



Abundancia, distribución y características poblacionales del *Cardisoma guanhumi* en sectores de la boquilla en Cartagena de Indias, Caribe Colombiano.

PRESENTADO POR:

CHRISTIAN MAURICIO PATARROYO LEÓN

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELIAS BECHARA ZAINUM- SECCIONAL
CARTAGENA**

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y BIOTECNOLÓGICAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

CARTAGENA, COLOMBIA.

2022



Abundancia, distribución y características poblacionales del *Cardisoma guanhumi* en sectores de la boquilla en Cartagena de Indias, Caribe Colombiano.

Trabajo de grado presentado por:

CHRISTIAN MAURICIO PATARROYO LEÓN

Para optar al título de Biólogo Marino

Director:

DRA. PATRICIA ROMERO MURILLO

Co-Director:

DR. RICARDO SARMIENTO-DEVIA

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELIAS BECHARA ZAINUM- SECCIONAL
CARTAGENA**

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y BIOTECNOLÓGICAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

CARTAGENA, COLOMBIA.

2022

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mi mamá, papá y mi hermana ya que en todo momento me dieron apoyo tanto emocional como económico. También quiero agradecer a la decana Martha Torres por la iniciativa de crear la escuela de biología marina en la ciudad de Cartagena ya que sin este espacio ninguno de estos proyectos se estaría realizando. Así mismo mis más sinceros agradecimientos a los docentes de la universidad del Sinú: Luz Marina Mejía Ladino, Esteban Zarza Gonzales, Alejandro Henao Castro, Camilo Platz, Gina Diaz Paramo, Adriana Bermúdez Tobón, Carlos Andrés Henry López y a la directora Patricia Romero Murillo y Codirector Ricardo Sarmiento-Devia quienes a lo largo de la carrera ponían el alma en cada una de las clases que hacían. Gracias a esto hoy me puedo considerar un profesional y estoy listo para enfrentar cualquier adversidad. También quiero agradecer a mis compañeros de Biología marina quienes aportaron de cierta forma ayuda en el desarrollo de este trabajo, a mis amig@s Melissa Diaz, Miguel Collazos, Arturo Clavijo, Javier Prieto, Nicolas García por su apoyo incondicional y por todas las experiencias vividas durante la carrera. Por último, mis agradecimientos a las personas que viven en la Boquilla en especial al cangrejero Santander quien con sus conocimientos empíricos me ayudo a tener una perspectiva más amplia de lo que significa este organismo tanto para el ecosistema como para los habitantes de esta región.

Esta investigación hace parte de los proyectos realizados por el Grupo de Investigación en Biología, Ecología Acuicultura y Microbiología -GIBEAM de la Escuela de Biología marina de la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainum - Seccional Cartagena.

El autor financió con recursos propios las actividades realizadas en campo, así como el apoyo logístico brindado por pescadores y habitantes de la zona.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA	5
1.1.EL CANGREJO AZUL.....	5
1.1.1. Biología.....	5
1.1.3. Importancia pesquera	10
1.2.MANGLARES.....	12
1.2.1. Definición e importancia ecológica y económica	12
1.2.2. Manglares en Cartagena	13
1.3.ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE <i>Cardisoma guanhumi</i>	15
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
2.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
2.2.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
2.3.OBJETIVOS	19
2.3.1. General.....	19
2.3.2. Específicos	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.AREA DE ESTUDIO.....	20
3.2.ABUNDANCIA Y CAPTURA DE <i>C. guanhumi</i>	22

3.2.1. Delimitación de Zonas de Muestreo	22
3.3.MORFOMETRÍA	25
3.3.1. Sexo (dimorfismo sexual).	25
3.3.2. Talla (ancho y largo del caparazón (cm), peso (gr)) y color.	26
3.3.3. Madurez Reproductiva.....	27
3.3.4. Consideraciones Especiales segundo muestreo.	29
3.3.5. Análisis estadísticos.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.DENSIDAD DE <i>C. guanhumi</i> EN LA BOQUILLA EN LOS MESES DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2020	35
Soga cangrejera: Efectividad de la Trampa	37
4.2.ABUNDANCIA DE <i>Cardisoma guanhumi</i> CON BASE EN EL NUMERO DE MADRIGUERAS (MARZO Y ABRIL DE 2021)	38
4.3.RELACIÓN DE SEXOS.....	42
4.4.LARGO Y ANCHO DEL CAPARAZÓN de <i>C. guanhumi</i>	44
4.5.PESO DE <i>C. guanhumi</i>	49
4.6.RELACION PESO-LARGO DEL CAPARAZON	52
4.7.ANÁLISIS DE CORRELACIÓN SPEARMAN.....	51

4.8.LARGO DEL CAPARAZÓN VS ANCHO DEL CAPARAZÓN POR EDADES	
.....	54
5. CONCLUSIONES.....	56
6. RECOMENDACIONES	57
7. BIBLIOGRAFIA	58
8. ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Cardisoma guanhumi</i> . Individuos adultos.....	6
Figura 2. Áreas con presencia de bosques de manglar en Cartagena de Indias.	14
Figura 3. Sector la Boquilla, Cartagena de Indias.....	21
Figura 4. Delimitación de los puntos de muestreo.. ..	23
Figura 5. Cangrejo azul <i>Cardisoma guanhumi</i> adosado a una línea de pita (soga “cangrejera”)... ..	24
Figura 6. Aspecto típico del cangrejo azul <i>Cardisoma guanhumi</i>	26
Figura 7. Medición morfométrica del Cangrejo azul <i>Cardisoma guanhumi</i>	27
Figura 8. Fases reproductivas del Cangrejo azul <i>Cardisoma guanhumi</i>	28
Figura 9. Vista exterior de madrigueras de <i>Cardisoma guanhumi</i> con Presencia de heces fecales en la entrada.	30
Figura 10. Número de Individuos por Zona de muestreo.....	35
Figura 11. Numero de madrigueras por zona.	39
Figura 12. Abundancia en base al número de madrigueras por zona.	40
Figura 13. Relación Sexo – Estados de madurez.	43
Figura 14. Largo del Caparazón de <i>Cardisoma guanhumi</i> para el sector de la Boquilla- Cartagena de Indias. Promedios estimados por Zonas de captura y sexo de los individuos.	¡Error! Marcador no definido.

- Figura 15.** Ancho del Caparazón de *Cardisoma guanhumi* para el sector de la Boquilla- Cartagena de Indias. Promedios estimados por Zonas de captura y sexo de los individuos.;Error! Marcador no definido.
- Figura 16.** Gráfico de dispersión del Ancho del Caparazón Vs Largo del Caparazón para Machos y Hembras.49
- Figura 17.** Peso promedio de *Cardisoma guanhumi* para el sector de la Boquilla, categorizado por Fechas-Zona de muestreo, y sexo de los individuos.;Error! Marcador no definido.
- Figura 18.** Peso [gr] Vs Ancho[cm] - Todos los Individuos...;Error! Marcador no definido.
- Figura 19.** Ancho del caparazón vs Largo del caparazón por edades.....55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes recientes sobre las relaciones morfométricas para el cangrejo azul <i>C. guanhumi</i> en Suramérica.....	7
Tabla 2. Densidad relativa por zona con promedio de <i>C. guanhumi</i> para el Sector de La Boquilla – Cartagena de Indias, estimada mediante captura de individuos por soga cangrejera y conteo de madrigueras en Noviembre - Diciembre 2020 y Marzo-Abril 2021.....	41
Tabla 3. Porcentajes de Machos y Hembras en cada zona de muestreo.....	43
Tabla 4. Resultados correlación Spearman.....	51
Tabla 5. ANOVA Simple Ancho del Caparazón entre Zonas. Fuente propia.....	74
Tabla 6. ANOVA Simple Peso de los individuos entre Zonas. Fuente Propia.	75
Tabla 7. ANOVA Simple largo del caparazón vs machos y hembras. Fuente propia.	75
Tabla 8. ANOVA Simple machos y hembras vs peso. Fuente Propia.	76
Tabla 9. ANOVA Simple largo del caparazón vs zonas. Fuente Propia.	76
Tabla 10. ANOVA Simple machos y hembras vs ancho del caparazón. Fuente Propia.	77

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Datos recolectados en el trabajo de campo.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Datos Madrigueras Zona A.....	67
Anexo 3. Datos madrigueras Zona B.....	68
Anexo 4. Datos Madrigueras Zona C.....	69
Anexo 5. Datos Madrigueras Zona D.....	72
Anexo 6. Condiciones Iniciales (Fecha) Zona A.....	78
Anexo 7. Condiciones estado de la Zona A al hacer el segundo muestreo un mes después del primero (Fecha).....	80
Anexo 8. Zona B.....	81
Anexo 9. Zona C (toma a).....	82
Anexo 10. Zona C (toma b).....	82
Anexo 11. Zona D.....	83
Anexo 16. Caracuchas Zona C.....	84
Anexo 17. Madriguera en Zona C.....	84

RESUMEN

El cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* es un organismo con un alto potencial pesquero y muy apetecido por las diferentes comunidades de Cartagena. Se encuentra en el libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia (2002), categorizado como especie vulnerable debido a la reducción de sus poblaciones, relacionada con la captura masiva de los individuos y el impacto antropogénico sobre sus hábitats. Los antecedentes disponibles no registran estimaciones recientes de densidad para esta especie en la región. El objetivo de la investigación fue determinar la densidad de estos organismos en el sector la Boquilla, Cartagena de Indias, Caribe Colombiano. Durante los meses de noviembre y diciembre se establecieron transectos de 33 m de largo por 18 m de ancho, colocando trampas de tipo artesanal, conocidas como sogas de cangrejo, muy utilizada por los pescadores de la región para la captura de estos especímenes. Posterior a la captura, cada uno de los organismos fue medido y pesado. Por otro lado, en los meses de marzo-abril la estimación de la densidad se realizó por medio de la presencia o ausencia de heces en las madrigueras para así evitar un muestreo invasivo. También se registró la vegetación circundante y el tipo de sedimento de la zona, a partir de antecedentes bibliográficos y las propias observaciones en campo.

Se obtuvieron abundancias relativas de entre 0,01 y 0,03 Ind./m². Dentro de los sitios muestreados, la mayor abundancia se ubicó en la zona C, denominada por los habitantes como Loma Caracol. Esta zona se caracteriza por presentar una vegetación compuesta por especies de los órdenes myrtales, fabales y ericales, como la paja mona (*Loptochloa filiformis*) y pasto angloton (*Andropogon nodosus*). El sustrato en este lugar está compuesto por arena arcillosa parda mezclada con caracuchas (restos de conchas) y rastros de material orgánico. Los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los meses de marzo - abril del año 2021 indican que la zona con mayor abundancia de organismos fue también la zona C. En este caso, la zona C registró una abundancia de 0,09 Ind./m². Respecto a la proporción de machos – hembras en cada agregación, se obtuvo que en los muestreos realizados en los meses de noviembre – diciembre la relación de sexos fue 1:0,79. Según la edad de los individuos se observó un porcentaje de 36% adultos, 46 % preadultos y un 18% de juveniles. Entre las hembras adultas, se registró un 1% de hembras ovadas.

Respecto a las estimaciones morfométricas las zonas que presentaron los promedios más altos para longitud y ancho del caparazón fueron las zonas A y B. siendo la zona B la que presenta el promedio más alto para la longitud ($4,32 \pm 0,59$ cm) y el ancho ($6,12 \pm 1,13$ cm) del caparazón. En contraste con los registros previos los valores de longitud y ancho del caparazón se alejan de los antecedentes.

De acuerdo con lo observado observaciones el método de soga de cangrejo, aunque es el más dominado por los habitantes de la zona, no es el más apropiado para la captura y medición de estos organismos, si el objetivo es la estimación de la abundancia del recurso. La abundancia probablemente, está condicionada por la humedad del sustrato, qué a su vez, es condicionada por la época climática. Por otro lado, el grado de intervención antrópica de los ecosistemas y las características de la vegetación circundante pueden tener alguna influencia en la presencia de *C. guanhumi*, sin embargo, nuestros resultados no permiten dar alguna indicación concreta al respecto.

Palabras claves: Abundancia, *Cardisoma guanhumi*, Población, morfometría, manglar, Sector la Boquilla -Cartagena de Indias.

ABSTRACT

The blue crab *Cardisoma guanhumi* is an organism with a high fishing potential and highly desired by the different communities of Cartagena. It is found in the red book of marine invertebrates of Colombia (2002), categorized as a vulnerable species due to the reduction of its populations related to indiscriminate capture and the anthropogenic impact on its habitats. The available information does not record recent density estimates for this species in the region. The objective of the research was to determine the density of these organisms in La Boquilla, Cartagena de Indias, Colombian Caribbean.

During the months of November and December transects 33m long by 18m wide were set, placing handcraft traps, known as crab rope, widely used by fishermen in the region to capture these specimens. After being captured, each of the organisms was measured and weighed. On the other hand in the months of March-April the estimation of the density was made through the presence or absence of feces in the burrows in order to avoid an invasive sampling. The results indicate relative abundances between 0.01 and 0.03 Ind./m². Within the sampled sites, the greatest abundance was located in zone C, known by the inhabitants as Loma Caracol. This zone is characterized by presenting a vegetation composed of species of the myrtales, fabales and ericales orders, such as the mona straw (*Loptochloa filiformis*) and Anglonton grass (*Andropogon nodosus*).

The substrate in this place is composed of brown clayey sand mixed with caracuchas (rests of shells) and traces of organic material. The results obtained in the samplings carried out in the months of March - April of 2021 indicate that the area with the highest abundance of organisms was also zone C. In this case, zone C registered an abundance of 0.09 Ind./m². Regarding the proportion of males - females in each aggregation, it was obtained that in the samplings carried out in the months of November - December, the sex ratio was 1:0,79. The observed age composition consisted of 36% Adults, 46% Preadults, and 18% Juveniles. Among adult females, 1% of ovate females were recorded. The morphometric estimates indicate that the highest average for length and carapace width is 4.15 ± 2.5 cm and 5.93 ± 0.4 cm, respectively, which were obtained in zones A and B. In conclusion, it is suggested that the method of Crab rope, despite being the most used method by the inhabitants of the area, is not the most appropriate for capturing and measuring these organisms. The abundance is probably conditioned by the humidity of

the substrate, which in turn is conditioned by the climatic season. On the other hand, the degree of human intervention of the ecosystems and the characteristics of the surrounding vegetation may have some influence on the presence of *C. guanhumi*, however, our results do not allow us to draw any specific conclusions in this regard.

Key works: Abundance, populations, mangrove, *Cardisoma guanhumi*.
Sector la Boquilla -Cartagena de Indias.

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA

1.1. EL CANGREJO AZUL

Cardisoma guanhumi, conocido comúnmente como cangrejo azul de tierra, cangrejo blanco, juey, mulato, pollo de tierra o cangrejo paisano (Hernández & Campos 2015), es un crustáceo decápodo de la familia Gecarcinidae. Habita el borde costero de América desde el sur de la Florida y Texas en Estados Unidos, extendiéndose hasta Sao Paulo, Brasil (Giménez *et al.*, 2012). En Colombia ha sido registrado en localidades como Necocli, San Andrés, Tolú, Verruga, Tetas de Tolú, isla de Ceycen, isla de Tierra Bomba, isla del Rosario, Cartagena de Indias, punta Canoa, punta Piedras, punta Galera, puerto Colombia, parque Salamanca, Ciénaga Grande de Santa Marta, Santa Marta, parque Tayrona, Manaure, cabo de la Vela y cabo Falso (Ardila *et al.*, 2002). Este organismo se ha visto en ecosistemas como manglares y espartal, en densidades alrededor de los 0,58 ind./ m² en épocas de lluvia y 0,34 ind./m² en época seca (Díaz, 2015). También habita en bosques costeros, matorrales y campos abiertos (Barrios, 2008). Los representantes de esta familia se caracterizan por estar adaptados a la vida terrestre (Vargas, 2015). Después de tener una fase acuática, se integran a las comunidades bentónicas de los manglares en regiones tropicales y subtropicales (Gómez, 2015).

1.1.1. Biología

De acuerdo con ensayos de laboratorio, *C. guanhumi* presenta un ciclo de vida que consta de una fase larvaria, cinco estadios zoea y un estadio megalopa (Costlow & Bookhout, 1968). El cangrejo azul demora entre de 3,75 años y 40-45 mudas para alcanzar la madurez sexual (Wollcott & Wolcott, 1987). A medida que crece, la coloración cambia: los juveniles presentan color marrón oscuro, en los individuos en etapa de transición la coloración va de púrpura oscuro a naranja, y los adultos presentan colores azul lavanda, o en casos muy específicos como hembras en etapa de ovulación se podrían ver individuos blancos o amarillo apagado (Hernández & Campos, 2015). Los adultos presentan un cuerpo con un caparazón ancho, redondeado, fuertemente

hinchado a nivel anterolateral, estrecho a nivel posterior, con bordes anterolaterales lisos y redondeados, y un borde frontal recto o cóncavo. También presentan pelos dispersos en el borde de las patas ambulatorias y cuatro hileras de espinas en los dactilos (Figura 1). Las pinzas o quelípedos en individuos adultos, son desiguales en machos y hembras, siendo uno de ellos casi el doble de la longitud del caparazón y su isquio muy rara vez se proyecta más allá de este (Barrios, 2008).



Figura 1. *Cardisoma guanhumí*. Individuos adultos. Diferencias de coloración de un organismo macho adulto (izquierda) y una hembra en estado de transición (derecha).

Respecto al tamaño del caparazón y cómo se relacionan las características de talla y peso según múltiples estudios en Suramérica, la relación de las proporciones permanece casi constante, es decir pueden presentar variaciones mínimas. Por otra parte algunos autores indican que la característica ancho de caparazón y peso sirve para determinar el estado de madurez de los cangrejos teniendo en cuenta que un cangrejo en estado de transición tendrá un ancho de caparazón que oscila entre 5 a 7 cm en ambos sexos y un peso de 40 a 90g; en estado adulto un ancho del caparazón de 5.5 cm a 8.5 cm en las hembras y 5.5 cm a 9 cm en los machos y un peso superior a 90 g en ambos sexos (Hernández, 2013). Se han realizado varias aproximaciones, indicando una relación fuerte entre el ancho del caparazón y el peso de los individuos (Ver tabla 1).

Tabla 1. Antecedentes recientes sobre las relaciones morfométricas para el cangrejo azul *C. guanhumi* en Suramérica.

Autor, Localidad.	Relación	Análisis	N
Barrios (2008). Bahía de Cispatá, Colombia.	Largo-ancho (89%). Alto-ancho (80%). Largo-Alto (74%)	Análisis de correlación con la prueba de Spearman. Función ancho peso $X(r^2=0,83, F_{1,318}; p < 0,001)$	319
Hernández, (2013). Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz, México.	Largo-ancho	Regresión lineal	136
Rincón <i>et al</i>, (2014). Manglar de la bahía El Uno, golfo de Urabá (Colombia)	-Peso -ancho del caparazón. -largo - ancho del caparazón.	Modelos de regresiones lineal simple y múltiples A .Largo del caparazón – ancho: Largo caparazón (mm) = 4,25 + 0,761 Ancho caparazón (mm) - 0,354 ubicación, $r^2 = 84,1\%$ y largo caparazón (mm) = 3,27+ 0,766 ancho caparazón (mm), $r^2=84,0\%$	280

		<p>B . \log_{10} peso y \log_{10} ancho del caparazón:</p> <p>$\log \text{ peso} = -0,192 + 0,488 \log \text{ ancho caparazón} - 0,000720$</p> <p>Ubicación, $r^2=81,4\%$ y $\log \text{ peso} = 0,197 + 0,489 \log \text{ ancho-caparazón}$, $r^2 = 81,4\%$</p>	
<p>Hernández & Campos (2015). San Andrés, Caribe Colombiano.</p>	<p>Ancho-largo Ancho-peso</p>	<p>análisis de regresión de tipo lineal</p> <p>Ecuación relación ancho-peso para hembras:</p> <p>$\text{PESO} = -273.942 + 6.58348 \cdot \text{ANCHO}$</p> <p>Largo-ancho (hembras)</p> <p>$\text{LARGO} = 2.11707 + 0.805602 \cdot \text{ANCHO}$</p> <p>Ecuación relación ancho-peso para machos:</p> <p>$\text{PESO} = -382.262 + 8.20798 \cdot \text{ANCHO}$</p> <p>Longitud-ancho (machos)</p> <p>$\text{LARGO} = 2.79921 + 0.799559 \cdot \text{ANCHO}$</p>	101
<p>Quiñones-Llópiz.J., Rodríguez-Fourquet. C. (2019).</p>	<p>Ancho de caparazón por sexos</p>	<p>Prueba t y prueba del estimado de densidad Kernel.</p>	100

Reserva Natural del Humedal Punta Tuna en Maunabo, Puerto rico.			
Cardona et al., (2019). Magdalena, Colombia. Parque Nacional Natural Tayrona.	Talla y peso para machos y hembras. Ancho y largo.	Análisis de regresión, empleando la ecuación potencial: $P=a*AC^b$ (Ricker, 1975) Correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1979)	816

El sistema respiratorio de *C. guanhumi* consta de ocho branquias a cada lado, con cámaras branquiales arqueadas y muy espaciosas, y unas laminillas branquiales más rígidas, separadas por diversas estructuras que se encargan de la circulación del aire entre ellas; esta forma les provee de una porción de superficie adicional para el intercambio de gases y evitar así pérdida de agua por evaporación (Barrios, 2008). *C.guanhumi* además, tiene la capacidad de fijar cantidades de oxígeno disuelto en la sangre mayores a la de otros crustáceos decápodos, gracias a la afinidad de la hemocianina por el oxígeno; esto también hace que presente concentraciones de dióxido de carbono 2 a 5 veces mayores a las observadas para otras especies de decápodos (Redmond, 1962).

1.1.2. Importancia Ecológica

La distribución de los cangrejos terrestres está restringida a las zonas tropicales y subtropicales (Spivak, 1997), en general, estas especies habitan en las zonas fango-arenosas de los manglares (Fischer et al. 1995), donde las altas temperaturas se pueden evadir simplemente desplazándose a un lugar de sombra o al interior de sus madrigueras. Así, el clima afecta particularmente la abundancia de estos organismos,

limitando su estado de actividad y por tanto el tiempo que disponen para alimentarse, lo que lleva a un déficit de energía para su reproducción y crecimiento (Spivak, 1997).

El ciclo reproductivo de *C. guanhumi* depende del patrón climático y la fase lunar; las migraciones masivas anuales ocurren durante la luna llena, en los meses de mayor precipitación (Hernández & Campos, 2015). Previo al desove, las hembras recorren alrededor de 5 o 6 km en un período de una o dos noches antes de que su masa ovígera pueda desintegrarse. Luego, las hembras liberan las larvas en el agua mediante rápidos movimientos del abdomen (Gifford, 1962). Sus madrigueras, localizadas en cercanías a zonas de manglar, tienen bocas con diámetros de 8 a 13 cm y profundidades de hasta 1,5 m, que generalmente alcanzan el nivel freático (Arteta, 2009).

C. guanhumi basa su alimentación en la recolección de material vegetal próximo a sus madrigueras como hojas, frutos y hierbas que obtiene con la ayuda de sus receptores, con un rango de hasta 3,48 m (Herreid, 1963). En este sentido, actúa como un mecanismo de reciclaje de nutrientes gracias al consumo de hojas, semillas y material en descomposición y su posterior degradación, ayudando a la vegetación con la absorción de nutrientes. A su vez, las madrigueras son estructuras que sirven como reservorio para mosquitos y otras especies de insectos generando una forma de colaboración entre ambas especies (Giménez *et al.*, 2012). Es además una fuente importante de proteína e ingresos para las comunidades (Hernández & Campos, 2015). Esto fundamenta la importancia de la estimación de la abundancia de sus poblaciones y la necesidad de información detallada de los factores que afectan su distribución, como parte de las comunidades asociadas al bosque de manglar.

1.1.3. Importancia pesquera

En Colombia, el cangrejo azul es objeto de consumo directo por su carne, y secundariamente por su caparazón que se utiliza en bisutería. Su carne contiene altos niveles de proteína (18,89%), humedad (78,13%), grasas (0,78%), cenizas (2,42%) y

aporta un valor energético de 83,88 cal/100 g, con un rendimiento de 9,34 kg por cada tonelada de cangrejo entero precocinado congelado, 227 kg de muelas precocinadas o 108 kg de masas precocidas ambas congeladas. Normalmente se aprovecha todo el cuerpo de este cangrejo, aunque hay lugares como Casilda (Cuba) donde solo es aprovechada la muela mayor y posteriormente el organismo es devuelto al medio (Giménez *et al.*, 2012).

C. guanhumi es mayormente producido y exportado desde Cuba, en donde se reporta una densidad promedio de 0,56 ind./m². Desde allí, se distribuye a Colombia, República Dominicana, Venezuela, y varios otros países de Latinoamérica. También se exportan las tenazas y pulpa cocida hacia países como Estados Unidos, Japón, y Puerto Rico (Oliva, 2005). En Colombia, en donde es extraído en diferentes localidades del borde costero del Caribe, su precio varía entre \$400 y \$800 pesos, aunque puede alcanzar hasta \$1.000 y \$1.300 pesos por unidad (Barrios, 2008). En entrevistas realizadas recientemente (diciembre 2020) a habitantes del sector La Boquilla y de la Isla de Tierra Bomba (Cartagena de Indias), se encontró que el tanque (25 L. Aprox.) lleno de cangrejos, puede tener un valor de \$40.000 a \$60.000 (*Obs. Pers.*).

Junto a su explotación indiscriminada relacionada con la fácil accesibilidad al recurso en épocas de migración reproductiva y la ausencia de una veda u otras medidas de manejo, *C. guanhumi* es objeto de múltiples amenazas que resultan de la destrucción de su hábitat (Arroyave *et al.*, 2014). En países como Cuba ya hay establecidas medidas para su protección que incluyen tallas mínimas para su captura (8 cm de ancho de caparazón), restricciones para la captura de hembras ovadas y cuotas de captura en lugares específicos en donde la presión por el recurso es mayor (Giménez *et al.*, 2012). En Colombia, por su parte *C. guanhumi* apenas está registrado en el libro rojo de invertebrados marinos como especie vulnerable (VU) (Ardila *et al.*, 2002). Esto limita, aunque no restringe su explotación, ni tampoco los impactos que pueden generarse sobre los ecosistemas en donde está presente. A su vez, no se disponen de mediciones frecuentes de su abundancia y distribución, o sobre la escala de su captura en el borde costero.

1.2. MANGLARES

1.2.1. Definición e importancia ecológica y económica

Los bosques de Manglar corresponden a asociaciones vegetales de especies perennifolias, leñosas, y anfibias. Estas asociaciones se caracterizan por tener una biología estrechamente especializada a condiciones ecológicas singulares como la tolerancia a la salinidad y a los sustratos inestables (Lerna & Polanía, 2007). Las características estructurales y funcionales de los manglares hacen que estos ecosistemas sean un lugar ideal para alimentación, reposo, reproducción y refugio de fauna silvestre (Arceo-Carranza *et al.*, 2016). Se consideran sistemas altamente productivos, desde el punto de vista biológico, al tiempo que actúan como criadero para muchas especies de peces, moluscos y crustáceos, muchas de consumo humano (Cedeño & Zambrano, 2017). Además, los bosques de manglar protegen la costa de los efectos de la erosión, huracanes, tormentas, y marejadas (Restrepo & Vivas 2007) y funcionan también como biorremediadores de la contaminación marina (Gaxiola, 2011).

En las zonas de mangle se ejecutan actividades pesqueras artesanales importantes las cuales aportan al desarrollo económico de las comunidades asentadas en la costa para quienes el bosque también es fuente de alimento (peces, crustáceos, otros), recursos forestales (madera para leña, postes y carbón), y recursos no maderables (taninos, miel) (Gaxiola, 2011). El gran deterioro y la sobreexplotación de los bosques de manglar y los impactos de muchas otras actividades antrópicas sobre la costa, afectan tanto a las comunidades locales que derivan su sustento de la extracción de recursos pesqueros y forestales (León, 2003), como a las múltiples especies que habitan estos ecosistemas. Entre estas especies se encuentra el *C. guanhumí*.

En Colombia los bosques de manglar cubren un área aproximada de 379.954 ha, de las cuales 87.230 ha están en la costa Caribe (Santacruz *et al.*, 2012). En términos de desarrollo foliar los bosques de manglar de mejor crecimiento se localizan en el departamento de Córdoba, mientras que los de mayor extensión se encuentran en el delta-exterior del Río Magdalena. En contraste, las islas del Archipiélago de San Andrés cuentan con los bosques de menor cobertura, siendo solo 133 ha (Aguilera & Díaz 2016).

En el Caribe Colombiano para el departamento de Bolívar se registraron 247 especies de crustáceos decápodos de las 614 conocidas para el Caribe Colombiano (Campos *et al.*, 2010); estos ecosistemas funcionan como refugio y sustento de organismos aéreos, terrestres, anfibios y acuáticos (Agudelo y Sánchez, 2019).

1.2.2. Manglares en Cartagena

Según reportes del EPA Cartagena (2015), en esta zona se registran 24 especies de peces, seis de anfibios, ocho de reptiles, 22 de aves, siete de mamíferos, cinco de crustáceos, cuatro de moluscos y 26 de plantas, cinco de las cuales corresponden a manglares. La ciudad de Cartagena cuenta con varias áreas a las que están asociadas rodales de manglar: Islas del Rosario y norte de Barú, la bahía de Cartagena, caños y lagunas internas de la ciudad y el complejo cenagoso de la Virgen y Juan Polo (Agudelo, 2000). Allí se encuentran cuatro de las cinco especies de mangle presentes en el Caribe Colombiano: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia recemosa*), y mangle zaragosa (*Conocarpus erectus*) (Díaz *et al.*, 2010). En Cartagena los bosques de manglar más extensos se encuentran en el archipiélago de Islas del Rosario y la Ciénaga de la Virgen, que cuenta con 125,29 ha de área de manglar calculada (30% del área total de mangles en Cartagena) (García, 2017).

Estos ecosistemas presentan marcadas afectaciones debidas a la pesca artesanal, el desarrollo urbano, por ejemplo relacionado con la construcción del anillo vial, y a la contaminación de las aguas con residuos domiciliarios e industriales (Ojeda *et al.*, 2020).

El ecosistema de manglar de la Ciénaga de la Virgen, ubicado en la zona norte de la ciudad, ha perdido un total de 300 ha en los últimos treinta años a causa de la sedimentación, el corte de manglar y el relleno de las orillas con fines de urbanización (Herrera & Carbal, 2015). Así también, los manglares de la ciudad (Fig. 2) se han visto afectados por el aprovechamiento forestal inadecuado, y el manejo inapropiado de centros de producción industrial de camarón (Canal del Dique). Sumado a esto, la construcción del anillo vial Cartagena-Barranquilla y de varios complejos hoteleros y turísticos, la contaminación de la bahía por las actividades en la zona industrial y la interrupción de los flujos de agua en varios sectores han contribuido al deterioro permanente de estos ecosistemas (Sánchez, 2001).

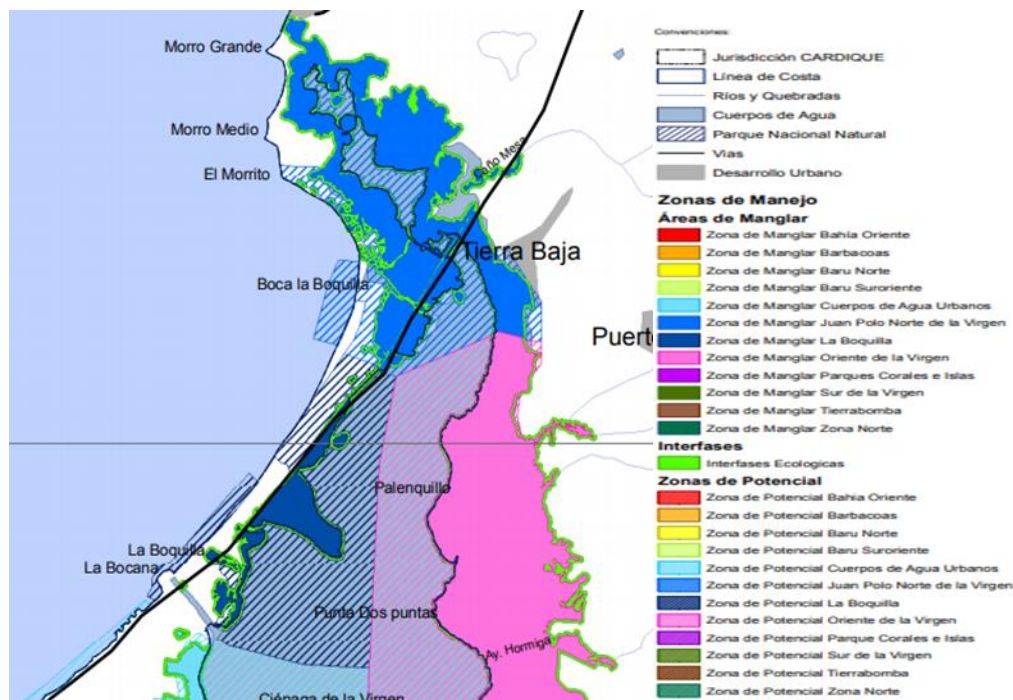


Figura 2. Áreas con presencia de bosques de manglar en Cartagena de Indias. CARDIQUE (2007).

1.3. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Cardisoma guanhumi*

trabajos en Colombia y demás áreas con presencia de esta especie, se han enfocado en la ecología de *C. guanhumi*. En la bahía de Cispatá (Caribe Colombiano), Barrios (2008) describe los aspectos biológicos y ecológicos del cangrejo azul, a partir de muestreos realizados en los meses de agosto y diciembre (2007), con el objetivo de evaluar la estructura poblacional y las condiciones reproductivas de la especie en esta zona. En este estudio, se colectaron datos en cinco estaciones, con la ayuda de cangrejeros locales. Para este caso, se capturaron 319 individuos, los cuales fueron medidos, sexados y asignados a una categoría preestablecida según su etapa de desarrollo. Con base a los datos colectados se pudo determinar que el mes de diciembre presentó las densidades promedio más altas ($2,26 \pm 1,92$ Ind./m²) y que la relación de macho y hembra fue de 1:1. Respecto a la densidad espacial, registraron un total de 1682 madrigueras de *C. guanhumi* obteniéndose que corresponden a una densidad de $1,9 \pm 0,4$ Ind./m². En ese caso, el 71,47% de los organismos muestreados fueron preadultos, 10,03% fueron juveniles y 18,50% adultos.

Por otra parte, Arteta-Bonivento (2009) hace una descripción de los cangrejos que habitan el delta del río Ranchería y su abundancia sobre los diferentes hábitats, basado en la observación de individuos capturados de forma manual y con una malla camaronera. De acuerdo con sus estimaciones, *C. guanhumi* presenta una abundancia de 3 Ind./m² en el cauce del río, mientras que en praderas y ciénagas su abundancia se reduce a menos de 2 y 1 Ind./m².

Posteriormente, Arroyave *et al.* (2014), analizó los impactos de la transformación de un ecosistema tipo manglar sobre los macroinvertebrados bénticos de la bahía El Uno en el golfo de Urabá (Colombia), durante los meses de marzo y abril del 2012. Según sus observaciones, realizadas en la principal época de actividad reproductiva, la mayor abundancia de *C. guanhumi* se encuentra en zonas de manglar, seguido de los potreros y las zonas de borde. Además, reporta una proporción de sexos de 2:1, siendo mayor el número de machos capturados en los tres ecotipos. Así también, encuentra una relación

entre la ausencia de mangle y la formación de madrigueras, así como la influencia de la falta de hojas sobre la abundancia, el peso y tamaño de los individuos. Este estudio pudo demostrar que la formación de bordes tiene un efecto negativo sobre la abundancia y condición fisiológica (peso y tamaño) de los organismos.

En San Andrés, Hernández & Campos (2015), recolectaron organismos de *C. guanhumi* aleatoriamente y de forma manual durante los meses de marzo y abril de 2012, en zonas de manglar y sus inmediaciones y en sitios en donde los isleños habían observado estos organismos. A partir de estos, evaluaron aspectos morfométricos y poblacionales de la especie. De acuerdo con sus observaciones, *C. guanhumi* presenta una relación de sexos de 3:1, habiendo una mayor proporción de machos. Para ese estudio, estimaron un ancho promedio del caparazón de 87,51 mm para machos y en hembras osciló alrededor de $82,0 \pm 9,36$ mm (ovadas y no ovadas), y en machos alrededor de $88,87 \pm 12,71$ mm. En ese caso, el promedio para la longitud del caparazón en machos fue de $73,85 \pm 10,36$ cm y $68,67 \pm 7,23$ cm en hembras, mientras su peso total fue de $347,21 \pm 114,06$ g en machos y $270 \pm 80,65$ g en hembras.

En Magdalena, Cardona *et al.* (2019), estimó los parámetros de crecimiento de *C. guanhumi* haciendo recoletas durante los meses de mayo a octubre del 2016. El estudio se realizó en cuatro localidades del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y una en la Vía Parque Isla Salamanca (VIPIS). Logrando capturar 816 individuos, los cuales fueron sexados, medidos, pesados y posteriormente liberados. Los resultados indicaron que el tamaño asintótico para el ancho del caparazón fue menor en hembras (96.74mm) que en machos (109.16mm), respecto al parámetro de crecimiento K fue mayor en hembras (0.19 año^{-1}) que en macho (0.15 año^{-1}). Los índices de desempeño de crecimiento fueron similares siendo estos de 3.252 y 3.250 para machos y hembras respectivamente. Como conclusión indica que la población de *C. guanhumi* es longeva con baja mortalidad y de crecimiento lento.

Además de estos antecedentes, no se encuentran estimaciones recientes sobre la abundancia de esta especie particularmente en la bahía de Cartagena o sus zonas

aledañas, a pesar de que su comercialización es común en la mayoría de los mercados y restaurantes de la ciudad.

Por lo tanto, este estudio propone evaluar la abundancia y distribución del cangrejo azul *C. guanhumi* en sectores de mangle de la ciudad de Cartagena de Indias, en particular en el sector de La Boquilla, como aporte al conocimiento del estado actual de las poblaciones de este recurso pesquero. Se Incluye también una descripción de las prácticas más utilizadas para su captura, y las características de los ecosistemas a las que está asociado en las épocas de invierno y verano de 2019-2020.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

C. guanhumi tiene una importante relación con el bosque de manglar al actuar como degradador de materia orgánica, lo que facilita la absorción de nutrientes por parte de la vegetación y varios otros componentes de la red trófica. Así también, el proceso de construcción de sus madrigueras aumenta el contenido de oxígeno y humedad del suelo, y provee refugios a varias otras especies de invertebrados. Los antecedentes bibliográficos disponibles sobre su abundancia y distribución y los factores que la afectan son limitados para el Caribe colombiano y en particular para Cartagena de Indias. Mientras tanto, este cangrejo se ve amenazado por el tapado de las madrigueras el cual es una práctica de captura muy agresiva, la presión de sus depredadores naturales, captura indiscriminada, inundaciones, contaminación, y varias otras formas de destrucción de su hábitat, que no cuentan con alguna herramienta de manejo (Barrios, 2008). A la vez, los habitantes de la región, para quienes esta especie constituye una fuente de ingresos y parte de su cultura, ven la reducción gradual del recurso llamando la atención sobre la necesidad de implementar medidas para su protección y conservación.

2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la densidad, distribución y características poblacionales del Cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* en los ecosistemas de manglar del sector La Boquilla, Cartagena de Indias (Colombia)?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. General

Evaluar la densidad y distribución del *Cardisoma guanhumi* en el sector de La Boquilla, Cartagena de Indias (Colombia).

2.3.2. Específicos

- Establecer las características morfométricas de los individuos presentes en las agregaciones de *C. guanhumi* en la zona de estudio.
- Determinar la densidad y distribución del *C. guanhumi* en sectores de La Boquilla, Cartagena de Indias, considerando los diferentes grados de intervención antrópica en cada uno así como la composición vegetal y cuerpos de agua asociados a estas zonas.
- Identificar las características de los ecosistemas en las áreas de distribución del cangrejo azul en el área de estudio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio forma parte de las actividades desarrolladas en el marco de la línea de investigación Ecología y Desarrollo Sostenible de la Escuela de Biología Marina de la Universidad del Sinú-Seccional Cartagena, como parte del trabajo desarrollado dentro del Semillero de Investigación SINBIOMA. Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Ética de la Escuela, y en ningún caso afectaron la supervivencia o bienestar animal de los organismos analizados.

3.1. AREA DE ESTUDIO

La ciudad de Cartagena está localizada en el norte del departamento de Bolívar sobre la orilla del Mar Caribe, en las coordenadas 10° 25' 30" latitud norte y 075° 32' 25" de longitud oeste. Se encuentra en una zona costera típica, accidentada e irregular, conformada por procesos geológicos relacionados con el mar (CIOH, 2010). Su clima es cálido – seco con una temperatura promedio de 27°C, que al medio día puede oscilar entre los 31 y 33°C, y en la madrugada mantenerse alrededor de los 24 o 25°C (IDEAM, 2020). Los mayores niveles de humedad relativa (82 %) se registran en los meses de octubre y noviembre que son también los meses más lluviosos, mientras que febrero y marzo se destacan como los meses más secos (78%). Así pues, la humedad atmosférica presenta una media anual de 80% (CIOH, 2010).

Entre los ecosistemas de mayor importancia que se encuentran en Cartagena está el bosque de mangle, que corresponde por sus características a un ecosistema continental boscoso, y al mismo tiempo, a uno marino (Rodríguez *et al*, 2008).

Una de las porciones más representativas de bosque de manglar se localiza en el sector de La Boquilla. Este es un corregimiento rural de la zona norte de Cartagena, en donde actualmente se expande la construcción de hoteles y viviendas de lujo con fines de turismo. A su vez, esta zona se caracteriza por el aumento de la población asociado al

asentamiento de desplazados y personas en condiciones vulnerables, y el subsecuente impacto sobre los recursos naturales como el manglar, que es talado para la obtención de madera que se utiliza en la fabricación de viviendas (Aguilar, 2013). En el sector de La Boquilla, tradicionalmente se ha reconocido la presencia de cangrejo azul, siendo un recurso aprovechado por esta comunidad como producto de la gastronomía típica.

Los pescadores de esta zona conocen de distintas técnicas tradicionales para la localización y captura del cangrejo azul, así como para su cocción (Obs. Per). Sin embargo, no se encuentran estimaciones recientes de la abundancia de la especie en esta zona, o sobre las tendencias poblacionales del recurso, que aparentemente se ha ido agotando en los últimos años.

Para los objetivos de este estudio, se identificaron cuatro sitios en el sector de La Boquilla (Fig. 3), cada uno con presencia recurrente de *C. guanhumi*, y características particulares que se describen en los resultados:



Figura 3. Sector la Boquilla, Cartagena de Indias. Localización de los puntos de muestreo. Modificada de google Earth. Imagen aérea modificada de Solano, Sergio Paolo. (2010).

3.2. ABUNDANCIA Y CAPTURA DE *C. guanhumi*.

A partir de la revisión del área realizada entre noviembre y diciembre de 2020 con los antecedentes presentados en el numeral anterior, se eligieron estos cuatro sitios (zonas) para determinar la abundancia y las características morfométricas de *C. guanhumi* en el sector de La Boquilla: Zona A, Zona B, Zona C y Zona D. En cada una, se tomó registro de la composición de especies vegetales de manglar predominante, así como también la composición (relativa) de las especies a lo largo del transecto, y aspectos generales sobre la intervención antrópica y la influencia de cuerpos de agua cercanos.

Los organismos medidos corresponden a los capturados por el método soga de cangrejo durante las jornadas de trabajo que fueron apoyadas por pescadores artesanales de la zona llamados “cangrejeros”. Estos muestreos tuvieron lugar durante los meses de noviembre y diciembre de 2020 (época de lluvias) y marzo y abril de 2021 (época seca), en horario de 7:00am a 12:00 pm. Las limitaciones logísticas para acceder a la zona de muestreo en horarios de mayor actividad de los organismos, así como la disposición del cangrejero no permitieron realizar este muestreo en horario nocturno.

3.2.1. Delimitación de Zonas de Muestreo

Se estimó la densidad de cangrejos utilizando un transecto de 33 m de largo y 18 m de ancho en cada uno de los puntos de muestreo. Este fue medido con un decámetro estándar (marca Stanley) y demarcado con una cinta amarilla, para evitar interferencias de los transeúntes (Fig. 4).



Figura 4. Delimitación de los puntos de muestreo.

Posterior a la marcación y delimitación de cada transecto se procedió a realizar el montaje de 30 trampas artesanales, las cuales fueron ubicadas en la entrada de las madrigueras habitadas, que se podían identificar a partir de la presencia de heces de *C. guanhumi*; este método también fue usado previamente por (Barrios, 2008) y Cardona (2017); de acuerdo a lo sugerido por Govender y Rodríguez-Fourquet (2008) (Barrios, 2008). Las trampas fueron fabricadas con pita y palos encontrados en el terreno. Estas trampas se activaban al paso del cangrejo hacia el exterior de la cueva, momento en que es sujetado por una de sus quelas (Fig. 5).



Figura 5. Cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* adosado a una línea de pita (soga “cangrejera”) dispuesta para su captura.

Los transectos se establecían desde las 7:00 am y las trampas, que se colocaron después de establecer el transecto, eran revisadas cada 40 min., en caso de que se desactivaran o fueran cortadas por un *C. guanhumi*. Luego eran montadas de nuevo. Este montaje era operado de esta forma hasta las 12 del mediodía, ya que a esta hora la actividad del *C. guanhumi* disminuía lo que reducía la efectividad de captura drásticamente. No se realizaron capturas nocturnas donde los cangrejos son más activos.

La densidad fue estimada en base a dos fórmulas, la primera para organismos capturados por soga de cangrejo (directa) y la segunda es una forma indirecta de estimar la densidad, Hernández (2022).

$$1) D=N/A$$

Donde N es el número total de individuos, y A es el área total.

$$2) D=N^{\circ}mad/A$$

Donde N° mad es el número total de madrigueras, A es el área total.

En puerto rico Govender y Rodriguez-Foruquet (2002), establecieron que para que para estimar la densidad demográfica el conteo de cuevas de *C. guanhumi*, con las heces es igual de eficiente que la captura de organismos Barrios (2008).

3.3. MORFOMETRÍA

3.3.1. Sexo (dimorfismo sexual).

Se determinó si el organismo era macho o hembra a partir de la evaluación visual del abdomen (Fig. 6): El cual en los machos tiene forma de V invertida o triangular sin cubrir todo el tórax; mientras que en las hembras es redondeado cubriendo el tórax hasta cerca del límite de las coxas torácicas (Barrios, 2008).

Con ayuda de la ecuación establecida por Creasey et al. (1997) se determinó la proporción de machos y hembras:

$$S0= (M-H)/M+H)$$

Donde M es el número total de hembras y H el número total de machos.

Si el valor es cercano a 0 este indica proporciones iguales, si es positivo indica que hay más machos que hembras y si es negativo indica que hay más hembras que machos Hernández (2022).



Figura 6. Aspecto típico del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi*. Derecha: macho; izquierda hembra.

3.3.2. Talla (ancho y longitud del caparazón (cm), peso (gr)) y color.

Para las estimaciones morfométricas, se midieron los individuos capturados por localidad- muestreo, para cada una de los cuales se registró sexo, talla y peso.

Cuando un organismo era capturado mediante las trampas antes descritas se lavaba para retirar el barro y poder identificar su patrón de coloración. Luego, era pesado en una tasa plástica dispuesta en una balanza digital portátil (el peso se registraba después de tarar la tasa) (Fig. 7a). Posteriormente, se tomaban las medidas de longitud y ancho del caparazón con un calibrador vernier marca Jaguar (Fig. 7b). Por último, los organismos eran marcados en su caparazón con un grafo permanente y puestos en libertad para evitar sesgos en las estimaciones sin afectaciones a su bienestar o supervivencia (Fig. 7c). Este método de marcado difiere del utilizado en estudios previos, como el de Arroyave *et al.*, (2014) que utilizaron pintura de secado rápido.



Figura 7. Medición morfométrica del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi*: a. peso, dispuesto sobre balanza portátil, b. Ancho y. c. Procedimiento de marcaje temporal con marcador seco.

3.3.3. Madurez Reproductiva.

La madurez reproductiva se pueda determinar por la forma del abdomen y el cambio en los pleopódos también se puede determinar con base en la talla, los organismos fueron categorizados en adultos y juveniles de acuerdo con lo planteado por Silva *et al.*, (2014). Un individuo se considera adulto cuando el ancho del caparazón es igual o mayor a 58,5 mm, ya que el color no siempre va ligado al tamaño corporal (Rincón *et al.*, 2014; Arroyave *et al.*, 2014). De acuerdo con lo observado, los individuos fueron clasificados como:

- **Juveniles:** Individuos con exoesqueleto café-rojizo, y color amarillo en las quelas y los apéndices (juvenil).

- **En transición o Pre-adultos:** Individuos de caparazón con coloración púrpura, azulada oscura, muy intensa (Figura 8a).
- **Adultos:** machos y hembras no ovadas: coloración azul lavanda en el caparazón, quelípedos y apéndices. Las hembras ovadas y los adultos mayores: son de un color blanco, grisáceo o amarillo (Figura 8b).



Figura 8. Fases reproductivas del cangrejo azul *Cardisoma guanhumí*: a. Transición. b. Adulto.

3.3.4. Consideraciones Especiales segundo muestreo.

Como se aprecia en la sección de resultados, la captura mediante el método de soga “cangrejera” en los meses de marzo y abril de 2021 no permitió capturar cangrejos. Aparentemente, el aumento de la temperatura atmosférica, asociado a la época de verano, provoca la reducción de la actividad diurna de los cangrejos en la parte exterior de sus madrigueras (Obs. Pers.). Por tal motivo, durante los muestreos realizados en estos meses, se evitó hacer una manipulación invasiva de las madrigueras. En este sentido, solo se contabilizaron las madrigueras habitadas siendo contadas sólo aquellas con presencia de heces en la entrada (Figura 9a) o aquellas en donde era evidente una reciente actividad de excavación (Fig. 9b), considerando que en cada madriguera se encuentra solo un individuo, los valores se estandarizaron para tener la densidad de individuos en términos de número No. De Individuos por m², lo cual ha sido previamente realizado por Barrios (2008) y Cardona (2017) de acuerdo a lo sugerido por Govender y Rodríguez-Fourquet (2008). Las madrigueras eran marcadas con un banderín para evitar su recuento (Fig. 9d).

La identificación de la vegetación circundante y tipo de sedimento de la zona se realizó con base al documento “Manglares de Cartagena de Indias: “patrimonio biológico y fuente de biodiversidad”” Díaz, C., Castro, I., & Manjarrez, G. (2010) y “Guía de especies de flora y fauna de la Ciénaga de la Virgen” Herrera *et al* (2017).

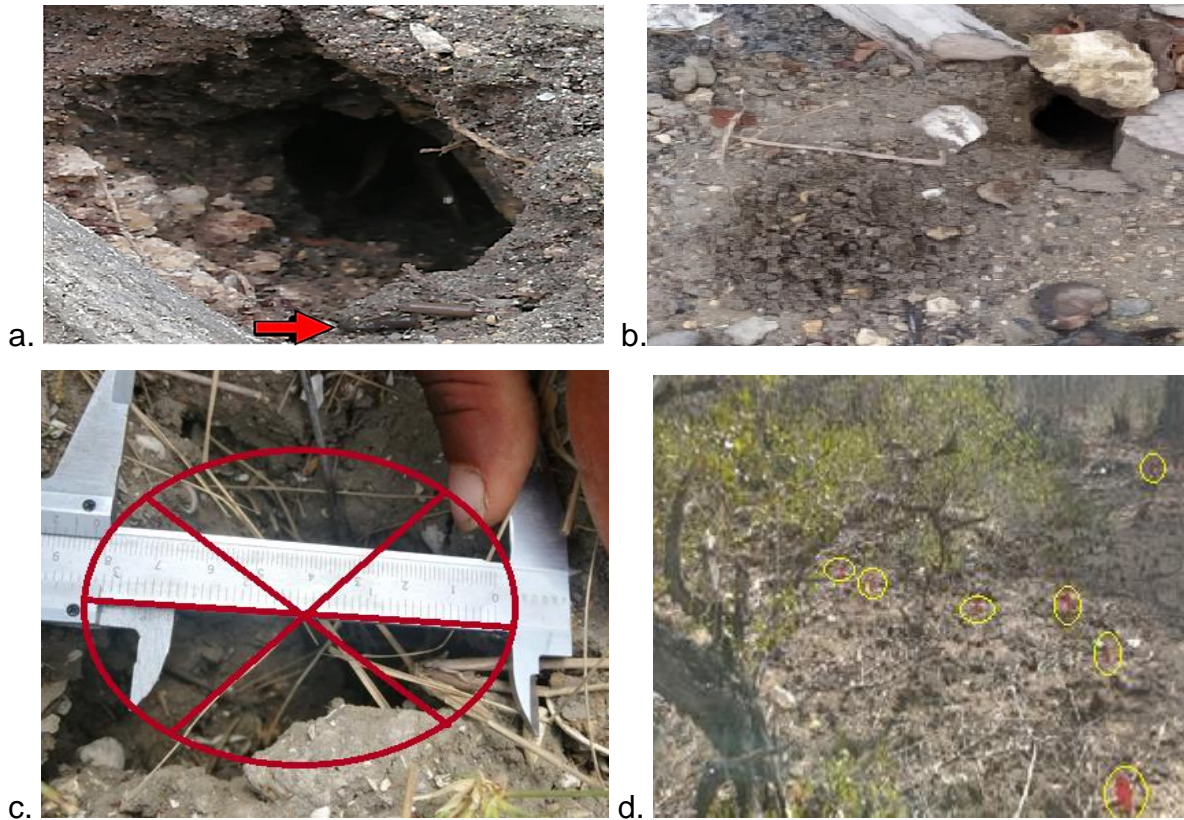


Figura 9. (a) Vista exterior de madrigueras de *Cardisoma guanhumí* con (ver flecha) presencia de heces fecales en la entrada, (b.) con rastros recientes de excavación, (c.) medición del diámetro de la abertura, las líneas rojas representan los ejes imaginarios sobre los cuales se tomaron las distintas mediciones para establecer el diámetro promedio de la abertura. (d.) Señalización de madrigueras con banderines

3.3.5. Análisis estadísticos

La estimación para la abundancia de los individuos, relación de sexos dentro de las agregaciones, y morfometría de los individuos, fueron analizadas estadísticamente mediante parámetros descriptivos (media, moda, varianza, rango, normalidad, etc.), y análisis de varianza para los factores aquí considerados (épocas, sitio, y/o sexos)., Así también se presentan aquí varios análisis gráficos de estas variables. Para esto se utilizaron paquetes de software estándar para el manejo de datos como Excel (Microsoft Office 365 Versión 2204).

Para el peso y ancho/largo del caparazón se realizó una gráfica exponencial que es la que representa de manera adecuada el aumento del peso en relación a la talla. Ya que en cierto punto los organismos ganan más peso en comparación con su crecimiento en talla. En esta grafica el exponente podía tener valores superiores a 3, indicando que valores menores que 3 son considerados como crecimientos alométrico negativos; mayores que 3 crecimiento alométrico positivo e iguales a 3 crecimiento isométrico. Cardona *et al*, (2019).

$$Y=AX^b$$

Donde Y es el peso, A intercepto, X longitud o ancho y b es la pendiente.

La relación talla peso fue analizada por medio de una correlación de Spearman con una significancia de ($p < 0,05$), considerando el número de datos disponible ($n=50$) y su distribución, y las condiciones del estudio; se compararon las variables largo vs peso, ancho vs peso y largo vs ancho con la ayuda de la extensión de Excel XLSTAT 2022.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cangrejo azul, al ser considerada una especie valiosa en el área, cuenta con un número mayor de depredadores lo cual no le permite alcanzar mayores dimensiones (Hernández & Campos 2015). Como componente de la biota asociada a los manglares, esta especie cumple un papel ecológico de alta importancia ya que promueve el flujo de materia orgánica entre en suelo y las redes tróficas, así como también los individuos airean el suelo cuando realizan la actividad de excavación (Rincón *et al.*, 2014). El conocimiento de las densidades y distribución local puede contribuir a mitigar los vacíos de información sobre este organismo en esta zona geográfica. Así mismo, estas estimaciones son esenciales para el manejo de este recurso ya que pone en evidencia el tipo de factores ambientales que pueden influir sobre su abundancia. A continuación, se describen las características de las zonas muestreadas y con libre acceso para los cangrejeros:

- **Zona A:** se ubicó en las coordenadas Latitud 10°29'13.23"N, Longitud 75°29'28.35"O y se caracterizó por la presencia de plantas pertenecientes al grupo de las brassicales, fabales (*Mimosa pudica*), arecales, poales (*leptochloa filiformis*) y (*Andropogon nodosus*), arecaceae (*Adonidia merrilli*) y un sustrato tipo arena limosa parda mezclada con rastros de material orgánico, un cuerpo de agua cercano de tipo estero, la zona estaba rodeada de casas (Anexo 6). Las imágenes que se muestran a continuación ponen en evidencia como el ser humano transforma el hábitat de los cangrejos. La imagen de la izquierda es del 11 nov 2020 y la imagen de la derecha es de 24 mar 2021. Se puede apreciar cómo se pierden las características favorables para el desarrollo de *C. guanhumi*. como lo es la sombra, la disposición de refugio y alimento.



Así mismo la zona A fue la que presento menor abundancia en los meses de noviembre y diciembre 2020 (captura directa por medio de soga de cangrejo) y marzo y abril del 2021 (estimación indirecta por medio del conteo de madrigueras), que podrían estar relacionados con la baja efectividad de las trampas a causa de las fuertes lluvias y vientos (noviembre-diciembre 2020) y a la transformación del sector por causas antrópicas (marzo y abril). Igualmente, esta zona reporto el menor numero de madrigueras no habitadas (dos), de igual forma reporto el menor numero de cangrejos machos y hembras; individuos en estado adulto y transición. La proporción de sexos en esta zona fue de 1:1. Mientras que el promedio para

- **Zona B:** se ubicó en un sendero próximo al hotel Pal Cielo Casa del mar con coordenadas Latitud $10^{\circ}30'2.46''N$, Longitud $75^{\circ}30'3.49''O$. En este transecto se observaron plantas del grupo de las myrtales y fabales, sobre un sustrato de arena arcillosa parda, desprovisto de pasto o alguna planta que lo pueda tapizar durante los meses de lluvia, pero que en la temporada de verano está totalmente tapizado por las hojas secas de los árboles las cuales son fuente de alimento para los cangrejos, en esta zona se reportó el mayor número de individuos en estado adulto lo cual puede estar relacionado con la disposición del alimento (hojas secas) y con la cercanía a La fuente de agua más cercana que es el mar (Anexo 8). Así mismo la densidad espacial fue de $0,04 \text{ ind}/\text{m}^2$. La proporción de sexos en esta zona es de 3,33:1 siendo mas representativos los machos. Respecto a la longitud, ancho de el caparazón y peso esta zona reporto los mayores valores promedio (Fig. 14).

- **Zona C:** está ubicada cerca de un área que llaman la Loma del Caracol en las coordenadas Latitud 10°30'1.08"N, Longitud 75°29'52.98"O, denominada así por la presencia abundante de "caracuchas" o conchas de bivalvos acumuladas sobre la superficie de la carretera. En esta zona se reportó la mayor densidad de cangrejos siendo esta de 0,03 y de 0,09 ind/m² en los meses de noviembre y diciembre y marzo y abril respectivamente lo cual puede estar relacionado con las siguientes características de la zona: este sitio se encuentra lejos de cualquier tipo de construcción humana. La vegetación que predomina pertenece a las myrtales (*laguncularia racemosa*), fabales, y ericales, plantas que caracterizan los ecosistemas ideales para el crecimiento y desarrollo del cangrejo. Mientras que en el sustrato predomina la arena arcillosa parda mezclada con "caracuchas" y rastros de material orgánico. La zona se encuentra en un punto equidistante a dos fuentes de agua, una salada y otra salobre; Hernández (2013) indica que el *Cardisoma guanhumi* al ser una especie semiterrestre se ve en la necesidad de mantenerse hidratado, por eso la relación positiva observada en su trabajo entre el número de madrigueras y la cercanía con estos cuerpos de agua. (Anexo 9 y 10). Respecto a la composición etaria esta fue la zona que presento el mayor número de organismos en estado de transición, así como cangrejos en estado juvenil. En cuanto al ancho del caparazón y peso esta zona presento los valores promedios más bajos. Así mismo la relación entre sexos fue de 0,6:1 siendo más representativas las hembras.
- **Zona D:** es la más apartada de todo tipo de urbanización ubicada en las coordenadas Latitud 10°30'25.00"N, Longitud 75°29'59.00"O. En esta zona predominó vegetación de las poales (pastos), myrtales, fabales. El tipo de sustrato fue arena arcillosa gris mezclada con caracuchas; la fuente de agua más cercana es el mar. El sustrato en esta zona también estaba tapizado por valvas de bivalvos y se encontraron organismos muertos fuera de sus madrigueras probablemente por la desecación o un tipo de práctica muy agresiva conocida como bejuco (Anexo 11). Respecto a la composición etaria esta zona solo reporto cangrejos en transición y adultos siendo mas representativos los primeros así mismo fue la

única zona donde no se capturaron organismos en estado juvenil. La proporción de sexos en esta zona fue de 1,6:1 siendo más representativos los machos.

A continuación, se muestran los resultados para cada una de las variables medidas.

4.1.DENSIDAD DE *C. guanhumi* EN LA BOQUILLA EN LOS MESES DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2020

Durante la realización de esta investigación, en cuatro jornadas de muestreo correspondientes a las cuatro zonas antes descritas, se capturaron en total 50 cangrejos por el método soga de cangrejo o soga cangrejera (ver descripción en sección anterior). Las densidades obtenidas oscilaron entre 0,01 y 0,03 Ind./m² (Fig. 10). A continuación, se sintetizan las condiciones del muestreo y la estimación de la abundancia aproximada basada en el número de horas de montaje de las trampas, la longitud del transecto y el número de madrigueras identificadas en cada zona:

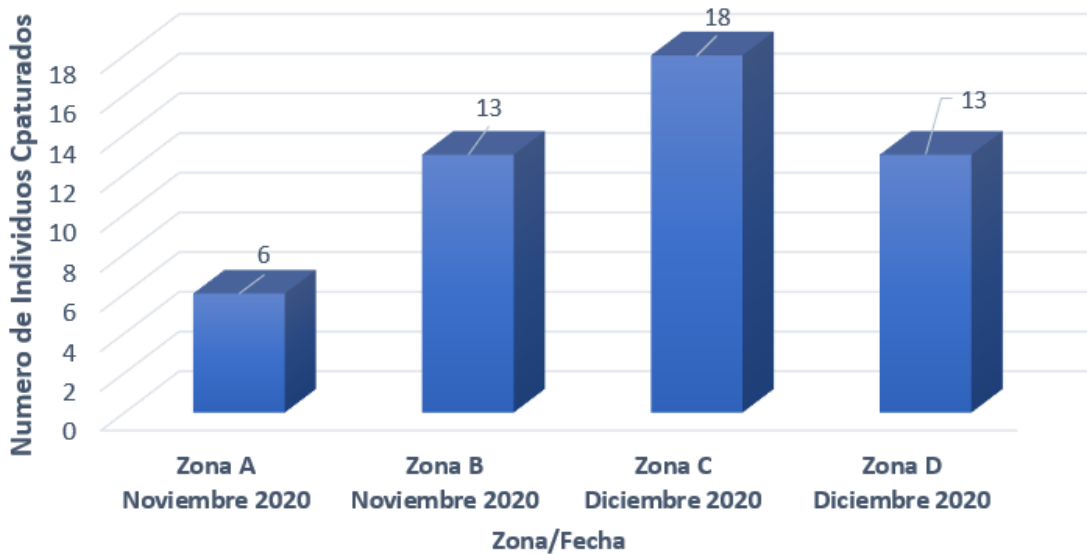


Figura 10. Número de individuos capturados en cada fecha –por zona de muestreo, mediante el método de la soga cangrejera, en Cartagena de indias.

Para este estudio, las mayores capturas se localizaron en las Zonas B, C, y D, con 13, 18, y 13 individuos respectivamente. Algunos autores sugieren que el bajo número de

organismo colectados se relaciona con la hora en que se realizaron los muestreos ya que los hábitos crípticos de esta especie sugieren una mayor probabilidad de captura durante la noche o en horas de menor radiación solar (Cardona et al 2019). Sin embargo, algunos otros estudios no indican la hora de colecta de los organismos (Hernández Maldonado y Campos 2015, Arroyave et al., 2014). En este caso las condiciones logísticas para el acceso a la zona y la instalación de las trampas solo permitieron realizar los muestreos desde las primeras horas de la mañana y hasta el mediodía, siguiendo además las costumbres de trabajo de los pescadores locales (cangrejeros). Claro está que algunos autores manifiestan también que la instalación de las trampas en la noche no asegura por completo la captura de organismos (barrios, 2008). En términos de individuos, horas de muestreo y área considerada estas capturas permitieron estimar una densidad relativa de $0,02 \pm 0,008$ Ind./m². Estas estimaciones se alejan de las observadas por Barrios (2008) quien reportó una mayor densidad para la Bahía de Cispatá, (Caribe colombiano) para el mes de diciembre por medio de captura manual, con un promedio de $2,26 \pm 1,92$ Ind./m². En contraste, estos resultados no se aproximan a las estimaciones realizadas por Oliva (2005) en Quintana Roo (México), que reporta densidades en época de no corrida (época sin migraciones reproductivos) y de corrida de $0,45$ ind/m² y $5,6$ Ind/m² respectivamente. Durante este estudio, la mayoría de individuos eran hembras ovadas, y su baja densidad se relaciona con la ocurrencia de las migraciones reproductivas de *C.guanhumi* durante el mes de agosto.

De acuerdo con los antecedentes, entre los factores que más influyen en la densidad de *C. guanhumi* es preciso tener en cuenta la composición de la vegetación circundante, la oferta de alimento y el grado de intervención antrópica de cada una de las zonas muestreadas (Díaz, 2015; Hernández & Campos, 2015). De esta manera, las zonas B, C, y D presentan especies de plantas comunes en el hábitat del cangrejo azul (Taisson, 1974). Así también, para este estudio la abundancia de *C. guanhumi*, disminuye desde la Zona A hasta la D, siguiendo el gradiente de intervención humana en el ecosistema. La Zona A y B se encuentran más propensas a los efectos antrópicos, y allí los individuos son más susceptibles a la captura por parte de cangrejeros.

La mayor disposición de alimento en las Zonas C y D, relacionada con la presencia abundante de vegetación (myrtales (*Conocarpus erectus*), fabales, poales, ericales) promovería una mayor densidad de cangrejos. Este factor condiciona el desarrollo de estos organismos y también tiene influencia en la naturaleza del sustrato, que es suficientemente compacto y organizado. Barrios (2008) relaciona la formación de madrigueras y la presencia abundante de los cangrejos con el sustrato que provee la vegetación abundante y las características de bosque de manglar. Sin embargo, en este estudio se pudo observar que, a pesar de la baja presencia de manglares, el sustrato y la materia orgánica provista por vegetación típica de bosque seco puede promover la presencia de agregaciones del cangrejo azul. Por supuesto, las observaciones de este estudio requieren ser ampliadas a través de una mayor escala temporal de observación, así como de mediciones específicas sobre las características de las zonas muestreadas y muestreos nocturnos que es donde el cangrejo presenta mayor actividad.

Soga cangrejera: efectividad de la trampa

En este estudio, la captura de los individuos se vio limitada por la hora de los muestreos y la efectividad de las trampas, a su vez condicionada por las condiciones del clima al momento de la colecta. Por ejemplo, para la Zona A solo se registran seis organismos. En este caso, las fuertes lluvias ocurridas durante el muestreo desactivaron las trampas imposibilitando la captura de más cangrejos durante la jornada, así como la instalación de nuevas trampas. De otra parte, la época climática tiene gran influencia en la actividad de los organismos pues, como se pudo observar en este estudio, se mantienen ocultos durante los meses más secos. Esto hace que durante los meses de verano se requiera de jornadas de espera más prolongadas para conseguir la activación del mecanismo y el acceso a los individuos. Esto coincide con lo reportado por Cardona (2017). Quien observó que en épocas de lluvias los individuos eran más activos por fuera de sus madrigueras.

Así también, la efectividad de la soga cangrejera como método de captura varía de acuerdo con la destreza del observador, ya sea para el montaje del artefacto o para retirar al individuo una vez es capturado. En este caso, se observó en varias ocasiones

cuando se aplica más fuerza de la necesaria, es fácil desprender la quela y así perder el individuo, que rápidamente se aleja y oculta en el ambiente. Otra consideración importante es que las trampas deben permanecer bajo observación continua ya que cuando un organismo activa el mecanismo de la trampa y siente que es capturado procede a cortar la cuerda con sus quelas. De acuerdo con las circunstancias descritas, la densidad por zona en los meses de marzo – abril se estimó teniendo en cuenta la presencia de heces por madriguera asumiendo que solo un organismo habita cada madriguera (Govender y Rodríguez-Fourquet, 2008)

4.2. ABUNDANCIA DE *Cardisoma guanhumi* CON BASE EN EL NUMERO DE MADRIGUERAS (MARZO Y ABRIL DE 2021)

Para la segunda etapa de muestreo, comprendida entre los meses de marzo y abril de 2021, se contabilizó un número total de 125 madrigueras habitadas, en las cuatro zonas durante las cuatro jornadas de muestreo correspondientes. En este caso, la zona de muestreo que menor número de madrigueras reporto fue la Zona A con un total de 21 madrigueras habitadas (Fig.11), mientras que la Zona C fue la que presentó el mayor número, 63, siendo también la que presentó una menor proporción de madrigueras no habitadas (11%). Lo observado en el caso de la Zona A *a priori* se puede relacionar con la abrupta intervención de la zona realizada durante el período de tiempo dado entre ambos muestreos. Al momento de la segunda etapa de muestreos, el sitio fue transformado completamente debido al cambio del uso del suelo por parte de los habitantes de la zona y las condiciones climáticas, pasando de ser una zona con cobertura vegetal abundante a ser un lugar desprovisto de sombra y sin vegetación; estas características han sido reportadas por otros autores quienes indican que la sombra es un factor que favorece la presencia de *C. guanhumi* Barrios (2008); Cardona (2017). De igual forma estos autores reportan bajas densidades en lugares desprovistos de sombra Barrios (2008) (0,6 y 0,7 ind/m²) y Cardona (2017) (0,8 ind/m²). Estas intervenciones pudieron causar el desplazamiento de los individuos de *C. guanhumi*, evidenciado en el reducido número de madrigueras encontradas en esta Zona. Por

supuesto, sin un monitoreo sistemático, y un seguimiento permanente de la zona, no se puede hacer conclusiones definitivas al respecto.

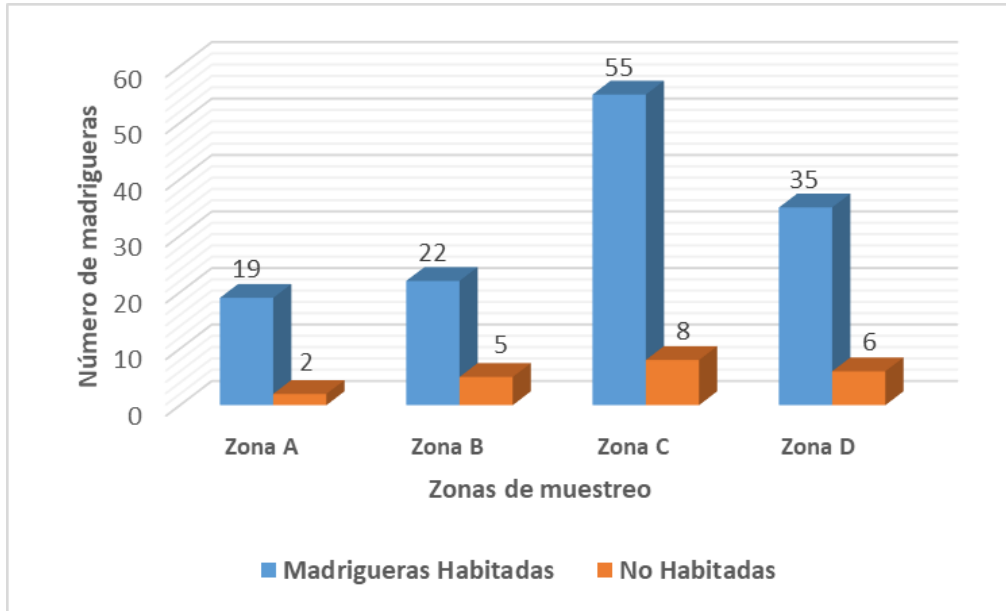


Figura 11. Registro de abundancia relativa de *C. guahnumi* en sectores de la Boquilla-Cartagena de Indias, basado en número de madrigueras por zona, en Abril de 2021.

A partir de estas observaciones (número de madrigueras, anexo 2,3,4,5), considerando que en cada madriguera se encuentra solo un individuo. Los valores se estandarizaron en términos de número de Individuos por m^2 (Tab. 2). Se estima una densidad aproximada promedio de $0,05 \text{ Ind./m}^2$ (125 madrigueras), con valores entre $0,03$ (Zona A) y $0,09$ (Zona C) Ind./m^2 (Fig. 12). Estos valores son menores a lo registrado por Aquino (2015) en Veracruz México que contabilizó un total de 2,648 madrigueras de las cuales 31% estaban inactivas y el 69% activas. También reportó una abundancia de *C. guahnumi* de 441 individuos respecto al total del área muestreada (975 m^2) es decir una densidad de $0,45 \text{ ind/m}^2$. Así mismo, los valores descritos por Barrios (2008) de $1,9 \pm 0,4 \text{ Ind./m}^2$ (1.682 madrigueras registradas) en la Bahía de Cispotá y Cardona (2017) para el PNN Tayrona (área protegida) registra densidades de $3,96 \pm 0,62 \text{ ind/m}^2$ para Bahía concha, $2,16 \pm 0,25 \text{ ind/m}^2$ para Neguanje, $1,58 \pm 0,26 \text{ ind/m}^2$ Los Naranjos, y $0,80 \pm$

0.12 ind/m² para Cabo San Juan. Con respecto a este estudio sugieren una drástica reducción en la abundancia de los organismos en esta zona, probablemente relacionada con las intervenciones antrópicas del entorno, antes descritas. Por su parte, la Zona C en esta segunda etapa de muestreo, fue la zona que presentó la mayor densidad, con una estimación de 0,09 Ind./m², que puede relacionarse con la abundante presencia de vegetación, un sustrato lábil para la formación de las madrigueras, y un balance adecuado de humedad dado por la cercanía similar al agua salada y a agua dulce.

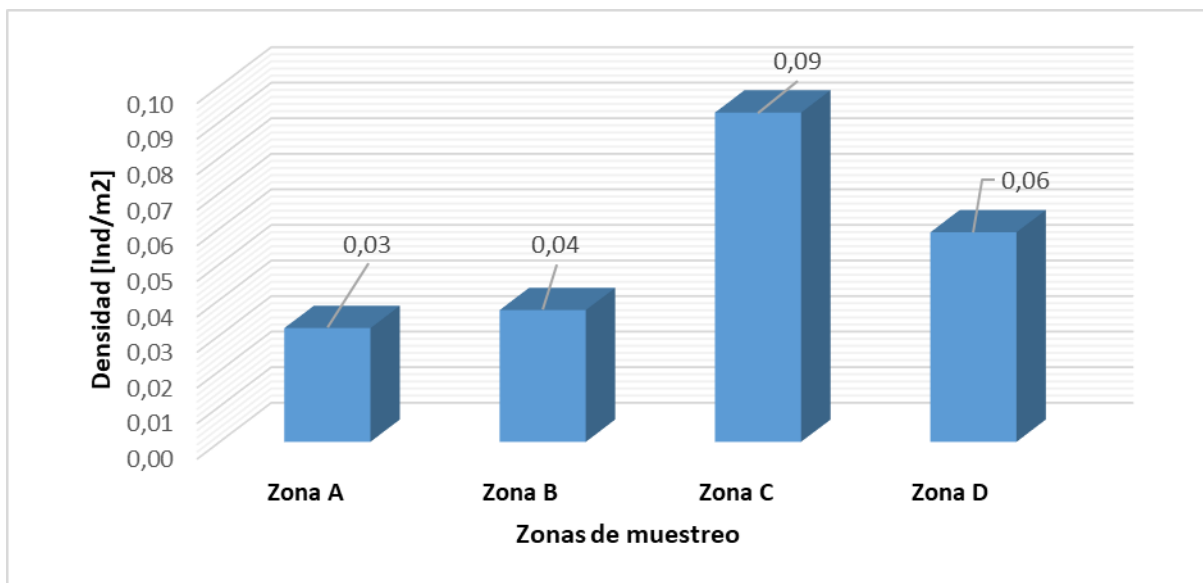


Figura 12. Densidad de *C. guahumi* (individuos/m²) en sectores con presencia de mangle en la Boquilla (Cartagena de Indias) estimado con base en el conteo del número de madrigueras dentro de un área delimitada en cada una de las zonas.

Tabla 2. Número de individuos de *C. guanhumí* capturados con soga cangrejera entre noviembre y diciembre del 2020, y número de madrigueras contadas entre marzo y abril del 2021 en las cuatro zonas de muestreo (594 m² por zona) en el Sector de La Boquilla – Cartagena de Indias en el 2021. Se incluye el promedio de cada una de las variables medidas para el sector.

Método	Soga cangrejera				Conteo de Madrigueras				Promedio
	Zona	A	B	C	D	A	B	C	
Fecha de muestreo	11-nov-2020	18-nov-2020	12-dic-2020	17-dic-2020	24-mar-2021	31-mar-2021	07-abril-2021	14-abril-2021	
No. Organismos capturados	6	13	18	13					12,5
No. total de madrigueras					21	27	63	35	36,5
No. Madrigueras Habitadas (con presencia de fecas)					19	22	55	29	31,2
No. Madrigueras no habitadas					2	5	8	6	5,25
Densidad Relativa (Ind./m ²)	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,09	0,05	0,02 y 0,05

4.3. RELACIÓN DE SEXOS

Respecto a la relación de los sexos en las zonas de muestreo (Fig. 13) obtenida en los meses de noviembre y diciembre con la captura por soga cangrejera, según la ecuación de Creasey *et al.* (2997) esta indicó que las proporciones sexuales no son iguales (0.12) ya que son los machos los más representativos. Del total de individuos capturados ($n=50$), 22 fueron hembras (44%) y 28 correspondieron a machos (56%). La proporción de sexos registrada para los individuos colectados (Tab. 3) fue de 1,27:1. En la Zona A, que estaba próxima a una fuente de agua salobre y predominada por gramíneas (pastos), la relación de los sexos fue de 1:1. En la Zona B, donde el sustrato estaba desprovisto de vegetación pero con presencia de árboles que proveían sombra, y el cuerpo de agua más cercano era el mar, predominaron los machos en una relación de 3.33:1. En la Zona C, provista de sustrato con presencia abundante de valvas de almejas, parches de gramíneas y árboles que proporcionaban sombra, se observó una mayor presencia de hembras, con una relación de 0,6:1. Por su parte, la Zona D, que también presentaba parches de gramíneas y árboles, y un sustrato arenoso con presencia de valvas de bivalvos, la relación machos hembras fue 1,6:1 respectivamente.

En la relación sexo-edad, la zona A, que también presentó el menor número de organismos capturados, obtuvo la menor cantidad de hembras (tres), dos en estado adulto y una en estado de transición. Así mismo, se capturaron tres machos en esta zona, dos juveniles y un adulto. La Zona B tuvo el mayor número de organismos adultos (seis machos y una hembra), tres en estado de transición (dos machos, una hembra) y tres en estado juvenil. En la Zona C se presentó la mayor captura de organismos (18) y la mayor presencia de organismos en transición y juveniles, de los cuales 10 estaban en estado de transición (siete hembras y tres machos), cuatro individuos se encontraban en estado adulto (dos machos, dos hembras) y cuatro en estado juvenil (dos machos y dos hembras). En la zona D se capturaron un total de 13 organismos, nueve de ellos en estado de transición (siete machos, dos hembras) y cuatro en estado adulto (un macho y tres hembras) (Fig.13). En este sentido, los resultados de este estudio no sugieren una tendencia muy clara en la composición etaria, mientras que la proporción de machos y hembras varía drásticamente de una a otra agregación.

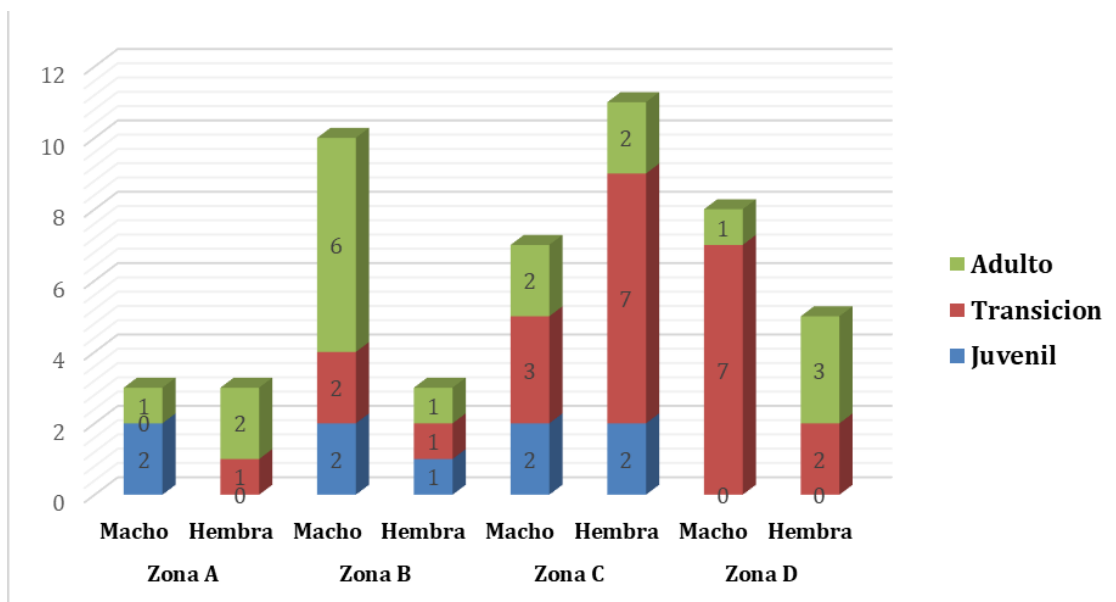


Figura 13. Estados de madurez por sexo para los individuos de *C. gaunhumi* en cada una de las zonas muestreadas.

Tabla 3. Porcentajes de machos y hembras de *Cardisoma guanhumi* en cada zona de muestreo.

	Machos	Hembras	Relación machos: hembras
Zona A	50%	50%	1:1
Zona B	77%	23%	3,33:1
Zona C	39%	61%	0,6:1
Zona D	62%	38%	1,6:1

En concordancia con lo observado aquí, Taissoun (1974) plantea que el tipo de vegetación y la cercanía al mar no son limitantes para la distribución del cangrejo tanto en tamaño como en sexo. Otros autores como en el caso de Hernández y Campos (2015) describen que la variación en la proporción de sexos se puede ver afectada por la época en la que es realizado el estudio ya que en el caso de las temporadas previas a la

reproducción las hembras pasan la mayor parte de su tiempo en las madrigueras alimentándose para así ganar peso y tener reservas energéticas óptimas para la migración. En el caso de los machos, estos tienen que buscar constantemente alimento ya que solo tienen una quela funcional y la otra hipertrofiada.

4.4. LARGO Y ANCHO DEL CAPARAZÓN de *C. guanhumi*

En este estudio, a partir de los individuos capturados en época de lluvia (nov-dic 2020) mediante soga cangrejera, se observaron valores de la longitud del caparazón entre 3,90 y 4,57 cm (Fig.19), con un promedio de $4,17 \pm 2,5$ cm. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) a una sola vía, no se observaron diferencias significativas entre los valores promedio de longitud del caparazón entre zonas de muestreo ($n=50$, $f=1,02$, $p=0,39$) o entre sexos ($n=50$, $f=3,75$, $p=0,05$), pero si entre categorías de edad ($n=50$, $f=9,90$, $p<0,01$) de los individuos.

Entre zonas, el promedio más alto de la longitud del caparazón fue observado en los individuos de la zona B ($4,32 \pm 0,59$ cm), mientras que en la zona D se registraron los menores valores ($4,01 \pm 0,39$ cm). Al analizar las tallas por sexos, las hembras y machos de mayor tamaño se encontraron en la zona B y presentaron promedios de $4,57 \pm 0,66$ cm y $4,24 \pm 0,54$ cm respectivamente. Mientras que la zona D presentó los menores tamaños en longitud para machos ($3,96 \pm 0,36$ cm) y hembras ($4,18 \pm 0,43$ cm). Las hembras de todas las estaciones presentaron en promedio mayores valores que los machos siendo estos $4,18 \pm 0,43$ cm y $4,15 \pm 0,45$ cm respectivamente, (Fig. 14).

Los valores obtenidos se alejan de lo reportado por Hernández y Campos (2015) en San Andrés, Caribe Colombiano quienes registran un valor promedio de la longitud del caparazón de $6,8 \pm 0,7$ cm para hembras y $7,3 \pm 1.036$ cm para machos, según lo registrado para 101 individuos capturados en los meses de marzo y abril del 2012 mediante el método de captura manual. Así también están por debajo de lo descrito ($5,6$ cm) por Govender y Rodríguez-Fourquet (2008) para individuos medidos en Puerto Rico.

Según lo descrito por Cardona *et al* (2019), en Magdalena (Colombia), por medio de capturas mensuales durante los meses de mayo a octubre del 2016, las medidas ancho y longitud del caparazón se encuentran fuertemente asociadas.

En el presente estudio, los intervalos de la longitud del caparazón para machos y hembras juveniles oscilaron entre 2 y 4,5 cm. Por otra parte, los organismos en transición tanto machos como hembras presentaron valores que oscilan entre 3,4 y 4,5 cm. Por último, los organismos adultos tienen una longitud de caparazón que oscila entre 4,0 cm y 5,5 cm.

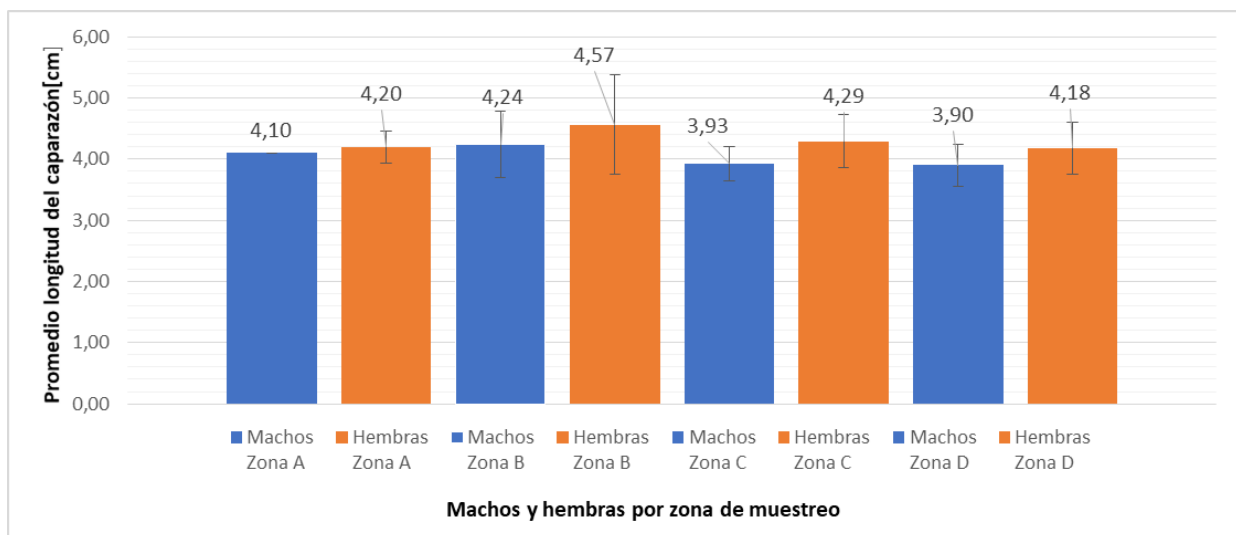


Figura 14. Promedio de la Longitud del caparazón de *Cardisoma guanhumí* \pm desviación estándar por sexo para cada una de las zonas muestreadas en el sector de La Boquilla- Cartagena de Indias.

En el caso del ancho del caparazón, para este estudio se observaron valores entre 5,50 y 6,80 cm con un promedio de $5,83 \pm 0,80$ cm (Fig. 15). En este caso, la ANOVA simple indica que esta variable no presentó diferencias significativas entre las zonas muestreadas ($n=49$, $f=0,99$, $p=0,41$). De modo similar, los promedios mayores medidos

para ancho del caparazón en machos y hembras se encuentran en la Zona B siendo $5,92 \pm 0,42$ cm y $6,80 \pm 0,46$ cm respectivamente. Esto se aleja de lo descrito por Hernández & Campos (2015) en la isla de San Andrés, quienes reportan un promedio de 8,75 cm para los individuos capturados. En las zonas A, C y D, los valores promedio de ancho de caparazón fueron $5,90 \pm 0,28$ cm, $5,50 \pm 0,62$ cm y $5,76 \pm 0,80$ cm respectivamente (Fig. 15). Por su parte, al comparar el ancho del caparazón entre machos y hembras, no se obtienen diferencias significativas (ANOVA: $n=49$, $f=13,35$ $p=0,21$) con una significancia de 0.5. Al igual que con la longitud del caparazón, el promedio del ancho de caparazón de machos ($5,7 \pm 0,73$ cm) fue menor al de las hembras ($5,9 \pm 0,89$ cm), lo que sugiere diferencias en la relación longitud-ancho del caparazón entre machos y hembras.

Los valores obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos por Arroyave-Rincón *et al.* (2014), en el Golfo de Urabá, quienes también describen valores más bajos en el peso y el tamaño promedio de los individuos colectados en los bordes del manglar como producto de una desviación estándar menor y un número reducido de organismos grandes (ancho del caparazón > 7 cm) y pequeños (< 6 cm).

Por otra parte, los valores de ancho de caparazón promedio aquí estimados se alejan a los obtenidos por Hernández (2013), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz, México. Quien reporta un promedio para el ancho del caparazón de hembras y machos de $6,8 \pm 0,97$ cm y $7,2 \pm 0,97$ cm, respectivamente y afirmando que en esta zona se encuentran 4 especies de manglar: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*). Estos datos se diferencian de lo obtenido por Hernández y Campos (2015) en San Andrés, Colombia, donde en promedio los machos tuvieron mayores tallas que las hembras $8,8 \pm 1,27$ y $8,2 \pm 9,3$ cm respectivamente, lo cual es superior a los datos obtenidos en el presente estudio. A su vez Cardona *et al* (2019), en el departamento de magdalena también obtuvieron valores de ancho del caparazón superiores en machos que en hembras, e indicaron que los machos tienen un crecimiento más lento y un tiempo de vida más largo que las hembras lo cual coincide con lo descrito por Arroyave *et al.* (2014) quienes por medio de un MLG (modelo lineal general) obtienen que si hay

diferencias significativas con respecto al tamaño del caparazón entre hembras y machos (MLG, $p < 0,001$) siendo los segundos los más grandes y pesados. Por su parte Cardona *et al* (2019) describe respecto a la frecuencia de distribución de tallas, que son los machos los que presentan una distribución más amplia de ancho de caparazón, entre 2,02 y 10,37 cm ($6,13 \pm 0,087$ cm) y las hembras 2,59 y 9,19 cm ($5,766 \pm 0,05$). En ese caso, esto es relacionado con el mayor gasto energético de las hembras durante los procesos reproductivos.

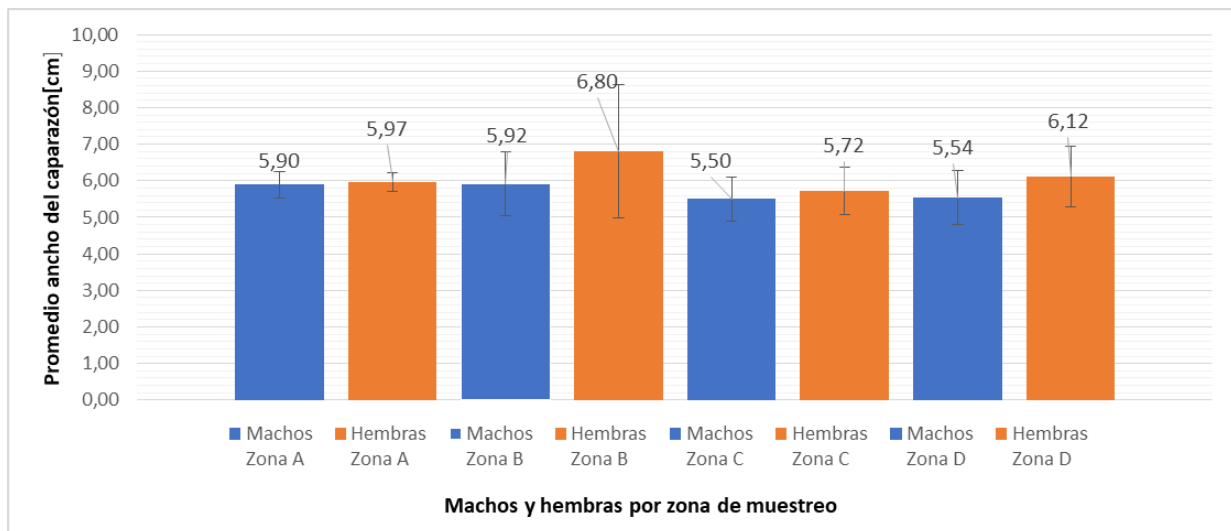


Figura 15. Ancho del caparazón de *Cardisoma guahumi* \pm desviación estándar por sexo para cada una de las zonas muestreadas en el sector de La Boquilla- Cartagena de Indias

El análisis gráfico de la relación entre el ancho y la longitud del caparazón de *C. guahumi* basado en los datos de este estudio, permite apreciar un coeficiente de determinación (toma valores de 0 a 1 y se expresa en porcentaje) para machos de R^2 : 0.59 el cual indica que el 59% de la variabilidad la longitud del caparazón es explicado por la variable ancho del caparazón y en hembras R^2 : 0.79 lo cual indica que 79% de la variabilidad de la longitud del caparazón esta explicada por el ancho del caparazón (Fig. 16). El modelo obtenido presenta alta incertidumbre, lo cual posiblemente se puede

deber a la amplitud del rango de las observaciones y al bajo número de muestras (n=28). Esto plantea la necesidad de una mayor cantidad de datos, producto por ejemplo, de un programa de monitoreo a largo plazo y en horarios de mayor actividad de los organismos (ej. Atardecer, noche), que contribuya a comprender mejor el tipo de crecimiento de esta especie. Así mismo la línea de tendencia obtenida para las hembras (n=22) presenta un valor de R^2 , cercano al 0,8 por lo que el modelo obtenido no representa de manera significativa la relación entre largo y ancho del caparazón ya que al tener un n tan bajo se esperaría que el valor de R^2 se acerque a 2. Por otra parte, con la ayuda de una correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1979) entre el ancho y el largo del caparazón Cardona *et al* (2019) determinó que estas medidas se encuentran fuertemente asociadas. El análisis de correlación de tipo lineal entre longitud y ancho del caparazón realizado por Hernández y Campos, 2015 muestra una relación significativa (coeficiente de correlación: 0.95, R^2 : 90.33%), que ellos interpretan como una respuesta en la función y frecuencia de la muda y por esta razón el crecimiento del caparazón tanto ancho como largo es constante durante toda su vida algo que también ocurre con otras especies de la familia Gecarcinidae. Por otra parte, Aquino (2015) presenta un $R^2 = 0,97$ para la relación talla/peso lo cual pone en evidencia una relación positiva. De igual forma Barrios (2008) encontró que el ancho y el largo del caparazón son las medidas más correlacionadas entre sí con un 89% de fuerza de relación: correlación de Spearman ($r=0,89$, $<0,001$).

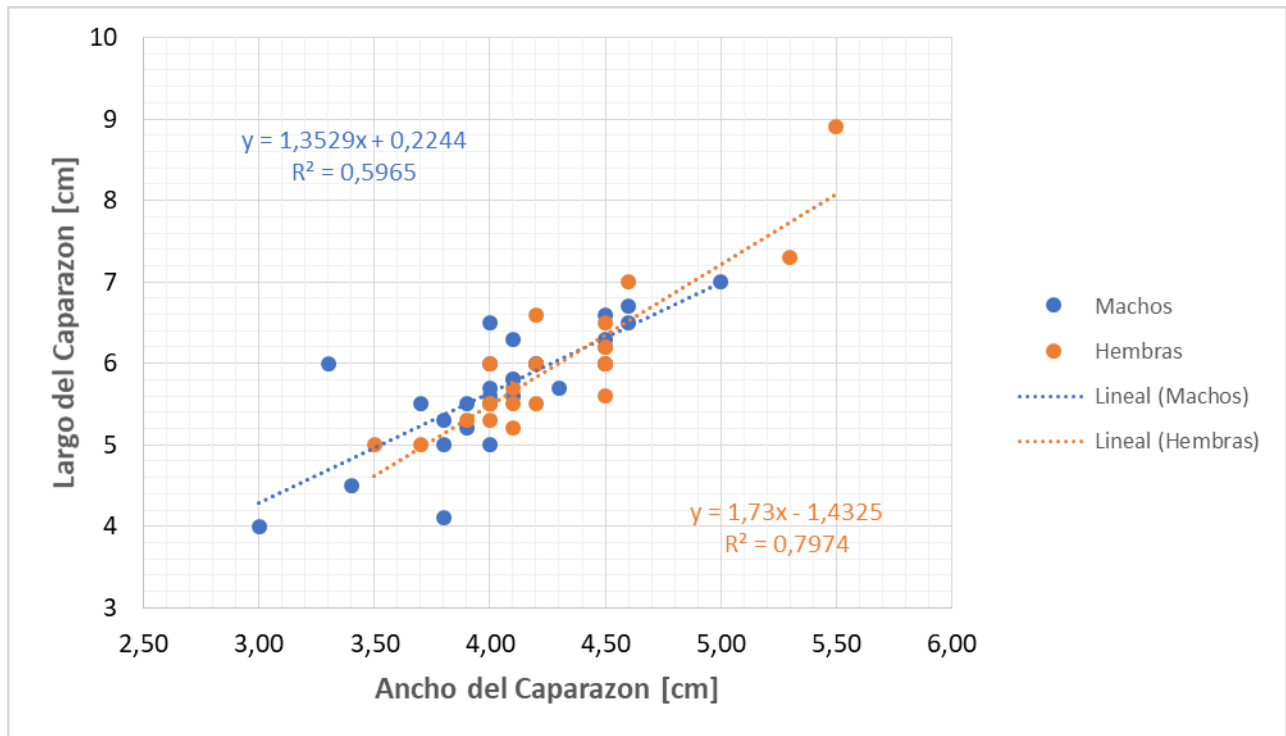


Figura 16. Relación entre la Longitud del caparazón y el Ancho del Caparazón (n=50) por sexo para los individuos de *C. guanhumi* capturados en el sector la Boquilla (Cartagena de Indias) en noviembre y diciembre de 2020.

4.5. PESO DE *C. guanhumi*

Para este estudio, se colectaron individuos con pesos entre 39 g y 187 g con un promedio de $95,02 \pm 35,62$ g (Fig. 17). Un análisis de varianza (n=50, f=1,15, p=0,34) indica que esta variable no tuvo diferencias significativas entre las zonas muestreadas. Sin embargo, Al igual que el ancho del caparazón y la longitud del caparazón, el mayor promedio para el peso se presentó en la zona B, siendo este de $108,53 \pm 38,33$ g en la zona, $121 \pm 28,05$ g para las hembras y $104,8 \pm 41,44$ g para los machos (Fig. 17). Mientras el menor se localiza en la Zona C con $83,09 \pm 39,28$ g para hembras, $89,57 \pm 37,72$ g para machos y un promedio en la zona de $85,61 \pm 37,69$ g. El peso promedio en las hembras de las zonas A y D fueron similares con $101,67 \pm 28,00$ g y $101,6 \pm 43,46$ g

respectivamente. Por su parte, al comparar el peso entre machos y hembras no se obtienen diferencias significativas (ANOVA: (n= 50, f<0,01, p=0,99).

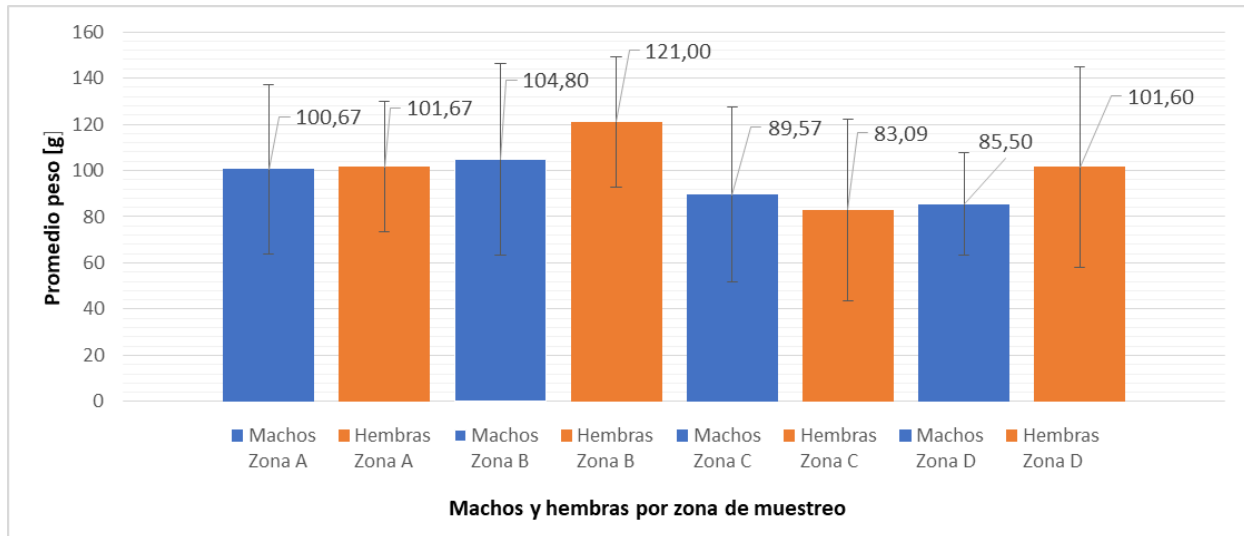


Figura 17. Peso promedio de *Cardisoma guanhumi* \pm por sexo para cada una de las zonas muestreadas en el sector de La Boquilla, Cartagena.

Estos valores se aproximan a lo obtenido por Hernández (2013) en el norte del golfo de México (100-150 g) y Aquino (2015) en Tuxpan, Veracruz México quien obtuvo un promedio de 153g. Por otra parte, Cardona *et al* (2019) obtienen para el peso de los machos valores entre 4 y 516g ($133,49 \pm 5,21$ g) y las hembras entre 9 y 266 g ($95,90 \pm 2,12$ g) en el departamento del Magdalena, Hernández y Campos (2015), en San Andrés, reportaron pesos de $347,21 \pm 114,06$ g para machos y $270 \pm 80,65$ g en hembras lo cual es superior a lo reportado en el sector de la Boquilla en el presente estudio. Es importante aclarar que autores como Hernández y Campos (2015) indican que las poblaciones de *C. guanhumi* de San Andrés, probablemente son las más sanas del país gracias a que en esta zona los cangrejos solo tienen depredadores naturales ya que los habitantes de esta región prefieren el cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*).

4.6. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN SPEARMAN

A partir del análisis de correlación Spearman con una significancia de ($p < 0,05$), de las variables largo - peso, ancho - peso, y largo - ancho (Tab. 4), se encuentran valores de entre de 0,42 y 0,69 para r_s , que es el coeficiente de determinación. De esto se encuentra que las variables más correlacionadas entre sí son ancho y peso con un coeficiente de determinación (r_s) de 69% seguida de largo vs ancho con un 63%; por su parte, las variables con la menor fuerza de relación son largo y peso del caparazón, con un coeficiente de determinación de 42%. Los resultados de largo vs ancho se acercan moderadamente a lo obtenido por Barrios (2008) quien obtuvo un coeficiente de determinación para las variables largo vs ancho de 0,89.

Tabla 4. Resultados correlación Spearman para las variables ancho y peso; largo y peso y largo y ancho de los individuos de *Cardisoma guanhumí* capturados en La Boquilla, Cartagena.

Variable	r_s	P
Ancho vs peso	0,690	<0,0001
Largo vs peso	0,423	<0,0001
Largo vs ancho	0,639	<0,0001

Igualmente, Arroyave *et al.* (2014) respecto a las relaciones alométricas entre peso y ancho del caparazón las encuentra altamente significativas y positivas (regresión lineal simple: $p < 0,01$) a causa de que los individuos aumentan más rápidamente su ancho de caparazón que su largo y peso corporal. Así también, los resultados aquí presentados coinciden con lo obtenido por Rincón *et al.*, (2014) y Hernández & Campos (2015). En el caso de las variables largo vs ancho también se obtiene una relación alta lo cual coincide con lo descrito por Barrios (2008); Hernández, A. M. (2013); Rincón *et al.*, (2014); Hernández & Campos (2015).

4.7 RELACION PESO-LARGO DEL CAPARAZON

Aquino (2015) muestra una relación talla/peso positivo siendo esta $P: 0.98$ con un coeficiente de determinación del 97% y una moda en las tallas (hembras 5 cm machos 9 cm). También presentó diferencias significativas en variables como sitio, época estacional, longitud total e interacción del sitio: cuadrante ($P < 0.05$). Por su parte Barrios (2008), en la Bahía de Cispata, encontró una fuerte asociación entre el largo del caparazón y el peso ($R^2 = 0,70$, $P = < 0,001$).

La figura 18 muestra la relación entre el peso y la longitud del caparazón de todos los individuos de *Cardisoma gunhumi* y permite apreciar un coeficiente de determinación (toma valores de 0 a 1 y se expresa en porcentaje) para machos de $R^2: 0,53$ el cual indica que el 53% de la variabilidad del peso es explicado por la variable longitud del caparazón y en hembras $R^2: 0.46$ lo cual indica que 46% de la variabilidad de el peso del caparazón esta explicada por la longitud del caparazón. Respecto a la ecuación exponencial de los machos, al exponente tener un valor inferior a 3 este indica un crecimiento alométrico negativo ($x^{2,7167}$), de igual forma ocurre en la ecuación exponencial de las hembras ($x^{2,675}$). La grafica también se realizó en base a log pero no mostro gran diferencia respecto a la gráfica exponencial.

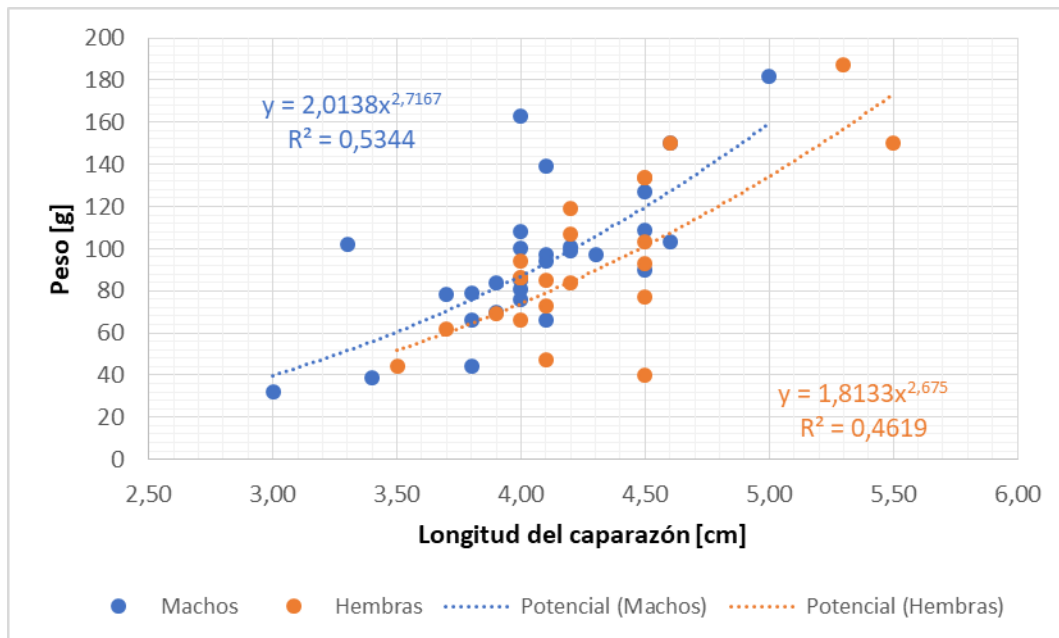
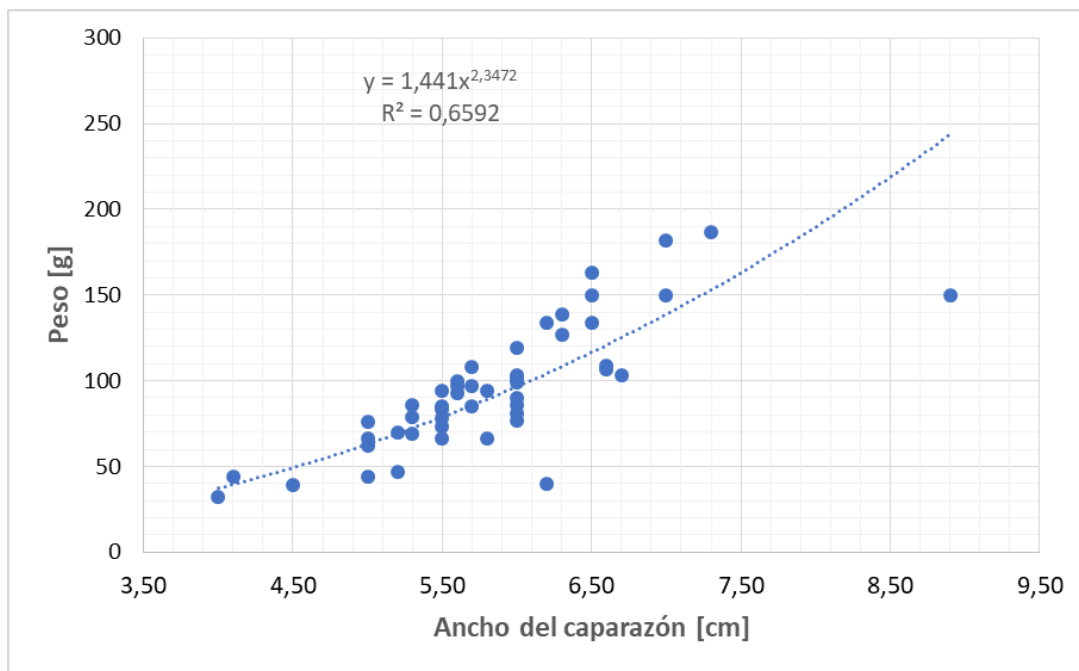


Figura 18. Relación entre el peso (g) y la longitud del caparazón (cm) de todos los individuos de *Cardisoma guanhumi* capturados en el sector de la Boquilla, Cartagena en los meses de noviembre y diciembre en el 2020.

En la figura 19 se observa la relación entre el Ancho y el Peso de todos los individuos del muestreo. En esta es posible evidenciar que las mediciones registradas para los individuos se acercan a la línea de tendencia de manera considerable. Esto también fue identificado en el valor de R^2 calculado = 0.65 (Fig. 19), que muestra que los datos en la gráfica no se ajustan al modelo obtenido. En el gráfico de la figura 19 se puede apreciar un coeficiente de determinación (toma valores de 0 a 1 y se expresa en porcentaje) de R^2 : 0,65 el cual indica que el 65% de la variabilidad del peso del individuo es explicado por la variable ancho del caparazón, Respecto a la ecuación exponencial, al exponente tiene un valor inferior a 3 este indica un crecimiento alométrico negativo ($x^{2,3472}$) lo cual coincide con lo obtenido por Cardona *et al* (2019) para la relacion talla-peso quienes reportaron un crecimiento alométrico negativo tanto en machos como en hembras.



4.8 LARGO DEL CAPARAZÓN VS ANCHO DEL CAPARAZÓN POR EDADES

De acuerdo con el patrón de coloración corporal de los organismos colectados mediante soga cangrejera en el período noviembre- diciembre de 2020 (Fig. 20), se pudo observar que 9 (18%) individuos estaban en estado juvenil, 23 (46%) en transición y 18 (36%) correspondían a adultos (Anexo 1) lo cual coincide a lo descrito por Barrios (2008), quien obtuvo el 71,47% de los organismos muestreados fueron preadultos, 10,03% fueron juveniles y 18,50% adultos. En correspondencia con las diferencias antes descritas en talla (largo y ancho de caparazón) y peso, la Zonas B presento el mayor número de organismos en etapa adulta (7), mientras que en la zona C y D se reporta el mayor número de organismos en estado de transición, 10 y 9 respectivamente.

La captura de pocos organismos en estado juvenil, sugiere limitaciones al reclutamiento de individuos, como consecuencia de una disminución en la densidad poblacional a través de los años; así lo menciona por Arroyave-Rincón *et al.*, (2014). Por otra parte Barrios (2008) describe que hay meses, en los cuales se ejerce mayor presión sobre el recurso que también coinciden con las épocas de desove; ambos factores generan un efecto negativo en las poblaciones de *C. guanhumi* ya que al capturar las hembras ovadas el reclutamiento será menor y también el número de individuos que lleguen al estado adulto. Esto muestra la importancia de monitorear el estado reproductivo y la fertilidad de los individuos capturados para su comercialización.

Aquino (2015) en Tuxpan, Veracruz México reportó que las tallas más frecuentes para el largo del caparazón en juveniles es de 4 cm lo cual coincide con lo obtenido en la presente investigación, también indica que por lo general las hembras suelen presentar tallas mayores que los machos en épocas de reproducción y desove.

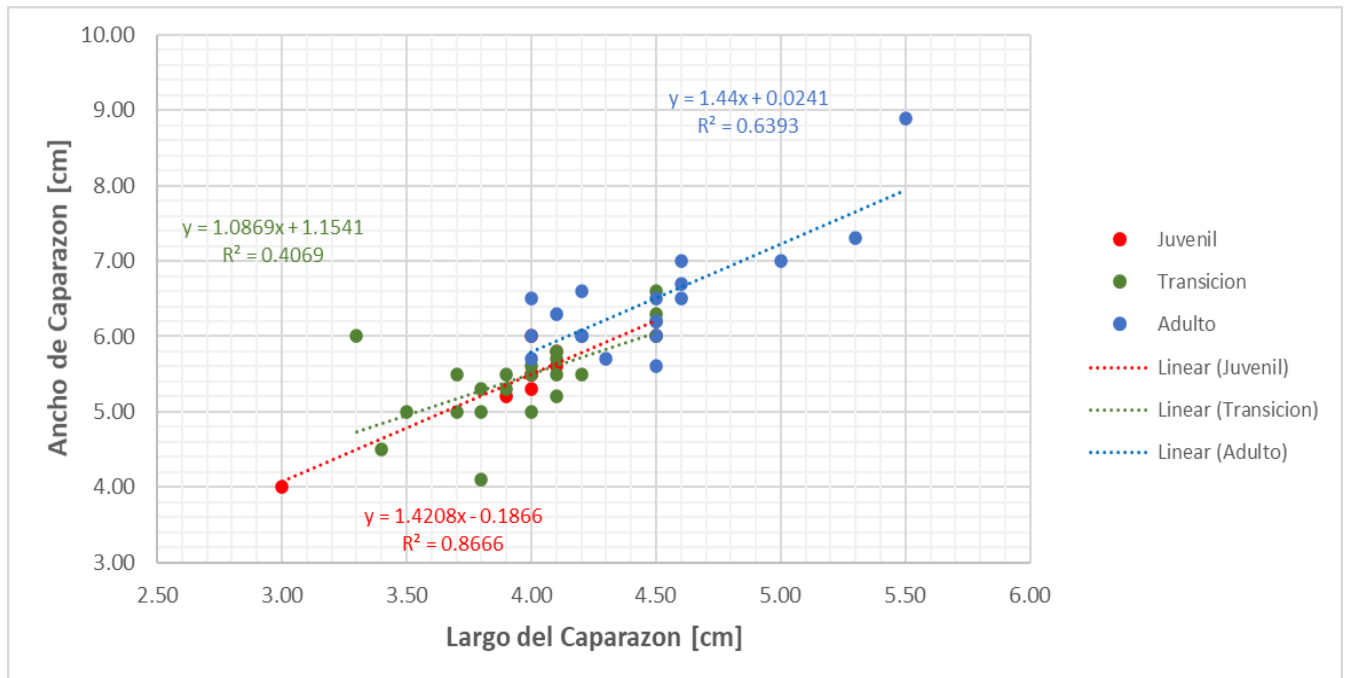


Figura 20. Relacion entre Ancho y la longitud del caparazón de *Cardisoma guanhumí* por edades, para el sector de La Boquilla, Cartagena. En los meses de noviembre y diciembre del 2020. (n=50)

5 CONCLUSIONES

Las agregaciones de *C. guanhumi* ubicadas en el sector La Boquilla presentan una densidad baja respecto a lo observado en otros sectores del Caribe. Estas estimaciones pudieron verse afectadas por las horas en las que se realizó el muestreo ya que en este horario el cangrejo no presenta un pico de mayor actividad.

La presencia de plantas como la paja mona (*Loptochloa filiphormis*) y pasto angloton (*Andropogon nodosus*) entre otros reportados. Las descripciones de estas zonas sugieren que son sitios adecuados para la reproducción y el desarrollo de estos organismos ya que proveen sombra, refugio y alimento las cuales son condiciones óptimas para el desarrollo de la especie como lo han mencionado otros autores. A pesar de esto, en el presente estudio se obtuvieron muy bajas densidades, lo cual puede deberse a presiones antrópicas y naturales, esto indica que es necesario realizar más estudios, para determinar si la extracción del recurso está afectando las poblaciones de *C. guanhumi*.

También se obtuvieron bajos valores para largo y ancho del caparazón, lo cual posiblemente se debe a fuertes presiones ambientales para la especie en esta región, que podrían incluir la presencia de depredadores incluyendo al ser humano, que limitan a los individuos para alcanzar grandes tallas o ser más longevos en comparación con otras áreas geográficas. Sin embargo, las observaciones aquí registradas sugieren que la cercanía con el agua dulce, la oferta de sombra, y un sustrato arenoso provisto de hojarasca puede promover la agregación de individuos de mayor tamaño.

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas del tamaño del caparazón entre sexos.

La relación de sexos es posible que esté relacionada con la preferencia de los cangrejeros por los individuos machos ya que estos al tener un mayor tamaño se venden a un mayor precio.

6 RECOMENDACIONES

De acuerdo con las observaciones de este estudio, se plantea la necesidad de continuar con las investigaciones sobre este organismo para Cartagena y sus alrededores como fundamento para la generación de planes de manejo y el desarrollo de alternativas de aprovechamiento sostenible, ya que es un recurso explotado por comunidades vulnerables.

También es preciso armonizar y difundir el conocimiento sobre estas especies y sus ecosistemas asociados en esta región, promoviendo técnicas responsables alrededor del cómo, cuándo y en que tallas extraer este recurso, de forma que se permita el desarrollo y reproducción de los individuos.

La generación de estos espacios debe contemplar la posibilidad de que los cangrejeros tengan el conocimiento para la cría de estos organismos en cautiverio, como ya se ha hecho en otros países, aprovechando los bajos costos económicos y logísticos para el desarrollo de estas actividades, y sus múltiples beneficios para las comunidades, como por ejemplo el aprovechamiento de residuos orgánicos como la cascara de coco, las almendras y el mango, entre otros, que pueden ser utilizados como sustrato y alimento.

Es necesario ampliar la escala geográfica y temporal de las observaciones para soportar esta hipótesis, al igual que tener en cuenta la presión ejercida por los cangrejeros (esfuerzo de captura).

7 BIBLIOGRAFIA

- Agudelo Franco, J. M., & Sánchez Sánchez, M. O. (2019). Diseño de producto turístico responsable en la Ciénaga de la Virgen de la ciudad de Cartagena de Indias. [Tipo de tesis para optar a un grado, Universidad Tecnológica de Bolívar].
- Agudelo Ramírez, C. P. (2000). Estructura de los bosques de manglar del departamento de Bolívar y su relación con algunos parámetros abióticos. Pág.:5.
- Aguilar, E. (2013). La Boquilla: relaciones entre cambio climático, territorio, turismo y comunidades ancestrales. Obtenido de Institut de Recherche et Débat sur la Gouvernance-IRG:<http://www.institut-gouvernance.org/es/experiencia/fiche-experiencia-45>.
- Aguilera-Díaz, M. M. (2016). Geografía económica del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Capítulo 3. Geografía económica del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Pág.: 49-116.
- Arceo-Carranza, D., Gamboa, E., Teutli-Hernández, C., Badillo-Alemán, M., & Herrera-Silveira, J. A. (2016). Los peces como indicador de restauración de áreas de manglar en la costa norte de Yucatán. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(2), 489-496.
- Ardilla, N. E., & Navas, G. R. C. (2002). Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia (No. 592 Ar286l Ej. 1 021332). Universidad Nacional De Colombia.
- Arroyave-Rincón, A., Amortegui-Torres, V., Blanco-Libreros, J. F., & Taborda-Marín, A. (2014). Efecto de borde sobre la población del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) en el manglar de la bahía El Uno, golfo de Urabá (Colombia): una aproximación a su captura artesanal. *Actualidades Biológicas*, 36 (100).

- Aquino, G. I. D. (2015) "Propuesta de conservación y gestión de los cangrejos (*Cardisoma guanhumi*, Latreille 1825 y *Ucides cordatus*, Linnaeus 1763) en la zona costera de Tuxpan, Veracruz México" [Tipo de tesis para optar a un grado de maestría, Universidad Veracruzana]
- Arteta-Bonivento, R. (2009). Crabs in the Rio Rancheria Delta, Riohacha (Colombia)(Crustacea: Decapoda: Brachyura). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 13(1), 140-152.
- Barrios Saucedo, L. M. (2008). Aspectos biológicos y ecológicos del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) en la Bahía de Cispatá Caribe colombiano. [Tipo de tesis para optar a un grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano].
- Campos, N. H., Navas, G. R., & Tobón, A. B. (2010). Riqueza y distribución geográfica de los crustáceos decápodos del mar Caribe colombiano. Cuadernos del Caribe, (14), 83-102.
- CARDIQUE (2007). Actualización de la zonificación de manglares en la jurisdicción de CARDIQUE: informe n° 1. <http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3476>
- Cardona, L. F., N. H. Campos y E. Hernández Rolong. (2019). Parámetros de crecimiento de *Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena, Colombia. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 48 (1), 27-41.
- Cardona Acuña, L. F. 2017. Respuesta poblacional del cangrejo semiterrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1828) a alteraciones del hábitat y a la extracción. Tesis Magíster en Ciencias, en Biología – Línea Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. 46 p.

Casas-Monroy, O. (2000). Estado de los manglares en Colombia año 2000. Instituto de Investigaciones Marino Costeras. 48-49.

Cedeño Valdez, M. E., & Zambrano Demera, D. E. (2017). Determinación de metales pesados Cd, Hg, Pb, en concha negra (*Anadara tuberculosa*) del Manglar el Salto-Esmeraldas y comparación para exportación al mercado europeo [Trabajo de titulación presentado como requisito previo para optar al grado de químico y farmacéutico, Universidad de Guayaquil].

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas -CIOH. (2020, Febrero 25). <https://www.cioh.org.co/index.php/es/>. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas -CIOH: <https://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/Climatologia%20Cartagena.pdf>

Costlow Jr, J. D., & Bookhout, C. G. (1968). The effect of environmental factors on development of the land-grab, *Cardisoma guanhumi* Latreille. American Zoologist, 8(3), 399-410.

Cuatrecasas, J. (1958). Introducción al estudio de los manglares. Botanical Sciences, (23), 84-98.

Díaz, C., Castro, I., & Manjarrez, G. (2010). Mangles de Cartagena de Indias: Patrimonio biológico y fuente de biodiversidad. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Facultad de Ingeniería, Cartagena, Colombia. 27-29.

EPA Cartagena (2015), Diagnóstico inventario de fauna y flora parque distrital ciénaga de la virgen. Observatorio ambiental de Cartagena de Indias.

<https://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/ecosistemas/proyecto-cienaga-de-la-virgen/diagnostico-inventario-de-fauna-y-flora-parque-distrital-cienaga-de-la-virgen/>.

Gómez, C. E. (2015). Impacto socioeconómico del proyecto (El cangrejo negro, baluarte de la cultura raizal), en la comunidad de Santa Catalina y Providencia. [Tipo de tesis para optar a un grado, Universidad Pontificia Universidad Javeriana]. 12-13.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., & Carpenter, K. E. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volúmenes 1-3. FAO. 581- 610.

García Turbay, M. A. (31 de Marzo de 2017). Los Manglares de Cartagena. Observatorio Ambiental Cartagena de Indias. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/educacion/capacitaciones/los-manglares-de-cartagena/>. 05 de enero de 2022

Gaxiola, J. M. D. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 7(3), 355-369.

Gifford, C. A. (1962). Some observations on the general biology of the land crab, *Cardisoma guanhum* (Latreille), in south Florida. The Biological Bulletin, 123(1), 207-223.

Giménez, E., Siam, C., Gort, M., Santiesteban, N., & Vega, S. (2012). Producción del cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhum*) en la Isla de la Juventud. Boletín El Bohío Vol 2, No. 3. Marzo de 2012.

- Govender, Y. y C. Rodríguez-Fourquet. 2008. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico." *Journal of Tropical Estuaries*, v.1, 9 p.
- Hernández, E. E. (2022). Densidad y estructura poblacional del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1828)(Decápoda: Gecarcinidae) en dos bosques de manglar de San Bernardo del Viento, Córdoba, Colombia. pp, 38-40.
- Hernández Maldonado, A., & Campos Campos, N. H. (2015). Estado actual de la población adulta del cangrejo semiterrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en la isla de San Andrés, Caribe Colombiano. 190-196.
- Hernández, A. M. (2013). Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz. [Tipo de tesis para optar al título de: Maestra en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros, Universidad Veracruzana].
- Herreid, C. F. (1963). Observations on the feeding behavior of *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in Southern Florida¹. *Crustaceana*, 5(3), 176-180.
- Herrera, A. C., & Carbal, J. M. (2015). Valoración económica integral de los bienes y servicios ambientales ofertados por el ecosistema de manglar ubicado en la Ciénaga de la Virgen. Cartagena-Colombia. *Saber, ciencia y libertad*, 10(1), 125-146.
- Herrera, Y., L.V. Pérez-M., V. Londoño-L. (2017). Guía de especies de flora y fauna de la Ciénaga de La Virgen, sector UCG6.
- IDEAM. (2010). Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Bogota: IDEAM.

Larson, A., P. C., Jr., H., Eisenhour, D. J., l'Anson, H., & Keen, L. S. (2009). Principios Integrales de Zoología. Madrid: McGraw-Hill.

Lema Vélez, L. F., & Polanía, J. (2007). Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. Revista de biología tropical, 55(1), 11-21.

León, R. Á. (2003). Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. Madera y Bosques, 9(1), 3-25.

Oliva, J. J. R. (2005). El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero?. ECOfronteras, 15-17.

Quiñones-Llópiz, J., Rodríguez-Fourquet, C. (2019) Dinámica y estructura de la Población del cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) en la Reserva Natural del Humedal Punta Tuna en Maunabo, Puerto Rico. Martha Molina Moreira (Comp.) Primer Congreso Manglares de América, Guayaquil, Ecuador

Redmond, J. R. (1962). Oxygen-hemocyanin relationships in the land crab, *Cardisoma guanhumi*. The Biological Bulletin, 122(2), 252-262.

Restrepo, J., Vivas-Aguas, L. J. 2007. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica: piangua y cangrejo azul. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR - Santa Marta. 40 p. (Serie de publicaciones generales No. 21)

Rosa Rodríguez, M. L. D. L., Julio Giraldo, C., Rodríguez Gómez, M., & García de la Espriella, A. (2008). Valoración económica de los manglares urbanos de la ciudad de

Cartagena de Indias: una aplicación a la gestión ambiental. [Trabajo de grado presentado para optar al título de Magíster en Gestión Ambiental, Pontificia universidad javeriana- universidad tecnologica de Bolivar facultad de estudios ambientales y rurales Cartagena de Indias]

Sánchez, P. H. (2001) Los manglares del Caribe Colombiano un problema por abordar. Revista Semillas en la economía campesina, 16-17, 20.

Santacruz, Á. J. B., Müller, L. R., Vergara, M. L. M., Müller, D. L. R., Müller, A. M. R., Macias, M. L., ... & Alarcón, J. (abril del 2012) No le demos la espalda al Mar. (vol. 2 No.2).https://www.researchgate.net/profile/VanessaFernandezRodriguez/publication/317229848_Estado_ecologico_de_dos_bahias_en_el_golfo_de_Uraba_2012_Fundacion_para_la_Investigacion_ATLANTIDA_MARINA-FIATMAR_PAGINAS_4-6/links/592cdb44aca27295a815a02c/Estado-ecologico-de-dos-bahias-en-el-golfo-de-Uraba-2012-Fundacion-para-la-Investigacion-ATLANTIDA-MARINA-FIATMAR-PAGINAS-4-6.pdf

Silva, C. C., Schwamborn, R. C., & Oliveira, J. E. (2014). Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille 1828)(Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology, 74(4), 949-958.

Solano, Sergio Paolo. (2010). Del "antilatifundismo sociológico" al revisionismo historiográfico: La ganadería en la historiografía sobre región Caribe colombiana. Mundo agrario, 10(20), 00. Recuperado en 22 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942010000100013&lng=es&tlng=es.

Spivak, E. D. (1997). Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°-41°S)(Crustacea: Decapoda: Brachyura). Investigaciones marinas, 25, 105-120.

Taissoun, E. (1974). El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumí* (Latreille) en Venezuela. I Parte. Boletín Del Centro De Investigaciones Biológicas, (10)., 9-50.

Vargas, A. G. M. (2015). Aspectos ecológicos y moleculares del cangrejo terrestre *Johngarthia planata* (STIMPSON, 1860) en la isla San Pedro Nolasco, Sonora, México. 9-11.

Wolcott, D. L., & Wolcott, T. G. (1987). Nitrogen limitation in the herbivorous land crab *Cardisoma guanhumí*. *Physiological Zoology*, 60(2), 262-268.

8 ANEXOS

Anexo 1. Datos recolectados en el trabajo de campo.

Organismo ID	Ancho del Caparazon AC [cm]	Largo del Caparazon LC [cm]	Sexo	Peso [gr]	Edad
1	4,50	6,20	h	134	adulto
2	4,10	6,30	m	139	adulto
3	4,10	5,70	h	85	transicion
4	4,10	5,60	m	97	juvenil
5	4,10	5,80	m	66	juvenil
6	4,00	6,00	h	86	adulto
7	4,60	6,70	m	103	adulto
8	4,20	6,00	m	99	adulto
9	4,00	5,50	h	94	juvenil
10	4,00	6,00	m	81	juvenil
11	4,60	6,50	m	150	adulto
12	4,50	6,00	m	90	adulto
13	4,00	5,70	m	108	adulto
14	4,50	6,30	m	127	transicion
15	4,20	6,00	h	119	transicion
16	3,00	4,00	m	32	juvenil
17	4,00	5,00	m	76	transicion
18	5,00	7,00	m	182	adulto
19	5,50	8,90	h	150	adulto
20	3,90	5,30	h	69	transicion
21	3,90	5,20	m	70	juvenil
22	5,30	7,30	h	187	adulto
23	4,00	5,50	m	85	juvenil
24	4,50	6,00	h	103	juvenil
25	3,70	5,00	h	62	transicion
26	4,00	5,50	h	66	transicion
27	4,30	5,70	m	97	adulto
28	4,10	5,20	h	47	transicion
29	4,00	6,50	m	163	adulto
30	4,50	6,20	h	40	transicion
31	3,40	4,50	m	39	transicion
32	4,00	5,30	h	86	juvenil
33	4,50	5,60	h	93	adulto
34	3,80	5,30	m	79	transicion
35	4,50	6,00	h	77	transicion
36	4,10	5,80	m	94	transicion
37	4,20	5,50	h	84	transicion
38	4,60	7,00	h	150	adulto
39	4,00	5,60	m	100	transicion
40	3,80	5,00	m	66	transicion
41	3,50	5,00	h	44	transicion
42	4,50	6,50	h	134	adulto
43	4,20	6,00	m	101	adulto
44	3,80	4,10	m	44	transicion
45	4,10	5,50	h	73	transicion
46	4,20	6,60	h	107	adulto
47	4,50	6,60	m	109	transicion
48	3,70	5,50	m	78	transicion
49	3,90	5,50	m	84	transicion
50	3,30	6,00	m	102	transicion

Anexo 2. Datos Madrigueras Zona A.

Zona A					
Madriguera	Largo [cm]	Ancho[cm]	[cm]	Promedio	Habitada
Madriguera 1	5	5	7	5,67	SI
Madriguera 2	6	6	5	5,67	SI
Madriguera 3	5	8	6	6,33	SI
Madriguera 4	3	3	4	3,33	SI
Madriguera 5	4	5	4	4,33	NO
Madriguera 6	5	5	6	5,33	SI
Madriguera 7	5	6	5	5,33	SI
Madriguera 8	4	5	5	4,67	SI
Madriguera 9	6	8	6	6,67	SI
Madriguera 10	7	6	6	6,33	SI
Madriguera 11	5	4	5	4,67	SI
Madriguera 12	7	8	6	7,00	SI
Madriguera 13	8	8	9	8,33	SI
Madriguera 14	7	8	8	7,67	SI
Madriguera 15	5	6	5	5,33	NO
Madriguera 16	3	4	3	3,33	SI
Madriguera 17	5	6	7	6,00	SI
Madriguera 18	5	3	5	4,33	SI
Madriguera 19	8	6	5	6,33	SI
Madriguera 20	8	6	5	6,33	SI
Madriguera 21	9	10	9	9,33	SI

Anexo 3. Datos madrigueras Zona B.

Zona B					
Madriguera	Largo [cm]	Ancho[cm]	[cm]	Promedio	Habitada
Madriguera 1	6	7	6	6,33	SI
Madriguera 2	8	10	11	9,67	SI
Madriguera 3	5	7	6	6,00	SI
Madriguera 4	4	5	8	5,67	SI
Madriguera 5	8	5	6	6,33	SI
Madriguera 6	6	7	4	5,67	SI
Madriguera 7	4	5	4	4,33	NO
Madriguera 8	4	5	6	5,00	NO
Madriguera 9	3	4	4	3,67	NO
Madriguera 10	5	6	5	5,33	SI
Madriguera 11	8	6	7	7,00	SI
Madriguera 12	5	6	5	5,33	SI
Madriguera 13	5	4	3	4,00	SI
Madriguera 14	2	3	2	2,33	SI
Madriguera 15	5	10	7	7,33	SI
Madriguera 16	5	3	6	4,67	SI
Madriguera 17	5	6	4	5,00	SI
Madriguera 18	5	8	7	6,67	SI
Madriguera 19	9	6	8	7,67	SI
Madriguera 20	6	5	7	6,00	SI
Madriguera 21	6	10	9	8,33	SI
Madriguera 22	5	6	6	5,67	SI
Madriguera 23	8	9	7	8,00	SI
Madriguera 24	4	5	4	4,33	NO
Madriguera 25	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 26	8	7	9	8,00	SI
Madriguera 27	5	8	6	6,33	NO

Anexo 4. Datos Madrigueras Zona C.

Zona C					
Madriguera	Largo [cm]	Ancho [cm]	[cm]	Promedio	Habitada
Madriguera 1	12	10	10	10,67	SI
Madriguera 2	7	5	5	5,67	SI
Madriguera 3	10	7	10	9,00	SI
Madriguera 4	12	15	12	13,00	SI
Madriguera 5	10	12	10	10,67	SI
Madriguera 6	7	10	7	8,00	NO
Madriguera 7	5	5	7	5,67	SI
Madriguera 8	5	5	7	5,67	SI
Madriguera 9	8	7	6	7,00	SI
Madriguera 10	9	7	8	8,00	SI
Madriguera 11	7	10	7	8,00	NO
Madriguera 12	7	10	7	8,00	SI
Madriguera 13	5	5	5	5,00	SI
Madriguera 14	7	5	5	5,67	NO
Madriguera 15	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 16	5	7	5	5,67	NO
Madriguera 17	10	7	7	8,00	SI
Madriguera 18	7	7	5	6,33	SI
Madriguera 19	7	7	5	6,33	SI
Madriguera 20	7	10	5	7,33	SI
Madriguera 21	5	5	5	5,00	NO
Madriguera 22	7	7	5	6,33	SI
Madriguera 23	7	5	7	6,33	SI
Madriguera 24	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 25	5	5	5	5,00	NO
Madriguera 26	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 27	5	5	7	5,67	SI

Madriguera 28	7	7	10	8,00	NO
Madriguera 29	2	4	2	2,67	SI
Madriguera 30	7	5	5	5,67	SI
Madriguera 31	5	2	5	4,00	NO
Madriguera 32	4	3	3	3,33	SI
Madriguera 33	2	2	2	2,00	SI
Madriguera 34	2	5	2	3,00	SI
Madriguera 35	5	5	7	5,67	SI
Madriguera 36	5	5	5	5,00	SI
Madriguera 37	3	3	2	2,67	SI
Madriguera 38	3	4	3	3,33	SI
Madriguera 39	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 40	3	3	3	3,00	SI
Madriguera 41	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 42	5	5	5	5,00	SI
Madriguera 43	2	5	5	4,00	SI
Madriguera 44	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 45	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 46	5	7	5	5,67	SI
Madriguera 47	2	5	2	3,00	SI
Madriguera 48	5	5	5	5,00	SI
Madriguera 49	2	3	2	2,33	SI
Madriguera 50	2	5	2	3,00	SI
Madriguera 51	2	3	2	2,33	SI
Madriguera 52	3	3	3	3,00	SI
Madriguera 53	2	3	2	2,33	SI
Madriguera 54	3	3	2	2,67	SI
Madriguera 55	5	5	5	5,00	SI
Madriguera 56	3	3	2	2,67	SI
Madriguera 57	3	2	3	2,67	SI
Madriguera 58	5	5	5	5,00	SI

Madriguera 59	7	7	7	7,00	SI
Madriguera 60	2	2	2	2,00	SI
Madriguera 61	5	6	3	4,67	SI
Madriguera 62	4	3	4	3,67	SI
Madriguera 63	3	3	4	3,33	SI

Anexo 5. Datos Madrigueras Zona D.

Zona D					
Madriguera	Largo [cm]	Ancho[cm]	[cm]	Promedio	Habitada
Madriguera 1	6	9	8	7,67	SI
Madriguera 2	11	9	10	10,00	SI
Madriguera 3	8	11	8	9,00	SI
Madriguera 4	9	8	7	8,00	SI
Madriguera 5	11	10	8	9,67	SI
Madriguera 6	10	8	9	9,00	SI
Madriguera 7	10	11	8	9,67	SI
Madriguera 8	6	6	5	5,67	NO
Madriguera 9	4	3	4	3,67	SI
Madriguera 10	11	9	7	9,00	SI
Madriguera 11	14	11	15	13,33	SI
Madriguera 12	7	6	7	6,67	SI
Madriguera 13	7	6	6	6,33	SI
Madriguera 14	10	9	8	9,00	SI
Madriguera 15	9	12	7	9,33	SI
Madriguera 16	9	6	8	7,67	SI
Madriguera 17	7	6	5	6,00	NO
Madriguera 18	5	7	4	5,33	SI
Madriguera 19	4	7	5	5,33	SI
Madriguera 20	6	5	6	5,67	SI
Madriguera 21	5	4	3	4,00	SI
Madriguera 22	6	4	5	5,00	SI
Madriguera 23	5	5	7	5,67	SI
Madriguera 24	8	7	7	7,33	NO
Madriguera 25	7	10	8	8,33	SI
Madriguera 26	8	6	8	7,33	SI
Madriguera 27	8	9	7	8,00	SI

Madriguera 28	7	6	5	6,00	SI
Madriguera 29	8	7	6	7,00	SI
Madriguera 30	7	4	7	6,00	NO
Madriguera 31	5	7	10	7,33	SI
Madriguera 32	7	7	6	6,67	NO
Madriguera 33	6	7	5	6,00	SI
Madriguera 34	5	7	6	6,00	NO
Madriguera 35	7	8	6	7,00	SI

Anexo 6. Resultados estadísticos.

Tabla 5. ANOVA Simple Ancho del Caparazón entre Zonas. Fuente propia.

Resumen				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Zona A	6	35.6	5.93	0.08
Zona B	13	79.6	6.12	1.28
Zona C	18	101.4	5.63	0.39
Zona D	13	74.9	5.76	0.65

ANOVA						
<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor Critico para F</i>
Entre Grupos	1.94	3	0.65	0.99	0.41	2.81
Dentro de Grupos	30.13	46	0.65			
Total	32.07	49				

Al comparar ancho de caparazón por zonas (A,B,C,D) se obtienen diferencias significativas ya que el valor de P es menor al valor de significancia (ANOVA: P=0,4) por lo tanto la hipótesis nula es rechazada lo que indica que no todas las medias de la población son iguales.

Tabla 6. ANOVA Simple Peso de los individuos entre Zonas. Fuente Propia.

Resumen						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Zona A	6	607	101.17	850.97		
Zona B	13	1411	108.54	1469.77		
Zona C	18	1541	85.61	1420.72		
Zona D	13	1192	91.69	982.56		
ANOVA						
<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor Critico para F</i>
Entre Grupos	4339.87	3	1446.62	1.15	0.34	2.81
Dentro de Grupos	57835.11	46	1257.29			
Total	62174.98	49				

Tabla 7. ANOVA Simple largo del caparazón vs machos y hembras. Fuente propia.

Resumen						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Machos	28	113,4	4,0	0,17		
Hembras	22	94,4	4,2	0,21		
ANOVA						
<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor Critico para F</i>
Entre Grupos	0,71	1	0,71	3,75	0,05	4,04
Dentro de Grupos	9,12	48	0,19			
Total	9,8432	49				

Al comparar largo del caparazón con los machos y hembras se obtienen diferencias significativas ya que el valor P es inferior al valor de significancia (ANOVA: $P=0,05$) por lo cual la hipótesis nula es rechazada lo que indica que no todas las medias de la población son iguales.

Tabla 8. ANOVA Simple machos y hembras vs peso. Fuente Propia.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Hembras	22	2090	95	1432		
Machos	28	2661	95,035714 29	1188,9986 77		
ANOVA						
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Probabilidad	Valor Critico para F
Entre Grupos	0,015714286	1	0,0157142 86	1,21317E- 05	0,9972353 67	4,0426521 29
Dentro de Grupos	62174,96429	48	1295,3117 56			
Total	62174,98	49				

Tabla 9. ANOVA Simple largo del caparazón vs zonas. Fuente Propia.

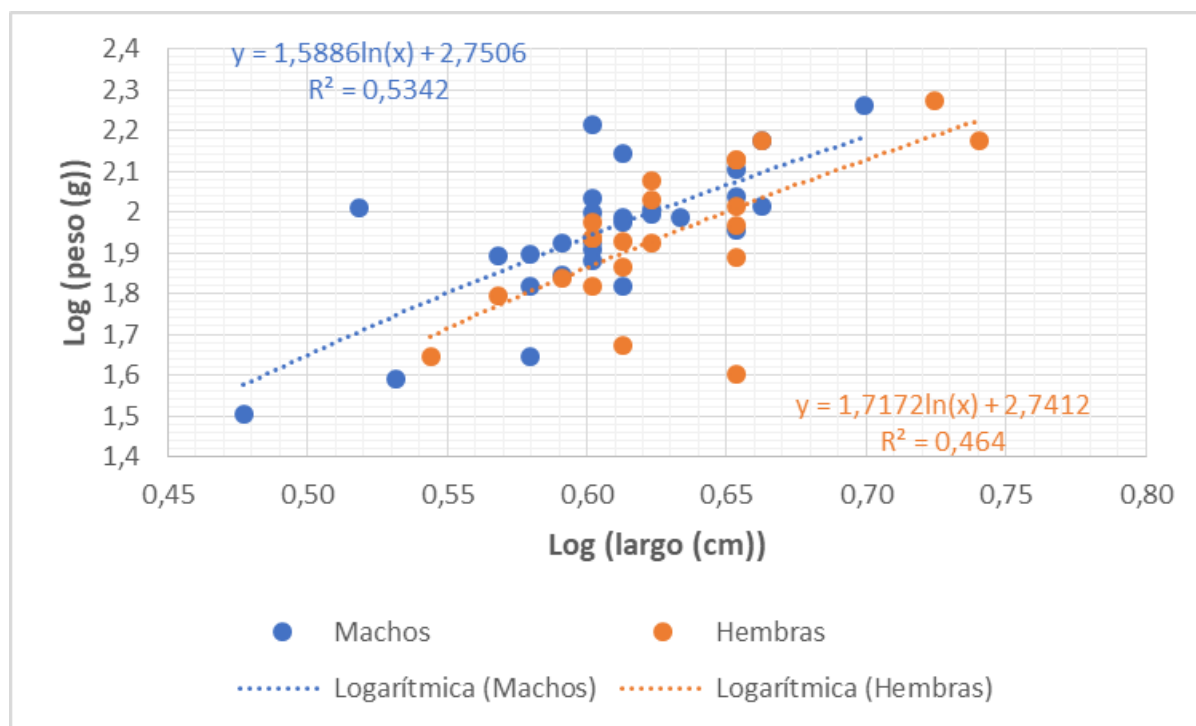
Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Zona A	6	24,9	4,15	0,031		
Zona B	13	56,1	4,31538461 5	0,3547435 9		
Zona C	18	74,7	4,15	0,1732352 9		
Zona D	13	52,1	4,00769230 8	0,1557692 3		
ANOVA						
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Probabilidad	Valor Critico para F
Entre Grupos	0,617046154	3	0,20568205 1	1,0254949 7	0,390104	2,806845
Dentro de Grupos	9,226153846	46	0,20056856 2			
Total	9,8432	49				

Al comparar largo del caparazón por zonas (A,B,C,D) se obtienen diferencias significativas (ANOVA: P=0,39), por lo cual se rechaza la hipótesis nula lo que indica que no todas las medias de la población son iguales.

Tabla 10. ANOVA Simple machos y hembras vs ancho del caparazón. Fuente Propia.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Machos	28	159,7	5,70357142 9	0,53294973 5		
Hembras	22	131,8	5,99090909 1	0,79324675 3		
ANOVA						
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Probabilidad	Valor Critico para F
Entre Grupos	1,017175	1	1,01717532 5	1,57255511 8	0,215909	4,042652
Dentro de Grupos	31,04782	48	0,64682968 1			
Total	32,065	49				

Anexo 6. Grafica de tendencia en base log peso y log largo.



Anexo 7. Pruebas de normalidad de shapiro-wilks

Se presentan los datos obtenidos para la prueba de Shapiro – Wilks. Los datos de Ancho del Caparazón y Largo del Caparazón fueron transformados con logaritmo base 10 para obtener una distribución normal.

	Log₁₀ 10 Ancho del Caparazón	Log₁₀ Largo del Caparazón (LC)	Peso (gr)
Coeficiente de Shapiro Wilks Calculado SWc	0,954	0,963	0,951
Significancia Asumida	0,05	0,05	0,05
Coeficiente de Shapiro Wilks leído de tablas SWt	0,947	0,947	0,947
Valor de p (hallado mediante interpolación)	0,095	0,275	0,075

De acuerdo con los datos obtenidos, los datos presentan una distribución normal ya que para todas las propiedades medidas el valor de p calculado es mayor al valor de p asumido

Anexo 8. Prueba de Levene.

	Log₁₀ Ancho del Caparazón	Log₁₀ Largo del Caparazón	Peso (gr)
F (Valor Observado)	1,668	1,175	0,096
F (Valor Critico)	2,806	2,807	2,807
GL1	3	3	3
GL2	46	46	46
Valor de p	0,187	0,330	0,962
Alfa	0,050	0,050	0,05

Como los valores de p obtenidos en la prueba de Levene para todas las variables analizadas son mayores al nivel de significancia (0,05), la hipótesis nula no se rechaza por lo tanto se considera que los datos presentan homocedasticidad.

Una vez se determinó que el método más adecuado para la interpretación de los resultados debía ser de tipo paramétrico, se procedió a realizar análisis ANOVA considerando las variables de ancho del caparazón, largo del caparazón y peso. (0,05).

Anexo 9. Condiciones Iniciales (11 nov 2020) Zona A.



Anexo 10. Estado de la Zona A al hacer el segundo muestreo (24 mar 2021)



Anexo 11. Zona B.



Anexo 12. Zona C (toma a).



Anexo 13. Zona C (toma b).



Anexo 14. Zona D.



Anexo 15. Caracuchas Zona C.



Anexo 16. Madriguera en Zona C.

