4859		0,3509
MT4	0,9022	3,35E-12	6,79E-13	6,22E-05	0,01307	0,08455	0,3509	

#### 4.5. COBERTURA ALGAL POR SITIO DE MUESTREO

Se presentan los valores estadísticos de porcentaje de cobertura algal obtenidos en los dos sitios de muestreo Bocagrande y Marbella, presentando Marbella un mayor porcentaje de cobertura algal (Tabla 18, Fig. 28).

Tabla 10. Estadísticos del porcentaje de la cobertura algal por sitios de muestreo (N= Número de muestras).

	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
<b>N</b>	40	40
<b>Mínimo</b>	0	0
<b>Máximo</b>	60	93
<b>Promedio</b>	21	23
<b>Varianza</b>	272,4199	557,5487
<b>Kurtosis</b>	0,09771942	2,32088

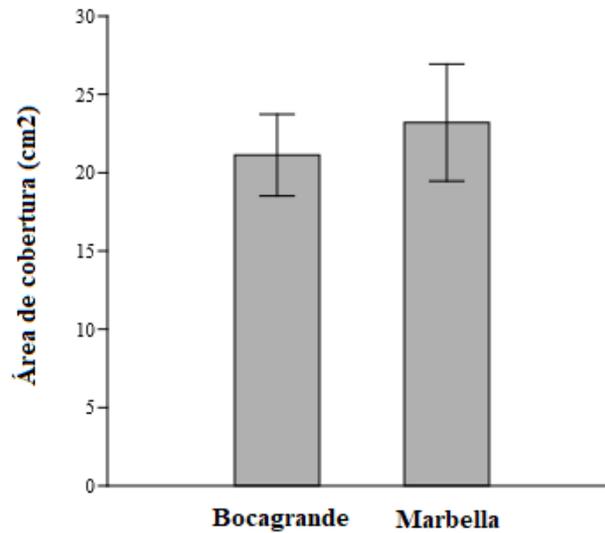


Figura 28. Gráfica de varianza de cobertura algal por sitio de muestreo.

Las pruebas de *Shapiro-Wilk* y de *Levene* ( $p= 0,0971$ ) indican que no se cumplen los supuestos de normalidad para el porcentaje de cobertura algal en los sitios de muestreo (Tabla 19).

Tabla 11. Prueba de *Shapiro-Wilk* para el porcentaje de cobertura algal en los sitios de muestreo (N= Número de muestras).

	<b>BOCAGRANDE</b>	<b>MARBELLA</b>
<b>N</b>	40	40
<b>Shapiro-Wilk</b>	0,8556	0,823
<b>P</b>	0,0001232	2,12E-05

La prueba de *Mann-Whitney* mostró que no existen diferencias significativas para el porcentaje de cobertura algal entre los sitios de muestreo (Tabla 20).

Tabla 12. Prueba U *Mann-Whitney* para cobertura algal de los sitios de muestreo (N= Número de muestras).

<b>BOCAGRANDE</b>		<b>MARBELLA</b>	
N:	40	N:	40
Rango promedio:	20,638	Rango promedio:	19,863
<i>Mann-Whitn U</i> :	769		
z:	0,29717	p:	0,76634

#### 4.6. COBERTURA ALGAL POR ESPOLÓN

Se presentan los estadísticos del porcentaje de cobertura algal por espolón (Tabla 21, Fig. 29).

Tabla 13. Valores obtenidos en el análisis del porcentaje de cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto) (N= Número de muestras).

	<b>BT1</b>	<b>BT2</b>	<b>BT3</b>	<b>BT4</b>	<b>MT1</b>	<b>MT2</b>	<b>MT3</b>	<b>MT4</b>
<b>N</b>	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Mínimo</b>	0	5	5	5	0	0	5	5
<b>Máximo</b>	60	50	50	60	80	93	50	50
<b>Suma</b>	190	205	265	185	165	283	195	285
<b>Varianza</b>	276,667	285,833	266,944	305,833	616,944	1187,789	296,944	189,167
<b>Kurtosis</b>	4,2061	0,1139	-1,2490	2,9327	5,1870	0,8401	-0,9343	-0,2162

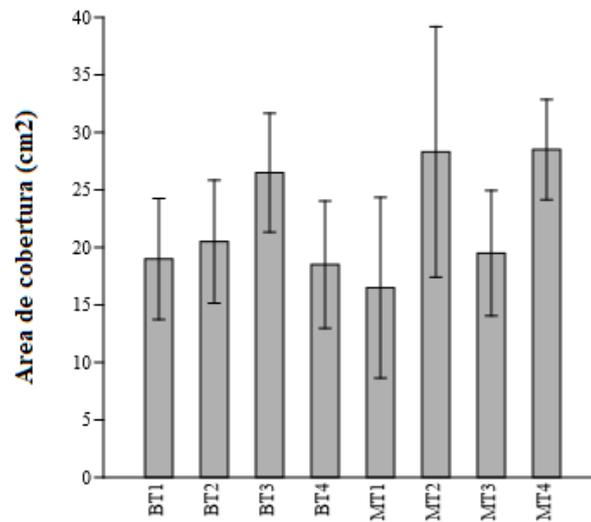


Figura 29. Gráfica de varianza de cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= transecto).

La prueba de *Shapiro-Wilk* (Tabla 22) no cumplió con el supuesto de normalidad, y la prueba de *Levene* ( $p= 0,1979$ ) mostró que sí se cumple con el supuesto de homocedasticidad; sin embargo, se realizó una prueba no paramétrica.

Tabla 14. Prueba *Shapiro-Wilk* para el análisis del porcentaje de la cobertura algal por espolón (B= Bocagrande, M= Marbella, T= Transecto) (N= Número de muestras).

	BT1	BT2	BT3	BT4	MT1	MT2	MT3	MT4
N	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,8051	0,8035	0,9T08	0,781	0,7186	0,7294	0,7939	0,9385
<i>P</i>	0,01673	0,016	0,364	0,008517	0,001482	0,002006	0,01221	0,5369

La prueba de *Kruskal-Wallis* mostró que no hay diferencias significativas entre los porcentajes de cobertura algal por espolón ( $p= 0,3656$ ).

#### 4.7. CORRELACIONES ENTRE DENSIDAD RELATIVA DE QUITONES Y COBERTURA ALGAL

Para comprobar si existía relación estadísticamente significativa entre la densidad relativa y la cobertura algal en cada cuadrante, inicialmente se comprobó que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Posterior a esto, se realizó una prueba no paramétrica de Correlación de Rangos de *Spearman* donde se encontró que la correlación no fue estadísticamente significativa (Tabla 23).

Tabla 15. Matriz de correlaciones de rangos de *Spearman* entre densidad relativa de quitones y cobertura algal.

	Densidad relativa (# ind x 5000 cm <sup>2</sup> )	Cobertura algal (%)
Densidad relativa		Valor p= 0,24217
Cobertura algal	Coeficiente de correlación= 0,13227	

#### 4.8 CORRELACIONES ENTRE TALLAS DE QUITONES Y COBERTURA ALGAL

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las tallas (LT) de los quitones y la cobertura algal en cada cuadrante se realizó una prueba de Correlación de Rangos de *Spearman*. Se encontró que no existe una correlación estadísticamente significativa entre las tallas y la cobertura algal (Tabla 24).

Tabla 16. Matriz de correlaciones de rangos de *Spearman* entre tallas (longitud total en cm) de quitones y porcentaje de cobertura algal.

	Talla de quitones (cm)	Cobertura algal (%)
Talla		Valor p= 0,75833
Cobertura algal	Coeficiente de correlación= -0,13174	

## 5. DISCUSIÓN

Este trabajo es uno de los estudios poblacionales de *A. granulata* en el Caribe colombiano, y aunque existe poca información relacionada con la especie y con los sitios de muestreo, los resultados se compararon con los obtenidos en otros trabajos a nivel nacional (Quirós-Rodríguez *et al.*, 2015; Valdemar *et al.*, 2013; Sampedro *et al.*, 2012; Batista-Morales y Díaz-Sánchez, 2011; Gracia, 2008; Gracia *et al.*, 2005) e internacional (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2018; Flores-Campaña *et al.*, 2012; García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2011; Glynn, 1970) sobre *A. granulata* y otras especies de quitones (Patiño-Montoya y Abella-Medina, 2017; Vasconcelos, 2011).

### 5.1. DENSIDAD POBLACIONAL

En el presente estudio no se evidenciaron diferencias significativas entre los sitios de muestreo, pero si entre los espolones debido a que en Bocagrande se encontró una incidencia de *Bloom algal* durante el periodo de muestreo. Además, en ambos sitios (Bocagrande y Marbella) la mayor densidad de organismos se encontraba en los espolones del costado norte, explicados por la mayor incidencia del oleaje, lo cual concuerda con lo expuesto por Menge y Brach (2001) y Sampedro *et al.* (2012).

En los sitios estudiados se encontraron 349 individuos de *A. granulata*, 180 de ellos para Marbella y 169 para Bocagrande. Comparando estos resultados con los estudios realizados por Quirós-Rodríguez *et al.* (2015) quienes encontraron para *A. granulata* un total de 126 individuos, se infiere que en el presente estudio se contabilizó un mayor número de organismos. Asimismo, Nuñez *et al.* (1999) reportaron para *A. granulata*, un total de individuos de N=100 en las zonas supralitoral y mesolitoral de Bochachica.

Existen estudios realizados en otras especies, tales como el de Fernández *et al.* (2009) en México, donde encontraron 179 individuos para *Ischnochiton muscarius*, seguida de *C. articulatus* (N=54). Otro trabajo es el de Montoya y Abella-Medina (2017) quienes reportan un número total de 101 individuos para *C. stokesii*. Por lo anterior, es posible afirmar que el número total de individuos de *A. granulata* en los sitios muestreados fue alto en comparación con los reportados para la especie en otros lugares, así como para los registrados para otras especies de quitones.

Por otro lado, en el presente estudio se identificaron diferentes densidades de *A. granulata* por espolón, se revisaron ocho espolones, cuatro en Bocagrande (BT1, BT2, BT3, BT4) y cuatro en Marbella (MT1, MT2, MT3, MT4), en los cuales se encontró una densidad mínima de 1 ind/0,25 m<sup>2</sup> en MT2, y una densidad máxima de 12 ind/0,25 m<sup>2</sup> en BT1. Posiblemente, las diferencias presentadas en los espolones de Bocagrande (específicamente en el BT1) se explican por la influencia del *Bloom Algal* que se presentó durante el muestreo en ese espolón, mientras que en Marbella se considera que la variación se debe probablemente al oleaje. Sin embargo, en ambos casos se evidenció que la mayor densidad de organismos se encontraba ubicada en los espolones ubicados al norte de cada sitio de muestreo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba *post-hoc* de Dunn, los espolones que presentaron mayores diferencias fueron BT1 y MT3, las cuales se explican debido a que en la toma de muestras en BT1 se presentó un *bloom algal*, que influenciado por el oleaje, se encontraba concentrado en este espolón, cubriendo gran parte de la superficie del litoral rocoso, lo que podría explicar el por qué BT1 presentó un mayor número de individuos respecto a los otros espolones, y que de acuerdo con algunos autores (Menge y Brach, 2001; Quirós-

Rodríguez *et al.*, 2015), probablemente los ejemplares salieron de las oquedades por la alta disponibilidad de alimento.

Por otro lado, en MT3 donde también se presentó una alta densidad de organismos, posiblemente se explique por ser uno de los espolones con una mayor influencia del oleaje, y aunque en el presente estudio no se realizaron muestreos oceanográficos, ni se observó una aparente relación entre la densidad de *A. granulata* y las áreas de exposición al oleaje por espolón, pues se evidenció que las mayores densidades del quitón *A. granulata* se presentaron en los espolones ubicados en el norte de cada sitio de muestreo, donde el oleaje tiende a ser más fuerte. Esto también fue observado en el trabajo de Menge y Brach (2001), quienes afirman que la mayor densidad de organismos intermareales se presenta en áreas expuestas, y no en áreas protegidas de las costas rocosas, lo que indica que las características ambientales, tales como las corrientes y la exposición al oleaje influyen en la distribución de los quitones. Asimismo, algunos factores biológicos como la competencia, la depredación y la disponibilidad de alimento pueden influir en la densidad de los ejemplares en los sitios de muestreo (Menge y Brach, 2001).

Según Sampedro *et al.* (2012) y Quirós-Rodríguez *et al.* (2015) los ejemplares adultos son más frecuentes en las áreas expuestas y los juveniles en las áreas protegidas, debido a la disponibilidad de refugio y protección para estos últimos, lo cual fue observado en los sitios revisados, pero en el presente trabajo no se evaluó esta variable (adultos y juveniles).

Vale la pena resaltar que la densidad poblacional promedio del quitón *A. granulata* fue de 17,44 ind/m<sup>2</sup> en el presente estudio, mientras que en el trabajo de Quirós-Rodríguez *et al.*

(2015) fue de 6,29 ind/m<sup>2</sup> para la misma especie, pese a que ellos realizaron un mayor esfuerzo de captura.

Por otro lado, en el trabajo de Sampedro *et al.* (2012) se encontró para *A. granulata* densidades promedio de 10,3 ind/m<sup>2</sup> (con un esfuerzo muestral mensual de 1 m<sup>2</sup> - cada 5 m – 2 espolones de 114 x 3 m – entre Junio/2010 y Mayo/2011), con lo cual se puede evidenciar que la población de *A. granulata* en Cartagena se encuentra en buen estado, lo cual se refleja en las altas densidades encontradas en el presente estudio, comparando con las densidades promedio de los trabajos realizados por Quirós-Rodríguez *et al.* (2015) y Sampedro *et al.* (2012).

La alta densidad poblacional de *A. granulata* en el intermareal rocoso puede atribuirse, tal como lo señalan Chan (1971) y Glynn (1970), a que esta especie es capaz de permanecer en rocas aisladas y altas, más alejadas del agua, y soportar más condiciones de desecación que otras especies.

Existen diferentes causas que influyen en la densidad de los quitones, en el estudio de Smith (2013) se registró que posiblemente las corrientes y la desecación que se presentan en el litoral rocoso son las principales variables para que los quitones de esa zona utilicen microhábitats sombreados húmedos y se presente una agregación entre individuos de la misma especie, con el fin de contrarrestarlos (Smith, 2013).

A nivel mundial se han realizado investigaciones sobre las comunidades de poliplacóforos, y sólo se registran algunos estudios poblacionales de ciertas especies, tales como: Flores-Campana *et al.* (2012) quienes reportan para la especie *Chiton albonineatus* una densidad de

9,18 ind/m<sup>2</sup>, que, al compararlos con el presente estudio, presenta valores similares en densidad poblacional, lo cual lleva a pensar que independiente de la especie de poliplacóforo que se esté estudiando, si las condiciones ambientales son las óptimas las densidades poblacionales promedio van a ser similares.

## 5.2. TALLAS

De acuerdo con los análisis estadísticos realizados sí se evidenciaron diferencias significativas entre los sitios de muestreo y entre los espolones, con menores tallas de los quitones en Marbella. Es posible explicar este suceso porque el oleaje es mayor en este sitio de muestreo con impacto de la energía del oleaje de forma directa debido a que esas playas presentan pendientes de mayor profundidad con mayor intensidad en las olas (Moreno, 2017).

En contraposición a lo anterior, se ha comprobado por medio de estudios de comportamiento del quitón *A. granulata*, que el pastoreo junto a la bioerosión de esos individuos no se regula por los ciclos de las mareas sino por el régimen día/noche (Rasmussen y Frankenberg, 1990), lo cual puede ser un posterior estudio para verificar esto en la población de *A. granulata* en Cartagena.

Los espolones artificiales de Cartagena podrían ser similares al hábitat natural para el quitón *A. granulata*, debido a que la caracterización de esta población presenta similitudes a un litoral rocoso natural, similar a lo encontrado en otros trabajos (López-Victoria *et al.*, 2004; Sampedro *et al.*, 2012).

Los análisis comparativos para las tallas del quitón *A. granulata* evidenciaron diferencias significativas entre los espolones, en especial en BT2, BT3, BT4 y MT1 probablemente por la poca presencia de ejemplares juveniles (LT < 3 cm). Sin embargo es necesario posteriormente realizar un estudio sobre estados juveniles y adultos en ambos sitios de muestreo.

Actualmente, existen pocas investigaciones sobre las tallas de *A. granulata*. Sin embargo, la especie en general ha sido estudiada junto con otras especies de poliplacóforos (Tabla 25):

Tabla 17. Tabla comparativa entre las tallas de diferentes especies de quitones (LT= Longitud Total; An= Ancho).

N°	Especie	LT máx	LT mín	LT promedio	An máx	An mín	An promedio	Grupo modal	Referencia
1	<i>Chiton articulatus</i>	4.226	1.153	2.534	3.025	0,189	1.547	-	Rebolledo <i>et al.</i> (2012). México.
2	<i>Chiton albolineatus</i>	5,51	0,83	2,89 ± 0,62	3,04	0,3	1,48 ± 0,34	-	Flores-Campaña <i>et al.</i> (2012). Golfo de California.
3	<i>Chiton articulatus</i>	7.499	0,166	2,40 ± 1,327	-	-	-	-	Bernabé-Moreno <i>et al.</i> (2015). México.
4	<i>Acanthopleura granulata</i>	8,78	4,02	-	5,28	2,03	-	-	Sampedro-M. <i>et al.</i> (2012). Colombia.
5	<i>Acanthopleura granulata</i>	8,8	1,0	4,8	6,2	0,6	3	4 - 6	Rasmussen y Frankenberg (1990). Bahamas.
6	<i>Chiton stockesii</i>	8,7	4,5	6.743	5,7	3,1	4.455	-	Cruz y Sotela (1984). Costa Rica.
7	<i>Chiton articulatus</i>	8,68	1,13	4,41±0,85	7,85	0,71	2,70 ± 0,58	-	Flores-Campaña <i>et al.</i> (2007) México.
8	<i>Acanthopleura granulata</i>	<b>8,05</b>	<b>1,39</b>	<b>5,25</b>	<b>5,09</b>	<b>0,3</b>	<b>3,28</b>	<b>5,5 - 7,5</b>	<b>Pereira y López (2020). Colombia.</b>

Las tallas máximas registradas del quitón *A. granulata* en Bocagrande fue de 8,05 cm, mientras que en Marbella de 7,75 cm. Los datos obtenidos sobre las tallas del quitón *A. granulata* en Cartagena pueden ser considerados como los primeros registros de caracterización de la población en estos sitios de muestreo. Asimismo, las tallas registradas en el presente estudio se encuentran dentro del intervalo de tallas registrado para la especie.

Por otro lado, Sampedro *et al.* (2012) registraron tres especies de quitones (*C. marmoratus*, *C. tuberculatus* y *A. granulata*) en el estudio poblacional realizado en espolones artificiales de Coveñas (Sucre), allí encontraron que *C. marmoratus* es la especie que presentó tallas significativamente mayores que las demás especies (9,3 cm), seguida de *A. granulata*, con tallas máximas de 8,78 cm, y, por último, *C. tuberculatus* con las tallas más bajas (6,79 cm).

Al comparar estas tallas máximas con el presente trabajo se observa una similitud entre las tallas del quitón *A. granulata* estudiadas en Coveñas con las observadas en la presente investigación.

Con relación a la talla, Rasmussen y Frankenberg (1990) llevaron a cabo un estudio a la orilla en Pigeon Creek (San Salvador, Bahamas) e identificaron una sola especie de quitón *A. granulata*. Las tallas de los individuos de Rasmussen y Frankenberg (1990) oscilaron entre 1,0 cm como talla mínima; 8,8 cm como talla máxima, y 4,8 cm como talla promedio, formando un grupo modal de 4-6 cm de largo, y se encontró que el 79% de los quitones eran adultos, y el 21% restante, eran juveniles, similar a los porcentajes encontrados en Cartagena (92% adultos y 8% juveniles).

Algunos autores sugieren que a mayor talla de los individuos se presenta una menor cobertura algal en la zona (López-Victoria *et al.*, 2004; Sampedro *et al.*, 2012).

El promedio de las tallas (5,25 cm) y el grupo modal (5,5-7,5 cm) que se obtuvieron para el quitón *A. granulata* en Cartagena muestran que las tallas del presente estudio son mayores en comparación con las tallas que registraron Rasmussen y Frankenberg (1990), asimismo, se refleja una tendencia de mayor presencia de quitones adultos. En relación con lo revisado en otras investigaciones, es preciso señalar que los datos de tallas obtenidos de la especie *A. granulata* coinciden con los rangos expuestos en los otros trabajos para la longitud máxima y mínima, y de igual forma, para el ancho máximo y mínimo, lo que permite identificar que los ejemplares menores a 3 cm son considerados juveniles

Respecto al crecimiento de *A. granulata*, Glynn (1970) registró un incremento de crecimiento mensual de 2 mm en individuos de 30 mm de longitud. Si el ritmo de crecimiento es tal como el mencionado anteriormente, durante los 12 primeros meses los quitones alcanzarían un tamaño de 28 a 32 mm. En Panamá, la tasa media de crecimiento de quitones de 8-28 mm de longitud fue de 3,8 mm/mes, mostrando crecimiento acelerado en individuos pequeños (Glynn, 1970). Sin embargo, en el presente estudio no se realizaron medidas de crecimiento y se sugiere que en una próxima investigación se debe tener en cuenta esta variable para determinar el período de tiempo que toma su crecimiento en la población de Cartagena.

### 5.3. COBERTURA ALGAL

Sampedro *et al.* (2012) señalan la presencia de especies de algas de la clase Rhodophyceae *Polysiphonia subtilissima* (Montagne 1840), *Pterocladia americana* (Taylor, 1943) y *Acathophora spicifera* (Borgesen 1910); y de la clase Chlorophyceae *Caulerpa sertularioides* (S. G. Gmelin) M. Howe 1905 y *Cladophora* sp. (Kützing, 1843) en las coberturas algales de las rocas en Coveñas (Sucre). De acuerdo con esto, en los sitios de muestreo del presente estudio se evidenció la presencia de la *C. sertularioides*, y se obtuvo un rango de porcentaje de cobertura algal en los espolones estudiados que oscila entre los 0 y 90 %.

En relación con lo anterior, *A. granulata* es un molusco herbívoro que se alimenta por el pastoreo de algas epífitas y endolíticas, por lo cual, Rasmussen y Frankenberg (1990) mencionan que en las rocas donde hay muchos quitones, es escasa la presencia de algas. Asimismo, estos autores observaron en cada uno de los sitios que los quitones cuando empezaban sus periodos de pastoreo, estaban adheridos con menos fuerza a la superficie

rocosa, similar a lo registrado en este estudio. Además, estos autores observaron también que los quitones se pueden desplazar de sus lugares de origen de 12 a 36 cm para la búsqueda de suficiente alimento, sin embargo, la correlación entre la cobertura algal y la densidad no se evidenció en el presente estudio. Es importante en posteriores estudios realizar una caracterización algal de las zonas litorales en las cuales crece la población de *A. granulata* en Cartagena.

Por último, Glynn (1970) observa que los individuos de *A. granulata* que habitan rocas aisladas y altas presentan una tendencia a no estar rodeadas de otras especies de organismos, y esto se da ya que tiene la capacidad de estar lejos del agua y de tolerar la desecación, lo cual se observó en campo en el presente estudio.

#### **5.4. Correlación de cobertura algal con densidad**

Aunque algunos autores como Sampedro *et al.* (2012) y Quirós-Rodríguez *et al.* (2015) reportan en sus estudios que a mayor cobertura algal mayor densidad de organismos, en el presente trabajo el coeficiente de correlación indicó que la densidad no tiene una correlación estadísticamente significativa con el porcentaje de cobertura algal entre los sitios de muestreo, ni los espolones.

Adicionalmente, Vega *et al.* (2008) realizaron correlaciones de *Pearson* entre las abundancias de las comunidades de moluscos y las macroalgas, para determinar si existía relación entre estas, y los resultados indicaron que parte de la variación espacio-temporal de los moluscos se debía a la disponibilidad de las algas que constituyen su fuente de alimento y resguardo. De acuerdo con Smith (2013), las oquedades y espacios bajo las rocas generan microhábitats de protección contra la energía del oleaje, desecación y ataques de depredadores.

Según García-Ríos (2015). las algas también son utilizadas como microhábitats por los quitones. La mayoría de los poliplacóforos se alimentan de algas que crecen sobre la roca, siendo animales poco activos que se mueven en las noches únicamente para alimentarse durante la marea baja, y por lo regular, “fijan residencia” en alguna cavidad que les permite regresar al mismo lugar de reposo nuevamente.

## 5.5. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

En el presente estudio se evidenció que la temperatura superficial mostró valores bajos (28°C-Marbella y 29°C- Bocagrande) en las primeras horas de la mañana (al inicio del muestreo), mientras que en horas cercanas al medio día (al final del muestreo), se notó un leve aumento en la temperatura (en ambos sitios tuvo un aumento de 1°C), teniendo una temperatura promedio de 29°C en ambos lugares. Al comparar los resultados de esta investigación con los de Sampedro *et al.* (2012), se tiene que la temperatura superficial, al inicio y al final del muestreo en Coveñas osciló entre 28 y 31°C, las cuales se ajustan a los valores de la temperatura del agua de mar registrada para el Caribe colombiano (Martínez *et al.*, 2017), y similares a los valores registrados en el presente estudio, por ende, las condiciones ambientales podrían ser favorables en estos rangos de temperatura registrados, para la especie en cuestión.

De acuerdo con lo estimado por Sanvicente-Añorve *et al.* (2018) en el Golfo de México los cambios en la salinidad y la presencia de aguas salobres (25-27 UPS) pueden incidir en la densidad de quitones para un área. Aunque en este estudio no se determinó estadísticamente la relación de la densidad con respecto a este parámetro, se sugiere que las

altas densidades se ven favorecidas por aguas totalmente salinas (31-34 UPS), por lo tanto, se puede indicar que dicha salinidad es óptima para el desarrollo de la especie.

En el presente trabajo se midió el oxígeno disuelto para determinar el estado del entorno en el que habitan estos organismos, en promedio éste fue de 10,5 mg/L en ambos sitios, indicando una oleaje moderado y estable a lo largo del muestreo. En el trabajo de Valdemar *et al.* (2013) se reportan valores en el Caribe colombiano de 4,28 mg/L. Vale la pena resaltar que estos organismos respiran principalmente a través de sus branquias, o también pueden respirar fuera del agua cuando la marea es baja, levantando el manto para capturar el oxígeno del aire (Valderrey y Corchón, 2004).

La estabilidad de los parámetros ambientales también favorece a las buenas condiciones en que se encontraron las poblaciones de quitones, lo cual es un buen indicador de la calidad de los espolones como ecosistema, por lo cual se sugiere, que su abundancia y distribución espacial se debe monitorear para mantener actualizada esa información (Sampedro *et al.*, 2012).

## 6. CONCLUSIONES

- La población del quitón *A. granulata* en los espolones artificiales de Cartagena se destaca por presentar altas densidades y tallas, indicadoras de un buen estado poblacional, demostrando así, que en ambos sitios de muestreo (Marbella y Bocagrande) se presentan las condiciones óptimas para la supervivencia y desarrollo de esa especie.
- La población de *A. granulata* no presentó diferencias significativas en las densidades por sitio de muestreo (Marbella y Bocagrande).
- La población de *A. granulata* sí presentó diferencias significativas en la distribución de tallas, explicado en parte por la exposición al oleaje.
- La población de *A. granulata* no presentó diferencias significativas de la densidad y el porcentaje de cobertura algal.
- La población de *A. granulata* de Cartagena presentó organismos con una distribución similar en ambos sitios de muestreo, explicado en gran parte, porque las características fisicoquímicas y ambientales son estables e idóneas para el desarrollo de la especie.
- Las mayores densidades de quitones fueron encontradas en los espolones ubicados más al norte en ambos sitios de muestreo, sin embargo, el muestreo en el espolón de Bocagrande coincidió con un *bloom algal* a lo largo del muestreo, que posiblemente estimuló la presencia de quitones en la superficie del litoral rocoso, impulsándolos a salir de las oquedades en busca del alimento.
- Este trabajo es el primer estudio poblacional de *A. granulata* en el litoral rocoso artificial (espolones) de Cartagena (Caribe colombiano).

## 7. RECOMENDACIONES

- En esta investigación se presentaron diferencias entre las tallas (por sitio y espolón) más no en las densidades. Se sugiere realizar más muestreos en ambos sitios para poder brindar un diagnóstico de la variabilidad de juveniles y adultos de quitones en la población.
- Para futuros trabajos se sugiere realizar un estudio oceanográfico en las zonas para establecer relaciones con la población de quitones.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N. y Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Revista Ecosistemas*, 25(1), 83-89.

Batista-Morales, A. y Díaz-Sánchez, C. (2010). Estado de los litorales rocosos. En: INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2009. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, pp. 133-156.

Batista-Morales, A. y Díaz-Sánchez, C. (2011). Litoral rocoso. En E. Zarza-González, el entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Cartagena de Indias-Colombia, pp. 136-147.

Bullock, R. y Franz, C. (1994). A preliminary taxonomic survey of the chitons (Mollusca: Polyplacophora) of Isla de Margarita, Nueva Esparta, Venezuela. *Memoria*, 54, 9-50.

Bustamante, R., Branch, G. y Eekhout, S. (1997). The influences of physical factors on the distribution and zonation patterns of South African rocky-shore communities. *South African Journal of Marine Science*. 18:119-136.

Cámara, R. y Díaz, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. *Estudios Geográficos*, LXXIV (274), 67-88.

CCO. (2007). Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros. Bogotá: Comisión Colombiana del Océano. En: <http://www.cco.gov.co/cco/areas/gestion-del-territorio-marino-costero.html>. Fecha de publicación: 23 de marzo de 2020.

Chan, M. (1971). Some aspects of the Biology of the chitons, *Chiton marmoratus* and *Acanthopleura granulate* from Barbados. McGill University, 14 pp.

Coan, E y Valentich-Scott, A. (2012). Bivalve seashells of tropical west America. Marine bivalve mollusks from Baja California to Peru. Museum of Natural History, Santa Barbara, 6: 98 pp.

Contreras, R., Abrego, F. y Aguirre, A. (1991). Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la bahía de Chamela, Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología, 62(1), 17-31.

DeCarlo, L. (1997). On the meaning and use Kurtosis. Psychological Methods, 2: 292-307.

Delfín-Alfonso, C., Gallina-Tessaro, S. y López-González, C. (2013). El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación, 285-288.

Díaz-Pulido, G. (1997). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia, Ecosistemas marinos y costeros. INVEMAR. Santa Marta.

Diccionario Náutico (En línea). Escala de Douglas. En: <https://diccionario-nautico.com.ar/meteorologia/escala-de-douglas/>. Fecha de consulta: 15/02/2021.

DNP. (2008). Elementos básicos para el manejo integrado de zonas costeras. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

Duncan O. y Hauser P. (1975). El estudio de la población. Centro Latinoamericano de Demografía, Santiago de Chile.

Eernisse, D. (2007). Chitons. In: Denny MW & SD Gaines (eds). Encyclopedia of tidepools and rocky shores. University of California Press, Berkeley. pp. 127-133.

Ferreira, A. (1986). Chiton (Mollusca: Polyplacophora) fauna of Barbados, West Indies, with the description of a new species. Bulletin of Marine Science, 36(1), 189-219.

Fernández, A., García-Ibañez, S., Flórez-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., Galeano-Rebolledo, L., Hernández-Sánchez, O., Larios-Castro, E., Alarcón-Navarrete, C. y Arana-Salvador, D. (2009). Diversidad, abundancia y riqueza de poliplacóforos en dos playas de la costa grande, guerrero, México. Mesa de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 1-3.

Flores-Campaña, L., Arzola-González, J. y de León-Herrera, R. (2012). Body size structure, biometric relationships and density of *Chiton albolineatus* (Mollusca: Polyplacophora) on the intertidal rocky zone of three islands of Mazatlan Bay, SE of the Gulf of California. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 47(2), 203-211.

Flores-Garza, R., Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Rodríguez, P., García-Ibañez, S., Galeana-Rebolledo, L., Valdés-González, A. y Rojas-Herrera, A. (2011). Mollusc community from a rocky intertidal zone in Acapulco, Mexico. Biodiversity, 12(3), 144-153.

Gaillard de Benitez, C. y Pece, M. (2011). Muestreo y técnicas de evaluación de vegetación y fauna. Serie Didáctica, (27).

Galeana-Rebolledo, L., Flores-Garza, R., Torreblanca-Ramírez, C., García-Ibañez, S., Flores-Rodríguez, P. y López-Rojas, V. (2012). Biocenosis de Bivalvia y Polyplacophora del intermareal rocoso en playa Tlacopanocha, Acapulco, Guerrero, México. Latin american journal of aquatic research, 40 (4), 943-954.

García-Ríos, C. y Álvarez-Ruiz, M. (2011). Diversidad y microestructura de quitones (Mollusca: Polyplacophora) del Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 129-136.

García-Ríos, C. (2015). *Lepidochitona pseudoliozonis*, una nueva especie de quitón (Polyplacophora: Ischnochitonidae) del norte del Caribe. *Revista de Biología Tropical* 63: 369-384.

Glynn, P. (1970). On the ecology of the Caribbean chitons *Acanthopleura granulata* Gmelin and *Chiton tuberculatus* Linne: density, mortality, feeding, reproduction, and growth. *Smithsonian Contributions to Zoology*.

Gómez-Velásquez, J., Carvajal-Perico, J. y Otero-García, J. (2012). Propuesta de Estandarización de los Levantamientos Geomorfológicos en la Zona Costera del Caribe Colombiano. Convenio Especial de Cooperación COLCIENCIAS - Gobernación del Magdalena - INVEMAR. Serie de publicaciones especiales No. 54., pp. 110.

Gotting, K. (1973). Die Polyplacophora der karibischen Küsten Kolumbiens. *Archiv. Fur Molluskenkunde*. 103(4-6), 243-261.

Götting, K. (1974) *Malakozoologie, Grundriß der Weichtierkunde* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 320 pp.

Gracia, A., Díaz, J. y Ardila, N. (2005). Quitones (Mollusca: Polyplacophora) del Mar Caribe colombiano. *Biota Colombiana*. 6(1), 117-125.

Guevara, J. y Reyes, L. (1987). Distribución de ostrácodos (Arthropoda: Crustacea) en sedimentos del norte de Cartagena. *Acta Biologica Colombiana*, 1: 1-13.

Howard, S. y William, G. (2015). Estrategias de control y prevención de la erosión en la Playa de South West en la Isla de Providencia (Bachelor's thesis). 135 p.

IDEAM (en línea). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. En: <http://www.ideam.gov.co/>. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2020.

IDEA-UN. (1994). Ecosistemas estratégicos colombianos. Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia (IDEA/UN). Informe presentado a IDEAM-Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá.

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.

INVEMAR. (2002). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2001. Santa Marta, Colombia.

Kaas, P. y Van Belle, R, (1984). Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae: Callitoplacina; Mopaliidae, 402 pp.

Kaas, P. y Van Belle, R, (1985). Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora) Vol. 1 Order Neoloricata: Lepidopleurina E. J. Brill, Leiden, The Netherlands 240 pp.

Kaas, P. y Van Belle, R. (1998). Catalogue of living chitons (Mollusca, Polyplacophora). 2nd revised edition Universal Book Services Dr. W. Backhuys, Rotterdam 204 pp.

Keen, A y McLean, J. (1971). Sea shells of tropical west America; marine mollusks from Baja California to Peru. Stanford University, p. 969-1022.

Lazcano-Ponce, E., Fernández, E., Salazar-Martínez, E. y Hernández-Ávila, M. (2000). Estudios de cohorte. Metodología, sesgos y aplicación. Salud Publica De México, 42, 230-241.

Little, C. y Kitching J. (1996). The biology of rocky shores. Oxford University Press, Nueva York, Pp 240.

Liuzzi, M. (2014). Polyplacophora. In: Los Invertebrados Marinos. Calcagno J.A. (Ed.). Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, pp. 119-131

López-Victoria, M., Cantera, K., Díaz, J., Rozo, D. y Posada, O. (2004). Estado de los litorales rocosos en Colombia: Acantilados y playas rocosas. INVEMAR. P 157.

Lyons, W. y Moretzsohn, F. (2009). Polyplacophora (Mollusca) of the Gulf of Mexico. Volume 1: Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station., Texas, pp. 569–578.

Márquez G. y Acosta, A. (1995). Programa de Ecosistemas Estratégicos. En: IDEA, 1995. La Política Ambiental del Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998. Documentos de Base. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Reduca (Biología), 5(1).

Martínez, C., Bayona-Arenas, M. y Obando, M. (2017). Diagnóstico departamento de Bolívar. 99 -116. En: INVEMAR. 2017. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Garcés, O. y L. Espinosa (Eds.). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM: INVEMAR, MADS y CAR costeras. Informe técnico 2016. Serie de Publicaciones Periódicas No. 4 (2017) del INVEMAR, Santa Marta. 260 p.

McLean, R. (1967). Measurements of beachrock erosion by some tropical marine gastropods. *Bulletin of Marine Science*, 17, 551–561

Menge, B. y Branch, G. (2001). Rocky intertidal communities. In: Bertness MD, SD Gaines & M Hay (eds). *Marine community ecology* pp. 221-251.

MMA. (2000). Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente.

Montgomery, D. (2012). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley USA 752 p.

Moreno, D. ¿Qué tan peligrosas son las playas de Crespo? El Universal. EN: <https://www.eluniversal.com.co/cartagena/que-tan-peligrosas-son-las-playas-de-crespo-255839-IVeu367179>. Fecha de publicación: 21 de junio de 2017.

Moreno K. (2012). La estructuración de las comunidades ecológicas por selección natural: una lección para la ecología de Wallace y Darwin. 89 p.

Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Editorial Científica Universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca. 89 p.

Nassif, N., Herrera, H., Carranza, P. y Galiano, J. (2016). Módulos de estudio para ingreso a medicina: biología. - 1a ed. - Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero - UNSE, 2015.

Núñez, S., López, N., García, C., y Navas, G. (1999). Caracterización y comportamiento bimensual de la comunidad sésil asociada con el litoral rocoso de Bocachica, isla de Tierra Bomba, Caribe colombiano. *Ciencias Marinas* (1999), 25(4): 629–646.

Ordóñez, J. (1991). *Curso de Ingeniería de Costas*. Barranquilla, 49 p.

Osorno-Arango, A. (2008). VII-Estado de los litorales rocosos en Colombia. P. 111-146. En: INVEMAR 2008. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas No.8. Santa Marta, Colombia. 380 p.

Osorno-Arango, A. (2016). Caracterización y diagnóstico del estado de los litorales rocosos del Caribe colombiano con fines de determinar los indicadores de integridad ecológica. Fase II: Ecorregiones Darién, Archipiélagos Coralinos y Tayrona. INVEMAR. Santa Marta

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.

Patiño-Montoya, A. y Abella-Medina, C. (2017). Variación morfométrica de *Chiton stokesii* (Polyplacophora: Chitonidae) en un gradiente intermareal del Parque Nacional Natural Isla Gorgona. *Revista de Biodiversidad Neotropical*, 7 (4): 284-90.

Pineda, I., Ramirez, L., Bedoya, D., Caparros, P., y Rojas, J. (2006). Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. UAESPNN Territorial Sede Caribe, Cartagena, 372 p.

Posada-Posada, B. y Henao-Pineda, W. (2007). Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe. INVEMAR, Serie de Publicaciones especiales No. 13, Santa Marta, 124 p.

Quirós-Rodríguez, J., Arias-Ríos, J. y Campos-Campos, N. (2015). Ensamblaje de Quitones (Mollusca: Polyplacophora) en el litoral rocoso del departamento de Córdoba, Caribe colombiano. *Actualidades biológicas*, 37(103), 177-184

Ramírez, A. (2006). Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá, Facultad de Ciencias Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana. 271p.

Ramos, A. y Guerrero, D. (2010). El suelo costero, propuesta para su reconocimiento. Eds. Instituto de Estudios del Ministerio público, Procuraduría General de la nación, y Fundación MarViva. 120 p.

Rasmussen, K. y Frankenberg, E. (1990). Intertidal bioerosion by the chiton *Acanthopleura granulata*; San Salvador, Bahamas. Bulletin of Marine Science, 47(3), 680-695.

Rodríguez-Rincón, A., Navarrete, S., Gómez-López, D., Navas-Camacho, R. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICTAC). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 44. Santa Marta. 52 p.

Rumi, A., Gutiérrez Gregoric, D., Núñez, V. y Darrigran, G. (2008). Malacología Latinoamericana: Moluscos de agua dulce de Argentina. Revista de Biología Tropical, 56(1), 77-111.

Runnegar, B. y Pojeta, J. (1985). Origin and diversification of the Mollusca, Pp. 1-57 In E. Trueman, M.R. Clarke (eds) The Mollusca vol. 10 Evolution, Academic Press, Orlando, Florida

Ruppert E. y Barnes, R. (1996). Zoología de los invertebrados. 6ta edición. McGraw-Hill Interamericana, México. 1114 pp

Ríos-Jara, E., Hermsillo-González, A. y Galván-Villa, C. (2016). Moluscos marinos (Mollusca). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. México, pp. 279-287

Sampedro, A., Prasca, S., Suárez, D. y Escobar, L. (2012). Populations of quitones (Mollusca: Polyplacophora) in artificial seawalls of Coveñas, Sucre, Colombia. Caldasia, 34(2), 397-407

Sanvicente-Añorve, L., Rodríguez-Vázquez, R., Lemus-Santana, E., Alatorre-Mendieta, M. y Reguero M. (2018). Variaciones estacionales de la comunidad de quitones (Mollusca:

Polyplacophora) en una zona intermareal rocosa del sur del Golfo de México. *Biología Marina y Oceanográfica*, 53(1), 19-26.

Schwabe, E. (2008). A summary of reports of abyssal and hadal Monoplacophora and Polyplacophora (Mollusca). *Zootaxa*, 1866: 205-222. Germany.

Schwabe, E. (2010). Illustrated summary of chiton terminology. *Spixiana*, 33(2), 171-194.

Silva, R., Martínez, M., Moreno-Casasola, P., Mendoza, E., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vázquez, G., Martínez-Martínez, R., Monroy-Ibarra, R., Cáceres-Puig, J., Ramírez-Hernández, A. y Boy-Tamborell, M. (2017). Aspectos generales de la zona costera. UNAM; INECOL. 54 pp.

Sirenko, B. (2006). New Outlook on the System of Chitons (Mollusca: Polyplacophora). *VENUS*, pp 65 (1-2): 27-49

Skoglund, C. (2000). Panamic province molluscan literature additions and changes from 1971 through 2001, III Gastropoda. San Diego Shell Club, 286 pp.

Sliker, F. (2000). Chitons of the world: an illustrated synopsis of recent Polyplacophora. *L'Informatore Piceno*. 290 p.

Smith, D. (2013). Ecology of the New Zealand rocky shore community. New Zealand Marine Studies Centre, 55 pp.

Solbrig, O. (1994). Biodiversity: an introduction. En: Solbrig et al. (Eds) Biodiversity and global change. Cab International. Wallingford, EEUU. p. 13.

Souza, S. y Matthews-Casco, H. (2019). Molluscan Assemblages in Rock Pools on Sandstone Reefs: Local and between Pools Variability. *Journal of Shellfish Research*, 38, 201-208.

Steer, R., Arias, F., Ramos, A., Sierra, P., Alonso, D. y Ocampo, P. (1997). Documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras Colombianas. Documento de Consultoría del Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 390 pp

Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S. y Galeana-Rebolledo, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(2), 283-294.

Valdemar, J., Prada, K. y Gamarra, K. (2013). Macro-invertebrados intermareales de las playas turísticas en Cartagena de Indias, Caribe colombiano y su uso potencial como bioindicadores de calidad ambiental. *Researchgate*, 1, 1-11.

Valderrey, M. y Corchón, L. (2004). Moluscos. Poliplacóforos. *Asturnatura*, 70.

Vasconcelos, S. (2011). Dinâmica populacional dos quítons (Mollusca: Polyplacophora) da praia do Pacheco, Caucaia, Ceará, nordeste do Brasil. 128 p.

Vega, C., Olabarria, C. y Carballo J. (2008). Variación espacio-temporal de moluscos y macroalgas en sustratos rocosos intermareales en la bahía de Mazatlán. *Ciencia y mar*, (34): 3-16

Vendrasco M., Fernandez C., Eernisse D. y Runnegar B. (2008). Aesthete canal morphology in the Mopaliidae (Polyplacophora). *American Malacological Bulletin*, 25, 51-69.

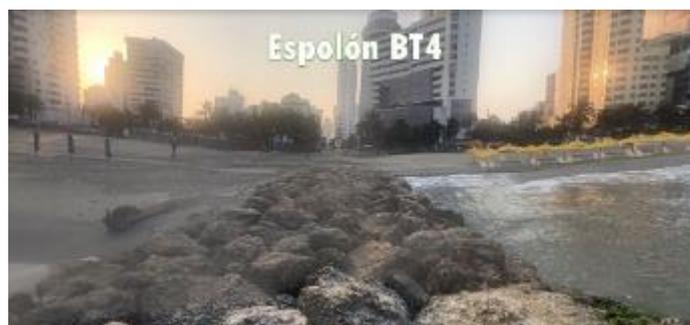
Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson, USA. p. 960.

Zarza-González, E. (2011). El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Cartagena: Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. 230 p.

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1

#### ESPOLONES BOCAGRANDE



**ANEXO 2**  
**ESPOLONES MARBELLA**



**ANEXO 3**  
**EQUIPO DE TRABAJO**

