

**ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL CANGREJO AZUL
(*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) EN LA BAHÍA DE CISPATÁ,
CARIBE COLOMBIANO**

LAURA MARÍA BARRIOS SAUCEDO

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ, COLOMBIA
2008**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL CANGREJO AZUL
(*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) EN LA BAHÍA DE CISPATÁ,
CARIBE COLOMBIANO**

LAURA MARÍA BARRIOS SAUCEDO

Trabajo de grado para optar del título de Biólogo Marino

Director

GUIOMAR AMINTA JÁUREGUI

M.Sc. Ciencias Ambientales

Codirector

ADOLFO SANJUAN MUÑOZ

Biólogo Marino. M. Sc.

Asesor

JOHANNA VEGA

Biólogo Marino

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2008

Nota de aceptación

Director

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año) _____

**Dedico este
trabajo a mis
papas, por forjar
este sueño y
vivirlo conmigo
hasta su último
día y a todas las
personas que
siempre me
apoyaron y
creyeron en mí.**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer y dedicar este trabajo a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron y que estuvieron involucradas conmigo en el desarrollo de este trabajo:

A la Corporación Autónoma Regional del los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL), quisiera agradecerles por el apoyo y la oportunidad de poder participar en este proyecto; el cual me enriqueció como mujer y bióloga.

A mi Familia por apoyarme siempre y convertirse en los cómplices de mis locuras y de mis sueños.

A mi directora Aminta Jáuregui por el apoyo, por sus valiosos comentarios, por estar siempre dispuesta ayudarme y a orientarme. Además agradezco la confianza que deposito en mí para elaborar este estudio.

A Johanna por ser más que una asesora y por su ayuda incondicional a lo largo de este proyecto.

De manera especial quiero agradecer a Adolfo Sanjuán, Marcela Grijalva y Andrés Franco, por haberme apoyado y haber confiado en mí para la realización de este trabajo.

A Diana Bustos, Andrés Merchán, Carmen Noriega, Angie Santafé por su ayuda y acompañamiento en las salidas de campo.

Gracias a Catalino Ladead "Catico", Alexander "Pancho", Roció Vargas, Blacho, Jesu, al Topo, al Chino por brindarme sus conocimientos, por su continua disposición, ayuda en campo y por ser es lazo que nos unió a la comunidad.

A personal de la Estación de Amaya de la CVS, Jhanata Bolívar, Jasly Olascoaga, Viviana Ochoa, Marcos, Arolldo y William por su compañía y disposición durante las actividades en campo, por ayudarnos en las reuniones de la comunidad y colaborarnos con lo que hiciera falta.

Al personal de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL) sede Santa Marta quienes brindaron un granito de arena para la realización de este proyecto. Un especial agradecimiento a Carlos Charris por colaborarme y ayudarme.

A Jun Pablo Caldas por ser esa luz cuando más necesitaba respuestas y soluciones.

A los pasantes Camilo Flores y Jenny Rodríguez por ayudarme con el procesamiento de muestras.

Por ultimo y no menos importante quiero agradecer a Leonardo Rodríguez, Catalina Ángel, Elizabeth Abril y todos mis amigos y compañeros que me acompañaron a lo largo de este proyecto y mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA	16
2	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	23
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2.2	HIPÓTESIS	24
3	ÁREA DE ESTUDIO	25
4	EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS ESTRUCTURALES	29
4.1	DENSIDAD	29
4.1.1	Espacio-temporal	29
4.1.2	Densidad espacial	40
4.1.2.1	Bandas móviles	41
4.1.2.2	Densidad entre un área protegida y un área explotada	44
4.2	TAMAÑO DE LAS MADRIGUERAS	46
4.3	MORFOMETRÍA Y PESO	50
4.4	RELACIONES ENTRE MORFOMETRÍA, PESO Y DIÁMETRO DE LAS CUEVAS	54
5	CONDICIÓN REPRODUCTIVA	57
5.1	PROPORCIÓN SEXUAL Y MORFOMETRÍA POR SEXO	57
5.2	MORFOMETRÍA POR ETAPAS DE DESARROLLO	62
5.3	HEMBRAS OVADAS	68
6	CONDICIONES DEL SUSTRATO	71
7	GRADO DE EXTRACCIÓN DEL RECURSO Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL	82
7.1	CONSTRUCCIÓN DE UN ENCIERRO DEL CANGREJO AZUL COMO ESTRATEGIA DE SENSIBILIZACIÓN PARA LA COMUNIDAD DEL SECTOR	107
8	SÍNTESIS	110
9	CONCLUSIONES	114
10	RECOMENDACIONES	117
11	BIBLIOGRAFÍA	119
	ANEXOS	125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. a. Vista dorsal del <i>Cardisoma guanhumi</i> . b. Esquema de la vista dorsal del cangrejo azul	16
Figura 2. a. Vista frontal de dos cangrejos en estadio adulto y de transición. b. Vista dorsal de una hembra ovada.	18
Figura 3. a. Vista panorámica del Caribe colombiano. b. Ubicación de la bahía de Cispatá en el Caribe colombiano.	26
Figura 4. Ubicación geográfica de la bahía de Cispatá donde se observan las principales ciénagas y caños existentes en el área de estudio.	26
Figura 5. a. Pantanos de manglar b. Caño Remediapobre. c. Parches del helecho mata tigre.	27
Figura 6. Ubicación de las estaciones de muestreo del cangrejo azul en la bahía de Cispatá.	29
Figura 7. Esquema de la parcela y ubicación de las bandas empleadas en cada estación de muestreo del cangrejo azul en la bahía de Cispatá.	30
Figura 8. a. Ubicación del cuadrante de 1 x 1 m dentro de cada banda b. Madriguera habitada por el cangrejo azul identificada por la presencia de heces en su entrada y con las tres mediciones realizadas para obtener el diámetro promedio. c. Madriguera tapada en la cual el cangrejo está realizando su proceso de muda. d. Madriguera saqueada por parte de un cangrejero.	31
Figura 9. Promedio de la densidad temporal de <i>C. guanhumi</i> en las estaciones fijas de muestreo.	33
Figura 10. Promedio de la densidad temporal de <i>C. guanhumi</i> por banda en las estaciones fijas de muestreo.	35
Figura 11. Promedio de la densidad de <i>C. guanhumi</i> por banda y total mensual de las parcelas fijas de muestro, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	37
Figura 12. Esquema y ubicación en las estaciones de muestreo de las bandas empleadas para estimar la densidad espacial del cangrejo azul en la bahía de Cispatá.	41
Figura 13. Promedio de la densidad de madrigueras de <i>C. guanhumi</i> en las bandas móviles.	42
Figura 14. Promedio del diámetro de las madrigueras de <i>C. guanhumi</i> mensual y en las estaciones de muestreo durante los meses de agosto a octubre de 2007.	47
Figura 15. Promedio del diámetro de las madrigueras mensual de <i>C. guanhumi</i> por banda en las estaciones fijas de muestreo.	49
Figura 16. Promedio del diámetro de las madrigueras de <i>C. guanhumi</i> por banda y total mensual de las parcelas fijas de muestro, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	50

Figura 17. Medición y pesaje de los cangrejos azules capturados. a. Alto. b. Ancho. c. Largo. d. Longitud de los apéndices quelados. e. Peso.	51
Figura 18. Promedio de las medidas morfométricas y peso de los cangrejos azules capturados en las estaciones.	52
Figura 19. Distribución en los diferentes intervalos de talla de la población de <i>C. guanhumi</i> .	52
Figura 20. Promedio de las medidas morfométricas y peso mensuales de los <i>C. guanhumi</i> recolectados.	53
Figura 21. Frecuencia relativa de machos y hembras en los diferentes intervalos de talla de <i>C. guanhumi</i> .	59
Figura 22. Promedio de las características morfométricas y peso de los machos y hembras recolectados en las estaciones de muestreo y en general para la bahía de Cispatá.	60
Figura 23. Promedio de las características morfométricas y peso de los machos y hembras recolectados durante los meses de agosto a diciembre de 2007 y en general para la bahía de Cispatá.	60
Figura 24. Grafica del índice mensual de talla-peso del <i>C. guanhumi</i> durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	61
Figura 25. Vista dorsal de una hembra en estado juvenil.	63
Figura 26. Vista dorsal de dos cangrejos preadultos.	63
Figura 27. Vista dorsal de un macho de cangrejo azul en estado adulto.	63
Figura 28. Hembra ovada en estado adulto. a. Vista ventral. b. Vista dorsal.	63
Figura 29. Porcentaje de juveniles, preadultos y adultos de <i>C. guanhumi</i> .	64
Figura 30. Frecuencia relativa de juveniles, preadultos y adultos en los diferentes intervalos de talla de <i>C. guanhumi</i> .	65
Figura 31. Promedio de las características morfométricas y peso de las etapas de desarrollo de los cangrejos en las estaciones de muestreo y en general para la bahía de Cispatá.	66
Figura 32. Promedio y error estándar de las características morfométricas y peso en los estados de cangrejo azul durante los meses de muestreo	67
Figura 33. Promedio de las características morfométricas y peso de los machos y hembras en los diferentes etapas de desarrollo.	68
Figura 34. a. Vista al microscopio de la larva recubierta por su membrana. b. Larva pre-zoea. c. Larva zoea. d. Hembra ovada	69
Figura 35. Muestras de sedimento del componente cangrejo azul con contenido significativo de lodos. a. Proceso de secado en horno. b. Pesaje	72
Figura 36. Porcentaje de cuevas saqueadas dentro de las parcelas fijas durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	84

Figura 37. Intervalos de edad de las personas encuestadas.	85
Figura 38. Porcentajes de las personas encuestadas dedicadas principalmente a la captura de chipi chipi, cangrejo azul, comercio, pesca, turismo, tala de mangle, varias actividades y otros.	85
Figura 39. Gráfico de Caja de los años de experiencia de las personas que capturan cangrejo azul.	86
Figura 40. Intervalo de los años de experiencia de las personas que capturan cangrejo azul.	86
Figura 41. Gráfico de Caja del número de cangrejos colectados en los lugares de mayor extracción, lugares de menor extracción y momento en que los encuestados comenzaron a capturar cangrejo azul.	89
Figura 42. Intervalo del número de cangrejos colectados en los lugares de mayor extracción, lugares de menor extracción y momento en que los encuestados comenzaron a capturar cangrejo azul.	89
Figura 43. Meses en los cuales se presentan las mayores capturas del cangrejo azul.	91
Figura 44. Porcentaje de los momentos del día dedicados a la captura del cangrejo azul.	91
Figura 45. Porcentaje de los motivos por los cuales prefieren realizar la extracción en los momentos del día..	92
Figura 46. Intervalo de tiempo gastados en la captura del cangrejo azul.	92
Figura 47. Porcentaje de los métodos de captura más empleados por los encuestados. No sabe, no responde. Vandoleo; tenazas; tapado; hoyado; golpeando la madriguera; bejuco y Arpón.	93
Figura 48. a. Trampa para la captura de <i>C. guanhumi</i> . b. Dos cangrejos azules amarrados en sarta.	95
Figura 49. Porcentaje de encuestados que capturan cangrejos grandes, medianos y pequeños.	95
Figura 50. a. Porcentaje del intervalo de años en que han disminuido la captura de los cangrejos grandes. b. Gráfico de Caja del tiempo de disminución de la población del <i>C. guanhumi</i> y del tiempo de disminución de la población del cangrejo adulto.	96
Figura 51. Porcentaje de encuestados que prefieren capturar hembras, machos o ambos.	96
Figura 52. a. Porcentaje del uso que hacen de los huevos del cangrejo azul. b. Porcentaje de los colores observados en los huevos de <i>C. guanhumi</i> .	97
Figura 53. a. Sitios de mayor observación de la migración en masa del cangrejo azul. b. Porcentaje de los sitios de menor observación de la migración en masa del cangrejo azul.	98

Figura 54. Gráfico de Caja del tiempo de disminución de las grandes marchas para desovar.	99
Figura 55. Porcentaje del intervalo de tiempo en años en que se han evidenciado una reducción en la cantidad de cangrejos azules que realizan las caminatas masivas hacia el mar.	100
Figura 56. a. Porcentaje del uso de la captura del cangrejo azul. b. Porcentaje de la forma de comercialización de la especie. c. Porcentaje de las características biológicas que influyen en el costo del cangrejo azul.	102
Figura 57. Porcentaje del costo individual de venta del cangrejo azul en pesos.	102
Figura 58. Porcentaje de los problemas que actualmente se presentan para la captura del cangrejo azul.	103
Figura 59. Porcentaje de las soluciones propuestas para mejorar la captura del cangrejo azul.	104
Figura 60. Mapa de la Bahía de Cispatá con la ubicación de algunos de los lugares de extracción otros recursos, con base en la información suministrada en el taller.	106
Figura 61. Esquema del encierro para el cangrejo azul de tierra ubicado en la estación de Amaya de la CVS.	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nombres y códigos de las estaciones de muestreo en donde se establecieron las parcelas fijas en la bahía de Cispatá.	30
Tabla 2. Densidad del cangrejo azul y coeficiente de variación, en las estaciones de muestreo durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	32
Tabla 3. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis, valor (H), grados de libertad, el valor de p.	36
Tabla 4. Porcentaje y número de cuevas con cangrejos y tapadas, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	37
Tabla 5. Nombres y códigos de las estaciones de muestreo en donde se establecieron parcelas móviles y aisladas en la bahía de Cispatá.	40
Tabla 6. Resultados de la prueba de Tukey no paramétrica de comparaciones múltiples entre las estaciones de muestreo de las bandas móviles	42
Tabla 7. Densidad y diámetro de las madrigueras del cangrejo azul, con sus máximos y mínimos en las bandas aisladas de la estación CVS y Nisperal.	45
Tabla 8. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis, valor (H), grados de libertad, el valor de p.	49
Tabla 9. Correlación de Spearman (r_s) indicando la relación entre las variables morfométricas de los cangrejos capturados en la bahía de Cispatá.	55
Tabla 10. Ecuaciones que mejor definen la relación entre las variables: a. ancho – peso; b. alto - peso; c. largo – peso y d. ancho – diámetro promedio de la madriguera de los cangrejos azules colectados.	55
Tabla 11. Proporción y cantidad de machos y hembras del cangrejo azul capturados en las estaciones, meses y en general para la bahía de Cispatá.	58
Tabla 12. Descripción de las etapas de desarrollo del cangrejo azul de tierra.	63
Tabla 13. Características morfométricas y peso de juveniles, preadultos y adultos del cangrejo azul.	64
Tabla 14. Características morfométricas y peso de las hembras ovadas recolectadas en las estaciones de la CVS y Nisperal durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	70
Tabla 15. Parámetros de las muestras de sedimento del componente cangrejo azul en la bahía de Cispatá.	73

Tabla 16. Temperatura, pH y porcentaje de humedad del sustrato en cada una de las bandas de las parcelas fijas de muestreo, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.	75
Tabla 17. Análisis granulométrico en húmedo para las estaciones Helechal, Caño Soldado, Caño Tijó y CVS; de las muestras de sedimento recolectadas en agosto y octubre en cada una de las bandas de las parcelas fijas de muestreo en la bahía de Cispatá.	76
Tabla 18. Análisis granulométrico en seco AGROTIJÓ y CVS de las muestras de sedimento recolectadas en agosto y octubre en cada una de las bandas (B1, B2 y B3) de las parcelas fijas de muestreo en la bahía de Cispatá.	77
Tabla 19. Concentraciones y coeficientes de variación de amonio, materia orgánica, nitratos, nitrógeno total –NTK, fósforo total y sílice de las muestras de sedimento recolectadas de las parcelas fijas de muestreo y en una banda aislada (Nisperal) en la bahía de Cispatá.	78
Tabla 20. Concentraciones de materia orgánica y carbonato de calcio por bandas y por estación de las muestras de sedimento recolectadas de las parcelas fijas de muestreo en los meses de agosto y octubre de 2007.	79
Tabla 21. Porcentaje de capturas del cangrejo azul en los diferentes lugares de extracción e información sobre los que presentan los mayores y menores valores de captura.	88
Tabla 22. Porcentaje de las respuestas negativas, afirmativas y ocasionales de las personas encuestadas.	97
Tabla 23. Meses en el que se ha observado las mayores y menores migraciones en masa del cangrejo azul.	99

RESUMEN

El cangrejo azul -*Cardisoma guanhumi*- es aprovechado para el consumo y comercio en la Bahía de Cispatá, sin embargo, la explotación incontrolada, la expansión del urbanismo y la contaminación han generado una disminución significativa de este recurso en los últimos años. Respondiendo a una iniciativa de la Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinú y San Jorge (CVS) se llevó a cabo el presente estudio entre agosto y diciembre de 2007 con el fin de evaluar la estructura poblacional y condiciones reproductivas del cangrejo azul en esta área. Los datos se colectaron en cinco estaciones, (AGROTIJÓ, Caño Palermo o Helechal, Caño Tijó, Caño Soldado y al interior de la sede de la CVS), las cuales se definieron con base en la presencia, densidad de la especie y el nivel de extracción del recurso. Dentro de estas se demarcaron parcelas fijas de 9 x 9 m; en el interior se delimitaron tres bandas de 3 x 9 m paralelas al borde de la fuente de agua. Esta división se hizo con el fin de determinar la posible influencia de la distancia del cuerpo de agua en la densidad y distribución de la especies. Complementariamente para determinar la densidad en una escala espacial, se ubicaron en cinco estaciones dos bandas de 30 x 3 m perpendiculares a la línea de costa y separadas 20 m entre sí. Se midieron y sexaron 319 individuos capturados con la ayuda de uno de los cangrejeros del lugar teniéndose en cuenta la etapa de desarrollo según las categorías preestablecidas. Con base en el análisis mensual diciembre presentó las densidades promedio más altas $2,26 \pm 1,92$ individuos/m² y la estación del Helechal los mayores valores ($2,3 \pm 0,1$ individuos /m²). En contraste en la CVS se obtuvieron las densidades promedio más bajas ($0,7 \pm 0,1$ individuos /m²) durante los meses de muestreo. En la densidad espacial se contabilizaron 1.682 madrigueras *C. guanhumi* obteniéndose $1,9 \pm 0,4$ individuos/m². Se estableció una proporción sexual de 1:1, evidenciando en los machos un mayor tamaño y peso que las hembras. El 10,03 % de los ejemplares capturados fueron juveniles, el 71,47 % preadultos y el 18,50% adultos. La población del cangrejo azul presentó una variabilidad temporal en las densidades influenciada al parecer por las lluvias, ya que en el periodo de muestreo en la zona se presentaron fuertes precipitaciones que causaron inundaciones y desbordamientos de los caños. Las actividades antropogénicas pudieron ser otro factor que influyo en esto, como se pudo observar en el caso de la CVS en la cual la densidad de esta especie se vio afectada por la cercanía a centros urbanos. No se determinó un patrón claro entre las condiciones del sustrato (pH, temperatura, porcentaje de humedad) con la estructura poblacional del cangrejo y con su distribución con respecto a la distancia de la fuente de agua. El hábitat del cangrejo azul esta compuesto en su mayor parte por sustrato de naturaleza limosa. Adicionalmente se efectuó una serie de talleres y encuestas a personas dedicadas a la extracción de recursos hidrobiológicos. El 23,3% de los encuestados tiene como actividad exclusiva la captura del cangrejo azul; según los habitantes de la zona el mes de mayo es el momento en cual se observan las mayores migraciones para el desove y a su vez es cuando se ejerce mayor presión sobre la especie debido al incremento en las capturas. Se ha presenciado una reducción en las poblaciones del cangrejo azul al evidenciarse una disminución en su tamaño, menores capturas y cantidad de individuos presentes en las migraciones en masa con fines reproductivos. Se construyó un encierro de 23 m² donde se dispusieron 42 animales como una estrategia en el marco del programa de educación ambiental implementado para la conservación de especies en peligro busca concienciar y sensibilizar a los moradores del lugar, en especial a los niños quienes sería los llamados a garantizar en un futuro la preservación de la especie y sostenibilidad de la actividad extractiva.

Palabras claves: Cangrejo azul, *Cardisoma guanhumi*, condición reproductiva, característica morfométricas, Cispatá, sobreexplotación.

ABSTRACT

The blue crab -*Cardisoma guanhumi*- is used for consumption and commerce in the Bay of Cispatá, however, uncontrolled exploitation, the expansion of urban development and contamination have resulted in a significant decrease of this resource in recent years. Responding to an initiative of the Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinú y San Jorge (CVS) the present study was conducted between August and December of 2007 with the purpose of evaluate the population structure and reproductive conditions of the blue crab in this area. The data were collected in five places (AGROTIJÓ, Caño Palermo o Helechal, Caño Tijó, Caño Soldado and inside the headquarters of the CVS) which were defined based on the presence, density of the kind and level of resource extraction. Within these places were demarcated plots fixed 9 x 9 m; in the interior were demarcate three bands of 3 x 9 m parallel to the edge of the water source. This division was made with the purpose of determine the possible influence of the distance from the body of water in the density and distribution of species. Complementarily to determine the density in a spatial scale, in five stations were located two bands of 3 x 30 m perpendicular to the coastline and separated 20 meters between each other. With the help of a collector of crabs were caught 319 individuals, were measured and the sex of each crab was determined, additionally considered the stage of development of these organisms according to the pre-established categories. Base on the monthly analysis December averaged highest densities $2.26 + 1.92$ individuos/m² and station Helechal the higher values ($2.3 + 0.1$ individuals / m²). In contrast to the CVS were the lowest average density ($0.7 + 0.1$ individuals / m²). In the spatial density counted 1.682 caves *C. guanhumi* obtained $1.9 + 0.4$ individuos/m². A sexual proportion of 1:1 settled down showing in males increased size and weight than females. 10.03% of the captured units were youthful, 71.47% preadults and 18.50% adults. The population of blue crabs presented a temporal variability in densities appear to be influenced by the rains, because the sampling period in the area were presented heavy rainfall that caused floods and overflows of stream. The anthropogenic activities could be another factor that influenced this, as it was possible to be observed in the case of the CVS in which the density of this species was affected by the proximity urban centers. There was determined a clear pattern among the conditions of the substrate (pH, temperature, humidity) with the crab population structure and distribution regarding the distance from the water source. The habitat of the blue crab is composed mostly by nature clay substrate. Additionally undertook a series of workshops and surveys to people engaged in resource extraction hydrobiological. The 23.3% of respondents whose sole activity was capture the blue crab, according to the habitants of the zone the month of May is the moment in which was observed the largest migrations to spawning and it is as well when it puts greater pressure on the species due to the increase in catches. It is noticed a reduction in the populations of the blue crab as there is a diminution in its size, minor captures and the number of present individuals in the mass migrations for reproductive purposes. It was built a confinement of 23 m² of 42 animals as a strategy to realize environmental education activities and population consciousness for the conservation of endangered species, especially to children who would be called in the future to ensure the preservation of species and sustainability of the extractive activity.

KEY WORDS: Cangrejo azul, *Cardisoma guanhumi*, characteristic morfometrics, reproductive condition, Cispatá, over-exploitation

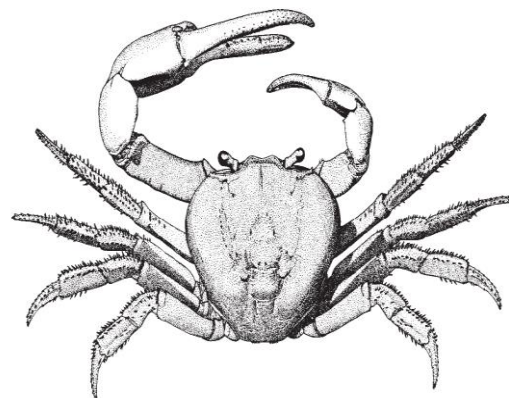


1 INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA

El cangrejo azul pertenece a la familia Gecarcinidae, género *Cardisoma*, es llamada comúnmente en Colombia como cangrejo azul de tierra, cangrejo manglero, pollo de tierra, cangrejo de tierra blanco, cangrejo de tierra petirrojo, cangrejo bandolero y cangrejo paisano. En Brasil, Cuba y Puerto Rico recibe el nombre de juey, tourlouruo y guanhumí (Schmalbach, 1974; Bermúdez *et al.*, 2002). Se caracteriza por presentar el caparazón ancho, redondeado, fuertemente inflado a nivel anterolateral y estrecho a nivel posterior; presenta sus bordes anterolaterales lisos y redondeados. El borde frontal es recto o cóncavo y los bordes de las patas ambulatorias presenta pelos dispersos y cuatro hileras de espinas en los dactilos. Los quelípedos en los ejemplares adultos, son muy desiguales, uno de ellos está muy desarrollado, es cerca de dos veces la longitud del caparazón, el isquió difícilmente se proyecta más allá de este (Figura 1) (Gifford, 1962; Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974; Ruppert y Barnes, 1996). El *C. guanhumí* tiene ocho branquias a cada lado; las cámaras branquiales son arqueadas y muy espaciosas, las laminillas branquiales son más rígidas y están separadas por diversas estructuras que permiten la circulación del aire entre ellas, existiendo una superficie suplementaria de intercambio de gases; asimismo, se presenta una reducción en sus branquias, que disminuye la pérdida de agua como consecuencia de la evaporación (Rojas, 1970; Schmalbach, 1974)



a.



b.

Figura 1. a. Vista dorsal del *Cardisoma guanhumí* (fotografía de Sanjuan-Muñoz, 2007). b. Esquema de la vista dorsal del cangrejo azul (modificado de Tavares, 2002).



El *C. guanhumi* se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales; desde Bermudas hasta Sao Paulo, Brasil, pasando por las Antillas en el Mar Caribe (Gifford, 1962; Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974; Hill, 2001; Oliveira et al., 2001). En Colombia el cangrejo azul está distribuido a lo largo de todo el Caribe (Rojas, 1970; Schmalbach, 1974; Prah, 1983). Es parte importante en la dinámica de la mayoría de los ecosistemas de manglar en áreas costeras marinas y estuarinas. Esta especie habita bosques costeros y de manglar, matorrales y campos abiertos. *C. guanhumi* construye sus madrigueras en sustratos estables donde el suelo es suficientemente compacto y organizado; casi siempre están en sectores fangosos cerca de un corredor de mangle compuesto por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y el helecho *Acrostichum danaeifolium* o en zonas sombreadas cubiertas predominantemente por *Coccoloba uvifera*, *Canavalia maritima* y *Acrisvichum* sp. (Herreid y Gifford, 1963; Schmalbach, 1974; Prah, 1983; Prah y Manjarrés, 1984). El cangrejo azul excava una madriguera que desciende hasta el nivel freático, para así adquirir la humedad y el agua intersticial requerida para su normal desarrollo (Gifford, 1962; Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974; Prah, 1983; Prah y Manjarrés, 1984).

El ciclo de vida del cangrejo azul es complejo, porque presenta dos fases una acuática y otra terrestre. Las hembras al momento de desovar migran hacia la costa para soltar los huevos en el océano. Una vez en tierra, el *C. guanhumi* puede ser dividido en tres estados de desarrollo: juvenil, transición y adulto. Los juveniles tienen un caparazón de color marrón oscuro, los individuos que se encuentran en la fase de transición pueden tener una coloración púrpura oscura y/o naranja y los adultos son de color azul lavanda; las hembras adoptan una coloración blanca o amarillenta durante el desove (Figura 2). Estas características hacen del cangrejo azul diferente a otras especies de decapados (Schmalbach, 1974; Rodríguez-Fourquet, 2004). El *C. guanhumi* presenta dimorfismo sexual, los machos lo poseen el abdomen en forma de V invertida o triangular, sin cubrir todo el tórax, mientras las hembras lo tienen casi redondeado, cubriendo el tórax hasta cerca del límite con las coxas torácicas (Schmalbach, 1974; Ruppert y Barnes, 1996). El cangrejo de tierra azul alcanza la madurez sexual alrededor de los cuatro años; después de copular, las hembras llevan la masa del huevo debajo de su cuerpo por aproximadamente dos semanas antes de la migración al



océano donde depositan los huevos en aguas costeras bajas, una hembra de 50 g puede dejar en promedio 10.000 huevos (Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974).



Figura 2. a. Vista frontal de dos cangrejos en estadio adulto y de transición (fotografía de Sanjuan-Muñoz, 2007). b. Vista dorsal de una hembra ovada.

La literatura científica sobre el cangrejo azul es muy escasa en el País y existe un desconocimiento acerca de la biología y ecología de esta especie. Los estudios más recientes fueron efectuados por CVS *et al.* (2003) y CVS y CONIF (2006) y corresponden a evaluaciones de los manglares en el departamento de Córdoba donde incluyeron una descripción de algunos aspectos biológicos y económicos del cangrejo azul, resaltan como esta especie hace parte de la dieta de algunos pobladores de la Costa Atlántica colombiana, siendo considerada en la bahía de Cispatá como un recurso alternativo a la pesca que se emplea para el autoconsumo y comercio local.

Merchán *et al.* (2005) llevaron a cabo una valoración del *C. guanhumi* en el departamento de Bolívar obteniendo una densidad poblacional máxima de 3,04 ind/m² y calculando una proporción de 1:1 entre los dos sexos. Además observaron que existen diferencias significativas entre sexos en cuanto al peso, teniendo los machos un promedio superior al de las hembras ($120,8 \pm 74,21$ g y $99,9 \pm 39,8$ g respectivamente); sin embargo, como era de esperarse, no detectaron diferencias entre la longitud del caparazón.

La ecología y comportamiento del cangrejo azul en el Caribe colombiano fueron estudiados por Schmalbach (1974), este estableció que el medio costero es adecuado para el desarrollo de la especie, por ofrecer alta disponibilidad de agua



y alimentos. Encontró diferencias significativas tanto en el peso como en el ancho del caparazón entre los machos y las hembras. Adicionalmente, determinó que durante la época seca se entierran tapando casi totalmente sus madrigueras y que el período de desove en masa se presenta hacia el mes de agosto.

Rojas (1970), en su descripción de los crustáceos que son aprovechados en Colombia, determinó que el género *Cardisoma* es explotado para el autoconsumo ya que este animal es un recurso apreciado, en especial sus huevos. También refiere que la época de puesta es durante las noches de luna llena, en los meses de mayo, junio y julio, momentos en donde se llevan a cabo las migraciones en masa hacia el mar.

Se han desarrollado trabajos de inventarios que incluyeron al cangrejo azul de tierra, Prah (1983) lo reportó en la isla de San Andrés, describiendo algunas de sus generalidades, como que habita en madrigueras en zonas pantanosas, cerca del cinturón de mangle cubierto por *Avicennia germinans* y *Acrostichum daneaefolium*.

A nivel internacional Taissoun (1974) enunció los aspectos poblacionales de esta especie en Venezuela, encontrando que vive en ambientes estuarinos y costeros con suelos de naturaleza hidromórfica, es decir, capaces de conservar agua a poca profundidad. Observó que la hembra puede almacenar los espermatozoides activos en dos espermatecas, permitiendo la fecundación de los ovocitos sin tener que realizar nuevas cópulas. Estos organismos son colectados en las noches, momento en el que presentaron la mayor actividad, evidenciándose que las capturas por esfuerzo mensual (hombre/3 horas/noche) varían de 7.100 en septiembre a 400 ejemplares en el mes de febrero.

Silva y Oshiro (2002) analizaron 224 individuos en Brasil, establecieron cuatro patrones de coloración en el caparazón del *C. guanhumi*, ubicando en el primero a los juveniles con una coloración café, en el segundo los preadultos con un caparazón púrpura, en el tercero los adultos de color azul lavanda y en el cuarto las hembras ovadas y los adultos mayores con una pigmentación gris y blanca; también propusieron cinco etapas del desarrollo gonadal en las hembras y dos en



los machos. Finalmente estimaron que la talla de madurez en las hembras es 53 mm y en los machos 52 mm y que la época de desove ocurre entre los meses de marzo y mayo.

En Brasil, Oliveira *et al.* (2001), realizaron un estudio poblacional del cangrejo azul, en el que establecieron que la proporción de sexos es 1:1 y que las hembras alcanzaron su madurez sexual alrededor de los 35,5 mm de longitud del caparazón. El periodo reproductivo de la especie se definió para los meses de diciembre y febrero, las migraciones del desove dura una o dos noches, las hembras pueden desovar cinco veces en el año y su fertilidad depende del tamaño.

Spivak, (1997) aborda la distribución de los cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental entre 25 y 41° S, comprendiendo a los países de Uruguay, Argentina y Brasil, encontrando al cangrejo azul únicamente en este último, y determinando que esta especie habita entre o alrededor de los árboles e ingieren vegetales frescos y/o en descomposición, en un radio de 2 m alrededor de las cuevas.

En Puerto Rico Govender y Rodríguez-Fourquet (2002), establecieron que para estimar la densidad demográfica el conteo de cuevas del *C. guanhumi*, con las heces es igual de eficiente que la captura de los organismos, siendo la presencia de estas, un indicador seguro de una madriguera habitada por un cangrejo. La densidad del cangrejo con base en capturas fue de 0,19 ind/m² y por conteo de madrigueras con heces fecales de 0,18 madrigueras/m². Igualmente determinaron que medir el ancho del túnel es un método confiable para establecer la estructura de tallas del cangrejo azul y que el tamaño de las heces no tiene ninguna relación significativa con las demás variables biométricas.

El cangrejo de tierra azul constituye un importante recurso de explotación en países como Venezuela, Puerto Rico y Cuba. En el País es aprovechado para el consumo y comercio local, sin embargo, la explotación incontrolada, la expansión del urbanismo y la contaminación han generado un agotamiento de esta especie (Rojas, 1970; CVS y CONIF, 2003). El cangrejo azul de tierra ha sido clasificado



bajo la interpretación y ajustes globales establecidos por la Unión Internacional de la Naturaleza (UICN) para especies amenazadas, en la categoría nacional de vulnerable (VU) ya que cumple los criterios A-E, lo que significa que la especie enfrenta riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo (Bermúdez *et al.*, 2002).

Este trabajo fue realizado en la bahía de Cispatá debido a que esta zona es un productivo ecosistema costero en la región y que la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS) ha detectado un deterioro significativo de ciertas poblaciones, reflejado en la ausencia o escasez de algunas especies y la disminución del tamaño de captura de otras, lo cual se debe a que en la zona hay varios asentamientos humanos que dependen directamente de la pesca artesanal, que en muchos casos se podría catalogar como de subsistencia básica. El desempleo y el crecimiento de la población local han generado una explotación incontrolada de muchas de las especies allí presentes, ya que se ha generalizado la utilización de sistemas exclusivamente extractivos, conllevando a una notable reducción de los recursos hidrobiológicos, entre los cuales se encuentran como los más afectados peces, moluscos (ostras, chipi-chipi, caracoles) y crustáceos (el cangrejo azul, jaibas y camarones) en general (CVS *et al.*, 2003; CVS y CONIF, 2006).

Para solucionar esta problemática la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), ha venido desarrollando una serie de proyectos con el fin de establecer la situación ecológica y biológica actual del ecosistema y han identificado que el cangrejo azul -*Cardisoma guanhumí*- es uno de los más aprovechado tanto para el consumo como para el comercio en el área, evidenciándose en la actualidad su notable disminución (CVS *et al.*, 2003; CVS y CONIF, 2006).

Esta investigación tiene como fin estudiar algunos aspectos de la estructura poblacional, así como las condiciones reproductivas del *C. guanhumí*, durante el segundo semestre del 2007, aportando información sobre la densidad, estructuras de talla y peso, proporciones de sexos, los meses de desove y distribución espacial durante el tiempo de estudio, según las características



ambientales, permitiendo, tener un conocimiento integral del recurso explotado. Así con este estudio se pretende generar las bases para futuras investigaciones y establecer lineamientos de manejo para la recuperación y aprovechamiento sostenible de este recurso; fue así como en el marco del convenio interinstitucional entre la Corporación Autónoma Regional del los Valles del Sinú y San Jorge (CVS) y la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL), se propone el presente proyecto que busca hacer un aporte al conocimiento sobre la biología y ecología del cangrejo azul en la bahía de Cispatá como requisito para optar a al título de Biólogo Marino.

El texto del documento se encuentra dividido en cuatro aspectos principales, contemplando cada uno de los temas abordados de forma articulada, su correspondiente procedimiento metodológico, resultados y discusión, con el propósito de facilitar su comprensión. El primero de ellos, son los aspectos estructurales como la densidad en una escala espacio-temporal y espacial, al igual que elementos morfométricos de los especímenes colectados, junto con la descripción detallada de las diferentes madrigueras encontradas. El segundo se refiere a la evaluación de la condición reproductiva, abarcando la diferenciación sexual, composición grupal y características de las hembras ovadas. En el tercero se relacionaron algunas características del sustrato con los atributos estructurales encontrados para finalmente en el cuarto se muestra el análisis efectuado sobre la extracción y uso del recurso por parte de los moradores de la zona, con quienes se realizaron encuestas y se llevaron a cabo talleres de sensibilización, buscando una aproximación a su conocimiento tradicional, con miras a que en un futuro y con el acompañamiento de la CVS se implementen alternativas viables para la recuperación del cangrejo azul, como las opciones de cría y levante en sistemas cerrados.



2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Debido a la permanente extracción de *Cardisoma guanhumi* (cangrejo azul) y la falta de información existente sobre su ecología y biología, este estudio evaluó algunos aspectos de la estructura poblacional y de las condiciones reproductivas del cangrejo azul en la bahía de Cispatá durante el segundo período del año 2007. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las posibles relaciones de estas variables con las características particulares de las estaciones muestreadas en cuanto a las condiciones del sustrato, y al uso de este recurso, contando para ello con la activa participación de las comunidades localizadas en el área.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la densidad, características morfométricas (alto y ancho del caparazón y longitud de apéndices quelados, talla) y peso de *C. guanhumi* colectados en cada una de las estaciones demarcadas en el sector de estudio.

Evaluar la condición reproductiva del cangrejo azul en la bahía de Cispatá, en términos de la proporción de sexos, la composición grupal (juveniles, preadultos y adultos), la presencia o no de hembras ovadas, la coloración de sus huevos y un eventual desove en masa (migraciones).

Relacionar las condiciones del sustrato (tipo y tamaño de grano, materia orgánica, carbonato de calcio, temperatura, porcentaje de humedad y pH) obtenidas, con los aspectos de la estructura poblacional del cangrejo azul de tierra, considerando posibles diferencias espaciales y temporales.

Analizar el efecto (cambios) que ejerce el uso del recurso de *C. guanhumi* en los aspectos estructurales de esta especie, con base en la información obtenida mediante encuestas y talleres de sensibilización sobre el grado de extracción que se lleva a cabo por parte de los pobladores del área.



2.2 HIPÓTESIS

Se espera encontrar diferencias significativas en la densidad de individuos entre las estaciones demarcadas, ya que esta puede verse incrementada en aquellos lugares donde se presenten sustratos con altos porcentajes de humedad y pH más ácidos.

Si bien el estudio corresponde a la época de lluvias, es probable que el mayor número de hembras ovadas se evidencie en los meses de mayor precipitación.

En las estaciones del sector con mayor grado de extracción del recurso se colectarán especímenes de tallas y pesos menores, con relación a los otros lugares con menor presión.



3 ÁREA DE ESTUDIO

La bahía de Cispatá denominada también antiguo delta del río Sinú, se encuentra localizada en el litoral Caribe colombiano, al costado suroeste del golfo de Morrosquillo en el departamento de Córdoba (Figura 3 y Figura 4), entre los $9^{\circ} 25' - 9^{\circ} 20' N$ y $75^{\circ} 47' - 75^{\circ} 55' W$ (CVS *et al.*, 2003) abarcando los municipios de San Antero y San Bernardo del Viento. Se caracteriza por poseer un ambiente de tipo manglárico - estuarino, con sustratos conformados principalmente por sedimentos finos y muy finos con una gran influencia del río Sinú y algunos depósitos fósiles coralinos (Moreno, 1989; CVS *et al.*, 2003).

Esta zona, posee unas condiciones particulares donde se conjugan una serie de factores que han favorecido no solo el establecimiento del ecosistema de mangle sino de humedales de agua dulce que albergan una gran riqueza de flora y de fauna, así como diversas relaciones inter e intraespecíficas entre las distintas especies allí presentes (CVS y CONIF, 2006).

La topografía de la zona es irregular con numerosas islas en el interior, formadas por agrupaciones arbóreas, éstas se comunican con todo un sistema de ciénagas por medio de caños de diferentes profundidades. Los pantanos de manglar están constituidos por suelos limo arcillosos orgánicos que conforman áreas deprimidas periódicamente inundadas y sometidas al régimen de mareas. Exhibe mareas semidiurnas que no superan los 60 cm, por lo que hay una constante incidencia por parte del río Sinú, estos aportes de agua afectan la salinidad que fluctúa desde 0 hasta 34. La temperatura promedio del agua es de $29^{\circ} C$ y la profundidad promedio es de 2 m (Vásquez, 2006; Ávila, 1995).

Esta zona se cataloga como bosque seco tropical, presenta un régimen de lluvias que se ajusta a una condición intermedia de monomodal -bimodal - tetraestacional. La época húmeda (aguas altas), va desde abril a noviembre, con un pequeño descenso en el mes de julio a agosto; la temporada seca (aguas



bajas) inicia a comienzos de diciembre y se prolonga hasta marzo o abril; los meses más secos son enero y febrero, y el más húmedo es junio, los meses de de abril y diciembre son considerados como de transición. La Bahía se encuentra influenciada por los vientos Alisios, con una mayor incidencia y constancia en la época seca; para la época húmeda se evidencian vientos del sureste (CVS y CONIF, 2006; Vásquez, 2006; Moreno, 1989).



a.



b.

Figura 3. a. Vista panorámica del Caribe colombiano (modificado de Google Earth, 2007) b. Ubicación de la bahía de Cispata en el Caribe colombiano (modificado de Google Earth, 2007).

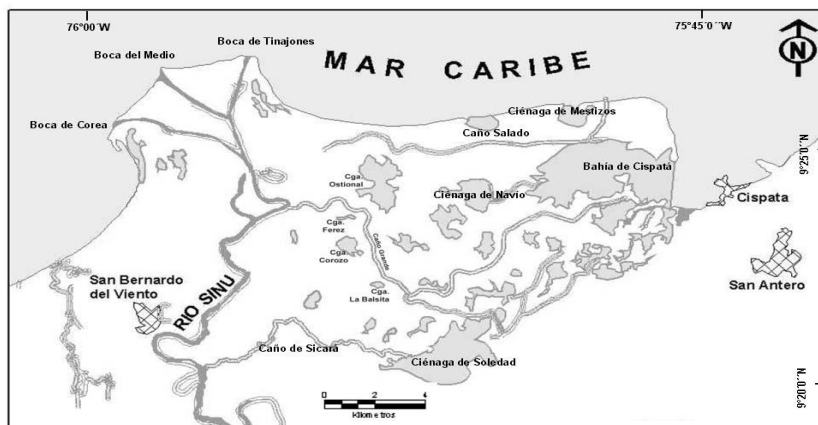


Figura 4. Ubicación geográfica de la bahía de Cispata donde se observan las principales ciénagas y caños existentes en el área de estudio. (modificado de CVS *et al.* 2003).



El río Sinú es la principal vía fluvial de la región que alimenta al sistema de ciénagas de la bahía de Cispatá por medio del Caño Sicará y Caño Grande (INVEMAR-URRÁ, 2005; CVS *et al.*, 2003). Su longitud es de aproximadamente 415 km, y se fluye entre las serranías de Abibe y San Jerónimo, hasta desembocar actualmente en la zona de llanura en la boca de Tinajones (Gobernación de Córdoba, 2006). Los cambios en su dinámica hídrica y desembocaduras durante el siglo pasado, ha generado la conformación de uno de los ecosistemas mangláricos más representativos de la región (CVS *et al.*, 2003). Esta área presenta una superficie aproximada de 130 km² y se encuentra circundada por manglares, compuesto por *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (mangle botón o zaragoza), *Pelluciera rhizophorae* (mangle piñuelo) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo) este último es el más abundante de la región (Olaya *et al.*, 1987; Patiño y Flórez, 1993; Vásquez, 2006). En medio de estas asociaciones de manglar, en ciertos sectores se presentan parches o extensiones del helecho mata tigre (*Acrostichum aureum*), especialmente en lugares con poca influencia del agua de mar (Figura 5) (CVS *et al.*, 2003).

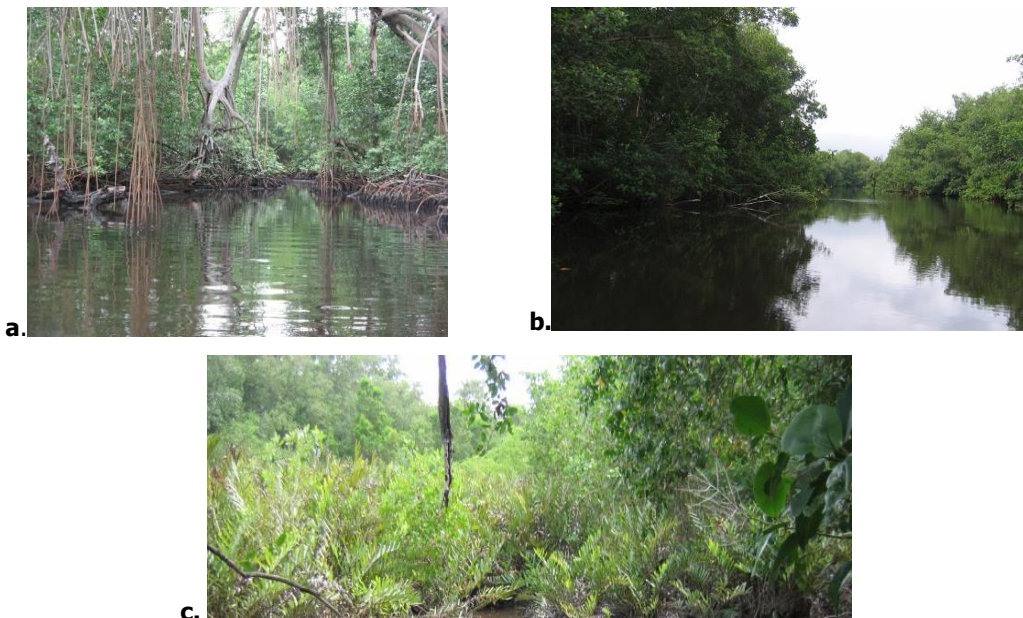


Figura 5. a. Pantanos de manglar b. Caño Remediapobre (fotografía de Sanjuan-Muñoz, 2007) c. Parches del helecho mata tigre (*Acrostichum aureum*).



Los habitantes de la Bahía realizan principalmente, actividades extractivas ya sea de tipo forestal o hidrobiológico, esta extracción es en su mayoría para el autoconsumo. Las necesidades básicas son precarias, la salud, la educación, el déficit de vivienda con sus servicios básicos domiciliarios y la falta de oportunidades laborales son los factores que más los aqueja. Además no existen políticas claras, ni planes de desarrollo eficientes y eficaces que en buena medida alivien la problemática (CVS y CONIF, 2006).

La presión antropogénica en el golfo de Morrosquillo se puede observar en cinco tipos de efectos: (a) el primero es la pesca tanto industrial como artesanal, esta es la principal actividad comercial de la comunidad, hay más de 700 pescadores artesanales. (b) El segundo es la industria del cemento (TOLCEMENTO) con la instauración de un muelle de carga, al norte del golfo, cerca de Tolú. (c) El tercer efecto es la industria petrolera con sus terminales de explotación. (d) El cuarto la empresa turística que ha traído como consecuencia la destrucción de manglares por las obras de ingeniería (carreteras y espolones), que han contribuido a la erosión de las playas (CVS y CONIF, 2006; Moreno, 1989). (e) El quinto factor es la industria camaronera y piscifactorías que vierte los desperdicios orgánicos e inorgánicos, en la zona están las camaroneras del Sinú, AGROTIJÓ y AGROSOLEIDAD (CVS y UJTL, 2006; WRM, 2001).



4 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS ESTRUCTURALES

Para determinar algunos aspectos de la estructura poblacional y de las condiciones reproductivas del cangrejo azul de tierra en la bahía de Cispatá, se llevó a cabo una visita de exploración en julio para ubicar las estaciones tanto fijas como móviles, las cuales se definieron con base en la presencia, densidad de la especie y se tuvo en cuenta el nivel de extracción del recurso en cada sitio según la información suministrada por los habitantes de la región y el personal de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge - CVS (Figura 6)

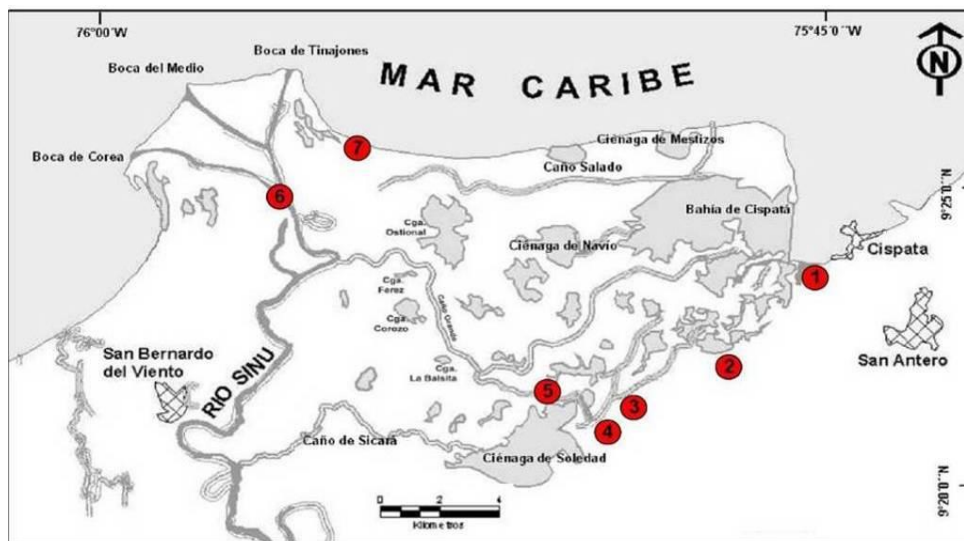


Figura 6. Ubicación de las estaciones de muestreo del cangrejo azul en la bahía de Cispatá. Parcelas fijas de muestreo: **1.** CVS. **2.** Camaronera AGROTIJÓ. **3.** Caño Palermo ó Helechal. **4.** Caño Tijó. **5.** Caño Soldado. Parcelas móviles de muestreo: **3.** Caño Palermo ó Helechal. **4.** Caño Tijó. **5.** Caño Soldado. **6.** Mireya. **7.** Playa Mireya. Bandas aisladas: **1.** CVS-Nisperal. Modificado de CVS *et al.* (2003).

4.1 DENSIDAD

4.1.1 Espacio-temporal: los muestreos se llevaron a cabo entre agosto y diciembre de 2007. Para estimar la densidad en una escala temporal y así poder determinar si existen variaciones de esta durante el tiempo de muestreo, se establecieron cinco estaciones fijas en los sectores de la CVS, la camaronera



AGROTIJÓ, caño Palermo o "Helechal", caño Tijó y caño Soldado, las cuales fueron geoposicionadas utilizando un GPS Garmin 76 (± 5 m) (Tabla 1).

Tabla 1. Nombres y códigos de las estaciones de muestreo en donde se establecieron las parcelas fijas en la bahía de Cispatá.

Estación	Código	Coordenadas
Caño Soldado	CS-F	9° 21' 28" N - 75° 51' 14" W
Caño Tijó	CT-F	9° 21' 21" N - 75° 50' 13" W
CVS	CV-F	9° 23' 53" N - 75° 47' 07" W
AGROTIJÓ	AG-F	9° 21' 59" N - 75° 49' 00" W
Helechal	HL-F	9° 21' 30" N - 75° 50' 32" W

En cada estación, se ubicó una parcela fija de 9 x 9 m con dos ejes principales perpendiculares a la línea de costa, demarcada con estacas y cinta de señalización; en su interior se delimitaron tres bandas de 3 x 9 m (B1, B2 y B3, respectivamente) paralelas al borde de la fuente de agua, utilizando como base una línea guía metrada. Esta división se hizo con el fin de determinar la posible influencia de la distancia del cuerpo de agua en la densidad y distribución de la especie; para la estimación de la densidad (número de madrigueras/m²) se deslizó un cuadrante de 1 x 1 m en cada banda, hasta cubrir la totalidad del área (Figura 7).

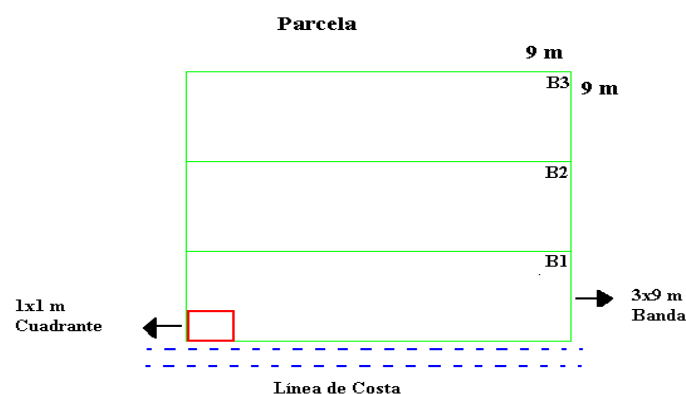


Figura 7. Esquema de la parcela y ubicación de las bandas empleadas en cada estación de muestreo del cangrejo azul en la bahía de Cispatá.



Dentro de cada parcela se contaron y midieron todas las madrigueras habitadas por el cangrejo azul, las cuales fueron identificadas por la presencia de heces en la entrada (Govender y Rodríguez-Fourquet, 2002), incluyendo las que estaban tapadas (cangrejo en proceso de muda) y las que habían sido alteradas por la extracción del recurso (saqueadas), este último aspecto fue muy importante para poder contrastar lugares con diferente grado de extracción. Con el propósito de contar con una mayor aproximación al tamaño de la madriguera, se efectuaron tres medidas para obtener el diámetro promedio (Figura 8).

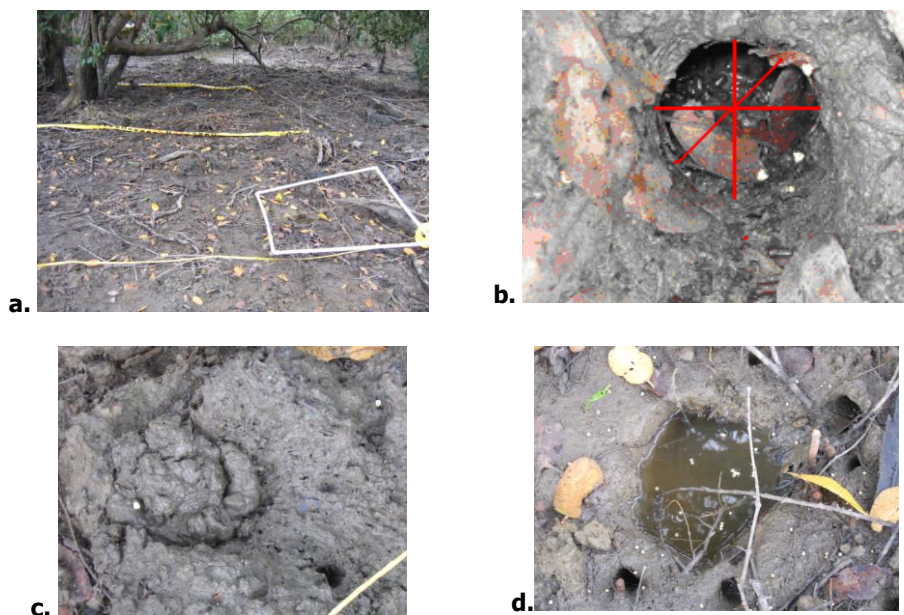


Figura 8. **a.** Ubicación del cuadrante de 1 x 1 m dentro de cada banda **b.** Madriguera habitada por el cangrejo azul identificada por la presencia de heces en su entrada y con las tres mediciones realizadas para obtener el diámetro promedio. **c.** Madriguera tapada en la cual el cangrejo está realizando su proceso de muda. **d.** Madriguera saqueada por parte de un cangrejero. (fotografías de Sanjuan-Muñoz, 2007).

Para la obtención de la densidad se tuvieron en cuenta las cuevas habitadas y las tapadas, considerando que en cada madriguera se encuentra un solo individuo de esta especie, estos valores se estandarizaron en términos de número No. individuos por m^2 (Ind/ m^2). Se calcularon estadígrafos de tendencia central (promedio) y de variabilidad (desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación). Se evaluó el ajuste de los datos a la normalidad y homogeneidad de las varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett respectivamente, las cuales indicaron que los datos no se ajustaron a los requisitos para utilizar



modelos paramétricos, por lo cual se buscó determinar si esta variable mostraba diferencias significativas espacio-temporales con la prueba de Kruskal-Wallis; para los casos en que presentaron, se llevó a cabo la prueba de Dunn con el fin de identificar las parejas de meses y/o estaciones implicadas de acuerdo con lo referido en Zar (1999) y Daniel (2004).

Se debe tener en cuenta que en agosto se llevaron a cabo dos muestreos, en la primera y cuarta semana respectivamente, por lo que hubo la necesidad de integrar los datos de las dos salidas para el análisis por meses, a excepción de la parcela del Helechal que debió ser trasladada a otro lugar de la estación que reuniera todas las condiciones preestablecidas para el estudio (cercanía a la fuente de agua más próxima y grado de extracción del recurso) excluyéndose por esto los resultados obtenidos en el primer muestreo.

De las cinco estaciones fijas muestreadas, la CV-F mostró la menor densidad promedio de $0,7 \pm 0,1$ Ind/m² presentando una amplia variabilidad ($V = 180,0$ %), seguido en orden ascendente por AG-F con $1,5 \pm 0,1$ Ind/m² ($V = 141,0$ %), CS-F con un $1,9 \pm 0,1$ Ind/m² ($V = 82,2$ %), CT-F con una densidad $2,0 \pm 0,1$ Ind/m² ($V = 73,6$ %) y por último HL-F fue la estación que presentó la mayor densidad promedio con $2,3 \pm 0,1$ Ind/m² y una variabilidad de $143,3$ % (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad (Ind/m²) del cangrejo azul y coeficiente de variación (V), en las estaciones de muestreo durante los meses de agosto a diciembre de 2007. AGROTIJÓ (AG-F); caño Soldado (CS-F); caño Tijó (CT-F); Helechal (HL-F); CVS (CV-F) y el Área total. Promedio \pm error estándar ($\bar{x} \pm S_x^-$).

	Agosto		Septiembre		Octubre		Diciembre		Área total	
	$\bar{x} \pm S_x^-$	v	$\bar{x} \pm S_x^-$	v	$\bar{x} \pm S_x^-$	v	$\bar{x} \pm S_x^-$	v	$\bar{x} \pm S_x^-$	v
AGROTIJÓ	$1,5 \pm 2,2$	143,8	$1,3 \pm 1,8$	140,0	$1,4 \pm 2,1$	151,9	$1,8 \pm 2,3$	127,1	$1,5 \pm 0,1$	141,0
Caño Soldado	$1,6 \pm 1,3$	83,2	$2,2 \pm 1,9$	87,7	$1,6 \pm 1,5$	88,4	$2,4 \pm 1,5$	62,3	$1,9 \pm 0,1$	82,2
Caño Tijó	$1,4 \pm 1,1$	79,4	$2,4 \pm 1,4$	59,0	$2,1 \pm 1,5$	70,6	$3,0 \pm 1,7$	57,8	$2,0 \pm 0,1$	73,6
CVS	$0,4 \pm 0,9$	220,8	$0,6 \pm 1,1$	169,3	$1,0 \pm 1,7$	168,8	$1,2 \pm 1,7$	149,5	$0,7 \pm 0,1$	180,0
Helechal	$1,9 \pm 1,6$	81,6	$2,2 \pm 1,3$	58,9	$2,1 \pm 1,3$	61,8	$3,0 \pm 1,6$	54,5	$2,3 \pm 0,1$	143,3



Cabe resaltar que se evidenció un incremento en la densidad en el mes de diciembre en todas las estaciones. Por otra parte en septiembre y diciembre, las estaciones de CS-F, CT-F, el HL-F y la CV-F presentaron mayores densidades, mientras que AG-F alcanzó los valores más altos en agosto y diciembre ($1,5 \pm 0,2$ Ind/m²; $1,8 \pm 0,3$ Ind/m²). Durante todos los meses, la estación CV-F mantuvo las densidades promedio más bajas, inferiores a 3,0 Ind/m² (Figura 9).

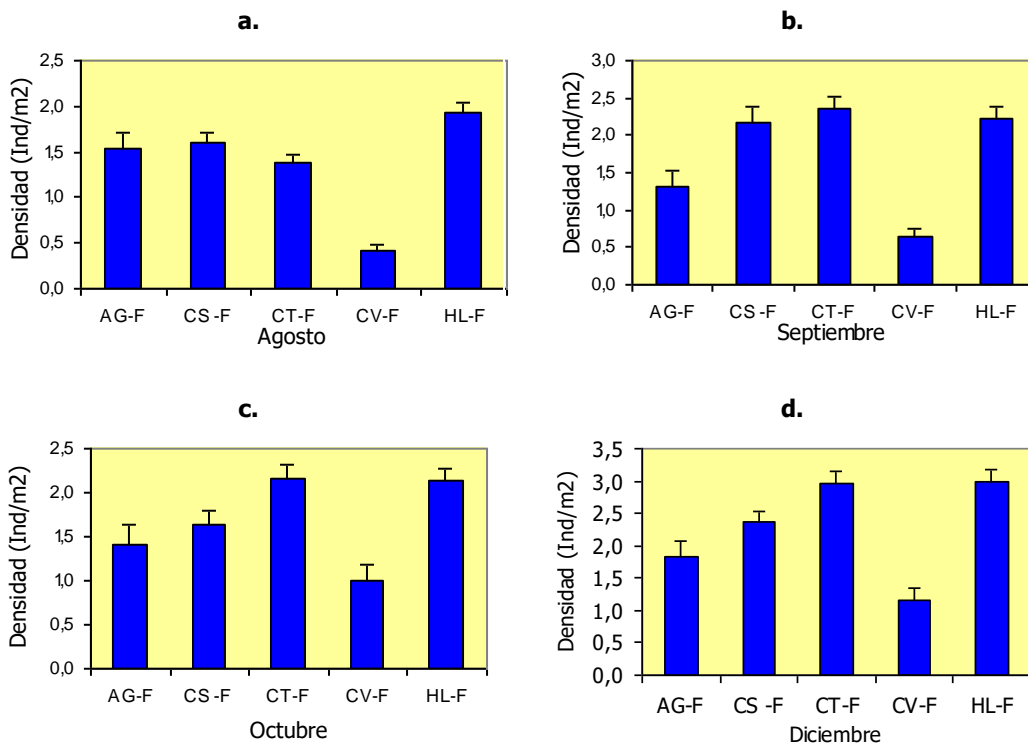


Figura 9. Promedio de la densidad temporal (meses) de *C. guanhumi* en las estaciones fijas de muestreo. **a.** Agosto. **b.** Septiembre. **c.** Octubre. **d.** Diciembre. AGROTIJÓ (AG); Caño Soldado (CS); Caño Tijó (CT); Helechal (HL) y estación de la CVS (CV).

Se hallaron diferencias espacio-temporales en la densidad ($H = 384,483$; G. L. = 19; $p = 0,0$). La prueba de Dunn de comparaciones múltiples señaló que hay diferencias significativas entre las mayorías de meses y estaciones. Se observó similitudes entre la CS-F en diciembre con CT-F y HL-F en septiembre, al igual que en CT-F en octubre con el HL-F en este mismo mes y en diciembre. En octubre las estaciones de CV-F y HL-F evidenciaron similitudes (Anexo C).

Una tendencia que se presentó durante todo el periodo de estudio fue que la CV-F obtuvo los menores valores de densidad y a su vez, mostró variaciones



significativas en la mayoría de los meses. Esta baja densidad posiblemente se debe a la cercanía a las construcciones y al continuo tránsito de vehículos y personal que han desplazado a las poblaciones de cangrejos; adicionalmente la parcela estuvo localizada en campo abierto, donde las madrigueras estaban expuestas a la luz solar y con gran probabilidad de ser atacadas por sus predadores naturales como la zorra manglera (*Procyon lotor*) y el ave maría mulata (*Quiscalus mexicanus*).

La comparación espacio-temporal permitió detectar diferencias estadísticamente significativas tanto espaciales (estaciones) como temporales (meses). Sin embargo no se observó un patrón claro en la relación espacio-temporal durante el periodo de estudio, en el que se evidenciase una variación en la densidad en todos los meses y/o estaciones que lograrse identificar cual de los factores (espacio o tiempo) influyó más en este aspecto estructural de la población del cangrejo azul evaluada. Estas relaciones tal vez no se pudieron evidenciar por las altas lluvias que se presentaron en la región, causando que el *C. guanhumí* se mantuviera en constante movimiento en busca de tierras elevadas y secas.

La estación CT-F, exhibió las menores densidades en agosto posiblemente debido a la intensificación en la extracción del recurso como se mencionará más adelante, ya que la cantidad y porcentajes de madrigueras saqueadas fueron los más altos en este mes (Figura 36).

En cuanto a la densidad por bandas se encontró que la banda 1 (la más cercana a la fuente de agua), mantuvo siempre la mayor densidad en AG-F mientras que la zona 2 siempre tuvo la menor en CV-F. La franja con el mayor promedio de densidad no fue la misma en todos los meses en una misma estación y no hay una tendencia a que alguna de las bandas presente la que tenga la mayor o menor densidad (Figura 10).

En la estación de AG-F se observó que la banda 1, es la menos afectada por la intervención humana, ya que la camaronera procura mantener sus condiciones naturales, utilizando al mangle como una barrera adicional de protección, viéndose reflejado en el estudio ya que esta mensualmente mantuvo las



densidades más altas ($> 3,3$ individuos/m²) con respecto a las demás franjas 1 de las otras estaciones, destacando que sólo la densidad de esta es cercana al valor promedio de las tres bandas en las estaciones restantes. En contraste, las zonas 2 y 3 presentaron densidades muy bajas, ya que sobre ellas se ejerce un fuerte impacto de la camaronera por el paso de maquinaria y por su cercanía al área de cultivo. A pesar de estas perturbaciones, AG-F registra importantes valores de abundancia que lo llevarían a ser un sitio de recuperación natural de la especie.

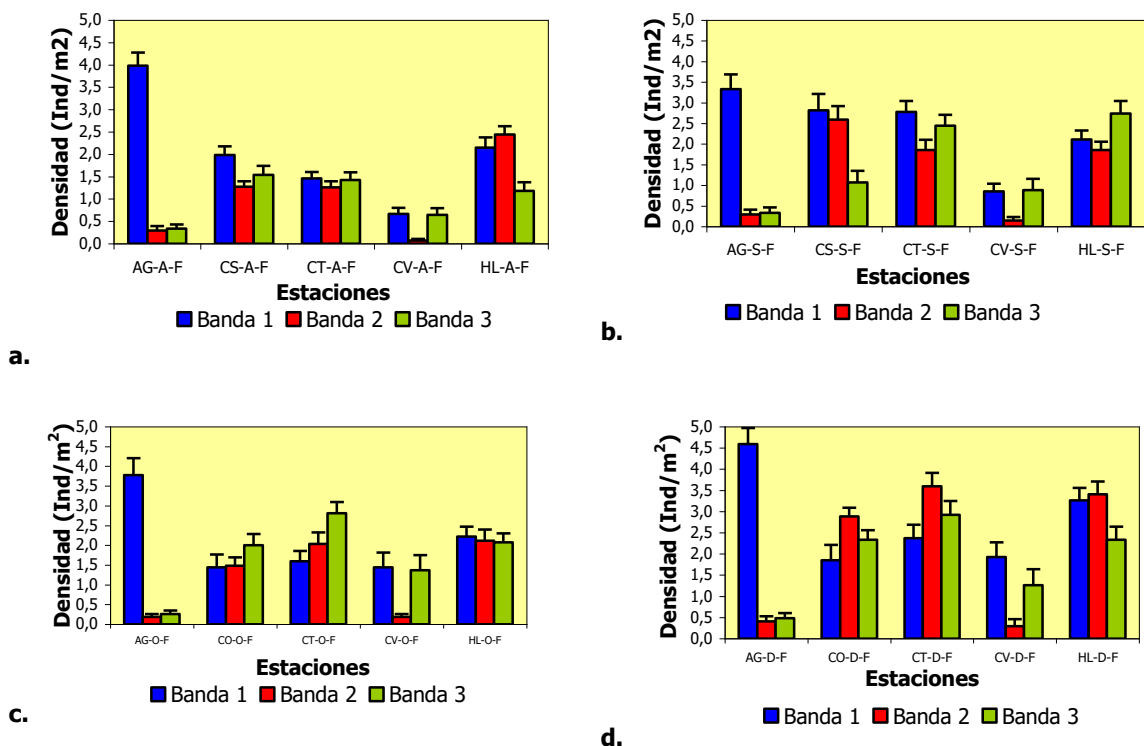


Figura 10. Promedio de la densidad temporal (meses) de *C. guanhumi* por banda en las estaciones fijas de muestreo. **a.** Agosto (A-F). **b.** Septiembre (S-F). **c.** Octubre (O-F). **d.** Diciembre (D-F). AGROTÍJÓ (AG); Caño Soldado (CS); Caño Tijó (CT); Helechal (HL) y estación de la CVS (CV).

Las pruebas de Kruskal-Wallis señalaron diferencias en la densidad entre las bandas durante los meses de muestreo (Tabla 3). Con la prueba de Dunn se pudo observar que existe una similitud en la estación AG-F en la banda 2 y 3 durante agosto, septiembre y diciembre. Además se encontró igualdad en la estación CS-F banda 2 y CT-F banda 3 en agosto, septiembre y diciembre. Se



puede apreciar que en octubre fue diferente al resto de los meses; en este se hallaron más similitudes entre estaciones y bandas a comparación a los demás.

Tabla 3. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis, valor (H), grados de libertad (G.L), el valor de p (p)

Meses	H	G.L	p
Agosto	269,113	14	0,00
Septiembre	176,269	14	0,00
Octubre	145,948	14	0,00
Diciembre	177,162	14	0,00

Integrando todos los datos de las parcelas, la banda 1 mostró los mayores promedios de densidad en los meses con un rango de $2,0 \pm 0,1$ Ind/m² (agosto) a $2,8 \pm 0,2$ Ind/m² (diciembre), seguida por la banda 3 con valores entre $1,0 \pm 0,1$ Ind/m² (agosto) y $1,9 \pm 0,1$ Ind/m² (diciembre) y la banda 2 superó los promedio de la banda 3 solo en diciembre ($1,9 \pm 0,2$ Ind/m²). Igualmente, en todas las bandas se encontraron los valores más altos durante el último mes de muestreo (Figura 11).

La mayor densidad promedio por bandas del cangrejo azul se obtuvo en el mes de diciembre con $2,26 \pm 0,1$ Ind/m² (n = 916 madrigueras) seguida por septiembre con $1,7 \pm 0,1$ Ind/m² (n = 705 madrigueras) y octubre con $1,7 \pm 0,1$ Ind/m² (n = 677 madrigueras) mientras que en agosto se halló la menor con $1,3 \pm 0,1$ Ind/m² (n = 963 madrigueras). Se evidenció una tendencia de aumento en la densidad del *C. guanhumi* a lo largo de los meses muestreados con un pequeño descenso en el mes de octubre (Figura 11).

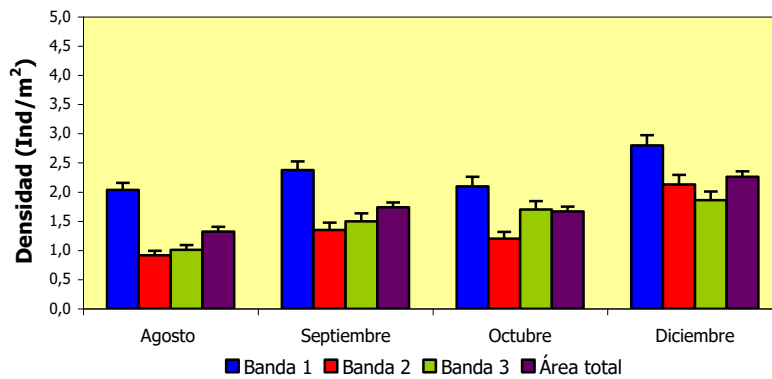


Figura 11. Promedio de la densidad de *C. guanhumi* por banda y total mensual de las parcelas fijas de muestreo, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.

La estación CT-F tuvo los mayores porcentajes de agujeros tapados, es decir, aquellos en los que el cangrejo está realizando su proceso de muda, durante agosto, diciembre y octubre (27,71%; 16,93%); mientras que AG-F alcanzó los porcentajes más bajos, excepto en diciembre. En agosto se presentó el porcentaje más alto de cuevas tapadas (18,05 %), mientras que en el mes de octubre el más bajo (3,05 %) (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje y número (n) de cuevas con cangrejos (C.O) y tapadas (C. T), durante los meses de agosto a diciembre de 2007. AGROTIJÓ (AG); caño Soldado (CS); caño Tijó (CT); Helechal (HL) y CVS (CV).

Mes	Categorí a	AG		CS		CT		CV		HL		% total	N
		%	n	%	n	%	n	%	n	%	n		
Agosto	C. O	94,7 8	23 6	76,0 6	19 7	62,2 5	15 5	84,0 0	63 0	80,0 0	13 2	78,5 4	78 3
	C. T	5,22	13	23,9 4	62	27,7 1	69	16,0 0	12	14,5 5	24	18,0 5	18 0
Septiembre	C. O	97,2 0	10 4	99,4 3	17 5	87,6 2	17 7	92,1 6	47	91,3 5	16 9	93,2 0	67 2
	C. T	2,80	3	0,00	0	6,93	14	7,84	4	6,49	12	4,58	33
Octubre	C. O	98,2 5	11 2	97,0 6	13 2	93,9 6	17 1	85,1 9	69	96,5 9	17 0	94,9 2	65 4
	C. T	1,75	2	0,74	1	1,65	3	14,8 1	12	1,70	3	3,05	21
Diciembre	C. O	88,5 1	13 1	85,1 3	16 6	77,5 6	19 7	88,3 0	83	83,7 3	21 1	83,5 6	78 8
	C. T	11,4 9	17	12,8 2	25	16,9 3	43	11,7 0	11	12,7 0	32	13,5 7	12 8

No se determinó si la cercanía o no a la fuente de agua ejerce una influencia en la dinámica poblacional del cangrejo azul, se encontró que una gran variabilidad en los datos de las densidades durante el muestreo, ya que las pruebas



estadísticas no mostraron relación alguna de las bandas con las estaciones ni los meses. Esto pudo deberse al efecto causado por las intensas lluvias durante el tiempo de muestreo, produciendo inundaciones que incidieron en su distribución con relación a la fuente de agua, propiciando la formación de "colonias temporales" de acuerdo a lo descrito por Schmalbach (1974) quien define así al grupo de cangrejos que salen a buscar terrenos altos o con pequeñas elevaciones debido a la inundación de sus madrigueras.

Dentro de las parcelas fijas, los valores más altos en la densidad se registraron en diciembre y en la zona la época de verano se presenta de diciembre a marzo; esto pudo haber favorecido el aumento en la densidad del *C. guanhumi* al no correr el riesgo de la inundación de su madriguera, hecho que ocurre durante las fuertes y constante lluvias que llevan a los cangrejos a alejarse de la costa para ubicarse en sectores menos inundados. En la periodo seco el cangrejo podría permanecer más tiempo un área determinado ya que hay condiciones propicias que favorecen la estadía del animal aumentando así la densidad del cangrejo azul. Rojas (1970) y Schmalbach (1974) determinaron que en la época seca es cuando los cangrejos azules comienzan un periodo de inactividad, momento en la cual se observa más cuevas tapadas, además establecieron que en periodos de fuertes precipitaciones el *C. guanhumi* comienza un tiempo de actividad momento en el cual realiza las migraciones. Las densidades más bajas se registraron en agosto posiblemente a causa de las lluvias, que puede que haya hecho que los cangrejos se desplacen hacia otros lugares, también esto pudo haber sido ocasionado por la intensidad de extracción ya que, como se indicará mas adelante, registró la mayor proporción de cuevas saqueadas en el mes de agosto, aunque no fue un factor determinante debido a que no se registraron valores altos, en comparación al porcentaje de cuevas habitadas y saqueadas, sí pudo haber ejercido cierta influencia en la reducción de las densidades del *C. guanhumi*. (Figura 36), durante este lapso de tiempo.

El mayor porcentaje de cuevas tapadas se dio en agosto y este fue disminuyendo con el paso del tiempo hasta octubre para volver a incrementarse en diciembre. Considerando que según los pobladores del área, el pico en la ecdisis del cangrejo es de diciembre-febrero, este esquema podría indicar que existe un pico



menor en el proceso de muda del cangrejo azul que se da en agosto etapa en la cual se presenta un pequeño descenso en las lluvias. Schmalbach (1974), describe que la muda se observa en la época de verano y Taissoun (1974) observó que este proceso va desde diciembre hasta abril para *C. guanhumi* en Venezuela. En Puerto Rico durante noviembre-marzo (época de verano), período en el cual se observa mayor cantidad de cangrejos realizando su proceso de muda (Rodríguez-Fourquet, 2004). Igualmente, se presentó una disminución en los porcentajes de indicios de extracción durante los meses después de la ecdisis, lo que puede estar relacionado con este proceso, ya que el cuerpo del animal es más delgado una vez recién ha terminado de mudar, por lo que es probable que no sea muy apetecible para su consumo y por ende para su comercio.

Todas las diferencias espacio-temporales descritas anteriormente, demuestran la dinámica de la densidad poblacional de *C. guanhumi*, cuyas variaciones pueden llegar a ser independientes y particulares. Sin embargo, la explicación a este comportamiento es incierta y las respuestas diferenciales pueden estar relacionadas a cambios en su entorno, condicionadas por agentes medioambientales, naturales, antrópicos o una interacción entre dichos factores.

Para la Bahía y en general para el Caribe colombiano son escasos los antecedentes sobre la biología y ecología del cangrejo azul (Rojas, 1970; Schmalbach, 1974; Prah, 1983; Bermúdez *et al.*, 2002; CVS *et al.*, 2003; Merchán *et al.*, 2005; CVS y CONIF, 2006). Información de este tipo es importante a la hora de determinar cambios en su estructura poblacional y reproductiva, así como para establecer en un futuro algún tipo de presencia institucional en torno a la recuperación, conservación y uso sostenible de esta especie, ya que en las últimas décadas se ha evidenciado una reducción en sus poblaciones y actualmente es aprovechado intensamente para el consumo y comercio local (Schmalbach, 1974; CVS *et al.*, 2003; CVS y CONIF, 2006); así mismo ha sido clasificado bajo la categoría nacional de vulnerable, enfrentando riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo (Bermúdez *et al.*, 2002).



De acuerdo a lo observado de su hábitat, el *C. guanhumi* de la bahía de Cispatá vive en un entorno acorde con lo descrito por Gifford (1962), Taissoun (1974), Schmalbach, (1974), Hill (2001) y Merchán *et al.*, (2005). Esta especie construye sus madrigueras principalmente en las zonas de manglar, desde el borde de caños y/o ciénagas hasta varios metros hacia adentro y en ocasiones habita en campos abiertos de pasto (*e. g.* parcela fija en la estación de la CVS) preferiblemente protegido de la luz solar. Sumado a lo anterior, el cangrejo azul abre sus cuevas al pie de los troncos de mangle y piedras con la finalidad, según Schmalbach (1974), de proteger su galería contra la erosión y desmoronamiento causado por agentes externos. Se distribuye formando parches y su ubicación, de acuerdo con Hill (2001), depende en gran medida del nivel del agua intersticial y de la disposición y tipo de alimento.

4.1.2 Densidad espacial: complementariamente para estimar la densidad en una escala netamente espacial, se evaluaron 10 bandas móviles (3 x 30 m) demarcadas en las estaciones: caño Palermo o Helechal, caño Tijó, caño Soldado, Mireya y playa Mireya (Figura 6). Para así determinar en que sectores dentro de la Bahía se esta generando más presión sobre el cangrejo azul. Además se determinó la densidad en un área protegida (CVS) y una explotada (Nisperal) mediante bandas aisladas (3 x 9 m) (Tabla 5), con el fin de establecer si la estación de la CVS es un lugar factible o no para la recuperación del *C. guanhumi*. Los dos tipos de bandas fueron empleadas una vez durante el muestreo y la diferencia entre ellas radica en sus dimensiones, su ubicación en cada estación y procedimientos metodológicos.

Tabla 5. Nombres y códigos de las estaciones de muestreo en donde se establecieron parcelas móviles y aisladas en la bahía de Cispatá.

Estación	Código	Coordenadas
Caño Soldado	CS-M	9° 21' 28" N - 75° 51' 14" W
Caño Tijó	CT-M	9° 21' 21" N - 75° 50' 13" W
Helechal	HL-M	9° 21' 30" N - 75° 50' 32" W
Mireya	MR-M	9° 25' 54" N - 75° 55' 41" W



Playa Mireya	PM-M	9° 25' 26" N – 75° 53' 03" W
Nisperal	NP-A	9° 23' 35" N - 75° 47' 01" W
CVS	CV-A	9° 23' 53" N - 75° 47' 07" W

4.1.2.1 Bandas móviles: en las estaciones, se ubicaron perpendiculares a la línea de costa dos bandas de 30 x 3 m separadas 20 m entre sí y cada una dividida a su vez por 10 cuadrantes de 3 x 3 m (Figura 12). Dentro de estos fueron contadas todas las madrigueras habitadas por el cangrejo azul, incluyendo las que estaban tapadas.

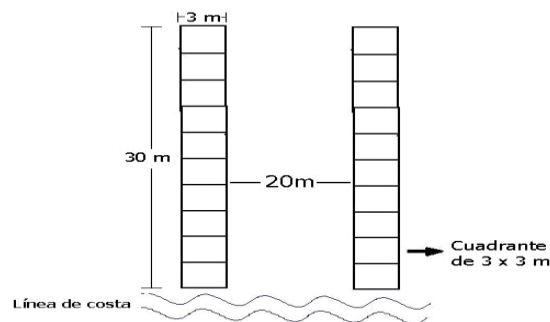


Figura 12. Esquema y ubicación en las estaciones de muestreo de las bandas empleadas para estimar la densidad espacial del cangrejo azul en la bahía de Cispatá.

Para el análisis y descripción de la densidad espacial móvil se desarrollaron los mismos cálculos estadígrafos utilizados en el manejo de datos de la densidad espacio-temporal. Asimismo se estandarizó la densidad en términos de Ind/m². Para observar si existían diferencias entre las estaciones se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis y se realizó la prueba de Tukey no paramétrica para determinar las diferencias entre las parejas de estaciones según Zar (1999) y Daniel (2004).

Se contabilizó un total de 1.682 madrigueras de *C. guanhumi*. La mayor cantidad de individuos se registró en CS-M y CT-M con 2,9 Ind/m² (n = 520 y 514 madrigueras, respectivamente), seguida de HL-M con 2,2 ± 0,3 Ind/m² (n = 397 madrigueras), PM-M con 0,8 ± 0,2 Ind/m² (n = 138 madrigueras) y MR-M que obtuvo el menor número de animales con 0,6 ± 0,1 Ind/m² (n = 113 madrigueras) (Figura 13). Se observó claramente que las estaciones que tuvieron



la menor densidad (MR-M y PM-M) son aquellas que se caracterizan por tener un sedimento de tipo de arenas finas, bien clasificadas (Merchán *et al.*, 2008).

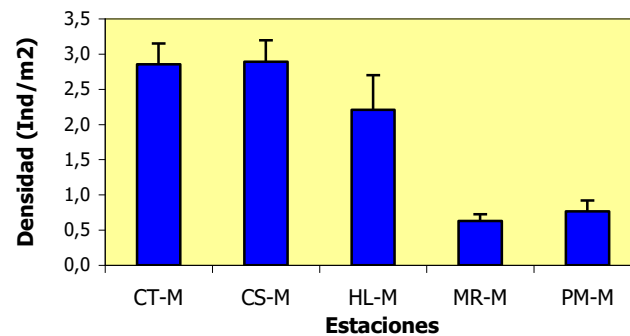


Figura 13. Promedio de la densidad de madrigueras de *C. guanhumi* en las bandas móviles de Caño Tijó (CT-M); Caño Soldado (CS-M); Helechal (HL-M); Mireya (MR-M) y Playa Mireya (PM-M).

Se presentaron diferencias significativas en la densidad del cangrejo azul entre estaciones ($H = 39,19$; G. L. = 4; $p < 0,001$), principalmente de PM-M y MR-M con el resto de estaciones (Tabla 6). Con base en todas las madrigueras contabilizadas en las bandas móviles, se estimó un promedio general de densidad espacial ($k = 5$) para el cangrejo azul en el área de $1,9 \pm 0,4$ Ind/m².

Tabla 6. Resultados de la prueba de Tukey no paramétrica de comparaciones múltiples entre las estaciones de muestreo, bandas móviles caño Soldado (CS-M); caño Tijó (CT-M); Helechal (HL-M); Mireya (MR-M) y playa Mireya (PM-M).

Contraste entre muestras		Significancia
CT-M	HL-M	*
CT-M	CS-M	*
CT-M	MR-M	*
CT-M	PM-M	*
HL-M	CS-M	*
HL-M	MR-M	*
HL-M	PM-M	*
CS-M	MR-M	*
CS-M	PM-M	*
MR-M	PM-M	*

La densidad espacial del cangrejo azul obtenida en la bahía de Cispatá ($1,9$ Ind/m²), es ligeramente superior a la registrada por Merchán *et al.* (2005) en el Departamento de Bolívar ($1,7$ Ind/m²) y a la reportada a nivel internacional para Cuba, ya que siendo uno de los principales productores y exportadores de cangrejo azul en América Latina (Álvarez *et al.*, 1993 En: Oliva-Rivera, 2005) reporta también una densidad menor ($0,6$ Ind/m²) y Rodríguez-Fourquet (2004)



registró para Puerto Rico una densidad de 1,2 Ind/m². De acuerdo a esto, se puede inferir que en la actualidad las densidades de *C. guanhumi* en la Bahía son mayores, posiblemente por presentarse un menor grado de explotación en comparación con los otros lugares. Lo anterior puede estar relacionado a la presencia de un comercio local de la especie, más no un fuerte mercadeo regional o nacional de la especie. No obstante, en las últimas décadas se ha evidenciado una reducción en sus poblaciones (CVS *et al.*, 2003; CVS y CONIF, 2006; ver sección 8), por lo que no se puede concluir que en la bahía de Cispatá *C. guanhumi* tenga un mejor estado de conservación.

Las diferencias encontradas en las estaciones de muestreo, podrían indicar que las condiciones de vida del cangrejo azul son menos favorables en el sector del norte (cercano al mar), como es el caso de MR-M y PM-M donde la densidad del *C. guanhumi* fue menor; esto tal vez está influenciado en gran medida por la cercanía a las viviendas y los cultivos de arroz (*Oryza sativa*) y de palma de coco (*Cocos nucifera*) en MR-M donde se modificó el hábitat del cangrejo, cuyas madrigueras están adyacentes a estas construcciones y a una mayor exposición solar y extensión de la arena de la playa en PM-M; además esta última estación presentó un sustrato arenoso, arenas medias producto de la influencia de la playa que la circunda (Merchán *et al.*, 2008), que al parecer puede restringir la distribución del cangrejo interiorizándolo en el manglar en busca de sustratos de mejores condiciones para la construcción de sus madrigueras que permitan por ejemplo, conservar los niveles de agua dentro de las cuevas. A causa de todo lo anterior, hubo la necesidad de iniciar una banda en MR-M a 16 m y las dos bandas de PM-M a 10 m de distancia de la fuente de agua. En el sector sur, por el contrario, se presentó una mayor densidad en CS-M y CT-M, debido probablemente, a la existencia de ambientes en los que se conserva su entorno natural. Esto no indica que en este sector no exista un impacto de tipo antrópico, ya que cerca o sobre él se realizan diferentes actividades extractivas tales como la captura de cangrejo, la tala de mangle, la pesca, entre otros. Taissoun (1974) observó grandes concentraciones de madrigueras en zonas de manglares (*Avicennia sp*, *Laguncularia* y *Conocarpus sp*), matorrales y bosques ya que son áreas que brindan sombra permanente y protección a los túneles. Además determinó que en áreas donde hay cultivos diversos, plantaciones de coco y



plátano, tienden a destruir el hábitat del cangrejo, trayendo como consecuencia la casi desaparición de cuevas.

En relación a la distribución de las madrigueras a lo largo de las bandas móviles, al igual que las bandas de las parcelas fijas, no se observó un patrón claro de ubicación de los cangrejos, ya que el número de cuevas presentes varió desde el inicio (borde de la fuente de agua) hasta el final de la banda (30 m al interior). No obstante, en las partes en la que se evidenció una reducción en su cantidad estuvo fuertemente influenciada por la cercanía de terrenos inundados, especialmente en HL-M donde la densidad de individuos fue una de las menores y debido a la cantidad de agua, hubo la necesidad de dividir una de las bandas móviles. Así mismo hay que tener en cuenta que por la geografía de las estaciones los bordes de las bandas estaban cerca a una fuente de agua principal, por ende no se pudo apreciar si la cercanía a los caños influyen en la distribución del *C. guanhumi*.

4.1.2.2 Densidad entre un área protegida y un área explotada : para determinar la densidad del cangrejo azul en una zona en la cual la especie está protegida (estación CVS) y otra en la que está expuesta (estación Nisperal), se empleó la misma metodología descrita para la densidad espacio-temporal, con una modificación que consistió en utilizar una banda de 3 x 9 m (banda aislada), la cual se fue desplazando en cada salida a diferentes puntos dentro de cada una de las dos estaciones de muestreo. Para la ubicación de esta banda no se tuvo en cuenta la cercanía a una fuente de agua. Este cambio en la metodología se hizo para poder cubrir mayor área dentro de la estación de la Amaya (CVS), ya que dentro de esta hay construcciones y caminos que no permiten establecer ni las parcelas, ni las bandas anteriormente descritas y por esta razón se decidió utilizar bandas más pequeñas que permitieran muestrear áreas con difícil acceso.

La densidad fue mayor en la estación de Nisperal (NP-A) con $1,5 \pm 0,1$ Ind/m² (n = 124 madrigueras) con respecto a la estación CVS (CV-A) con $1,3 \pm 0,2$ Ind/m² (n = 109 madrigueras). Por el contrario, las madrigueras fueron de mayor tamaño en CV-A con $43,8 \pm 2,6$ mm que en NP-A, donde registró un valor



promedio de $41,7 \pm 1,9$ mm (Tabla 7). Esto sigue un patrón lógico, ya que a mayor tamaño deben haber menos madrigueras en una misma unidad de área. No se encontraron madrigueras con indicios de extracción en ninguna de las dos estaciones. El rango del diámetro de las madrigueras es amplio, indicando que hay cangrejos desde edad juvenil hasta adultos de gran tamaño.

Se presentaron diferencias significativas marginales en la densidad del cangrejo azul entre estas dos estaciones ($W = 1.164,0$; G. L. = 138,139; $p = 0,047$), contrario a lo ocurrido con la longitud en el diámetro de las madrigueras en la cual no se encontraron diferencias ($W = -411,0$; G. L. = 103, 121; $p = 0,396$).

Tabla 7. Densidad (Ind/m²) y diámetro de las madrigueras (mm) del cangrejo azul, con sus máximos y mínimos (mm) en las bandas aisladas de la estación CVS (protegida) y Nisperal (no protegida). Promedio \pm error estándar ($\bar{x} \pm S_x$).

Estadígrafo	CVS	Nisperal
Densidad ($\bar{x} \pm S_x$)	1,3 \pm 0,2	1,5 \pm 0,1
N	109	124
Diámetro madriguera ($\bar{x} \pm S_x$)	43,8 \pm 2,6	41,7 \pm 1,9
Diámetro máximo	98,8	88,5
Diámetro mínimo	6,3	15,8

De acuerdo a los resultados obtenidos, NP-A (explotado) presentó la mayor densidad y el menor diámetro promedio de la madriguera con respecto a CV-A (protegido), a pesar que las diferencias en el tamaño de las cuevas no fueron significativas. Sin embargo, esa pequeña reducción en el diámetro puede estar relacionada con que en NP la captura del cangrejo azul no es restringida y el recurso es más accesible por la cercanía a viviendas y zonas aledañas de San Antero. Esto puede estar indicando que los pobladores recolectan organismos con tallas mayores, dejando juveniles y preadultos, que pueden llegar remplazar a los capturados y de esta manera la explotación de este recurso puede hacerse de manera sostenible.

Schmalbach (1974), observó que las mayores densidad de *C. guanhumi* se presentan en lugares ricos en caracolejo, además el cangrejo azul tiende hacer



sus galerías debajo de raíces, piedras y/o al pie de los árboles ya que esta especie busca protección. Debido a que Nisperal es una zona boscosa y su terreno es rico en caracolejo esto permite que el cangrejo tenga un buen desarrollo explicando el porque en esta área de explotación hay mayor densidad que en la cede de la CVS.

Aunque las diferencias entre NP-A y la CV-A no evidencian de forma directa la efectividad de la Corporación Autónoma Regional en la conservación del cangrejo azul, si refleja que puede facilitar las condiciones para un mejor desarrollo de la especie, si se adaptan zonas que mantengan las características de su ambiente natural teniendo en cuenta depredadores, vegetación, nivel freático, tipo y naturaleza de sustrato, entre otros. Además Nisperal al ser una zona cercana a las instalaciones de la CVS, puede ser un sitio de recuperación natural de la especie, ya que esta es un área que tiene las condiciones propicias para el desarrollo favorable de la especie y puede tener una constante protección y vigilancia de los funcionarios de la CVS. Asimismo al ser un lugar accesible a los moradores de San Antero debido a su cercanía al pueblo puede ser un sitio de sensibilización para la comunidad del sector.

4.2 TAMAÑO DE LAS MADRIGUERAS

Como se había mencionado en la sección 5.1.1, en cada una de las madrigueras encontradas dentro de las parcelas fijas se hicieron tres mediciones del diámetro para así obtener el diámetro promedio (Figura 8 b) y de esta manera tener una descripción aproximada del tamaño de la madriguera, la cual depende directamente del tamaño del cangrejo. En esta sección se realizaron los mismos cálculos estadísticos utilizados en la densidad espacio-temporal.

El diámetro promedio de las madrigueras HL-F, presentaron valores cercanos ($37,36 \pm 0,07$ mm en diciembre y $38,28 \pm 1,23$ mm en agosto), al igual que AG-F con tamaños entre $38,90 \pm 1,21$ mm (agosto) y $43,49 \pm 1,54$ mm (diciembre). CT-F registró una mayor amplitud en los promedios que van desde $32,14 \pm 0,90$ mm (diciembre) hasta $41,51 \pm 1,46$ mm (agosto), seguido de CS-F que tuvo un



rango entre $31,32 \pm 0,90$ mm (diciembre) y $41,85 \pm 1,29$ mm (septiembre) y CV-F que osciló entre $35,40 \pm 0,96$ mm (diciembre) y $37,99 \pm 1,18$ mm (octubre; Figura 14).

Los diámetros de las madrigueras promedio fueron muy cercanos entre sí temporalmente (Figura 14), fluctuando entre $38,22 \pm 0,54$ mm en septiembre y $35,59 \pm 0,43$ mm en diciembre. El valor mínimo obtenido fue de 12,23 mm y el máximo de 142,17 mm.

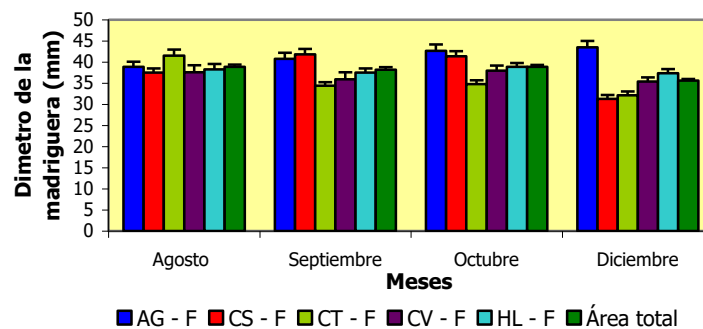


Figura 14. Promedio del diámetro de las madrigueras de *C. guanhumi* mensual (Área total) y en las estaciones de muestreo durante los meses de agosto a octubre de 2007. AGROTIJÓ (AG-F); caño Soldado (CS-F); caño Tijó (CT-F); Helechal (HL-F) y CVS (CV-F).

En cuanto al diámetro de las madrigueras, el rango de este está registrado en este estudio (12,2 - 142,2 mm), se encuentra dentro del rango documentado por Herreid y Gifford (1963) para el cangrejo azul en la Florida (5 a 180 mm), Taissoun (1974) en Venezuela (5 a 250 mm) y el diámetro promedio ($31,3 \pm 1,0 - 48,2 \pm 4,0$ mm) está cerca del límite inferior reportado por Merchán *et al.* (2005) de $30,3 \pm 8,2$ a $65,3 \pm 15,0$ mm en el Departamento de Bolívar.

Los grandes tamaños de madrigueras en el tiempo en la estación de CT-F están asociados de forma inversa con los valores de densidad, así en agosto se registró la densidad promedio más baja con los valores más altos de diámetro promedio de las cuevas (Figura 9 y Figura 14). El rango de diámetro de las madrigueras indica que en el área hay individuos de todas las etapas de desarrollo y en diciembre se observa una reducción en el tamaño de las cuevas, lo cual coincide



con los mayores valores de densidad registrados para este mes, ya que a menor tamaño caben más madrigueras en una misma unidad de área.

Se encontraron los promedios de diámetro más bajos en el mes de diciembre (excepto en AG-F) junto con un incremento en las densidades. Esto pudo haberse presentado, entre otros factores, por la llegada de nuevos reclutas para empezar a poblar el área. Según lo anterior Taissoun (1974) menciona que el cangrejo azul necesita aproximadamente 66 días para pasar de la etapa zoea a la fase de cangrejo y los juveniles regresan a invadir los manglares próximos a la costa después de aproximadamente cinco meses de haberse realizado el desove. La CVS y CONIF (2003) reportaron que las grandes migraciones ocurren en la época de lluvias, que inicia en abril y termina en noviembre; además según los pobladores de la zona las marchas para el desove se observan entre los meses de mayo - agosto (ver capítulo 8), Rojas (1970) expuso que la época de puesta se realiza en los meses de mayo a julio. Así que en diciembre pueden estar arribando a las costas una nueva generación de *C. guanhumi*.

Se obtuvieron diferencias entre los promedios de los diámetros de las cuevas ($H = 181,446$; $G. L. = 19$; $p = 0,0$). Encontrando diferencias entre todas las estaciones y en todos los meses de muestreo, excepto en entre AG-F en octubre y HL-F en agosto donde se vio una similitud, al igual que, en AG-F en el mes de diciembre con CS-F en el mes de octubre.

Con respecto a las bandas se evidenció que AG-F las mayores longitudes promedio de madrigueras se hallaron en la banda 2 durante todo el muestreo; lo mismo se presentó en el HL-F donde en la mayoría de los meses los valores más altos se presentaron en la banda 2 (excepto en diciembre). Mientras que en las estaciones de CT-F y CS-F se encontraron los promedios más altos en la banda 3. En la banda 1 se registró que en el mes de octubre la estación de la CV-F obtuvo la mayor longitud promedio ($39,09 \pm 1,64$ mm), asimismo la estación de el HL-F mostró en el mes de diciembre el promedio más alto ($39,29 \pm 1,52$ mm)(Figura 15).

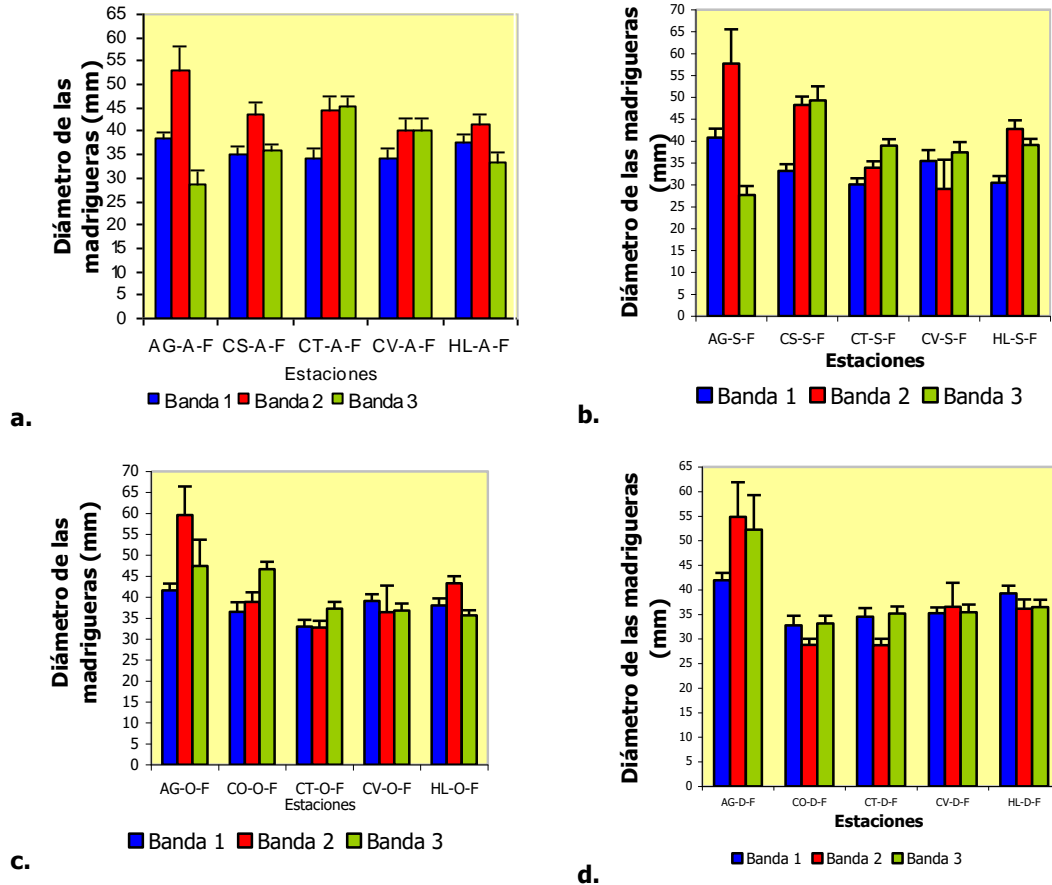


Figura 15. Promedio del diámetro de las madrigueras mensual de *C. guanhumí* por banda en las estaciones fijas de muestreo. **a.** Agosto (A-F). **b.** Septiembre (S-F). **c.** Octubre (O-F). **d.** Diciembre. AGROTIJÓ (AG); caño Soldado (CS); caño Tijó (CT); Helechal (HL) y estación de la CVS (CV).

Se hallaron diferencias en el diámetro del promedio de las madrigueras entre las bandas durante los meses de muestreo (Tabla 8), con la prueba Dunn determinó que hay diferencias entre todas las bandas, estaciones y meses de muestreo. Aunque existen pequeñas similitudes, no se ve un patrón claro entre la relación del diámetro de la cueva y la cercanía al agua. Asimismo no se ve ninguna relación entre las bandas y las estaciones.

Tabla 8. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis, valor (H), grados de libertad (G.L), el valor de p



Meses	H	G.L	p
Agosto	58,698	14	< 0,001
Septiembre	148,47	14	0,00
Octubre	85,0335	14	< 0,001
Diciembre	107,601	14	0,00

Observando temporalmente e integrando los datos no se pueden determinar diferencias entre las bandas y los promedios de las longitudes de las cuevas; no se aprecia que en alguna de las bandas existan tendencia a tener mayores o menores promedios de longitud (Figura 15). En agosto y octubre se obtuvieron los valores más altos ($38,85 \pm 0,55$ mm; $38,85 \pm 0,48$ mm, respectivamente) y en diciembre el promedio más bajo ($35,59 \pm 0,43$ mm) (Figura 16).

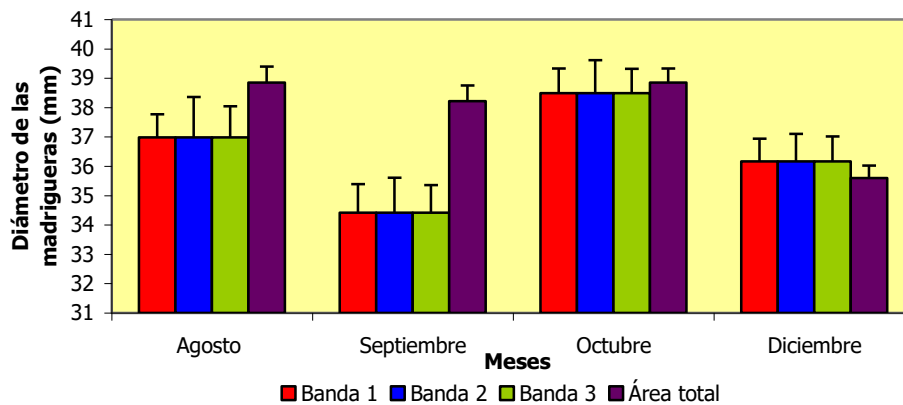


Figura 16. Promedio del diámetro de las madrigueras de *C. guanhumi* por banda y total mensual de las parcelas fijas de muestro, durante los meses de agosto a diciembre de 2007.

En la estación de AG-F se encontraron los diámetros de la madriguera más altos, debido a que como esta es una zona, hay vigilancia constante y esta prohibida la captura del cangrejo. De esta forma es posible que los cangrejos tengan una expectativa de vida mayor, llegando a una etapa adulta, por lo cual se ve reflejado en el diámetro de las cuevas las cuales indican que se encuentran animales en estado preadulto y adulto.

4.3 MORFOMETRÍA Y PESO

En cada una de las estaciones y fuera del área de la parcela fija se recolectaron 319 cangrejos manualmente con la ayuda de un habitante de la zona dedicado a su extracción (cangrejero). Estos fueron pesados y medidos, teniendo en cuenta



el alto, el largo y el ancho del caparazón y la longitud de los apéndices quelados; utilizando un calibrador Vernier con escala de 0 – 20 cm ($\pm 0,01$ mm) y una balanza con una capacidad entre 0 – 500 g ($\pm 0,1$ g) (Figura 17).

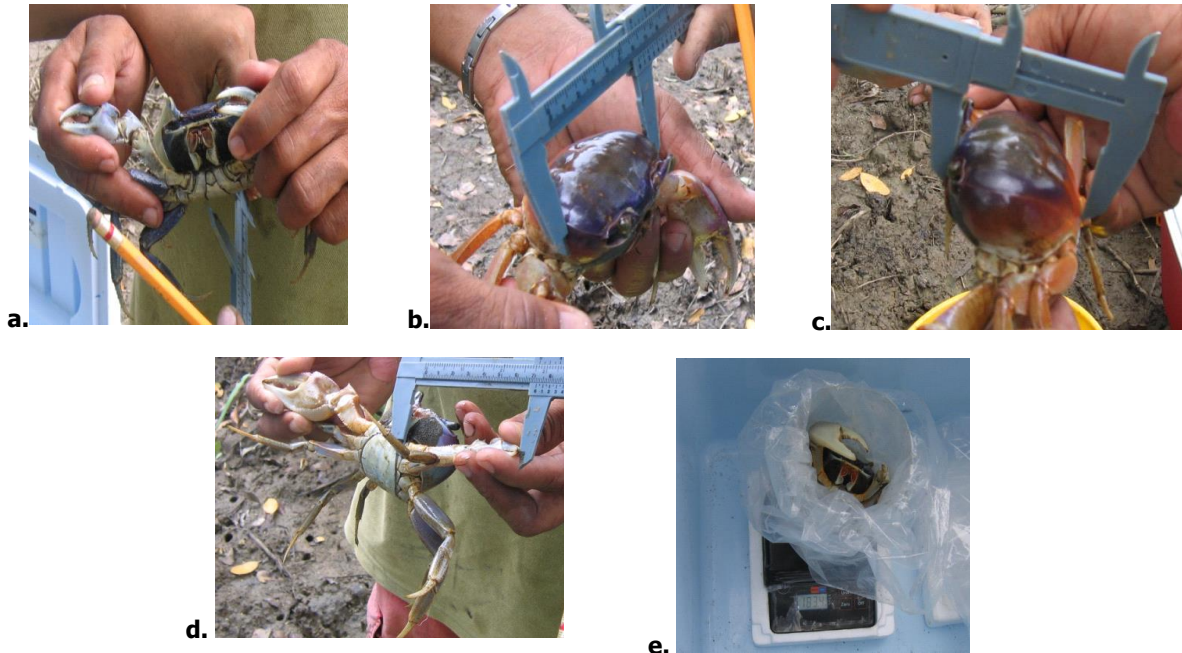


Figura 17. Medición y pesaje de los cangrejos azules capturados. **a.** Alto. **b.** Ancho. **c.** Largo. **d.** Longitud de los apéndices quelados. **e.** Peso (fotografías de Sanjuan-Muñoz, 2007).

Para los datos de morfometría y de peso se emplearon los mismos estadígrafos de tendencia central y de variabilidad usados en las secciones anteriores. Se construyó un histograma de frecuencias del ancho del caparazón, en intervalos de 10 mm, para determinar la distribución de las tallas. Se evaluó si existen diferencias significativas en el peso y el ancho de los cangrejos entre estaciones por medio de la prueba de Kruskal-Wallis (usando las mismas pruebas *a posteriori* en caso de detectar diferencias; Zar (1999) y Daniel (2004))

De los 319 cangrejos capturados en total, 79 provienen de caño Soldado, 75 del Helechal, 42 de caño Tijó, 76 de AGROTIJÓ y 47 Nisperal. Los datos de la estación de la CVS fueron excluidos de los resultados, debido a que se recolectaron muy pocos individuos ($n = 2$).



En el estudio se observó que el *C. guanhumi* posee un largo promedio de $50,22 \pm 0,35$ mm, un ancho de $60,64 \pm 0,45$ mm, la longitud de quela derecha es de $89,04 \pm 1,51$ mm, la quela izquierda de $87,13 \pm 1,43$ mm y el peso fue de $116,03 \pm 2,46$ g (Figura 18). En cuanto a la distribución de talla (ancho del caparazón), la mayor cantidad de individuos se concentró en el rango de 50 a 60 mm (Figura 19).

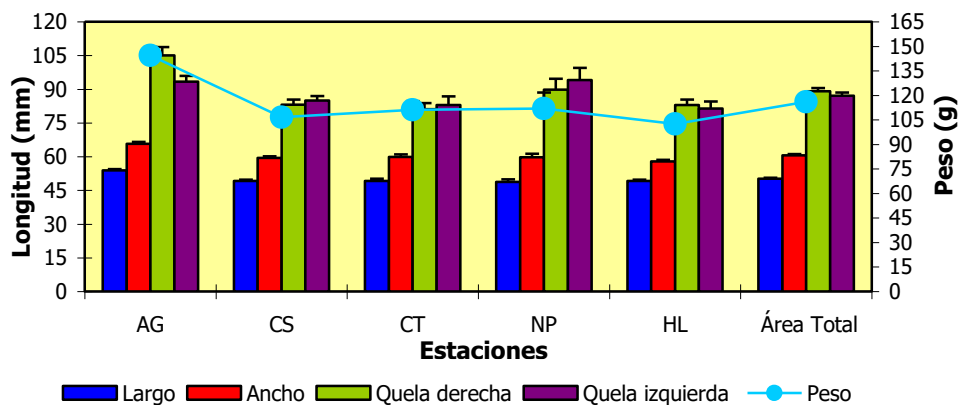


Figura 18. Promedio de las medidas morfológicas y peso de los cangrejos azules capturados en las estaciones. Caño Tijó (CT); Caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP).

La estación AG presentó el peso ($144,50 \pm 5,02$ g) y el ancho promedio más altos ($65,74 \pm 0,78$ mm) (Figura 18; Anexo E) y HL los más bajos ($102,53 \pm 3,30$ g y $57,81 \pm 0,80$ mm). Se encontraron diferencias significativas en cuanto al peso ($H = 47,61$; G. L. = 4; $p < 0,001$) y el ancho ($H = 48,43$; G. L. = 4; $p < 0,001$) del caparazón del cangrejo azul entre todas las estaciones.

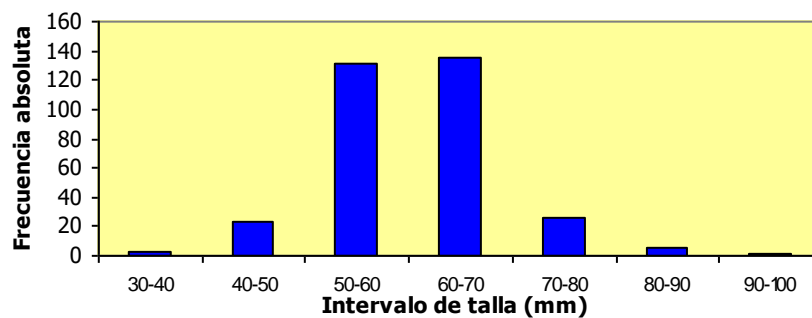


Figura 19. Distribución en los diferentes intervalos de talla (ancho del caparazón en mm) de la población de *C. guanhumi*.



Se halló que la mayoría de individuos se encuentra entre los rangos de los 50-70 mm, mientras que Feliciano en Puerto Rico (1962 En: Silva y Oshiro 2002) registro un mayor número de individuos entre el intervalo de los 75-84 mm. En Brasil, Silva y Oshiro (2002) observaron que la mayoría de los cangrejos azules se encuentran entre los 60 a 75 mm. Mostrando que la población de cangrejos en Cispatá es similar a las poblaciones de otros lugares del Atlántico.

En los meses de muestreo no se evidencian grandes diferencias entre las medidas morfométricas y de peso. En septiembre se observaron los individuos con el mayor ancho y peso promedio ($61,78 \pm 1,65$ mm; $128,75 \pm 8,45$ g respectivamente). Por el contrario, en diciembre se recolectaron los individuos más pequeños y más livianos (ancho $57,56 \pm 1,26$ mm y peso $105,66 \pm 6,67$ g respectivamente; Figura 20).

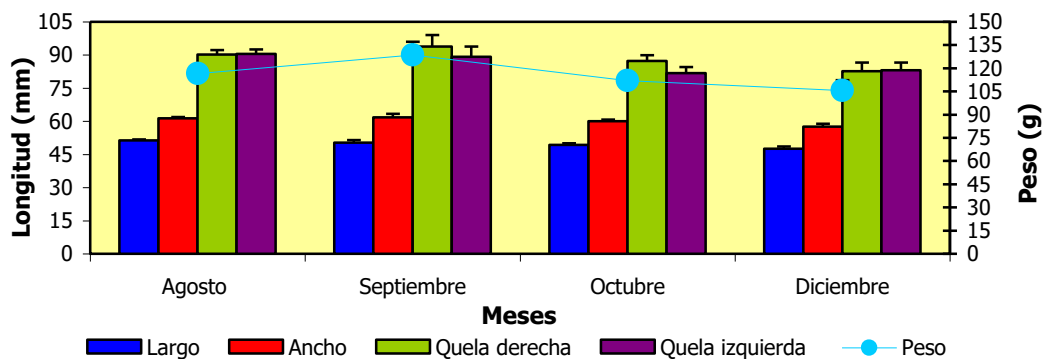


Figura 20. Promedio de las medidas morfométricas y peso mensuales de los *C. guanhumí* recolectados.

Los individuos de tallas y pesos más grandes se hallaron en AG, esto coincide con los resultados del diámetro promedio de las cuevas más grande dentro de las parcelas. Contrario a lo observado en zonas de explotación como HL, CS y CT donde se presentaron valores bajos. Esto indica y como se mencionó anteriormente, que la camaronera AG puede llegar a ser un lugar para la recuperación de esta especie.



El que en diciembre se recolectaran los individuos mas pequeños y livianos apoya lo afirmando lo dicho anteriormente, donde es posible que en este mes una nueva generación de cangrejos esté llegando a las costas de la Bahía; además en este mismo mes se observaron los juveniles con bajos pesos y tallas (Capítulo 6), lo cual corrobora lo anteriormente mencionado.

4.4 RELACIONES ENTRE MORFOMETRÍA, PESO Y DIÁMETRO DE LAS CUEVAS

Cada una de las madrigueras de donde fueron extraídos los cangrejos, previamente se midieron (se les realizaron tres medidas para obtener el diámetro promedio) y marcadas con banderas numeradas; asimismo cada individuo fue marcado con el número correspondiente al de su cueva.

Con el fin de determinar las relaciones entre las variables morfométricas, se emplearon análisis de correlación con la prueba de Spearman (Sokal y Rohlf, 1979). Se evaluó la relación del largo, ancho y alto del caparazón (mm) con respecto al peso (g), utilizando los diferentes modelos de regresión para así determinar la función que explica mejor dicha relación. Para ello, se tuvo en cuenta la significancia de la regresión ($p < 0,05$) y el coeficiente de determinación (r^2) que oscila entre 0 y 1 e indica la fuerza de la relación (Sparre y Venema, 1997; Zar, 1999). Igualmente, se exploró el modelo de regresión para establecer la relación entre diámetro promedio de la madriguera con el ancho del caparazón del individuo que lo habita.

En cuanto a las relaciones entre las variables morfométricas, se encontró que el largo y ancho del caparazón son las medidas más correlacionadas entre sí con un 89 %, seguida por el alto y ancho con un 80 % y el largo y alto con un 74 % (Tabla 8) Las demás variables aunque tuvieron una relación significativa, la fuerza de esta relación fue inferior al 55 %.

Por otro lado, existe una fuerte asociación entre el ancho del caparazón y el peso (r^2), ajustándose a la función de cuadrado de X ($r^2 = 0,83$, $F_{1,318} = 1585,92$; $p <$



0,001), al igual que la relaciones largo del caparazón - peso ($r^2 = 0,70$, $F_{1,318} = 752,96$; $p < 0,001$), mientras que el alto del caparazón - peso, se relacionan por la función raíz cuadrada Y – cuadrado X ($r^2 = 0,60$, $F_{1,318} = 481,99$; $p < 0,001$) (Anexo K, Tabla 9), con la diferencia de que el grado de asociación (r^2) entre dichas variables es moderadamente fuerte.

Tabla 9. Correlación de Spearman (r_s) indicando la relación entre las variables morfométricas de los cangrejos capturados en la bahía de Cispatá.

Variable	r_s	p
Largo – ancho	0,89	<0,001
Alto – ancho	0,80	<0,001
Largo – alto	0,74	<0,001
Quela derecha – ancho	0,52	<0,001
Quela izquierda – largo	0,50	<0,001
Quela izquierda – ancho	0,48	<0,001
Quela derecha – alto	0,48	<0,001
Quela derecha – largo	0,46	<0,001
Quela izquierda – alto	0,38	<0,001
Quela derecha – quela izquierda	- 0,09	0,01

Contrariamente, la dependencia entre el diámetro promedio de la madriguera con el largo del caparazón del cangrejo que lo habita, es relativamente débil ($r^2 = 0,034$, $F_{1,97} = 3,34$; $p = 0,07$) ajustado al modelo de Curva S (Anexo K; Tabla 10), el cual sólo explica el 3,4 % de la variabilidad del diámetro y la relación de estas variables no es significativa, por lo tanto, la función que mejor explica esta relación está definida por otro tipo de ecuación. Igualmente esta relación se probó con el ancho del caparazón (modelo cuadrado Y inversa de X; $r^2 = 0,018$, $F_{1,97} = 1,77$; $p = 0,19$), no obstante, como el largo mostró el mayor coeficiente de determinación (r^2), el valor de la prueba F, y al estar más correlacionada con la longitud anterior, sólo se tuvo en cuenta esta medida en la descripción de los resultados.

Tabla 10. Ecuaciones que mejor definen la relación entre las variables: **a.** ancho – peso; **b.** alto - peso; **c.** largo – peso y **d.** ancho – diámetro promedio de la madriguera de los cangrejos azules colectados.

a. Relación ancho – peso (cuadrado de X):

$$\text{Peso (Wt)} = -35,8677 + 0,0405999 * \text{Ancho}^2$$

b. Relación alto – peso (raíz cuadrada Y - cuadrado X):

$$\text{Peso (Wt)} = (4,98646 + 0,00373179 * \text{Alto}^2)^2$$



c. Relación largo – peso (cuadrado de X):

$$\text{Peso (Wt)} = -28,1191 + 0,0564847 * \text{Largo}^2$$

d. Relación diámetro promedio de la madriguera – largo (curva S):

$$\text{Diámetro de la madriguera} = \exp(3,73106 + 17,1023 / \text{Largo})$$

Al igual que Govender y Rodríguez-Fourquet (2002), se observó una correlación positiva entre el ancho y el largo del caparazón de los cangrejos. No obstante como se mencionó anteriormente en este estudio, el ancho del caparazón está relacionado con el diámetro de la madriguera sólo en un 1,8 % (una relación insignificante), contrario a lo obtenido por Govender y Rodríguez-Fourquet (2002), quienes reportaron en su análisis que estas variables están asociadas en un 89 %.



5 CONDICIÓN REPRODUCTIVA

5.1 PROPORCIÓN SEXUAL Y MORFOMETRÍA POR SEXO

A cada ejemplar recolectado se le determinó el sexo con base en la forma del abdomen, el cual es redondeado en las hembras y en forma de V invertida o triangular en los machos.

Se evaluaron si existen diferencias significativas entre las longitudes y pesos entre machos y hembras mediante la prueba de Mann-Whitney (no paramétrica) según Martínez, (2002). Además, para determinar si se presentan diferencias entre la proporción de número total de machos y de hembras con la proporción esperada de 1:1, se aplicó la prueba chi-cuadrado (χ^2) con un nivel de confianza del 95 %, Sokal y Rohlf, (1979).

La relación entre la talla y el peso del cangrejo azul fue estimada hallando el índice de talla-peso el cual se obtiene dividiendo el peso promedio mensual entre la talla promedio (Taissoun, 1974).

$$\frac{W \text{ promedio}}{T \text{ promedio}} = \text{Índice T.W}$$

W= Peso; T = talla

Del total de cangrejos capturados, el 48,59 % fueron hembras (n = 155) y el 51,41 % machos (n = 164); estableciéndose que no hay una diferencia en la proporción de 1:1 entre los dos sexos ($\chi^2 = 0,08$; G. L. = 1; p = 0,78 de corrección de Yates). A nivel de estaciones, el mayor porcentaje de machos lo obtuvo AG con 60,53 % y HL con 53,19 % y en el caso de las hembras lo registró CS, CT y NP con 50,63 %, 54,76 % y 53,33 %, respectivamente (Tabla 11).



Tabla 11. Proporción y cantidad (n) de machos (M) y hembras (H) del cangrejo azul capturados en las estaciones, meses y en general para la bahía de Cispatá (Área total). Caño Tijó (CT); caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP).

	Agosto		Septiembre		Octubre		Diciembre		Área Total		n	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
AG	54,55	45,45	81,82	18,18	57,14	42,86	63,64	36,36	60,53	39,47	46	30
CS	47,37	52,63	58,82	41,18	47,37	52,63	40,00	60,00	49,37	50,63	39	40
CT	47,06	52,94	25,00	75,00	41,67	58,33	55,56	44,44	45,24	54,76	19	23
NP	52,38	47,62	62,50	37,50	60,00	40,00	37,50	62,50	46,67	53,33	25	22
HL	53,66	46,34	37,50	62,50	43,48	56,52	0,00	100,00	53,19	46,81	35	40
Total	51,33	48,67	58,33	41,67	49,41	50,59	47,22	52,78	51,41	48,59		
n	77	73	28	20	42	43	17	19	164	155		

Entre las estaciones de muestreo no se observó gran variabilidad entre la proporción de machos y hembras. El mayor porcentaje de hembras se presentó en CT con 54,76 % y el mayor porcentaje de machos se registró en AG con 60,53 %. Temporalmente la proporción entre machos y hembras no muestra grandes diferencias. En los meses de agosto y septiembre se capturó una mayor cantidad de machos (51,33 % y 58,33 % respectivamente), mientras que en octubre y diciembre se recolectaron más hembras (50,59 % y 52,78 %)(Tabla 11).

La proporción sexual en el cangrejo azul es de 1:1, lo que quiere decir que en la bahía de Cispatá, se encuentra igual proporción de hembras y de machos. Esto se observa en otras partes del Caribe colombiano como en el Departamento del Bolívar (Merchán *et al.*, 2005) y en otras partes como Brasil (Oliveira *et al.*, 2001; Silva y Oshiro, 2002) y México (Bozada y Chávez, 1986). De acuerdo con lo anterior, el grado de extracción no ha llegado a producir un cambio en la proporción sexual de la especie.

Al analizar separadamente la distribución por tamaño del *C. guanhumi* los machos se encontraron en un intervalo de variación de 30-100 mm y las hembras de 30-80 mm; predominaron en los machos y las hembras los tamaños de 50-70 mm de caparazón (Figura 21).

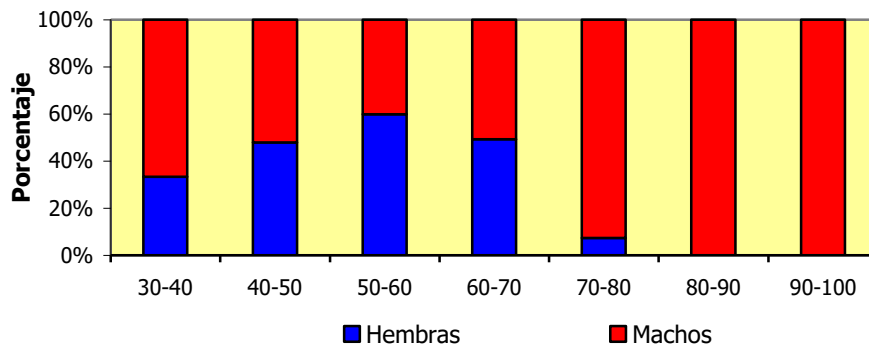


Figura 21. Frecuencia relativa (%) de machos y hembras en los diferentes intervalos de talla (ancho del caparazón en mm) de *C. guanhumi*.

Los machos poseen un ancho del caparazón de $62,34 \pm 0,71$ mm, un largo de $51,36 \pm 0,55$ mm, la longitud de la quela derecha de $95,19 \pm 2,40$ mm, la longitud de la quela izquierda de $92,43 \pm 2,25$ mm y un peso promedio de $126,63 \pm 4,01$ g, siendo todos estos superiores a los de las hembras (Figura 22).

Asimismo, se obtuvieron diferencias significativas en el peso ($W = 16.039,0$; G. L. = 155, 164; $p < 0,001$) y ancho del caparazón ($W = 15.790,5$; G. L. = 155, 164; $p < 0,001$) entre las hembras y los machos. Esto evidencia dimorfismo sexual por tallas, corroborando lo expuesto por Schmalbach (1974) y Rodríguez-Fourquet (2004).

En todas las estaciones las medidas morfométricas y el peso promedio de los machos supera al de las hembras. En las estaciones del HL y CT se observan que los machos y las hembras tienen anchos y largos del caparazón y pesos similares. AG tuvo los máximos valores de ancho del caparazón y peso tanto para machos ($67,89 \pm 1,01$ mm, $157,36 \pm 6,57$ g) como para las hembras ($62,44 \pm 0,98$ mm, $124,77 \pm 6,33$ g) (Figura 22).

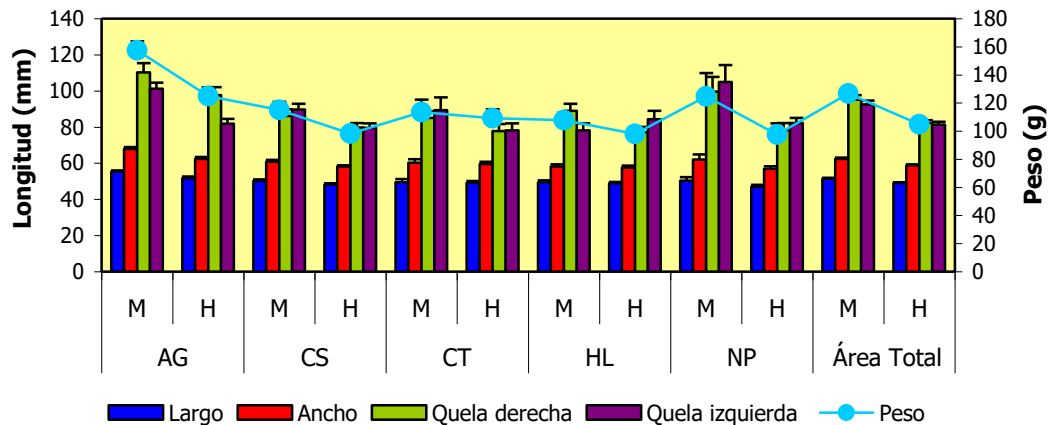


Figura 22. Promedio de las características morfométricas y peso de los machos y hembras recolectados en las estaciones de muestreo y en general para la bahía de Cispatá (área total). Caño Tijó (CT); Caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP). Machos (M) y hembras (H).

En agosto, las hembras registraron los valores de ancho y peso promedio más altos ($59,65 \pm 0,67$ mm; 106 g $\pm 3,76$) mientras en el mes de septiembre los machos presentaron los mayores anchos y pesos ($65,36 \pm 2,22$ mm; $148,16 \pm 12,41$ g) (Figura 23). Los valores más bajos en las hembras se hallaron en septiembre ($56,77 \pm 2,02$ mm y $101,59 \pm 7,17$ g) y en los machos en diciembre ($57,24 \pm 2,26$ mm y $106,25 \pm 11,39$ g).

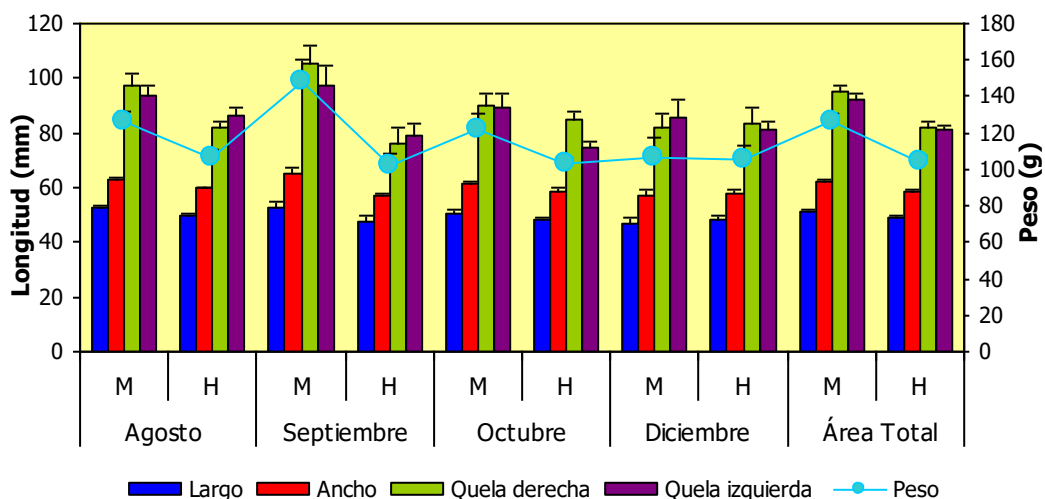


Figura 23. Promedio de las características morfométricas (mm) y peso (g) de los machos (M) y hembras (H) recolectados durante los meses de agosto a diciembre de 2007 y en general para la bahía de Cispatá (área total).



En los cangrejos machos se obtuvo el mayor índice en septiembre y comienza a bajar de peso en el mes de diciembre. En las hembras no se observaron mayores variaciones en los meses de muestreo, pero se observa un pequeño incremento en el mes de diciembre (Figura 24).

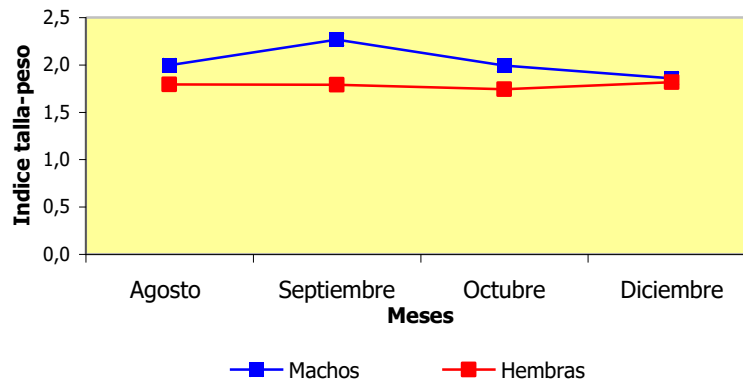


Figura 24. Grafica del índice mensual de talla-peso del *C. guanhumi* durante los meses de agosto a diciembre de 2007.

Teniendo en cuenta las características morfométricas de los cangrejos azules capturados en la bahía de Cispatá, se observó que los machos presentaron diferencias en tamaño siendo mayores que las hembras; contrario a lo encontrado por Merchán *et al.* (2005), donde no encontraron diferencias significativas en el largo del caparazón entre sexos. Sin embargo este resultado es acorde con otros estudios (Bozada y Chávez, 1986; Oliveira *et al.*, 2001), en los que indican que los machos son más grandes que las hembras. Las medidas del largo del caparazón registradas en este estudio para machos y hembras se encuentran dentro del intervalo documentado por Taissoun (1974) en Venezuela, quien determinó una longitud de 40 a 95 mm para machos y de 40 a 75 mm para las hembras y también se encuentra dentro del intervalo registrado en México por Bozada y Chávez (1986) en el cual los machos tienen una variación de 59-83 mm y las hembras de 42-79 mm. Esto puede indicar que la Bahía no presenta un fuerte impacto de explotación como en otros sectores del Caribe colombiano, pero es necesario tener en cuenta que el recurso está siendo afectado en las zonas con una explotación constante del cangrejo azul (HL, CS, NP y CT). Ya que comparando entre las estaciones de muestreo se observó que los machos y las hembras poseen mayores tallas en AG, contrario a las zonas de



explotación como CT que poseen tallas menores y al igual que en HL, además las hembras y los machos tienen un promedio similar entre sus tallas.

En el mes de septiembre los machos registraron mayores pesos estos van disminuyendo en los siguientes meses. Taisoun (1974) reportó que los machos bajan de peso en los meses de octubre a enero, tiempo en el cual el *C. guanhumi* macho sale poco de su madriguera y comienza su época de muda. Schmalbach (1974), describe que la muda se observa en la época de verano; en la zona este período comienza en diciembre y se prolonga hasta marzo o abril (CVS y CONIF, 2006), y para los pobladores de la zona el cangrejo azul presenta su pico de ecdisis entre diciembre-febrero. Así que esta disminución en el peso podría indicar el inicio del período de muda del cangrejo azul en la Bahía.

5.2 MORFOMETRÍA POR ETAPAS DE DESARROLLO

Para la composición grupal cada individuo recolectado se ubicó en una de las tres etapas de desarrollo: juvenil, preadulto (etapa de transición) y adulto, con base en los patrones de color descritos por Silva y Oshiro (2007) (Tabla 12; Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28). Se construyó un histograma de frecuencias del ancho del caparazón, en intervalos de 10 mm, discriminando por sexos y etapas de desarrollo para determinar la distribución de tallas.

El 10,03 % de los individuos capturados correspondieron a juveniles ($n = 32$), el 71,47 % preadultos ($n = 228$) y el 18,50% adultos ($n = 59$) (Figura 29). En la Tabla 13, se resume los pesos y las tallas registrados para las diferentes etapas del cangrejo azul, encontrando que los juveniles registran un ancho de caparazón entre 30,5 y 61,3 mm y un peso entre 33,0 y 122,0 g, los cangrejos preadultos presentan un ancho en el rango de 42,9 a 72,3 mm y un peso de 34,1 a 185,4 g y los adultos obtuvieron un ancho que va desde 54,4 hasta 82,6 mm y un peso de 70,3 a 359,1 g.



Tabla 12. Descripción de las etapas de desarrollo del cangrejo azul de tierra. Modificado de Silva y Oshiro (2007).

Etapas	Característica	Imágenes
Juvenil	Individuos que presentan una coloración café-rojizo en el caparazón y un color amarillo en las quelas y apéndices (Figura 25).	
Preadulto (transición)	El caparazón del animal tiene una coloración púrpura, azulada oscura, muy intensa (Figura 26).	
Adulto	Los adultos presentan tres diferentes tipos de coloración: los machos y hembras no ovadas presentan una coloración azul lavanda en el caparazón, apéndices y quelípodos (Figura 27). Las hembras ovadas (Figura 28) y los adultos mayores son de un color blanco, amarillo o grisáceo.	

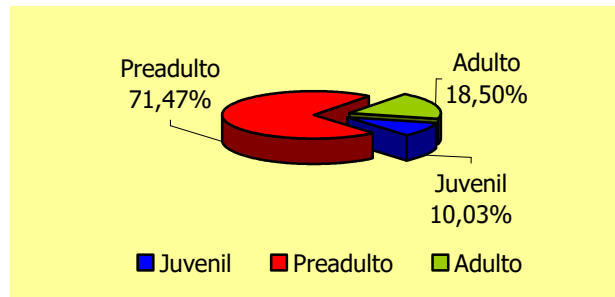


Figura 29. Porcentaje de juveniles, preadultos y adultos de *C. guanhumi*.

Respecto a la coloración en las diferentes etapas de *C. guanhumi*, se observó que los juveniles son de color café, los preadultos morados y los adultos azules, coincidiendo con los resultados de Silva y Oshiro (2002) y Taisoun (1974) quienes describen esta misma coloración para las diferentes etapas. No obstante, se debe tener en cuenta que en algunos sitios como en CS se encontró que algunos preadultos presentaron un color café, debido a que en ocasiones se deposita barro sobre su caparazón enmascarando su verdadera coloración, causando una confusión al diferenciar los cangrejos juveniles y los de transición.

Tabla 13. Características morfométricas y peso de juveniles, preadultos y adultos del cangrejo azul. Promedio (\bar{x}); error estándar (S_x^-) y rango (mm)

Variable	Estadígrafo	Juvenil	Preadulto	Adulto
Largo	\bar{x} (mm)	41,87	49,78	56,44
	S_x^- (mm)	0,74	0,32	0,80
	Rango (mm)	33,2 - 51,3	31,9 - 60,3	44,3 - 75,4
Ancho	\bar{x} (mm)	49,76	59,86	69,57
	S_x^- (mm)	1,12	0,37	1,01
	Rango (mm)	30,5 - 61,3	42,9 - 72,3	54,4 - 92,6
Peso	\bar{x} (g)	66,06	109,75	167,41
	S_x^- (g)	3,34	1,91	7,09
	Rango (g)	33,0 - 122,2	34,1 - 185,4	70,3 - 359,1
Quela derecha	\bar{x} (mm)	69,40	85,35	113,22
	S_x^- (mm)	2,35	1,38	4,72
	Rango (mm)	50,6 - 96,3	14,2 - 161,6	46,7 - 206,3
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	70,15	85,27	102,61
	S_x^- (mm)	2,51	1,46	4,40
	Rango (mm)	46,9 - 98,5	11,9 - 234,4	62,2 - 233,5



La Figura 30, resume los porcentajes de la composición grupal se presentaron dentro de los diferentes intervalos de talla (ancho del caparazón). El los juveniles tanto de hembras como de machos estuvo en el intervalo de 30-60 mm. En los preadultos, las hembras se ubicaron en el rango de 40-70 mm y los machos entre 40-80 mm; las hembras adultas estuvieron entre 50-70 mm y los machos entre 50-100 mm.

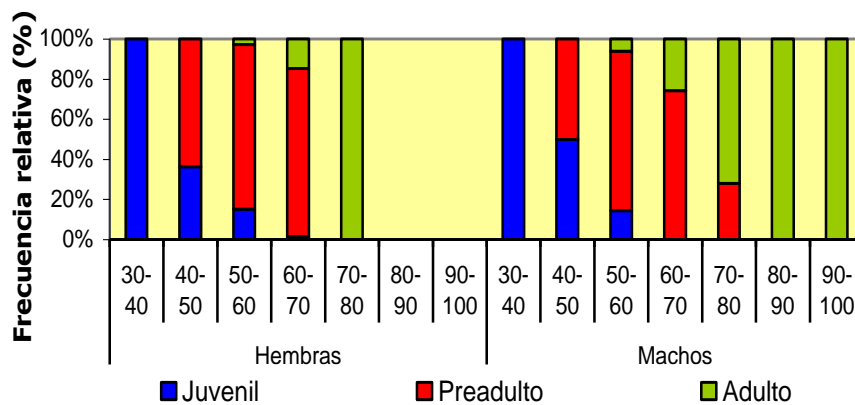


Figura 30. Frecuencia relativa (%) de juveniles, preadultos y adultos en los diferentes intervalos de talla (ancho del caparazón en mm) de *C. guanhumi*.

La frecuencia de tallas en machos y hembras muestra que el ancho del caparazón de los individuos preadultos oscila entre los 40 a 70 mm en hembras y 40 a 80 mm en los machos; en cuanto a los adultos, éste varía entre 50 a 80 mm en las hembras y 50 a 100 mm en los machos. En el Brasil, Silva y Oshiro (2002) indican que la etapa de transición tiene una frecuencia de talla de 50 a 70 mm en ambos sexos y para el caso de los adultos, varía de 55 a 85 mm en hembras y de 55 a 90 mm en los machos. Schmalbach (1974) sugiere que las hembras y los machos crecen de igual manera hasta los 50,5 mm de longitud, después de esta talla se comienza a observar una diferenciación marcada entre los dos sexos; las hembras casi detienen su crecimiento y los machos lo incrementan acentuándose más en el ancho; indicando que es posible que exista una mayor longevidad, o mudas más frecuentes. Confirmando este supuesto, se pudo observar que existe una mayor proporción de hembras en las etapas juvenil y preadulto en contraste con la etapa adulta donde hay más machos que hembras.



El ancho promedio del caparazón en los juveniles fluctuó entre $55,80 \pm 2,20$ mm (AG) y $46,96 \pm 2,15$ mm (NP). En los preadultos varió entre $63,90 \pm 0,72$ mm (AG) y $55,28 \pm 1,06$ mm (NP) y en los adultos, alcanzó un valor máximo $70,83 \pm 1,84$ mm (HL) y uno mínimo de $67,43 \pm 1,50$ (CS). La estación de AG presentó los valores más altos en los pesos en los tres estados. Los valores más pequeños en las etapa juvenil y preadulto se observaron en NP, y en los adultos se obtuvieron en CT (Figura 31).

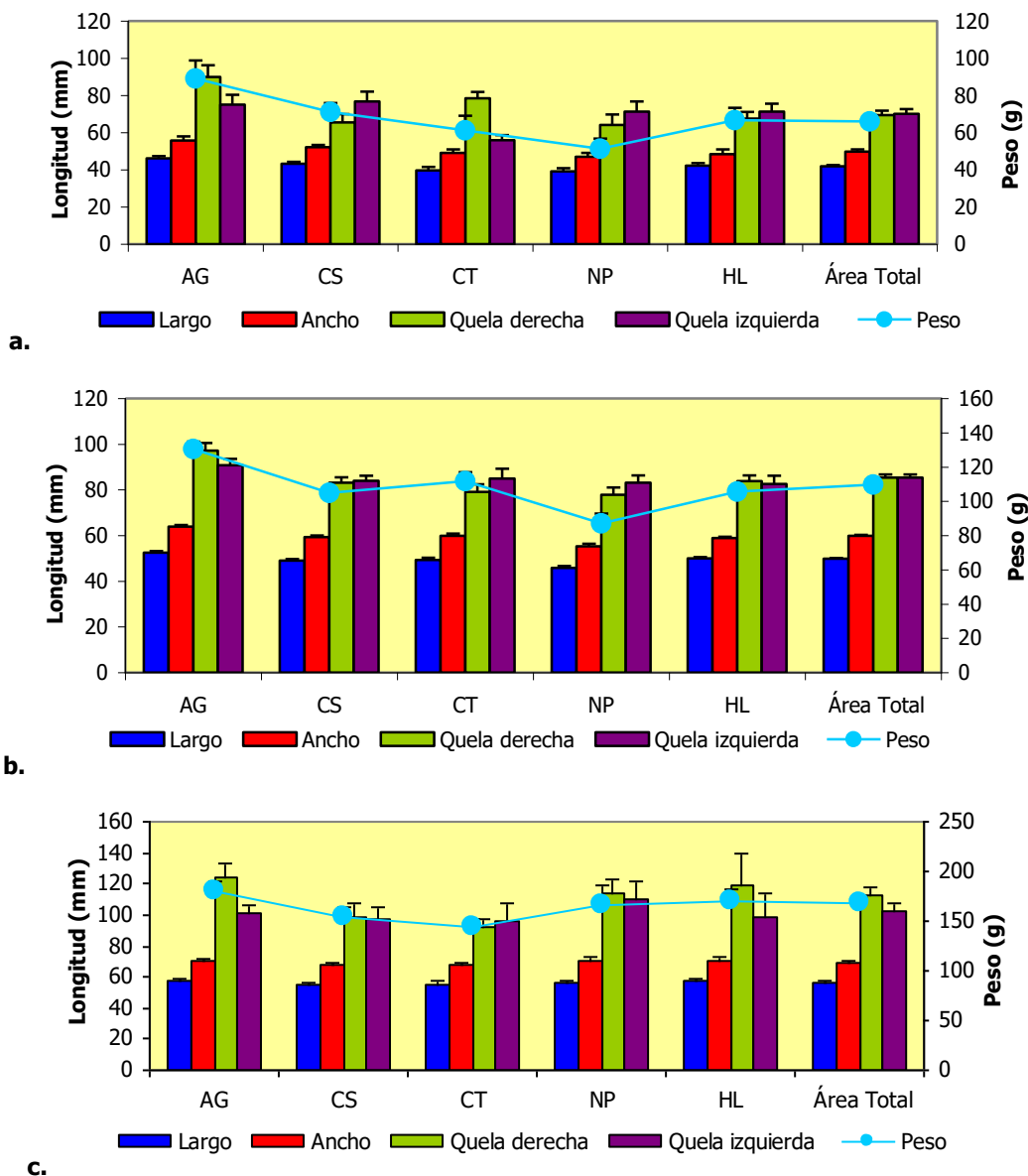


Figura 31. Promedio de las características morfométricas (mm) y peso (g) de las etapas de desarrollo de los cangrejos en las estaciones de muestreo y en general para la bahía de Cispatá (Área total). **a.** Juvenil. **b.** Preadulto. **c.** Adulto. Caño Tijó (CT); caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) Nisperal (NP).



En el mes de septiembre se colectaron los adultos con el peso y el ancho promedio más altos ($74,08 \pm 2,20$ mm; $195,37 \pm 16,82$ g respectivamente). En agosto se encontraron los preadultos más grandes ($60,67 \pm 0,51$ mm) y en septiembre y agosto los más pesados ($112,88 \pm 6,28$; $111,70 \pm 2,72$ respectivamente). Con respecto a los juveniles en agosto se presentaron los individuos con el mayor ancho y peso promedio ($51,64 \pm 2,49$ mm; $74,68 \pm 7,65$ g) (Figura 32).

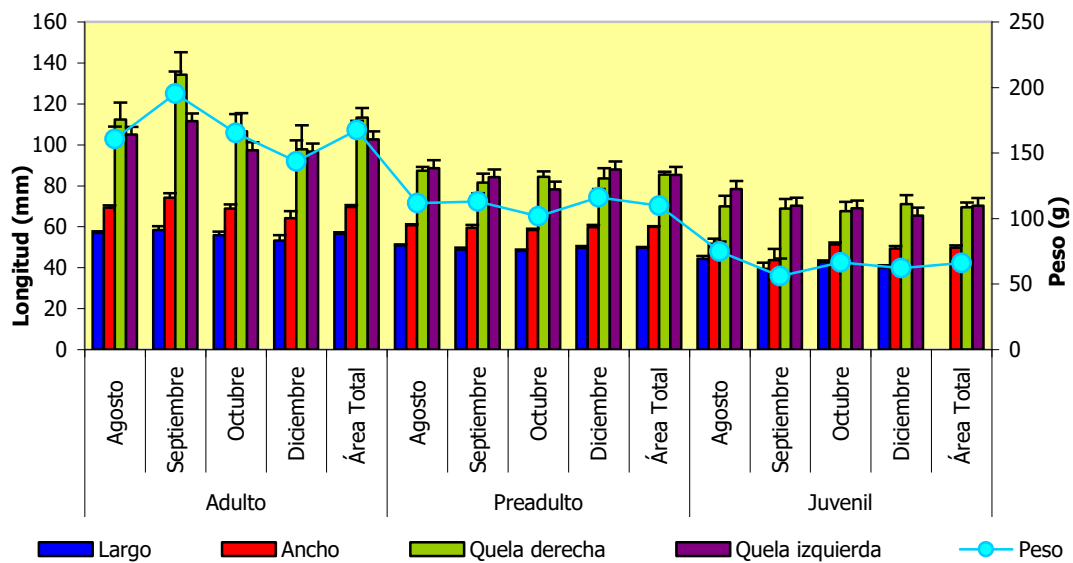


Figura 32. Promedio y error estándar de las características morfológicas (mm) y peso (g) en los estados de cangrejo azul durante los meses de muestreo

Comparando entre sexos los estados, se observa que en los juveniles y preadultos hay un mayor porcentaje de hembras (53,13 % y 54,39 % respectivamente), mientras que en la etapa adulta se observó un mayor porcentaje de machos (76,27 %). Los machos en el estado adulto y preadulto presentaron las mayores tallas y pesos, en contraste con las hembras. En la etapa juvenil se observó que las hembras tienen tallas y pesos superiores a los machos (Figura 33).

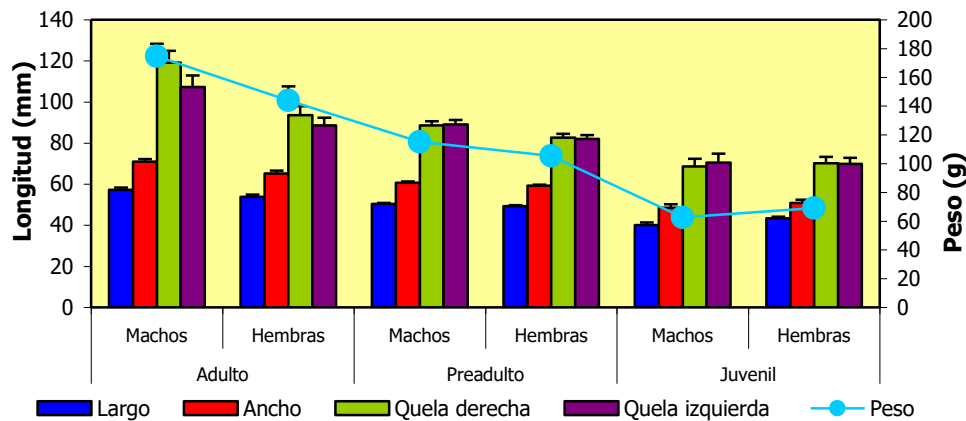


Figura 33. Promedio de las características morfométricas y peso de los machos y hembras en los diferentes etapas de desarrollo.

Los quelípedos en los estados juvenil y preadulto fueron similares en tamaño; lo que coincide con lo descrito por Taissoun (1974), quien observó que ambas quelas en los juveniles son parecidas en cuanto a su longitud y difíciles de diferenciar, en el estado de transición pueden llegar a diferenciarse las quelas pero en algunas ocasiones pueden tener quelípedos iguales. Además en la etapa adulta se observó una fuerte diferenciación entre las quelas y entre sexos, de tal manera, que los machos presentan la quela mayor más grande que la de las hembras. Rathbun (1918 *En*: Schmalbach, 1974) y Taissoun (1974) refieren que las hembras poseen quelas cortas y pueden ser por lo general semejantes entre sí; mientras que en los machos son muy desiguales, una de ellas está más desarrollada y es cerca de tres veces la longitud del caparazón.

5.3 HEMBRAS OVADAS

En las hembras ovadas se estableció la coloración de los huevos para determinar si se encuentran cerca al momento del desove; los huevos son de color amarillo o anaranjado si están iniciando su desarrollo y si el color es uva o café se encuentran próximas a desovar (Schmalbach, 1974). Para observar el estado de las larvas dentro de los huevos, se colectó una muestra de cada hembra ovada capturada y se introdujo en una solución de hipoclorito de sodio por unos segundos, posteriormente se lavó con agua y finalmente fue fijada en alcohol al 70 % (Silva y Oshiro, 2002) en frascos plásticos rotulados con la fecha, lugar de



captura y la coloración de los huevos. Después estas muestras fueron procesadas en los laboratorios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta donde se observaron, en un microscopio Nikon Eclipse E200 con los aumentos de 4x, 10x, y 40x.

Se capturaron seis hembras ovadas del cangrejo azul, las cuales presentaron en su mayoría un caparazón y apéndices de color crema (Figura 28), mientras que otras conservaron su coloración habitual con tonos más claros. Registraron un largo entre 45,80 y 52,40 mm, un ancho entre 54,10 y 65,80 mm, un alto entre 37,60 y 49,80 mm y un peso entre 81,40 y 137,80 g (Tabla 14). Los huevos que sobresalen del abdomen de la hembra mostraron una coloración "vino" o vinotinto y café, unidos por una sustancia gelatinosa que les dio su forma de racimo característica. A través del microscopio se determinó que el embrión dentro de ellos corresponde a una larva prezoa o zoea (Figura 34).

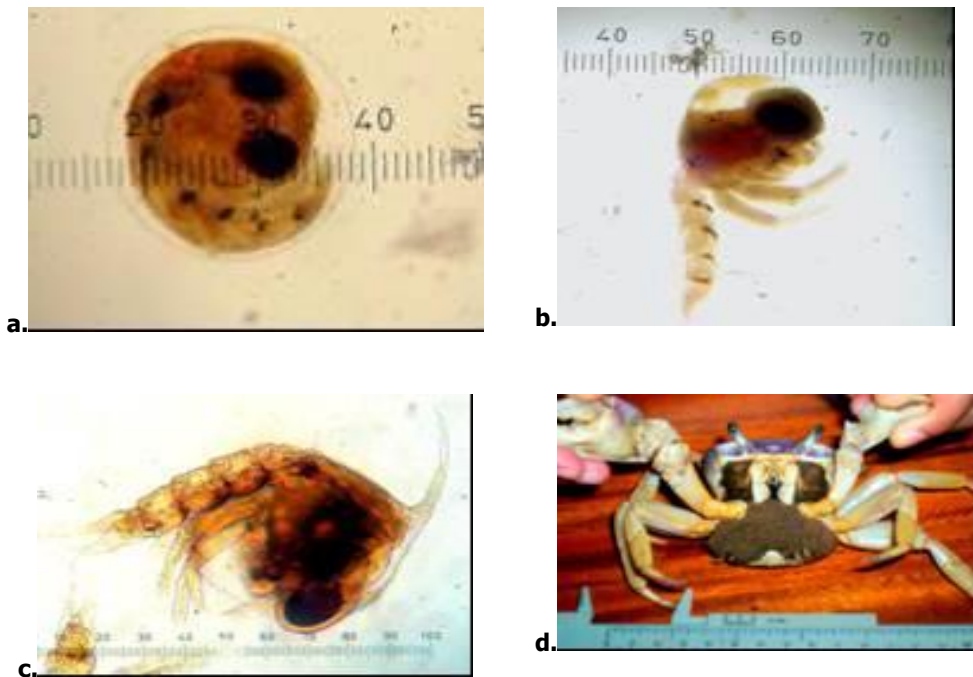


Figura 34. **a.** Vista al microscopio de la larva recubierta por su membrana (aumento 40X; fotografía de Noriega-Hoyos, 2007). **b.** Larva pre-zoea (aumento 10X; fotografía de Noriega-Hoyos, 2007). **c.** Larva zoea (aumento 4X; fotografía de Vega-Sequeda, 2007). **d.** Hembra ovada



Tabla 14. Características morfométricas y peso de las hembras ovadas recolectadas en las estaciones de la CVS y Nisperal durante los meses de agosto a diciembre de 2007. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x)

Variable	Estadígrafo	Hembras ovadas
Largo	\bar{x} (mm)	47,90
	S_x (mm)	0,93
	Rango (mm)	45,80 – 52,40
Ancho	\bar{x} (mm)	59,40
	S_x (mm)	1,95
	Rango (mm)	54,10 - 65,80
Peso	\bar{x} (g)	113,33
	S_x (g)	8,02
	Rango (g)	81,40 - 137,80
Alto	\bar{x} (mm)	42,97
	S_x (mm)	2,17
	Rango (mm)	37,60 – 49,80
Quela derecha	\bar{x} (mm)	69,82
	S_x (mm)	14,92
	Rango (mm)	67,50 – 104,40
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	84,65
	S_x (mm)	7,65
	Rango (mm)	57,60 – 103,50

Schmalbach (1974) describe que la coloración de los huevos del *C. guanhumi* son amarillos o anaranjados cuando están iniciando su desarrollo y en el momento próximo al desove son de color uva o café. Igualmente, Gifford (1962) determinó que las larvas liberadas por las hembras en el momento del desove están en la etapa pre-zoea y zoea. Según lo anterior, en el presente estudio no se pudieron observar los huevos empezando su desarrollo, sólo se pudo recolectar seis hembras ovadas cuyos huevos eran de color "vino" o café indicando que están cerca al momento de desove, corroborando este resultado con las larvas vistas en el laboratorio en estado pre-zoea y zoea. De acuerdo con CVS y CONIF (2006) y los habitantes de la zona, las hembras marchan para desovar en la época de lluvia en especial en mayo, hecho por el cual no fue posible capturar un mayor número de hembras ovadas, ya que los muestreos comenzaron a inicios de agosto.



6 CONDICIONES DEL SUSTRATO

Para establecer posibles relaciones entre las características del suelo con los aspectos estructurales del cangrejo azul, en cada banda se midió con un medidor de suelos el pH ($\pm 0,2$) así como el porcentaje de humedad del sustrato ($\pm 10\%$) y la temperatura con un termómetro marca Brand ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$). También en agosto y octubre se colectaron muestras de aproximadamente 500 g de sedimento con un corazonador de PVC, las cuales, se guardaron y trasladaron al laboratorio en bolsas plásticas debidamente rotuladas con el nombre del proyecto, estación, número de la banda (B1, B2 o B3) y fecha de muestreo, para realizar un análisis granulométrico y determinar la concentración de materia orgánica, carbonato de calcio, sílice y nutrientes (NH_4 , NO_2 , fósforo total y NKT).

Las muestras de sedimento fueron procesadas en los laboratorios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta. El análisis granulométrico fue realizado en seco para las muestras con un alto contenido de arenas (AG-F y CV-F) y en húmedo para las que tenían un alto contenido de lodos (HL-F, CT-F, CS-F y CV-F) (Holme y McIntyre, 1971).

Las muestras de suelo se secaron a temperatura ambiente y se pasaron al horno a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h. Para determinar el tipo y tamaño del grano, se tomó 100 g de la muestra y se pasó a través de una columna de tamices durante 15 min graduada de la siguiente manera: 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,500 mm, 0,250 mm, 0,125 mm, 0,063 mm y un fondo para las partículas de tamaño menor a 0,063 mm. Los granos retenidos en cada tamiz se pesaron y luego se obtuvieron los porcentajes de los diferentes tamaños de partículas que forman el sustrato (Holme y McIntyre, 1971).

En la granulometría en húmedo, se pesó 25 g de lodo de cada muestra en una balanza de precisión con una capacidad de 400 g ($\pm 0,01\text{ g}$), se secaron en el horno a una temperatura de $90 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 48 h. Posteriormente se disolvió en 250 ml de agua destilada con 10 ml de hexametáfosfato de sodio acuoso al 1



% $(\text{NaPO}_3)_6$ (6,2 g/l) para lograr la dispersión de los lodos por 24 h; la muestra ya disgregada, se pasó por la columna de tamices anteriormente mencionada y cada fracción retenida en los tamices fue secada en el horno para ser finalmente pesada (Figura 35)(Holme y McIntyre, 1971).

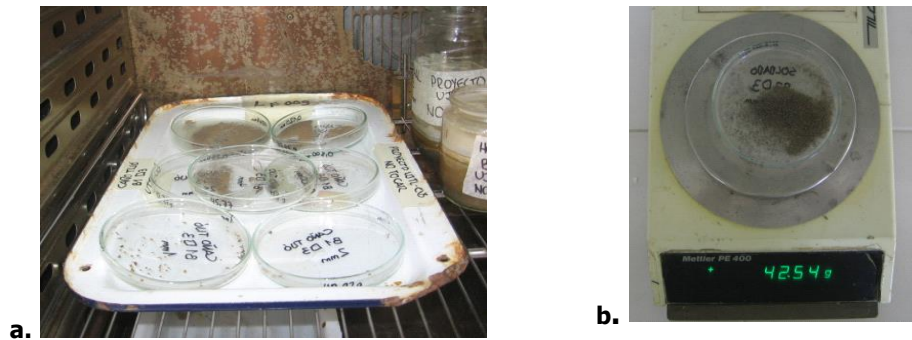


Figura 35. Muestras de sedimento del componente cangrejo azul con contenido significativo de lodos. **a.** Proceso de secado en horno. **b.** Pesaje (fotografías de Vega-Sequeda, 2007).

Para determinar la concentración de materia orgánica, se colocó 5 g de la muestra seca del sustrato en un crisol previamente tarado y se introdujo a la mufla a 550 °C durante 4 h. Posteriormente, se pasó a un desecador para su enfriamiento y fue nuevamente pesado, la diferencia de pesos inicial y final indica la cantidad de materia orgánica presente en la muestra (Ariza *et al.*, 1998).

Para obtener una aproximación del contenido de carbonato de calcio del sustrato, se tomaron 10 g de la muestra seca del suelo en un beaker, al cual se le agregó 50 ml de ácido clorhídrico (HCl) 0,5 N, posteriormente, se tapó y calentó con la llama baja por 5 min, se enfrió a temperatura ambiente, se filtró y el sedimento se lavó con agua destilada. Finalmente, al agua que contiene el ácido remanente se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0,25 N y dos gotas de fenolftaleína (Hernández, 1997 En: Gutiérrez y Jiménez, 1999). Los carbonatos presentes se calcularon mediante la fórmula:

$$\text{CaCO}_3 \text{ mg/g} = [(\text{meq de HCl usados} - \text{meq de NaOH usados}) / \text{g de sedimento}] * 5$$

La determinación de la concentración de nutrientes (Tabla 15) fue realizada por el Laboratorio de Control de Calidad del Grupo Empresarial Triple A de



Barranquilla. Para ello se utilizó una muestra de sedimento de cada parcela fija de muestreo del mes de agosto.

Tabla 15. Parámetros de las muestras de sedimento del componente cangrejo azul en la bahía de Cispatá.

Nutriente	Método analítico	Unidad
Amonio	Fotométrico	mg/kg
Materia orgánica	Volumétrico	mg O ₂ /kg
N-Nitrito	Fotométrico	mg/kg
Nitrógeno Total (NKT)	Destilación Kjeldahl	mg/kg
Fósforo Total	Fotométrico	mg/kg
Sílice	Espectrométrico	mg/L

Para determinar el tipo y tamaño de grano en las muestras de sedimento se calculó su diámetro promedio, desviación estándar, sesgo y curtosis (Holme y McIntyre, 1971) usando el *software* geológico Kware SFT® que emplea los parámetros de fragmentación secuencial, transporte y logaritmo natural del tamaño de las partículas del sustrato.

Mensualmente, los valores promedio de temperatura oscilaron entre $28,73 \pm 0,36$ °C (octubre) y $29,94 \pm 0,34$ °C (agosto) con un dato mínimo de 26 °C y un máximo de 41 °C, los de pH entre $6,20 \pm 0,85$ (septiembre) y $6,82 \pm 0,03$ (diciembre) con un mínimo de 0,0 y un máximo de 7,0 y el porcentaje de humedad osciló entre $9,33 \pm 1,76$ % (diciembre) y $17,36 \pm 1,70$ % (agosto) con un mínimo de 0 % y un máximo de (40 %)(Tabla 16).

Al discriminar por bandas, en la Tabla 16 se observa que a lo largo del tiempo se observan pocas variaciones de estos parámetros entre las bandas 1, 2 y 3. En promedio, la temperatura registró valores cercanos que en la banda 1 estuvieron entre $28,33 \pm 0,43$ °C (octubre) y $29,47 \pm 0,42$ °C (diciembre), en la banda 2 entre $29,27 \pm 0,86$ °C (octubre) y $30,83 \pm 0,82$ °C (agosto) y en la banda 3 entre $28,60 \pm 0,53$ °C (octubre) y $30,25 \pm 0,46$ °C (agosto). El pH en la banda 1 osciló entre $6,63 \pm 0,05$ (agosto) y $6,80 \pm 0,05$ (diciembre), en la banda 2 entre $5,24 \pm 1,36$ (septiembre) y $6,81 \pm 0,03$ (octubre) y en la banda 3 entre $6,58 \pm$



0,06 (agosto) y $6,88 \pm 0,03$ (diciembre). El porcentaje de humedad en la banda 1 fluctuó entre $10,00 \pm 2,58$ % (diciembre) y $17,71 \pm 2,00$ (agosto), en la banda 2 entre $9,67 \pm 1,68$ % (octubre) y $17,33 \pm 3,00$ % (septiembre) y en la banda 3 entre $6,00 \pm 1,63$ % (diciembre) y $19,17 \pm 1,80$ % (agosto).

El análisis granulométrico en húmedo realizado a las muestras de sedimento de las parcelas fijas con alto contenido de lodos, mostró que los limos y arcillas son el tamaño de grano promedio presente en el sustrato de CS-F, CT-F y HL-F (promedio $> 4\Phi$; Tabla 17). Aún así, en general, están presentes otros tipos de granos en el sustrato, debido a que existe una tendencia hacia sedimentos gruesos (asimetría negativa) cuya distribución con los granos finos es repartida y su estructura ha evidenciado muy pocos cambios en el tiempo (curvas leptocúrticas); además, las muestras en su mayoría fueron bien clasificadas ($\sigma_1 < 0,50$), lo que quiere decir, que muchas de las fracciones granulométricas están bien representadas (Tabla 17). Teniendo en cuenta que CV-F presenta un sedimento de con contenido de lodos y arenas (mixto), se procesó por granulometría seca, que se mencionará más adelante, y húmeda. Esta última mostró que el sedimento está conformado por arenas finas y muy finas (promedio entre 2Φ y 4Φ ; Tabla 17), con una pobre clasificación ($\sigma_1 > 1,00$), una tendencia a presentar elementos gruesos (asimetría negativa) y curvas tanto mesocúrticas como leptocúrticas.



Tabla 16. Temperatura (T°), pH y porcentaje de humedad (% H) del sustrato en cada una de las bandas de las parcelas fijas de muestreo, durante los meses de agosto a diciembre de 2007. Promedio \pm error estándar ($\bar{x} \pm S_x$) y coeficiente de variación (V).

Variable	Banda	$\bar{x} \pm S_x$		$\bar{x} \pm S_x$		$\bar{x} \pm S_x$		$\bar{x} \pm S_x$	
		Agosto	V	Septiembre	V	Octubre	V	Diciembre	V
T°	Banda 1	28,75 \pm 0,26	4,5	-	-	28,33 \pm 0,43	5,92	29,47 \pm 0,42	5,57
	Banda 2	30,83 \pm 0,82	13,07	-	-	29,26 \pm 0,86	11,44	29,87 \pm 0,61	7,89
	Banda 3	30,25 \pm 0,46	7,44	-	-	28,6 \pm 0,53	7,21	29,93 \pm 0,73	9,49
Integrada		29,94 \pm 0,34	9,58	-	-	28,73 \pm 0,36	8,51	29,76 \pm 0,44	7,69
Mín		26		-		26		27	
Máx		41		-		38		36	
pH	Banda 1	6,63 \pm 0,05	3,48	6,69 \pm 0,00	0,00	6,74 \pm 0,03	1,57	6,80 \pm 0,05	2,94
	Banda 2	6,65 \pm 0,05	3,38	5,24 \pm 1,36	100,44	6,81 \pm 0,03	1,80	6,77 \pm 0,05	2,92
	Banda 3	6,58 \pm 0,06	4,57	6,66 \pm 0,00	0,00	6,82 \pm 0,03	1,85	6,88 \pm 0,03	1,84
Integrada		6,62 \pm 0,15	11,79	6,20 \pm 0,85	92,54	6,79 \pm 0,02	1,78	6,82 \pm 0,03	2,64
Mín		6,0		0,0		6,5		6,4	
Máx		6,8		6,9		7,0		7,0	
% H	Banda 1	17,71 \pm 2,00	55,22	15,00 \pm 2,01	51,95	12,67 \pm 1,18	36,14	10,00 \pm 2,58	100,00
	Banda 2	15,21 \pm 1,58	50,82	17,33 \pm 3,00	67,09	9,67 \pm 1,58	63,25	12,00 \pm 2,62	84,52
	Banda 3	19,17 \pm 1,80	45,94	18,33 \pm 1,16	45,71	9,00 \pm 1,63	70,27	6,00 \pm 1,63	105,41
Integrada		17,36 \pm 1,70	50,92	16,89 \pm 1,39	55,13	10,44 \pm 0,87	55,74	9,33 \pm 1,76	97,99
Mín		10		0		0		0	
Máx		40		40		20		30	



Tabla 17. Análisis granulométrico en húmedo para las estaciones Helechal (HL), Caño Soldado (CS), Caño Tijó (CT) y CVS (CV). Promedio de grano (Mz); Desviación estándar (σ); asimetría (Sk) y curtosis (KG) de las muestras de sedimento recolectadas en agosto y octubre en cada una de las bandas (B1, B2 y B3) de las parcelas fijas de muestreo en la bahía de Cispatá.

Mes	Estación	Mz	σ	Sk	KG
Agosto	HL-B1	3,82	1,58	-0,65	2,12
	HL-B2	4,12	0,85	-0,5	1,62
	HL-B3	4,01	0,9	-0,53	1,28
	CS-B1	4,38	0,82	-0,72	1,42
	CS-B2	4,44	0,64	-0,68	2,91
	CS-B3	4,50	0,56	-0,66	2,79
	CT-B1	4,12	0,69	0,06	0,9
	CT-B2	4,73	0,28	-0,31	1,9
	CT-B3	3,84	1,05	-0,3	1,18
Octubre	HL-B1	4,44	0,45	-0,21	1,25
	HL-B2	4,45	0,42	0,18	1,14
	HL-B3	4,47	0,36	-0,09	0,89
	CS-B1	4,43	0,45	-0,21	1,26
	CS-B2	4,43	0,48	-0,23	1,37
	CS-B3	4,45	0,42	-0,18	1,16
	CT-B1	4,45	0,4	-0,16	1,07
	CT-B2	4,45	0,45	-0,21	1,29
	CT-B3	4,46	0,38	-0,12	0,98
	CV-B1	3,52	1,55	-0,61	1,59
	CV-B2	2,79	2,39	-0,76	1,18
	CV-B3	2,91	2,26	-0,76	1,02

Por el contrario, CV-F y AG-F fueron procesadas mediante un análisis granulométrico seco, debido a su alto contenido de arenas, en las cuales se determinó que contienen un grano promedio de arenas gruesas y medias (promedio entre 0Φ y 2Φ ; Tabla 18), registrando una pobre clasificación ($\sigma_1 > 1,00$). Para el caso de AG-F, las bandas 1 y 2 presentaron una inclinación a elementos finos (asimetría positiva) y banda 3 a elementos gruesos (asimetría negativa), igualmente, exhibió tanto curvas



platicúrticas como muy platicúrticas, indicando para esta última, que no existe una uniformidad en las fracciones del sedimento y la velocidad con la que puede mostrar cambios en su estructura es mayor.

Tabla 18. Análisis granulométrico en seco AGROTIJÓ (AG) y CVS (CV) de las muestras de sedimento recolectadas en agosto y octubre en cada una de las bandas (B1, B2 y B3) de las parcelas fijas de muestreo en la bahía de Cispatá. Promedio de grano (Mz); Desviación estándar (σ); asimetría (Sk) y curtosis (KG).

Mes	Estación	Mz	σ	Sk	KG
Agosto	AG-B1	0,19	2,18	-0,15	0,56
	AG-B2	0,53	2,09	-0,42	0,62
	AG-B3	2,71	1,11	0,1	1,21
Octubre	AG-B1	0,19	2,18	-0,15	0,56
	AG-B2	0,53	2,09	-0,42	0,62
	AG-B3	2,71	1,11	0,1	1,21
	CV-B1	-0,73	2,08	0,53	0,87
	CV-B2	-0,73	2,08	0,53	0,87
	CV-B3	-0,81	2,18	0,64	0,97

El análisis de nutrientes (Tabla 19) indica que las concentraciones de amonio fluctuaron entre 33,73 mg/kg (NP) y 60,95 mg/kg (AG-F), la materia orgánica varió entre 2.056,00 (CS-F) y 5.448,00 mg O₂/kg (CVS), los nitritos entre < 0,003 mg/kg (HL-F , CV-F y NP) y 0,740 mg/kg (CS-F), el NTK entre 451,58 mg/kg (CV-F) y 1.168,84 mg/kg (NP), el fósforo total entre 105,18 mg/kg (AG-F) y 389,30 mg/kg (CVS) y el contenido de sílice entre < 1,0 mg/L (AG-F) y 1.344,0 mg/L (NP). Este último nutriente fue el que presentó la mayor variabilidad (70,82 %), seguido del fósforo total (42,71 %) y en menor proporción está el amonio (29,96 %).



Tabla 19. Concentraciones y coeficientes de variación (V) de amonio (mg/kg), materia orgánica (mg O₂/kg), nitratos (mg/kg), nitrógeno total -NTK- (mg/kg), fósforo total (mg/kg) y sílice (mg/L) de las muestras de sedimento recolectadas de las parcelas fijas de muestreo y en una banda aislada (Nisperal) en la bahía de Cispatá.

Estación	Amonio	Materia orgánica	Nitrato	NTK	Fósforo total	Sílice
AGROTIJÓ	60,95	4.520,00	0,460	530,52	105,18	< 1,0
Caño Soldado	59,25	2.056,00	0,740	707,01	228,35	281,4
Caño Tijó	35,50	3.008,00	0,390	784,67	345,33	1.110,0
Helechal	33,77	2.600,00	<0,003	922,30	324,36	600,3
Nisperal	33,73	3.760,00	<0,003	1.168,84	167,59	1.340,0
CVS	37,24	5.448,00	<0,003	451,58	389,30	207,4
V	29,96	35,51	34,94	34,51	42,71	70,82

Por otro lado, la materia orgánica en el mes de agosto, alcanzó un valor mínimo de $0,40 \pm 0,09$ g (AG-F) y uno máximo de $0,69 \pm 0,08$ g (CT-F) y la concentración de carbonato de calcio varió entre $7,77 \pm 0,69$ mg CaCO₃/mg (HL-F) y $8,31 \pm 0,35$ mg CaCO₃/mg (CS-F). Para el mes de octubre, la materia orgánica fluctuó entre $0,73 \pm 0,06$ g (CV-F) y $0,33 \pm 0,03$ g (HL-F) y la concentración de carbonato de calcio entre $5,72 \pm 0,15$ mg CaCO₃/mg (AG-F) y $10,29 \pm 0,00$ mg CaCO₃/mg (CV-F) (Tabla 20).

A nivel de bandas, la banda 1 (la más cercana a la fuente de agua) mantuvo la mayor cantidad de materia orgánica en todas las estaciones durante el mes de agosto con excepción de CS, mientras que en el mes de octubre este valor fluctuó a lo largo de las tres bandas, al igual que la concentración de carbonato de calcio que se caracterizó por ser relativamente variable en el sedimento de las parcelas fijas de muestreo (Tabla 20).



Tabla 20. Concentraciones de materia orgánica (g) y carbonato de calcio (mg CaCO_3/mg) por bandas y por estación de las muestras de sedimento recolectadas de las parcelas fijas de muestreo en los meses de agosto y octubre de 2007. Promedio \pm error estándar ($\bar{x} \pm S_x$).

		Agosto				Octubre			
	Estación	B1	B2	B3	$\bar{x} \pm S_x$	B1	B2	B3	$\bar{x} \pm S_x$
Materia orgánica	AGROTIJÓ	0,54	0,44	0,22	0,40 \pm 0,09	0,38	0,49	0,26	0,38 \pm 0,07
	Helechal	0,59	0,51	0,41	0,50 \pm 0,05	0,39	0,32	0,29	0,33 \pm 0,03
	Caño Tijó	0,85	0,65	0,58	0,69 \pm 0,08	0,42	0,41	0,42	0,42 \pm 0,00
	Caño Soldado	0,57	0,59	0,57	0,58 \pm 0,01	0,35	0,38	0,35	0,36 \pm 0,01
	CVS	-	-	-	-	0,67	0,84	0,67	0,73 \pm 0,06
Carbonato de calcio	AGROTIJÓ	7,86	8,00	8,72	8,19 \pm 0,27	6,61	5,46	5,10	5,72 \pm 0,15
	Helechal	7,61	8,62	8,69	8,31 \pm 0,35	6,36	5,75	6,21	6,11 \pm 0,20
	Caño Tijó	7,36	9,38	7,92	8,22 \pm 0,60	6,11	6,27	6,90	6,42 \pm 0,35
	Caño Soldado	7,11	7,05	9,15	7,77 \pm 0,69	5,86	6,98	6,05	6,30 \pm 0,40
	CVS	-	-	-	-	6,86	12,44	11,59	10,29 \pm 0,00

La temperatura y el pH del sustrato fueron relativamente homogéneos en todas las bandas, estaciones y meses de muestreo, no obstante el porcentaje de humedad presentó una mayor fluctuación; de acuerdo con lo anterior, es posible que estas variables no son factores que pueden explicar los cambios en la dinámica de la densidad del cangrejo azul mencionada anteriormente para el área de estudio. Sin embargo, en el mes de diciembre se registró el valor más alto de densidad (Figura 9) momento en el que pudieron influir el bajo pH y la alta humedad; sin embargo, estos parámetros estarían principalmente relacionados con el número de madrigueras tapadas, ya que durante este mes se registró el mayor número de cuevas tapadas ($n = 128$, Tabla 4) y esto sería acorde con lo descrito en la sección 5.1.1, donde se menciona que el mayor período de muda del cangrejo azul es de diciembre-febrero en el área de estudio.

En cuanto al sedimento, la mayor parte del sustrato de las parcelas fijas de muestreo (HL-F, CS-F y CT-F) se caracterizaron por ser de naturaleza limosa – arcillosa, excepto en AG-F y CV-F que fueron arenas gruesas y finas. Este esquema coincide con lo descrito por CVS *et al.* (2003) y CVS y CONIF (2006), quienes



además mencionan que estos sedimentos tienen una gran influencia de los aportes del río Sinú y presenta algunos depósitos fósiles coralinos. Así mismo, Taissoun (1974), señala que las madrigueras del cangrejo azul en su profundidad son de naturaleza arcillosa y reconoce que este tipo de grano permite mantener el suministro del agua a pocas profundidades, lo cual es fundamental para la vida del cangrejo azul que necesita humedecer periódicamente sus cámaras branquiales (Gifford, 1962; Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974; Hill, 2001).

Por otro lado, se conoce que las densidades del cangrejo azul son mayores en terrenos ricos en caracolejo y en las zonas que son o fueron de manglar por su gran contenido de materia orgánica (Schmalbach, 1974). Es así como el sustrato de las estaciones de muestreo se ajustan a estas características, cuya coloración corresponde a colores pardos y oscuros indicando que el sedimento posee altos contenidos de materia orgánica (INVEMAR *et al.*, 2003). Asimismo, parte del suelo de CV y NP está conformada por caracolejo, por lo que no es extraño encontrar que esta zona contenga mayores concentraciones de carbonato de calcio.

En relación a estos dos componentes, se encontró que el contenido promedio de materia orgánica y carbonato de calcio fue mayor en el mes de agosto con respecto a octubre, coincidiendo con la época en la que se observó un gran porcentaje de madrigueras tapadas. Igualmente, este mismo comportamiento lo revela CV-F, donde registró una gran proporción de cuevas tapadas y una mayor cantidad de estos dos compuestos (Tabla 4). Como se mencionó anteriormente, la mayor concentración de carbonato de calcio en sector puede indicar la presencia del caracolejo en el sedimento de CV-F.

Este patrón sugiere que el contenido de materia orgánica y carbonato de calcio pueden intervenir en el proceso de muda del cangrejo azul. A pesar de que no se dispone de información sobre la influencia de estos dos compuestos en la ecdisis de *C. guanhumi* que apoye esta hipótesis, Schmalbach (1974) afirma que durante este



período el cangrejo cubre su cueva, la cual dispone de suficiente agua para hidratarse así como de sales producidas por terrenos ricos en carbonato de calcio.

Por otro lado, los nutrientes no mostraron una tendencia que pudiera asociarse a los resultados de densidad obtenidos. Sin embargo, al parecer los altos valores de fósforo están relacionados directamente con las altas cantidades de materia orgánica (INVEMAR *et al.*, 2003), lo que explica el porque en CV-F se registraron las mayores concentraciones de fósforo total y de materia orgánica. Lo anterior lleva a pensar en la posibilidad de que valores elevados de este nutriente pueden tener algún vínculo con el proceso de muda del cangrejo azul.

Considerando que el suelo, especialmente el del manglar, presenta una pendiente nula (CVS y CONIF, 2006), es de esperarse que durante las lluvias se generen inundaciones superficiales en el sustrato y por ende en las madrigueras de los cangrejos, lo que llevaría a los continuos desplazamientos de este animal a lo largo del área estuarina. Si bien es difícil establecer con certeza los factores y su papel en la estructura poblacional del cangrejo azul, es posible vislumbrar que esta especie presenta una dinámica temporal dentro de las parcelas fijas en donde se observó una amplia variación de su densidad dentro de una misma estación (Figura 9), e inclusive entre sus bandas (Figura 11), influenciado al parecer, por la explotación pero en gran medida por la época de lluvias.



7 GRADO DE EXTRACCIÓN DEL RECURSO Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL

Para esta parte del trabajo, surge la necesidad de realizar encuestas y talleres (actividades de educación ambiental) que permitieran una aproximación al conocimiento de los moradores de la zona y una búsqueda a posibles soluciones conjuntas que a mediano plazo y enmarcadas en planes de manejo concertados puedan propender por mejorar el nivel de vida de estos habitantes, ya que tanto el problema como la solución están en manos de la comunidad. El saber tradicional ha sido considerado como una fuente de conocimiento empírico que enriquece campos como la ecología, la fisiología, biología, entre otros; para la toma de decisiones con respecto a la conservación y manejo sostenible de especies en peligro, es necesario realizar estudios científicos detallados pero a la vez, se debe tener en cuenta el conocimiento tradicional de los recursos y su hábitat, así como los factores medioambientales, económicos y sociales pertinentes (FAO, 2000). Así que con esta herramienta, se obtuvo información sobre la apreciación y experiencia de las personas o grupos, considerando los puntos de vista de las diversas posturas que pudieran existir (Taylor y Bogdan, 1996).

A través de herramientas de medición cualitativas como las encuestas se definió para el estudio un formato de preguntas cerradas y abiertas estructuradas a manera de libreto con las cuales se indagó y enfatizó acerca del uso de la especie, con base en el saber tradicional y empírico de las personas dedicadas a la extracción del cangrejo quienes poseen experiencia muy valiosa al respecto. De esta forma, se obtuvo información sobre los miembros de la familia que lo explotan y dependen de este, así como de las actividades que desempeñan los pobladores del área, destino de las capturas y aspectos particulares sobre las zonas y meses de migraciones en masa de las hembras para desovar, según lo referido en el Anexo A, así, se dispuso de información sobre el grado de extracción que se tiene de la especie en la zona y



de esta forma analizar los posibles efectos (cambios) que pueden incidir en los aspectos estructurales del cangrejo azul.

Como parte de la estrategia de sensibilización implementada, se llevaron a cabo tres talleres con la comunidad (organizaciones comunitarias y cangrejeros), en los cuales se trataron temas sobre la biología, características poblacionales y uso del cangrejo azul, generándose espacios de discusión apoyados con instructivos: cartillas interactivas y mapas diseñados para tal fin, estos fueron desarrolladas por los habitantes de la zona para establecer y ubicar algunos lugares donde se captura (Anexo B); adicionalmente, se mencionaron estrategias de manejo para la protección de esta especie.

Los resultados de las encuestas fueron tabulados y con base en ellos se establecieron aspectos particulares sobre las zonas y meses de migración en masa de las hembras para desovar, la explotación del recurso y el valor comercial. Se calcularon estadígrafos de tendencia central (promedio) y de variabilidad (desviación estándar y error estándar). Es así como mediante el uso de esta herramienta y de los talleres se tuvo el saber tradicional de las personas y de los habitantes dedicados a la extracción del recurso.

Aparte de la realización de las encuestas y talleres se tuvo en cuenta dentro de las parcelas fijas el número de cuevas que habían sido alteradas por la extracción del recurso (saqueadas). Para tener así una aproximación sobre la presión que se le está generando al recurso.

En las estaciones de AG-F y CV-F no presentaron ningún indicio de extracción, debido a que son zonas donde es prohibida la extracción del cangrejo azul. El mayor grado de sustracción se observó en la estación de CT-F (mínimo = 4,40 % y máximo = 10,04 %) (Figura 36). Temporalmente, el mayor porcentaje de indicio de saqueo fue en agosto (3,41 %) y el menor en octubre (2,03 %). Estos valores indican una tasa de saqueo baja.

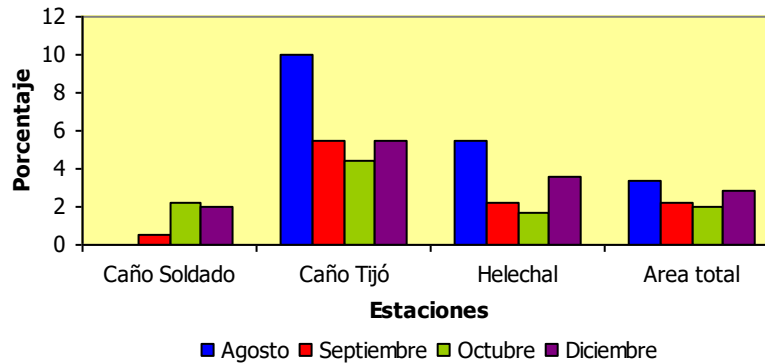


Figura 36. Porcentaje de cuevas saqueadas dentro de las parcelas fijas durante los meses de agosto a diciembre de 2007.

Los porcentajes obtenidos de cuevas saqueadas son bajos comparados a los porcentajes de cuevas habitadas y tapadas. Esta es porque este pequeño porcentaje sólo tiene en cuenta las técnicas de captura en las cuales la cueva es destruida (*e. g.* el método del tapado), ya que no fue posible medir la presión que generan sobre la especie otros métodos como el vandoleo o el envenenamiento, debido a la falta de un centro de acopio donde se pueda realizar un sondeo de los cangrejos capturados con otros métodos de captura.

A nivel de estaciones, CT-F, HL-F y CS-F fueron los que presentaron indicios de captura del cangrejo azul, indicando que de los tres sectores, CT-F registra una menor densidad del recurso y un mayor diámetro promedio de las madrigueras en el mes de agosto. Considerando que en mayo es la época en la que se observan las migraciones en masa hacia el mar con fines reproductivos y en la que se obtienen las mayores capturas de la especie, es posible que en el mes de agosto aún se mantenga ya sea la accesibilidad de los animales y/o una mayor cantidad de personas que lo extraen.

Por el contrario, AG-F y CV-F no mostraron indicios de saqueo de madrigueras, debido a que son propiedades con vigilancia, principalmente en CV donde es prohibida la extracción del cangrejo azul. De acuerdo a lo anterior, en estas dos



estaciones se esperaba obtener una alta densidad, pero estos valores están relacionados con las diversas y constantes fuentes de perturbación antrópica, especialmente en AG que ejerce actividades como la construcción, llenado, vaciado y mantenimiento de las piscinas, el continuo paso de maquinaria y personal en la zona, entre otros.

Se encuestó un total de 45 personas entre jóvenes y adultos, teniendo la mayor proporción en un rango de edad entre 40 – 49 años, seguido de 50 – 59 y 30 – 39 años (Figura 37). La mayoría se dedican a la pesca (27,8 %) y a la extracción del cangrejo azul (24,10 %) y en menor medida son chiperos, mangleros, prestadores de servicios turísticos, entre otras actividades (Figura 38).

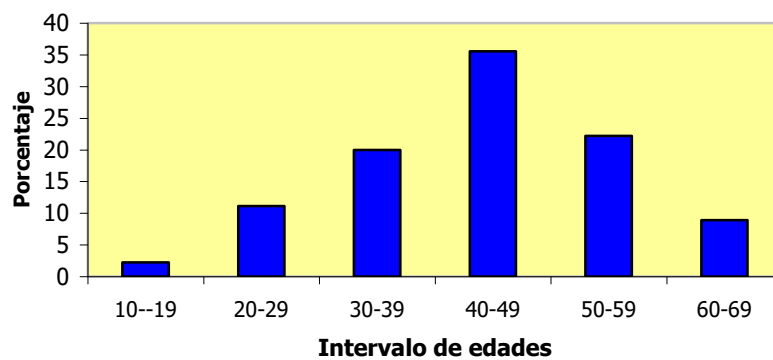


Figura 37. Intervalos de edad de las personas encuestadas.

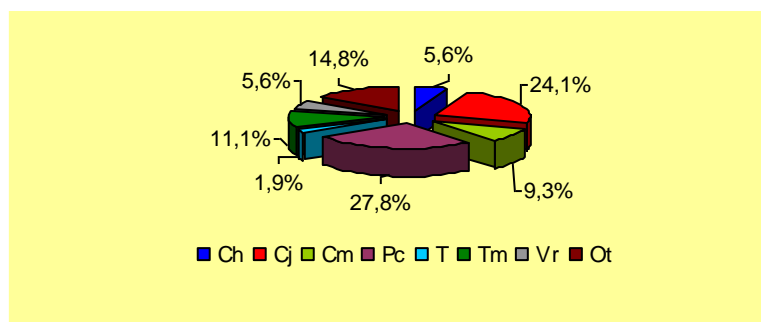


Figura 38. Porcentajes de las personas encuestadas dedicadas principalmente a la captura de chipi chipi (Ch), cangrejo azul (Cj), comercio (Cm), pesca (Pc), turismo (T), tala de mangle (Tm), varias actividades (Vr) y otros (Ot).



El 57,8 % de los encuestados capturan el cangrejo azul, el 35,6 % lo hace de forma esporádica y el 6,7 % no lo captura. Las personas que extraen el *C. guanhumi* en promedio tienen $25,88 \pm 2,19$ años de experiencia (Figura 39). Se observó que el 21,43 % de las personas tiene 10 a 19 y de 20 a 29 años de destreza (respectivamente), seguidos de los que tienen una vasta práctica de 40 a 49 años que constituyen el 19,05 % (Figura 40).

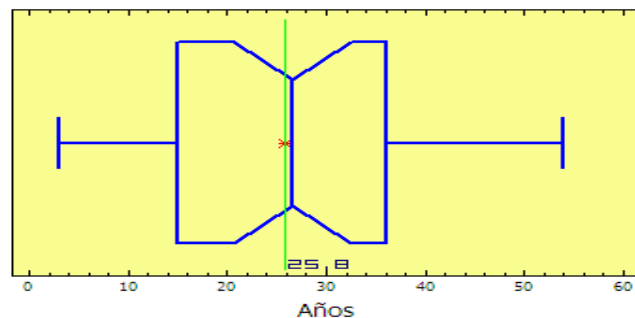


Figura 39. Gráfico de Caja de los años de experiencia de las personas que capturan cangrejo azul. El signo (*) muestra la ubicación del promedio.

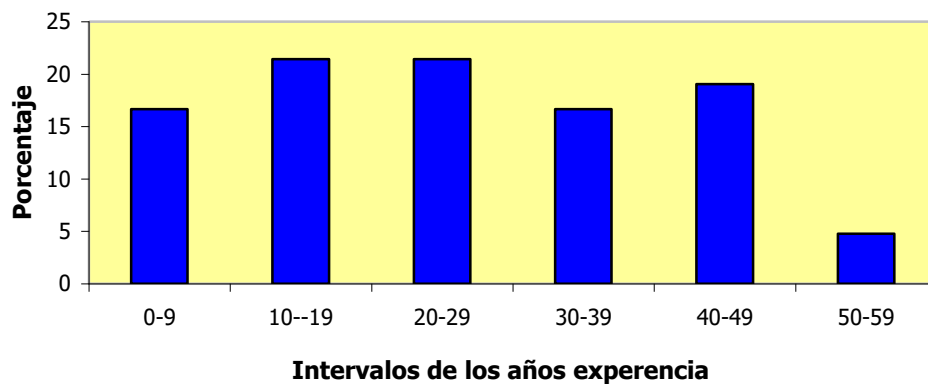


Figura 40. Intervalo de los años de experiencia de las personas que capturan cangrejo azul.

Mediante información suministrada por los miembros de la comunidad a través de los talleres se conoce que el cangrejo azul o pollo es capturado por los habitantes en la zona, la mayoría de ellas con frecuencia ocasional, pero sólo menos de 20 son cangrejeros y dependen exclusivamente de este recurso según el listado de



asistencia de los participantes (Anexo L). La mayoría de los que capturan cangrejos tienen amplia experiencia en esta actividad, alcanzándose los más altos valores entre los rangos de 10 a 19 y de 20 a 29 años, correspondientes a extractores que se encuentran entre los 30 y 40 años de edad, de lo cual se puede prever que los pobladores estarán en capacidad de muchos años más de seguir extrayendo, evidenciándose con esto una renovación generacional para la ejecución de esta actividad. Esto puede generar un impacto negativo, ya que garantiza que se están manteniendo personas dedicadas a la extracción del recurso que puede conllevar a una mayor explotación de la especie. Además, al registrarse una cierta cantidad de personas en cada uno de los intervalos, se confirmaría que los pobladores en algún momento de su vida han atrapado este recurso.

Existen alrededor de 33 lugares donde se captura el cangrejo azul, de los cuales 24 se encuentran dentro de la Bahía y nueve (9) son adyacentes al área de estudio, siendo caño Grande y Soledad los más frecuentados (18,57 % y 14,29 %, respectivamente) y en menor medida están AGROTIJÓ y Aguaca, (1,43 %). No obstante, caño Lobo es el lugar donde se colectan una menor cantidad de cangrejos (22,92 %) (Tabla 21). Hay que tener en cuenta que dentro de estas dos clasificaciones algunos de los encuestados obtienen las mayores capturas en lugares donde otros consideran que capturan en menor cantidad, por lo que algunos sitios se repiten.



Tabla 21. Porcentaje de capturas del cangrejo azul (%) en los diferentes lugares de extracción e información sobre los que presentan los mayores y menores valores de captura. Los lugares comprendidos entre Calado y San Nicolás son adyacentes al área de estudio. No sabe, no responde (NR).

Lugares de extracción	Capturas	Mayores capturas	Menores capturas
AGROTIJÓ	2,14	1,43	2,08
Aguaca	-	1,43	-
Amaya	4,81	4,29	6,25
Buena Parte	1,60	-	-
Caño Grande	1,07	18,57	6,25
Caño Lobo	12,83	-	22,92
Caño Palermo	7,49	4,29	6,25
Caño Salado	3,21	1,43	-
Caño Soldado	0,53	8,57	4,17
Caño Tapado	8,56	-	2,08
Caño Tijó	2,14	10,00	4,17
Cispatá	10,16	1,43	2,08
El Claval	1,60	1,43	-
El Garzal	1,60	-	2,08
El Seco	2,14	2,86	2,08
La Guaca	3,74	-	-
La Loma	0,53	-	-
Nisperal	0,53	-	-
Pipón	2,14	-	-
Playa Mireya	0,53	2,86	-
Remediapobre	2,14	1,43	6,25
Sicará	0,53	4,29	2,08
Soledad	3,21	14,29	4,17
Tinajones	0,53	10,00	2,08
Calado	0,53	1,43	2,08
Playa Blanca	0,53	1,43	4,17
Punta Bello	3,21	5,71	-
Punta de Bolívar	0,53	1,43	-
Punta Róbalos	0,53	-	-
Punta Terranplén	0,53	-	2,08
Resguardo	4,28	-	-
Rebujina	9,63	-	2,08
San Nicolás	5,88	-	-
N-R	0,53	1,43	14,58

En los lugares de mayor extracción se capturan se capturan en promedio $102,50 \pm 14,08$ cangrejos al día, capturando la mayoría de 50 a 99 cangrejos (34,09 %) y de 1 a 49 animales (25,00 %), mientras que en los lugares de menor extracción se colectan $32,92 \pm 4,76$ individuos registrando los más altos porcentajes en el rango de 0 a 49 con un 64,44 % y de 50 a 99 con un 15,56 %. Los encuestados en el momento que comenzaron a capturar en promedio recolectaban $194,05 \pm 32,20$ cangrejos azules, el 22,73 % atrapaba entre 50 a 99, el 15,91 % entre 100 y 149 y en menor proporción el 2,27 % colectaba entre 400 a 449 cangrejos (Figura 41 y Figura 42).

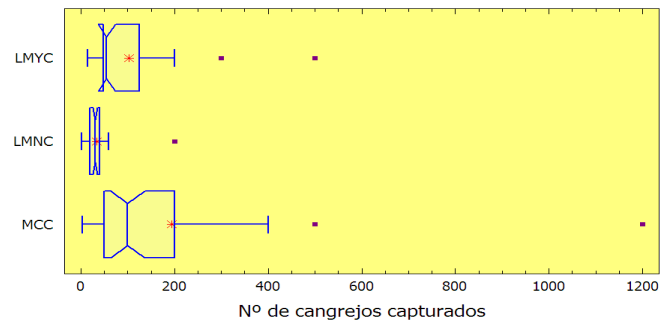


Figura 41. Gráfico de Caja del número de cangrejos colectados en los lugares de mayor extracción (LMYC), lugares de menor extracción (LMNC) y momento en que los encuestados comenzaron a capturar cangrejo azul (MCC). No sabe, no responde (N-R). El signo (*) muestra la ubicación del promedio.

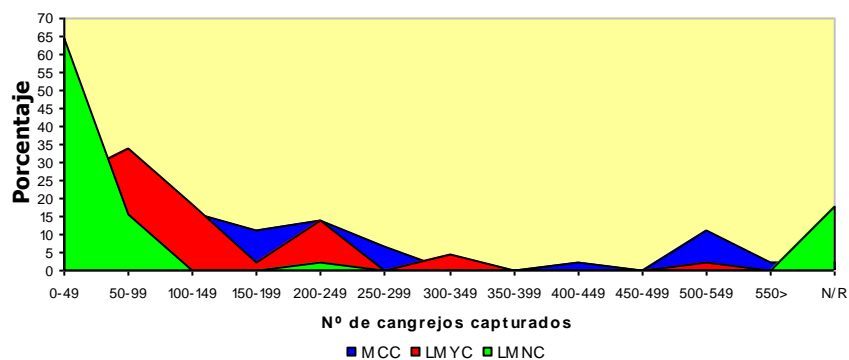


Figura 42. Intervalo del número de cangrejos colectados en los lugares de mayor extracción (LMYC), lugares de menor extracción (LMNC) y momento en que los encuestados comenzaron a capturar cangrejo azul (MCC). No sabe, no responde (N-R).

De los lugares donde se captura la especie, al parecer, caño Grande es el sitio de mayor extracción, según lo referido por los habitantes, sin embargo, no fue posible en el muestreo realizado en la zona la comprobación de esta afirmación, debido a que las mediciones en esta estación no se pudieron llevar a cabo porque se presentaron lluvias intensas que durante los primeros muestreos (agosto), lo que propició la inundación del sector. Así mismo, en caño Tijó es frecuente la captura del cangrejo, hecho que coincide con los resultados de este estudio en el cual se registran y mantienen los porcentajes más altos de madrigueras saqueadas. Con



relación a las estaciones de caño Soldado y caño Palermo (Helechal), están incluidas dentro de los lugares donde los pobladores obtienen las mayores capturas, presentando para los dos primeros sitios, porcentajes intermedios de cuevas con indicios de extracción, siendo superior en Helechal con respecto a caño Soldado, a pesar de ser más frecuente las capturas en esta última. Por su parte, en AGROTIJÓ como se mencionó anteriormente, no se observaron madrigueras saqueadas por ser una propiedad privada, no obstante, los cangrejos que son colectados son extraídos de las inmediaciones de esta camaronera.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, debe considerar que para algunas personas AGROTIJÓ, caño Grande, caño Tijó y Soledad, son los lugares donde se obtiene las menores capturas del recurso. Aunque un pequeño grupo de personas, que no supera el 4,44%, piensa que en estos sitios se captura pocos individuos, es importante tener en cuenta que esta información puede ser un indicador de una disminución del recurso en dichas áreas debido, entre varios factores, a la sobreexplotación, considerando que en un día de trabajo en un buen sitio de captura los cangrejeros pueden llegar a capturar aproximadamente 100 animales. Además, en Soledad se encuentra la piscifactoría (AGROSOLEDAD) de tilapia (*Oreochromis sp.*) de la zona, que al igual que AGROTIJÓ, no permiten la extracción del *C. guanhumi*.

Gran parte de los pobladores coinciden que el cangrejo azul ha reducido sus poblaciones y tamaño en los últimos años, refiriéndose a "la época del cangrejo" al momento en el que observaban grandes cantidades de *C. guanhumi* en toda el área. Con lo cual puede apreciarse al comparar el número de individuos capturados en los lugares de mayor extracción con los colectados cuando los pobladores comenzaron con esta actividad, donde anteriormente era más frecuente la captura de más de 190 cangrejos por día que en la actualidad. En el informe de la CVS y CONIF (2006) se reportó que anteriormente este recurso era abundante en la zona, sin embargo, la sobreexplotación, la expansión de urbanismo entre otros factores han generado un agotamiento de esta especie en los últimos años.



El 62,86 % de las personas obtienen la mayor cantidad de cangrejos en el mes de mayo, seguido del 15,71 % que obtienen las mayores capturas en junio y menos del 10% en los meses restantes (Figura 43).

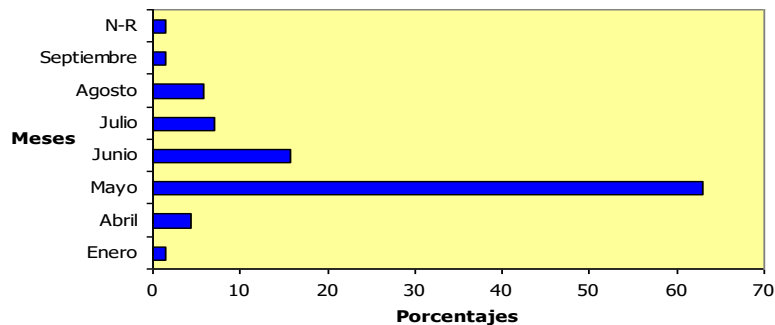


Figura 43. Meses en los cuales se presentan las mayores capturas del cangrejo azul. No sabe, no responde (N-R).

En 66,67 % de los encuestados se dedica a la extracción del recurso al amanecer, seguido del 28,89 % que sale al atardecer y el 4,44 % no tiene preferencia alguna en un momento del día (Figura 44). Un poco menos de la mitad de las personas (40,82%) eligen la hora para comenzar su captura según se facilite su realización, mientras que otros definen el horario coincidiendo con los lapsos de tiempo en que los cangrejos están fuera de sus madrigueras (16,33 %) y en busca de alimento (16,33 %); en menor proporción (4,08 %) necesitan una mayor cantidad de tiempo para capturarlos (Figura 45).

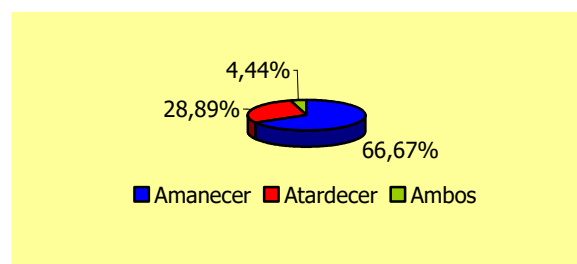


Figura 44. Porcentaje de los momentos del día dedicados a la captura del cangrejo azul.

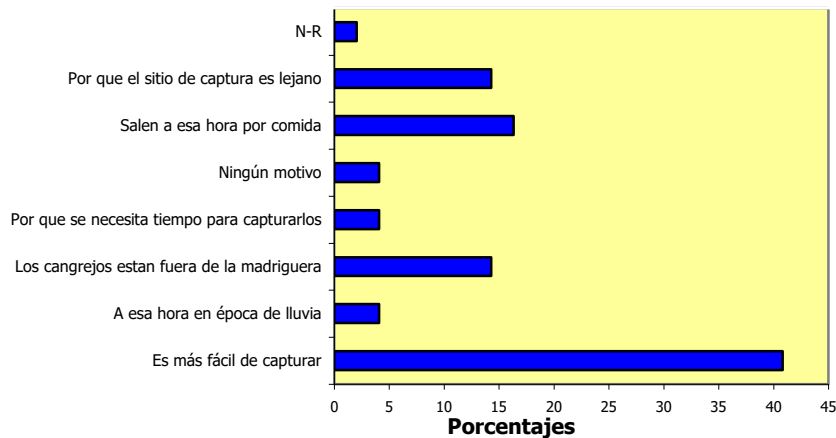


Figura 45. Porcentaje de los motivos por los cuales prefieren realizar la extracción en los momentos del día. No sabe, no responde (N-R).

Adicionalmente, se encontró que para la extracción de los animales, el 40,00 % de los encuestados tardan de 4 a 6 h, el 31,11 % duran de 1 a 3 h, el 20,00 % de 10 a 13 h y el 8,89 % restante gastan entre 7 a 9 h (Figura 46).

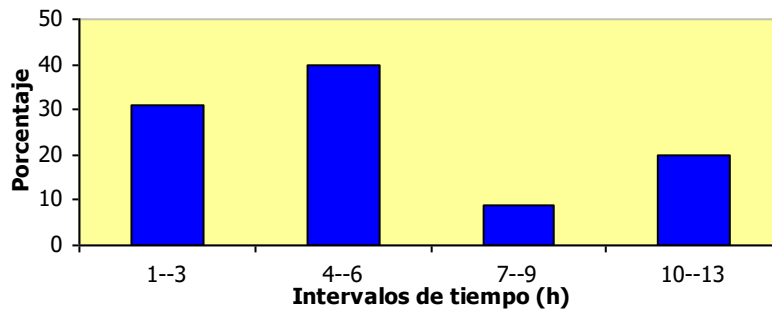


Figura 46. Intervalo de tiempo (h) gastados en la captura del cangrejo azul.

Los meses de mayor captura coinciden con la época húmeda, lo cual origina que el cangrejo salga por espacios de tiempo más largos de su madriguera, permitiendo así que su captura se más fácil. Rojas (1970) y Schmalbach (1974) observaron que en períodos de grandes lluvias, es cuando el *C. guanhumi* presenta una mayor actividad debido a que el aire está saturado de humedad y además las cuevas de estos se inundan obligándolos a salir. Contrario en la época seca no se captura tanto este recurso. Esto puede estar relacionado al período de inactividad que tiene el cangrejo



azul durante la temporada seca, momento en el cual se da lugar a la ecdisis (Schmalbach, 1974). Cuando el cangrejo entra en esta fase no es muy apetecido para su consumo debido a que el cangrejo pierde peso.

Los que son cangrejeros salen todos los días, un lugar por día, en busca de su recurso muy temprano en la mañana hasta las 2 o 3 de la tarde, según se facilite su realización y es de esperarse que muchos de ellos tarden 6 h, ya que por ejemplo, para el método del tapado se debe esperar unas cuantas horas antes de coleccionar a los cangrejos. Los que son ocasionales lo capturan principalmente en mayo, mes en el que una gran cantidad de cangrejos azules realizan su caminata hacia el mar y es por tal motivo, que en este mes se obtienen las mayores extracciones del *C. guanhumi*. De acuerdo a lo anterior, mayo es el momento en donde se da la mayor presión sobre el recurso y al parecer corresponde con la época de desove, lo que genera un efecto negativo en la abundancia de las poblaciones, a causa de la captura de hembras ovadas que produce una reducción en las posibilidades de reclutamiento y obtener nuevos organismos capaces de continuar con el ciclo de vida de la especie.

De los métodos empleados para la extracción de la especie, los más utilizados son en su orden: tapado (52,17 %), vandoleo (21,74 %), tenazas (8,70 %), bejuco (4,35 %), arpón, hoyado y golpeando la madriguera (2,17 %) (Figura 47). Las técnicas del chuzo, alumbrándolos con linterna y el uso de trampas aunque no son muy empleados por los encuestados, hacen parte de las opciones de procedimientos de captura que se tienen en la zona según lo referido por ellos

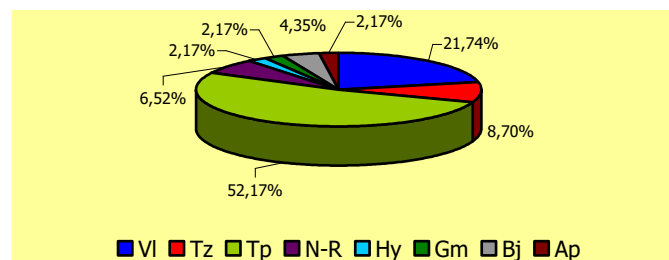


Figura 47. Porcentaje de los métodos de captura más empleados por los encuestados. No sabe, no responde (N-R). Vandoleo (V); tenazas (Tz); tapado (Tp); hoyado (Hy); golpeando la madriguera (Gm); bejuco (Bj) y Arpón (Ap).



El procedimiento de extracción habitual es el manual y existen varias formas, entre los que se encuentran: 1. Vandoleo, en el cual el cangrejo es atrapado mientras camina fuera de su madriguera con la mano, guantes o sosteniéndolo bajo el pie; 2. Tapado, que es el más empleado, consiste en tapar la madriguera con ramas durante un período de tiempo para reducir el flujo de aire y al retirar las ramas, el cangrejo se encuentra débil, cerca de la entrada de la cueva en busca de oxígeno donde es más fácil capturarlo vivo; 3. Hoyado, donde capturan directamente al individuo introduciendo el brazo dentro de su madriguera; 4. Por medio de unas tenazas hechas en madera toman al individuo de cualquier parte del cuerpo fuera de su madriguera; 5. Arpón, en el cual incrustan rápidamente en el animal una vara de punta afilada en el momento en el que este pasa cerca de su captor; 6. Chuzo, que consiste en atrapar al individuo con un gancho a manera de garfio que introducen en su madriguera; 7. Dar un golpe cerca de la entrada de la cueva para lograr que el animal salga de este; 8. Alumbrar los ojos del cangrejo con una linterna con el fin de enceguecerlo por unos minutos; 9. Trampas, una de ellas es una caja rectangular de madera que con un cebo en su interior unido a un gancho que al momento de desprenderse cierra su puerta (Figura 48 a). Las trampas que se colocan cerca de las madrigueras la noche anterior para recogerlas al día siguiente, lo que lo convertiría en otro procedimiento relativamente seguro, no obstante, su desventaja está en que no siempre se tiene la certeza de que se vaya a capturar algo, por lo que probablemente es poco empleado.

Entre otros procedimientos manuales, existe la intoxicación por medio del envenenamiento del cebo con el bejuco, este método al parecer no es muy empleado; por lo cual no se obtuvo mucha información de esta forma de captura debido a que la mayoría de los entrevistados y de los participantes en los talleres, coinciden en que esta técnica es la que más ha perjudicado el recurso, como se mencionará más adelante. Los cangrejos colectados son transportados en costales, sartas, es decir, varios animales amarrados uno encima de otro (Figura 48 b) o sartas en cajas.

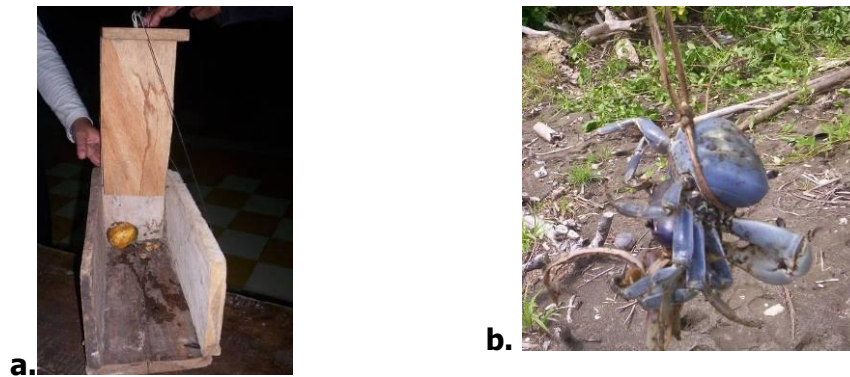


Figura 48. a. Trampa para la captura de *C. guanhumi*. b. Dos cangrejos azules amarrados en sarta.

El 57,14 % de los cangrejeros colecta solo cangrejos grandes (adultos), el 32,86 cangrejos medianos (preadultos) y el 10,00 % los cangrejos pequeños (juveniles) (Tabla 12 y Figura 49). Según los pobladores el *C. guanhumi* ha disminuido en promedio $11,62 \pm 1,17$ años y el cangrejo grande de color azul ha venido reduciendo su población desde hace $8,22 \pm 0,92$ años. La mayor parte de los encuestados (42,22 %) opinan que los animales adultos comenzaron a disminuir sus poblaciones de 1 a 5 años atrás, el 20,00 % afirman que fue entre 6 a 10 y de 11 a 15 años, el 15,56 % de 16 a 20 años. Solo el 2,22 % manifestó que no han observado cambios en las poblaciones de cangrejo (Figura 50).

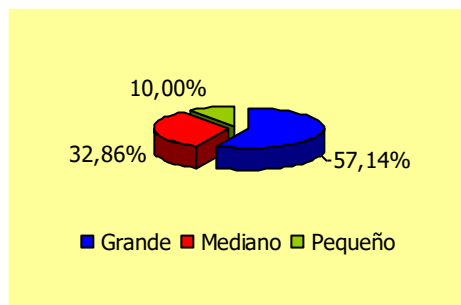


Figura 49. Porcentaje de encuestados que capturan cangrejos grandes (adultos), medianos (preadultos) y pequeños (juveniles).

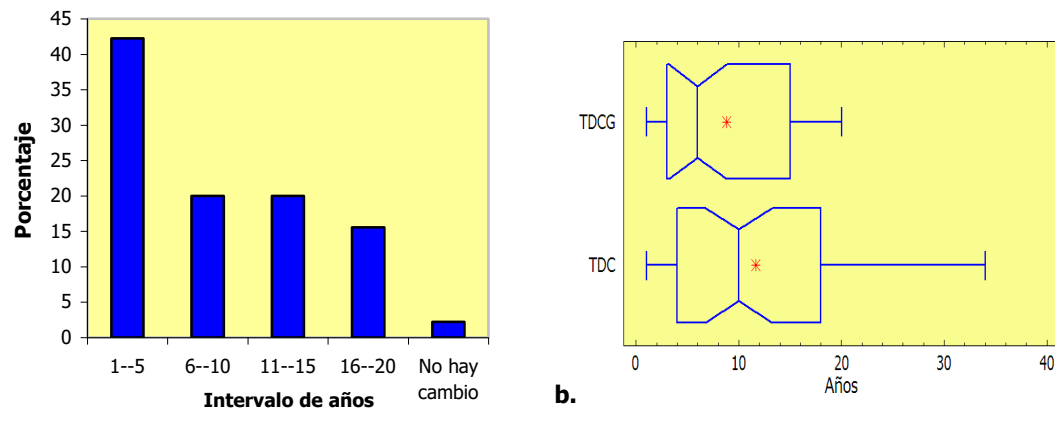


Figura 50. **a.** Porcentaje del intervalo de años en que han disminuido la captura de los cangrejos grandes (adultos). **b.** Gráfico de Caja del tiempo de disminución de la población del *C. guanhumi* (TDC) y del tiempo de disminución de la población del cangrejo adulto (TDCG).

Más de la mitad (60,00 %) capturan individuos de ambos sexos, el 31,11 % colecta más machos y el 6,67 % más hembras (Figura 51).

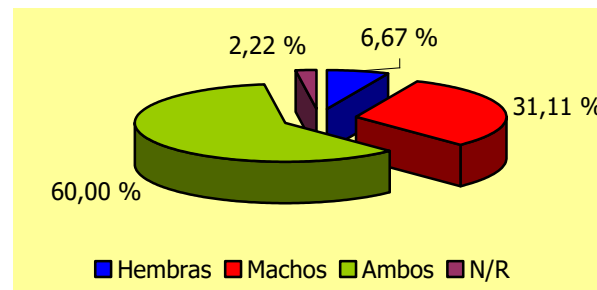


Figura 51. Porcentaje de encuestados que prefieren capturar hembras, machos o ambos. No sabe, no responde (N-R).

En relación con las hembras ovadas, el 66,67 % no las captura. Del 33,33 % que sí lo hace, el 24,44 % consume sus huevos, el 11,11 % no les da utilidad alguna y la proporción restante está dentro de la categoría no sabe o no responde (Figura 52 a). El 80,00 % de las personas encuestadas han observado la coloración presente en los huevos del cangrejo azul (Tabla 22), entre los cuales se encuentran el café (35,18 %), el rojo (21,62 %), el amarillo (12,16 %), el negro (6,76 %) y en menor proporción el blanco, marrón, salmón, crema y violeta (≤ 4 %) (Figura 52 b).



Tabla 22. Porcentaje de las respuestas negativas, afirmativas y ocasionales de las personas encuestadas.

Pregunta	% No	% Si	% Ocasional
Captura cangrejo azul	6,7	57,8	35,56
Diferencia los machos de las hembras	4,4	95,6	-
Captura hembras ovadas	66,7	33,3	-
Ha observado diferente coloración en los huevos	20,0	80,0	-
Ha visto la migración del cangrejo al mar	2,2	97,8	-
Ha observado una menor cantidad de cangrejos caminando hacia el mar	4,4	95,6	-
Ha observado que la migración de los cangrejos ha cambiado de lugar	80,0	20,0	-
Comercializa las quelas por separado	100,0	0,0	-

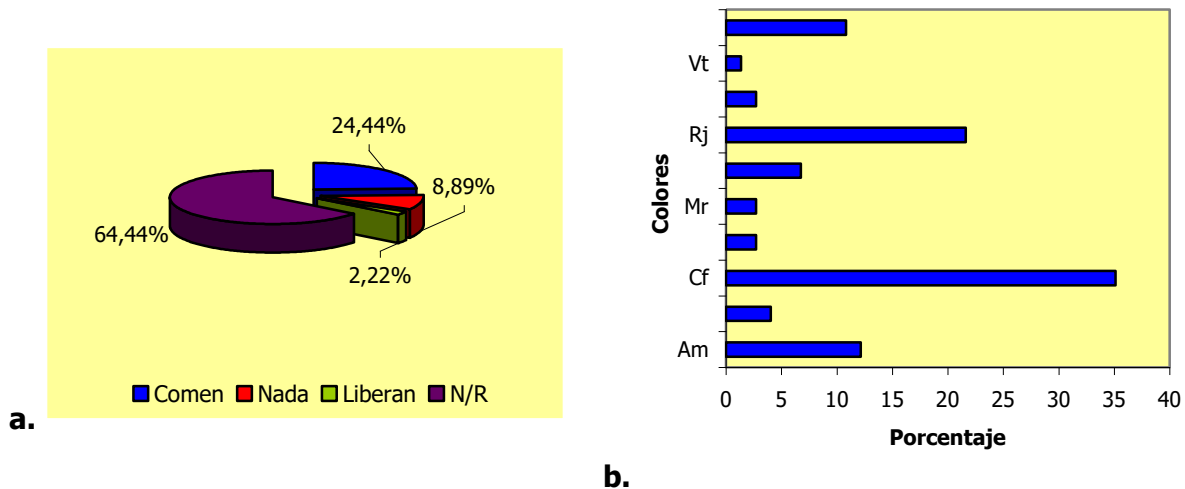


Figura 52. a. Porcentaje del uso que hacen de los huevos del cangrejo azul. **b.** Porcentaje de los colores observados en los huevos de *C. guanhumi*. No sabe, no responde (N-R); violeta (Vt); salmón (Sl); rojo (Rj); negro (Ng); marrón (Mr); crema (Cr); café (Cf); blanco (Bl) y amarillo (Am).

La gran mayoría sabe diferenciar machos de hembras, han observado la migración de cangrejos hacia el mar e indican que la migración de cangrejos permanece en los mismos sitios de antaño (Tabla 22).

La mayor parte de los encuestados (97,78 %), ha presenciado la caminata en masa de los cangrejos con fines reproductivos (Tabla 22) en aproximadamente 28 lugares dentro del área de estudio y cinco fuera de este. En la Bahía, se conocen cerca de 13 sitios donde se han observado con mayor frecuencia dichas migraciones,



principalmente en Soledad y Tinajones (20,90 %); asimismo, se registraron 14 lugares de menor migración entre los que se encuentra Caño Lobo (20,00 %). En los alrededores del área estudio, se han observado varias caminatas en Playa Blanca (4,48 %) y en menor proporción en Rebujina (2,00 %) (Figura 53). En el mes de mayo, el 91,84 % afirma que la migración es más frecuente, mientras que en junio el 22,92 % ha observado que la magnitud de este evento es menor (Tabla 23).

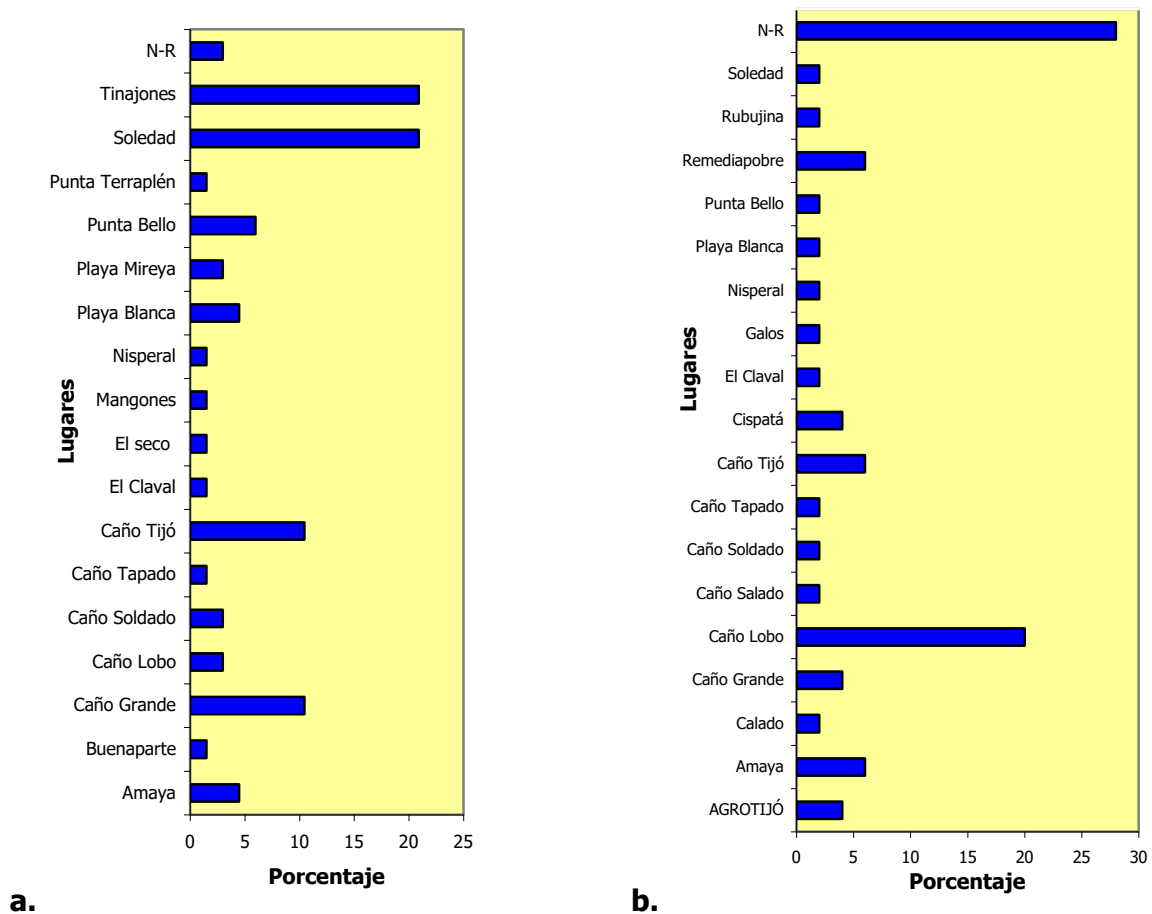


Figura 53. a. Sitios de mayor observación de la migración en masa del cangrejo azul. Los lugares comprendidos entre Playa Blanca y Punta Terraplén son adyacentes al área de estudio. **b.** Porcentaje de los sitios de menor observación de la migración en masa del cangrejo azul. Los lugares comprendidos entre Calado y San Rebujina son adyacentes al área de estudio. No sabe, no responde (NR).



Tabla 23. Meses en el que se ha observado las mayores y menores migraciones en masa del cangrejo azul. No sabe, no responde (NR).

Mes	Mayores migraciones	Menores migraciones
Marzo	-	2,08
Abril	2,04	8,33
Mayo	91,84	22,92
Junio	2,04	8,33
Julio	4,08	2,08
Octubre	-	2,08
En luna llena	-	2,08
N-R	-	52,08

Gran parte de la comunidad (80,00 %) no ha visto que los individuos hayan cambiado los lugares donde llevan a cabo el desove, pero el 95,56 % de las personas han notado una reducción en la cantidad de animales que realizan las caminatas hacia el mar (Tabla 22). Según los pobladores en la zona en promedio hace $11,16 \pm 0,83$ años se ha evidenciado una disminución en las marchas de el *C. guanhumi* hacia el mar (Figura 54). Este cambio comenzó a ser a evidente entre 1 a 10 (55,56 %) y entre 11 a 20 años atrás (35,56 %), no obstante, una pequeña parte de los encuestados (2,22 %) opina que este descenso se dio hace 41 a 50 años atrás (Figura 55).

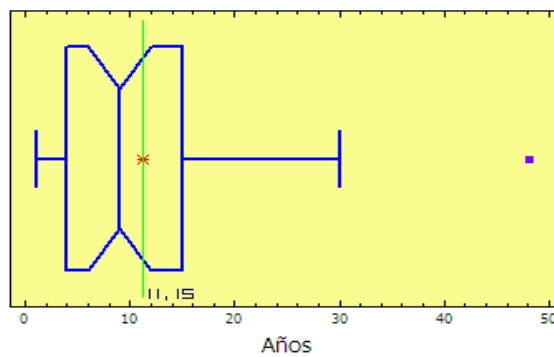


Figura 54. Gráfico de Caja del tiempo de disminución de las grandes marchas para desovar. El signo (*) muestra la ubicación del promedio.

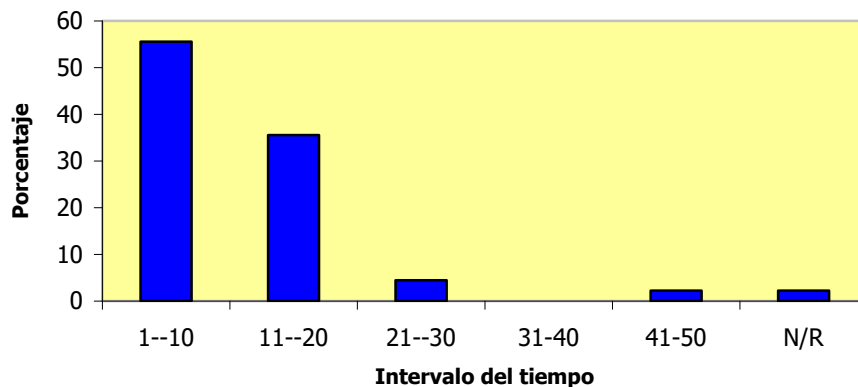


Figura 55. Porcentaje del intervalo de tiempo en años en que se han evidenciado una reducción en la cantidad de cangrejos azules que realizan las caminatas masivas hacia el mar.

La mayoría de encuestados consideran que la época del desove va desde abril a agosto, incluso algunos habitantes prolongan estas marchas hasta septiembre (época de lluvia en la zona); siendo mayo el mes en el que se puede observar este evento con mayor magnitud, además un porcentaje de los encuestados ha observado estas caminatas en las noches de luna llena. Esto coincide con lo descrito por Rojas, 1970 quien reportó que la época de puesta se realiza en luna llena en los meses de mayo, junio y julio. En México y en Puerto Rico las hembras realizan este proceso en época de lluvia en los meses de mayo a Octubre, En Las Noches De Luna Llena Y Nueva (Bozada y Chávez, 1986; Rodríguez-Fourquet, 2004). Según lo anterior, factores ambientales (precipitaciones pluviales, fases lunares) pueden llegar a influir en las condiciones reproductivas del *C. guanhumi*, desencadenando estas grandes marchas.

Los habitantes que han observado parte de este evento, mencionan que una vez las hembras ovadas llegan al mar, se ubican en zonas con poco oleaje y comienza a mover su abdomen que junto con el golpe suave del agua va liberando sus huevos; este comportamiento es muy similar al descrito por Taissoun (1974) para *C. guanhumi* en Venezuela y Gifford (1962) en el Sur de la Florida. Aquellos cangrejos que se encuentran muy alejados del mar, desovan en las ciénagas y caños. Al parecer muchas de las hembras ovadas que son capturadas, son aquellas que aún



sus huevos están empezando su desarrollo y se encuentran ocultos en el abdomen de la hembra, por lo que no sería fácil su identificación al momento de la extracción, ya que es reconocida por algunos por su caparazón de un color más claro o blanco y los huevos que sobresalen de su abdomen.

La mayoría de los encuestados no capturan hembras ovadas (66,7%; Tabla 22), respuesta que se puede llegar a contradecirse, ya que según los mismos pobladores afirmaron que mayo es el mes donde se obtienen las mayores capturas y al parecer corresponde al momento en que se observan las grandes migraciones para el desove. Sin embargo durante estas marchas Schmalbach, 1974 afirma que pueden encontrarse una gran variedad de cangrejos azules en diferentes etapas de desarrollo que acompañan a las hembras en estas caminatas. De esta forma esta época es propicia para capturar más fácilmente individuos de diferentes estados de desarrollo.

En la Figura 56 se observa que las capturas son destinadas principalmente para el comercio y autoconsumo (48,89 %) y otros las usan exclusivamente para su autoconsumo (26,67 %) o sólo para su venta (24,44 %). La forma de comercialización por sartas (55,56 %) es más usual que la individual (42,22 %) y el costo de los cangrejos colectados varía principalmente por el tamaño (93,33 %) y en menor medida por el sexo, es decir que dentro de esta categoría un pequeño porcentaje de los encuestados prefieren capturar machos (2,22 %) y ninguno a las hembras (0,00 %).

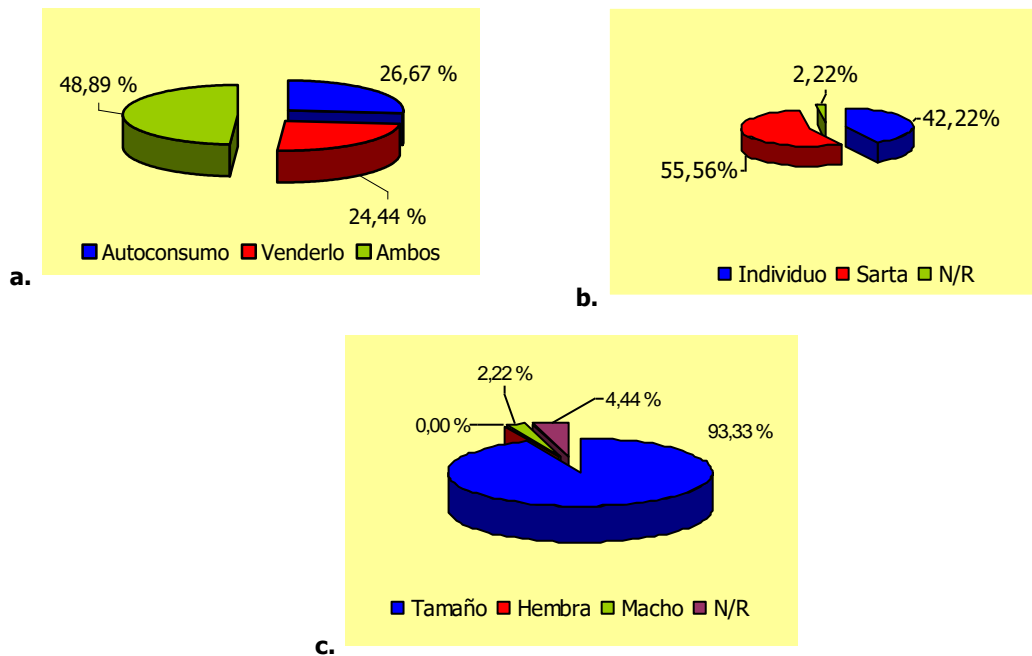


Figura 56. **a.** Porcentaje del uso de la captura del cangrejo azul. **b.** Porcentaje de la forma de comercialización de la especie. **c.** Porcentaje de las características biológicas que influyen en el costo del cangrejo azul. No sabe, no responde (N/R).

Normalmente el costo de cada cangrejo está entre \$400 a \$600 (46,15 %) y \$600 a \$800 pesos (42,31 %), sin embargo pueden llegar a cobrar entre \$1.000 a \$1.200 (7,69 %) e inclusive \$1.200-\$1.300 pesos (1,92 %) (Figura 57); además, la totalidad de los encuestados indican que comercializan el cangrejo entero, es decir, que no comercializan las quelas por separado (Tabla 22) como si sucede en otros sitios del Caribe colombiano.

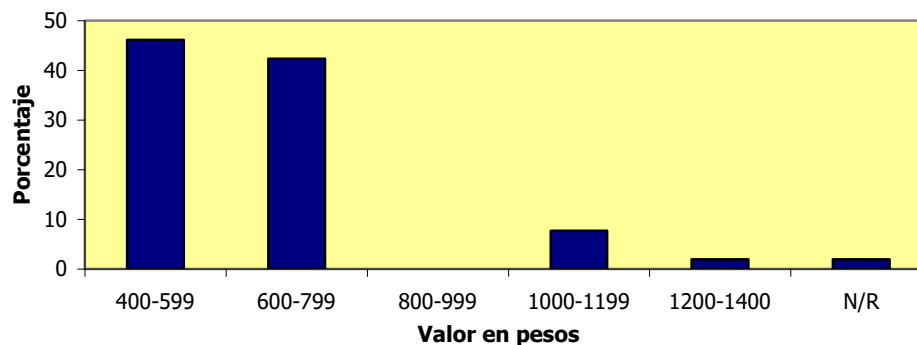


Figura 57. Porcentaje del costo individual de venta del cangrejo azul en pesos.



En la Figura 58 se resumen los problemas que las personas consideran que actualmente se presentan para la captura del recurso, entre los cuales el 38,36 % opinan que han sido ocasionados por el uso de la técnica del bejuco, seguido de la sobreexplotación con 26,03% y un pequeño porcentaje (1,37 %) piensa que el recurso ha sido afectado por el incremento en el número de cangrejeros. De la misma forma, consideran que la generación de nuevos empleos (20,59 %), el cese de extracción de la especie por un corto lapso de tiempo (17,65 %) y la prohibición de la técnica del bejuco (16,18 %) son las soluciones más viables para minimizar el impacto sobre el cangrejo y aumentar su cantidad; en menor proporción se encuentran la capacitación y educación a los habitantes del sector y zonas de protección para el cangrejo azul (< 2 %)(Figura 59).

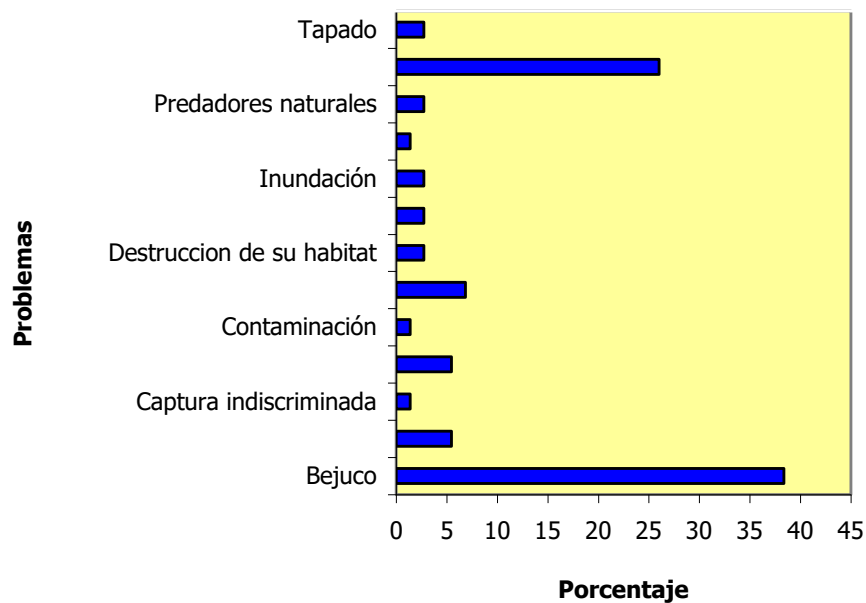


Figura 58. Porcentaje de los problemas que actualmente se presentan para la captura del cangrejo azul.

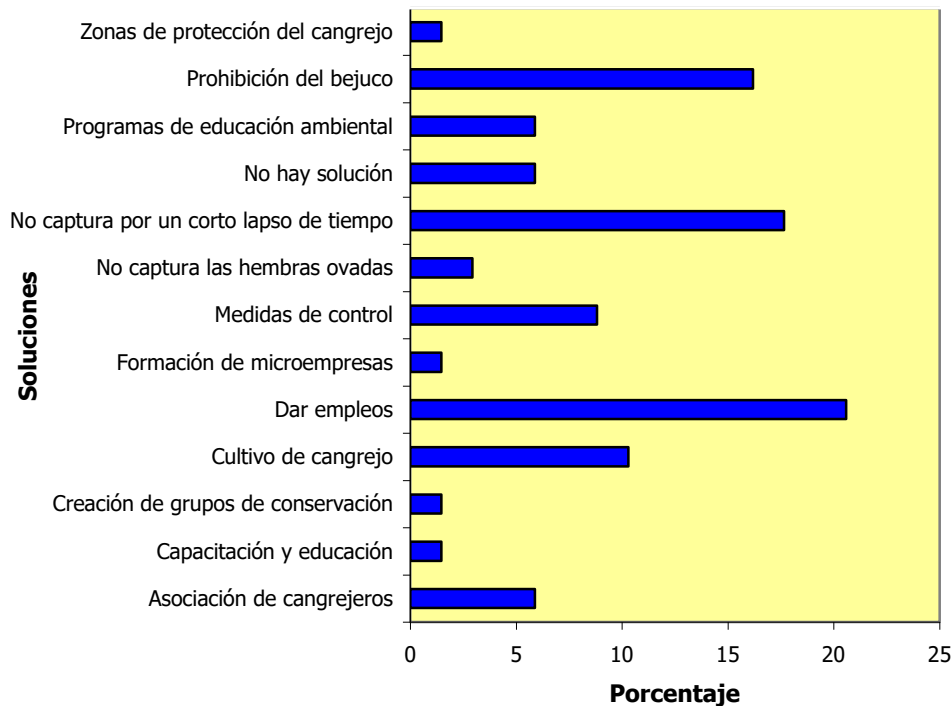


Figura 59. Porcentaje de las soluciones propuestas para mejorar la captura del cangrejo azul.

No se registra ningún tipo de asociación comunitaria constituida entorno a esta especie, sin embargo, cada grupo de personas y/o cangrejeros posee una zona establecida de captura, la cual es respetada por los demás miembros de la comunidad que se dedican a esta actividad. No existe un centro de acopio para el cangrejo azul y sus capturas son destinadas especialmente para el autoconsumo y comercio; se realizan ventas locales y fortuitas, principalmente en el mes de mayo, período en que se observa una mayor actividad de *C. guanhumi*, donde se obtienen las mayores capturas y ventas del cangrejo azul de tierra, cuyo precio es aproximadamente de tres cangrejos por \$2.000 pesos, el cual varía según el tamaño, ya que un cangrejo grande tiene un costo aproximado de \$1.000 pesos y nunca comercializan las quelas por separado. En ocasiones su precio también puede variar según el sexo del animal, es de decir, que los machos pueden tener un valor más alto, ya que estos presentan un mayor tamaño y peso que las hembras. Teniendo en cuenta que diariamente un poco menos de la mitad de los encuestados colectan alrededor de 50 cangrejos en los lugares de mayor captura y la venta de



cada ejemplar es cerca de \$500 pesos, se estimó que cada persona por día está ganado \$25.000 pesos, que mensualmente significaría una ganancia de aproximadamente \$750.000 valor mayor al salario mínimo, con lo cual un cangrejero pueda suplir sus necesidades económicas, es decir, que proporciona lo básico para vivir; igualmente, esta actividad provee de alimento para sus familias ya que la mayoría de los encuestados emplean las capturas para el comercio y autoconsumo. Según lo anterior, la actividad de la extracción del cangrejo azul es económicamente rentable. No obstante, la reducción que se ha venido presentando en la abundancia de esta especie a través del tiempo y su continua explotación, puede generar además de poner en peligro la existencia de *C. guanhumi*, la sostenibilidad de esta actividad para los pobladores de San Antero, debido a que alrededor de 12 personas dependen exclusivamente de la extracción de estos animales para vivir.

Por su parte, el uso del bejuco es considerado uno de los mayores problemas para la captura del cangrejo, el cual es criticado en la zona debido a que extraen y mueren individuos de todos los tamaños; por otro lado, está la sobreexplotación que tiene relación con el desempleo, ya que al no tener un trabajo se dedican a la captura del recurso. Frente a esta problemática, la generación de empleos fue la propuesta de mayor consideración, lo que traería como consecuencia una reducción en la intensidad de explotación e inclusive un cese de esta actividad, al menos en algunos sectores, para iniciar un proceso de recuperación de la especie. A pesar de que la formación de una asociación de cangrejeros fue propuesta por pocos pobladores (5,88 %), este podría ser un paso importante para generar nuevos empleos y al mismo tiempo formular proyectos para su conservación.

Por información suministrada en el taller en relación a otros recursos, algunas de las zonas de extracción de camarón, peces, caracol y ostras se muestran en la Figura 60. De esta forma, el camarón es extraído de La Flotante y Ostional; los peces de Navío, Langostura, La Zona, Ostional, Férez, Mestizos, Soldado, Soledad, El Coco, Caño Palermo, El Tapado, Corozo; el caracol y las ostras de La Flotante, Navío, La Zona y La Honda.

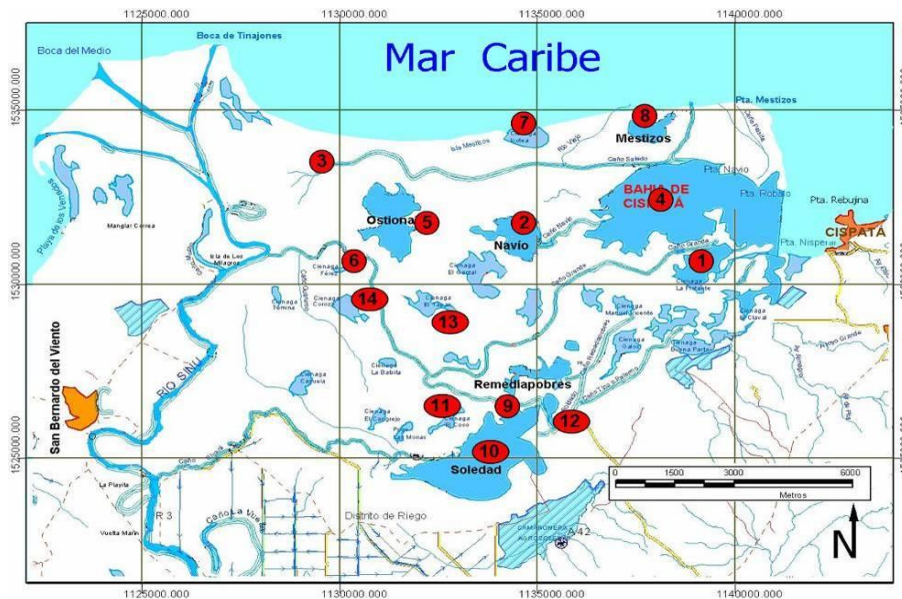


Figura 60. Mapa de la Bahía de Cispata con la ubicación de algunos de los lugares de extracción otros recursos, con base en la información suministrada en el taller. Modificado de INVEMAR-URRA (2005). **Caracol:** La Flotante (1), Navío (2) y La Zona (4). **Camarón:** 1. La Flotante. **Ostional:** 5. Ostional. **Ostras:** 1. La Flotante. 2. Navío. 4. La Zona. **Chipi chipi:** 4. La Zona. **Peces:** 2. Navío. 3. Langostura. 4. La Zona. 5. Ostional. 6. Férez. 7. La Honda. 8. Mestizos. 9. Soldado. 10. Soledad. 11. El Coco. 12. Caño Palermo. 13. El Tapao. 14. Corozo.

Cabe resaltar, con base en la información obtenida en los talleres de sensibilización que reconocen sus madrigueras, principalmente por la presencia de heces en su entrada cuyas dimensiones son proporcionales al tamaño del cangrejo. En el caso de los machos son cilíndricas y alargadas, mientras que en las hembras son redondeadas y más pequeñas, no obstante, identifican el sexo hasta su captura, además señalaron que reconocen las madrigueras de las hembras ovadas ya que estas dejan sus heces en el interior de la madriguera, debido a que en esta etapa las hembras no salen mucho de sus cuevas. Cada individuo puede cambiar muchas veces de madriguera especialmente en la época húmeda, debido al riesgo de inundación. Es bien conocido por todos que *C. guanhumi* cubre su cueva formando un montículo de tierra (cueva tapada) para realizar su proceso de muda, cuya duración es de alrededor de tres meses; afirman también que el mayor número de madrigueras tapadas se observa de diciembre a febrero periodo seco en la zona.



Igual a lo descrito por Schmalbach, 1974 que observó que en la época de verano se presenta el proceso de muda en el cangrejo azul

En cuanto a la coloración del cangrejo, muchos desconocen la relación de esta para con la identificación de su estado de desarrollo (juvenil, preadulto y adulto, ver Tabla 12), además piensan que siempre y cada vez que el cangrejo finaliza su muda, su caparazón sale de color azul. Además durante los talleres se observó que algunas personas pensaban que los preadultos de color morado intenso son otra especie de cangrejo diferente al azul y creen que el cangrejo no crece más y se queda en esta etapa.

Este es un acercamiento y un aporte que da a conocer algunos aspectos biológicos, ecológicos y uso actual del cangrejo azul en la bahía de Cispatá, donde –aparte de CV- existen pocos lugares como la camaronera AG que ameritan ser protegidos si se cuentan con zonas destinadas como reservorios de esta especie, ya que de continuar con las presiones actuales el futuro de *C. guanhumi* es incierto. Sin duda hace falta profundizar para comprender su condición y su problemática para lograr que el cangrejo azul sea explotado de forma sostenible mediante un Plan de Manejo.

7.1 CONSTRUCCIÓN DE UN ENCIERRO DEL CANGREJO AZUL COMO ESTRATEGIA DE SENSIBILIZACIÓN PARA LA COMUNIDAD DEL SECTOR

Se estableció un encierro de 23 m² que albergó 42 animales, delimitado por una red plástica tipo trical con un ojo de malla de 1 cm, bordeada en su interior por láminas de refrigeración. La red tiene 1 m de longitud por encima de la superficie y una porción enterrada dependiendo del nivel freático del terreno (que por las características del sustrato no es mayor a 60 cm) (Figura 61). A cada madriguera formada por los cangrejos se le tomaron tres medidas del diámetro para obtener el diámetro promedio. A los animales se les alimentó con cáscaras de frutas, residuos de comida y de los frutos que caen del árbol de almendros que cubre al encierro.



Finalmente, el encierro fue cubierto con una malla polisombra con el fin de mantener la humedad del suelo, darle sombra a los especímenes y bloquear la visión de las aves predatoras.

Este tipo de encierro se puede aprovechar para realizar actividades de educación ambiental con los pobladores y especialmente con los niños de la región.

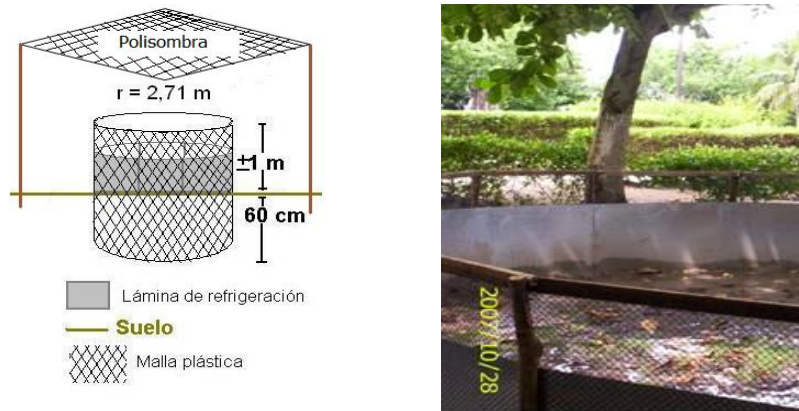


Figura 61. Esquema del encierro para el cangrejo azul de tierra ubicado en la estación de Amaya de la CVS.

Una vez finalizada la construcción del encierro dentro de las instalaciones de la CVS y unos días después de introducir los primeros cangrejos, algunos de estos animales aún no habían finalizado la construcción de sus madrigueras, presentándose algunas muertes ocasionadas por el ave maria mulata (depredador del cangrejo azul). Frente a este hecho se procedió a cavar huecos para facilitarles un refugio mientras realizaban la construcción de sus propias madrigueras y posteriormente se procedió a colocar sobre el encierro una polisombra, para así nublar la vista de las aves predatoras. No fue posible registrar la cantidad de pérdidas.

En el último taller fue mostrado el encierro a la comunidad para iniciar el proceso sensibilización, además, este instrumento sirvió para generar nuevas dudas y expectativas a lo pobladores, ya que esta puede ser una herramienta para comenzar a construir propuestas de manejo, plantear estrategias para el redoblamiento del C.



gvanhumi en la zona y mejorar el nivel de vida de las personas dedicadas a su extracción. El encierro es un instrumento que podría ayudar a reducir el impacto de la explotación del cangrejo azul, en caso que este sea viable para hacer estudios de engorde y/o levante que permitan a largo plazo aumentar la población del cangrejo y a la vez llegar a comercializar la especie sin afectar el desarrollo natural de esta.



8 SÍNTESIS

El *Cardisoma guanhumi* en la bahía de Cispatá habita cerca de la orilla de los caños, construye sus madrigueras principalmente en zonas de manglar debajo de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y el helecho *Acrostichum daneaefolium*. Las mayores densidades tanto a nivel espacio-temporal como espacial se observaron en las estaciones (HL, CS, CT) situadas en tierras bajas y protegidas por árboles de hoja ancha que permiten dar sombra a las cuevas; estas estaciones se caracterizaron por tener sustrato de naturaleza limosa-arcillosa. Las densidades más bajas (inferiores a 1,2 Ind/m²) se encontraron en las estaciones de la CV, AG, MR y PM, las cuales se caracterizan por tener sedimento de tipo de arenas fina y gruesas (Merchán *et al.*, 2008), adicionalmente estas estaciones están localizadas en campo abierto, presentando perturbaciones al medio causadas por construcciones y cultivos. Debido al tipo de sustrato se pudo presentar esta diferencia en las densidades, ya que en sustratos de tipo arcilloso la porosidad y la cantidad de agua intersticial es mayor, lo cual es fundamental para la vida del cangrejo azul que necesita humedecer periódicamente sus cámaras branquiales (Gifford, 1962; Schmalbach, 1974; Taissoun, 1974; Hill, 2001). Gifford (1962) y Taissoun (1974) observaron que las densidades del *C. guanhumi* son mayores en áreas boscosas con sustrato arcilloso, mientras que en zonas donde hay cultivos o en campos abiertos donde no hay protección de la luz solar, las condiciones de vida del cangrejo son menos favorables causando así densidades escasas.

No se determinó si la cercanía o no a la fuente de agua ejerce una influencia en la dinámica poblacional del cangrejo azul, no hay un patrón claro sobre la ubicación de los cangrejos tanto en las parcelas fijas como en las bandas móviles, ya que el número de cuevas presentes varió desde el inicio hasta el final de las parcelas y bandas. No obstante, en las partes en la que se evidenció una reducción en su cantidad estuvo fuertemente influenciada por la cercanía de terrenos inundados. Esto pudo incidir en la distribución, propiciando la formación de "colonias



temporales” de acuerdo a lo descrito por Schmalbach (1974) quien define así al grupo de cangrejos que salen a buscar terrenos altos debido a la inundación de sus madrigueras.

El cangrejo azul realiza las migraciones masivas para el desove en la Bahía, en la época de lluvias durante los meses de abril a agosto (ver capítulo 8) (Rojas, 1970; CVS y CONIF, 2003), este comportamiento también se observa en Puerto Rico y México donde las hembras migran en invierno en noches de luna llena y nueva (Bozada y Chávez, 1986; Rodríguez-Fourquet, 2004). Se recolectaron hembras ovadas, cuyos huevos eran de color vinotinto o café indicando que están cerca al momento de desove (Schmalbach, 1974). Las larvas observadas en estos huevos se encuentran en estadios de prezoa y zoea. Según Taissoun (1974) el *C. guanhumi* necesita 66 días para pasar de la etapa zoea a la fase cangrejo y que los juveniles regresan a invadir los manglares aproximadamente cinco meses después de haberse realizado el desove. En el mes de diciembre se hallaron los promedios de diámetro más bajos, se recolectaron los cangrejos más pequeños y livianos, además en este mes se obtuvieron las densidades más altas. Lo anterior nos puede estar indicando que en el mes de diciembre están comenzando a llegar los nuevos reclutas a la zona, los pobladores afirman que en el mes de mayo se realiza en mayor magnitud la migración de las hembras para el desove. Así que aproximadamente siete meses después de haberse realizado el gran desove, pueden estar arribando a las costas una nueva generación de *C. guanhumi*.

La proporción sexual en el cangrejo azul es de 1:1 y hay diferencias significativa en el peso y ancho del caparazón, entre las hembras y los machos (ver capítulo 6), esto se observa en otras partes del Caribe como Brasil (Oliveira *et al.*, 2001; Silva y Oshiro, 2002) y México (Bozada y Chávez, 1986). Los machos capturados se encuentran en un intervalo de talla entre los 30-100 mm y las hembras entre los 30-80 mm, estos intervalos se hallan entre los registrados por Taissoun (1974) en Venezuela y por Bozada y Chávez, (1986) en México. Schmalbach (1974) sugiere que las hembras y los machos crecen de igual manera hasta los 50,5 mm de



longitud, después de esta talla se comienza a observar una diferenciación marcada entre los dos sexos; las hembras casi detienen su crecimiento y los machos lo incrementan acentuándose más en el ancho; indicando que es posible que exista una mayor longevidad, o mudas más frecuentes. Confirmando este supuesto, se pudo observar que existe una mayor proporción de hembras en las etapas juvenil y preadulto en contraste con la etapa adulta donde hay más machos que hembras.

El *C. guahumi* cambia de morfología y color durante su crecimiento; en la etapa juvenil es de color café y sus quelas son de similar tamaño, los preadultos (transición) tienen una coloración intensa y predominan el color morado, los adultos son de color azul lavanda o gris, presentando quelípedos desiguales, donde uno de ellos está más desarrollado que el otro y es cerca de dos veces la longitud del caparazón. Las hembras ovadas durante la época de desove cambian a una coloración blanca o amarilla y una vez terminado el período de desove vuelven a su coloración original. Esto coincide con lo encontrado en el Brasil por Silva y Oshiro (2002) y en la Florida por Gifford (1962). Pero se debe tener en cuenta que se capturaron preadultos de color café debido a que en ocasiones se deposita barro sobre su caparazón, causando una confusión al diferenciar los cangrejos juveniles y los de transición. Una parte de la población encuestada desconoce la relación entre la coloración y el estado de desarrollo del cangrejo azul, además piensan que siempre y cada vez que el cangrejo finaliza su muda, su caparazón sale de color azul lavanda. Durante los talleres algunas personas pensaban que los preadultos de color morado intenso son otra especie de cangrejo diferente al azul y creen que este no crece más y se queda en esta etapa.

Según los pobladores aproximadamente hace 11 años el *C. guahumi* ha ido disminuyendo y alrededor de ocho años el cangrejo adulto ha venido reduciendo su población. La CVS *et al.* (2003) y CVS y CONIF (2006), han evidenciado una reducción en las últimas décadas de las poblaciones de cangrejo azul dentro de la bahía de Cispatá. El 10,03 % de los individuos capturados correspondieron a juveniles (n = 32), el 71,47 % preadultos (n = 228) y el 18,50% adultos (n = 59)



(Figura 32). Lo cual nos puede estar indicando que la especie no se esta renovando ya que la cantidad de juveniles puede no ser suficiente para mantener la especie. En el informe de la CVS y CONIF (2006) se reportó que anteriormente este recurso era abundante en la zona, sin embargo, la sobre explotación y la expansión del urbanismo entre otros factores a generado un agotamiento de esta especie en los últimos años. Por otra parte los pobladores del área consideran que el envenenamiento con bejuco es una de los mayores problemas, ya que por medio de esta práctica se extraen y mueren individuos de todos los tamaños.

Cardisoma guanhumi es una especie de importancia económica, cuya población ha ido declinando durante los últimos años en la bahía de Cispatá, se encuentra registrada en el "*Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia*", con la categoría de vulnerable (moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo) (Bermudez *et al.*, 2002), por esto es importante ampliar el conocimiento realizando un monitoreo en el área de estudio que abarque por lo menos un ciclo anual completo, con el fin de incluir todas las épocas climáticas y migratorias del año. Para así poder conocer aspectos de la dinámica poblacional como crecimiento, reclutamiento, mortalidad, migración y reproducción, entre otros, con el fin de contar con datos que permitan a las instituciones encargadas tener una visión más clara de las características y dinámica estructural de la especie, las cuales son bases fundamentales en la formulación de un Plan de Manejo y de esta forma mejorar a futuro la calidad de vida de las generaciones venideras, al mismo tiempo que se mantenga la diversidad biológica y productividad de los ecosistemas.



9 CONCLUSIONES

Aunque la población del cangrejo azul presentó una intensa dinámica, debido a la variabilidad temporal de las densidades estimadas en los diferentes sectores de la bahía de Cispatá evaluados, no se evidenció una clara tendencia dentro de divisiones demarcadas al interior de las parcelas con relación a la fuente de agua; esto influenciado al parecer por las lluvias, crecientes de los caños y actividades antropogénicas (cercanía a centros urbanos, sobreexplotación).

La estación el Helechal presentó la densidad promedio más alta ($2,3 \pm 0,1$ individuos/m²); en contraste en la CVS se observaron los valores más bajos de densidad a pesar de contar con la protección de los funcionarios y que el sustrato allí presente contiene altas concentraciones de carbonato de calcio y materia orgánica; por lo que la cercanía a centros urbanos puede ser considerado como uno de los principales factores que afectan la distribución de *C. guanhumi*.

En la densidad espacio-temporal, en el mes de diciembre se observó la densidad promedio más alta con $2,26 \pm 1,92$ individuos/m², al igual que el menor diámetro promedio ($35,59 \pm 0,43$ mm), mostrando que probablemente en este mes comienzan a llegar los reclutas a la zona.

La densidad espacial del cangrejo azul estimada en el presente estudio en la bahía de Cispatá fue de 1,9 individuos/m², superior a la registrada en otros lugares del Caribe colombiano y del Gran Caribe; se podría inferir con esto que a pesar del grado de extracción que afronta la zona, los valores promedios que se encuentran reflejan que todavía el recurso está en un mejor estado de conservación en comparación de otros sitios donde también su captura se ha visto incrementada.

La camaronera AGROTIJÓ al ser una zona donde es prohibida la captura del cangrejo y al tener poca accesibilidad, se obtuvieron los individuos con tallas y pesos



ligeramente más altos, contrario a lo hallado en las estaciones del Helechal o Caño Tijó donde se presenta una permanente extracción de este recurso debido a que estos sitios son de los más frecuentados por los habitantes de la Bahía y en donde se obtienen las mayores capturas, mostrando así un impacto negativo en el desarrollo de esta especie.

La proporción sexual en el cangrejo azul es de 1:1, evidenciando los machos tallas y pesos superiores al de las hembras, coincidiendo con lo descrito para otros sectores del Gran Caribe

La variación en la coloración en el caparazón del cangrejo azul va de acuerdo con las etapas de desarrollo de la especie encontrándose que los juveniles presentan una coloración café rojizo, los preadultos un azul metalizado intenso o morado y los adultos son de color azul lavanda, las hembras ovadas presentan un color amarillo blancuzco.

Los huevos que sobresalen del abdomen de la hembra mostraron una coloración vinotinto y se determinó que el embrión dentro de ellos corresponde a una larva prezoa o zoea.

El hábitat del cangrejo azul esta compuesto en su mayor parte por sustrato de naturaleza limosa, lo cual permite conservar el suministro del agua a pocas profundidades. Permitiendo así que el cangrejo pueda humedecer periódicamente sus cámaras branquiales.

No se determinó un patrón claro entre las condiciones del sustrato (pH, temperatura, porcentaje de humedad) con la estructura poblacional del cangrejo y con la distribución de este con respecto a la distancia del cuerpo de agua.

En diciembre se presentó el mayor número de cuevas tapadas (n = 128), indicando que probablemente en este mes se podría dar inicio al pico del proceso de muda del



cangrejo azul, que de acuerdo con los habitantes de la comunidad ocurre de diciembre a febrero.

Cerca de la cuarta parte (24,10 %) de los encuestados, son cangrejeros, los cuales se dedican a la extracción exclusiva de este recurso, cuyo rango de edad se concentra en su mayoría entre los 40 y 50 años.

Dentro del área de estudio existen aproximadamente 24 sitios donde los habitantes extraen el cangrejo, de los cuales Caño Grande, Soledad y Caño Tijó son los más frecuentados y donde se obtienen las mayores capturas (20,96 %, 16,33 % y 10,96 %, respectivamente), por consiguiente son los sitios de mayor explotación de la especie.

Mayo y junio son principalmente, los meses en los que los habitantes del lugar han observado las migraciones en masa del cangrejo azul y, es en estos meses donde se obtienen las mayores capturas y ventas de la especie; afirman también que en los últimos años han presenciado una reducción de su población al evidenciarse una disminución en su tamaño, menores capturas y cantidad de individuos presentes en las migraciones reproductivas.

El envenenamiento con bejuco fue el mayor problema que enfrenta la captura de la especie al provocar la muerte de individuos de todos los tamaños y etapas de desarrollo, así como la generación de empleos fue la solución de más alta consideración, que podría reducir notablemente la intensidad de explotación del *C. guanhumi*.



10 RECOMENDACIONES

Debido a la falta de regulación y medidas preventivas con respecto a las capturas y a la falta de información sobre la biología del cangrejo azul, es necesario realizar estudios que abarquen el ciclo anual completo en los que se incluyan aspectos tales como los métodos ideales de captura, talla mínima de captura y de madurez, para tener una visión más clara de las características y dinámica estructural de la especie, las cuales son bases fundamentales en la formulación de un Plan de Manejo.

Implementar un mecanismo en el que se controle el número de capturas del cangrejo azul, prestando principal atención a las hembras ovadas, especialmente en el mes de mayo, época en la que se llevan a cabo sus caminatas en masa hacia el mar con fines reproductivos.

Como AGROTIJÓ y Nisperal pueden registrar importantes valores de densidad podrían ser considerados como lugares destinados para la recuperación natural de la especie.

Mantener un continuo contacto con la comunidad y seguir con las campañas de educación ambiental con fines de crear una conciencia de conservación del cangrejo azul y otros organismos en peligro, debido al aprovechamiento intensivo.

Motivar al grupo de cangrejeros a la creación de una asociación, que le permitan un fortalecimiento organizacional y gozar de una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que garantizan el aprovechamiento sostenible de este recurso.

Desarrollar a medio plazo, estudios alternativos sobre estrategias para el levante y/o engorde como encierros o corrales con fines de implementar una comercialización



controlada que diezme la presión sobre le medio natural y mantenga el consumo local del recurso.



11 BIBLIOGRAFÍA

ABELE, L. G. Systematics the fossil record, and biogeography. En: BLISS, D. E. (Ed) The Biology of Crustacea. Vol. 1. Academic Press. New York. 1982. 319 p.

ARIZA, A., BARRETO, L., GARZÓN, L. y PINTO, F. Caracterización de las comunidades de fondos blandos vegetados en el balneario El Rodadero Santa Marta, Caribe colombiano. Seminario de investigación. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 1998. 81 p.

ÁVILA, J. Aspectos biológicos y etológicos de delfines costeros con énfasis en la especie *Sotalia fluviatilis*. Trabajo de grado para optar para el título de Biólogo Marino. Fundación Universitaria Jorge Tadeo lozano. Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología Marina. 1995. p 11-25.

BERMÚDEZ, A., CAMPOS, N. H. y NAVAS, G. R. *Cardisoma guanhumí* En: ARDILA, N., NAVAS, G. R. y REYES, J. (Eds). Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá. Colombia. 2002. p 120 – 122.

BOZADA., L. y CHÁVES, Z. La fauna acuática de la Laguna del Ostión. Serie medio ambiente en Coa tzacoalcos. Vol. 9. Centro de ecodesarrollo. Universidad Veracruzana. México. 1986. 120 p.

CVS (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL RÍO SINÚ Y SAN JORGE), CONIF (CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE FOMENTO FORESTAL), MA (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE) y OIMT (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES). Plan de manejo integral de manglares de la zona de uso sostenible del sector estuarino de la Bahía de Cispatá- departamento de Córdoba. (PMIM- ZUSSEBC). 2003. 291 p.



CVS (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL RÍO SINÚ Y SAN JORGE) y UJTL (UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO). Evaluación de los impactos generados sobre la calidad del agua, suelos y recursos hidrobiológicos por la actividad camaronera en el antiguo delta del río Sinú. Informe Técnico. 2006. 308 p.

CVS (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL RÍO SINÚ Y SAN JORGE) y CONIF (CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE FOMENTO FORESTAL). Plan de manejo integral de los manglares de la zona de uso sostenible de la Balsa y de la zona de recuperación de Tinajones, Departamento de Córdoba. Informe Final. 2006. 345 p.

DANIEL, W. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ta edición. Editorial Limusa S. A. México. 2004. 755 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Using local and traditional knowledge in improving sustainable livelihoods in fishing communities. Advisory Committee on Fisheries Research. Third Session. Roma, Italia, 5-8 Diciembre. (En línea). Fecha de consulta: 26 de agosto de 2007. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/meeting/003/x8904e.htm>. 2000.

GIFFORD, C. A. Some observations on the general biology of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille), in south Florida. Biol. Bull. 123. 1962. p 207 - 223.

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA. El departamento de Córdoba: geografía, hidrografía y orografía. (En línea). Colombia. Fecha de consulta: diciembre de 2006. Disponible en Internet: www.cordoba.gov.co. 2006.

GOVENDER, Y. y RODRÍGUEZ-FOURQUET, C. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico: 30-36. (En línea). Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2006.



Disponible en Internet: http://nsgd.gso.uri.edu/riu/riuc04001/riuc04001_part10.pdf. 2002.

GUTIÉRREZ, J. C. y JIMÉNEZ, M. Caracterización de los pastos marinos presentes en el balneario "Rodadero", Santa Marta, D.T.C.H, Caribe colombiano. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 1999. p 37-40.

HERREID, C. y GIFFORD, C. The burrow habitat of the Land Crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille). *Ecology*. 44 (4). 1963. p 773 - 775.

HILL, K. *Cardisoma guanhumi*. Smithsonian Marine Station. (En línea). Fecha de consulta: 16 de junio de 2007. Disponible en Internet: www.sms.si.edu/IRLspec/Cardis_guanhu.htm. 2001.

HOLME, N. A. y MCINTYRE, A. D. Methods for the study of marine benthos. I. B. P., Handbook No. 16. London. 1971. 334 p.

INVEMAR., CRC., CORPONARIÑO. y IIAP. Formulación del plan de manejo integrado de la zona costera del complejo Guapi-Iscuandé, Pacífico colombiano: Fase 1. Caracterización y diagnóstico En: SIERRA, P. y A. LÓPEZ. INVEMAR. Santa Marta. 2003. 575 p.

INVEMAR -URRÁ. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaico estuarina del río Sinú. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis y URRÁ S. A. E. S. P. 2005. 372 p.

MARTÍNEZ, B. C. Estadística y muestreo. 11va edición. Ecoe Ediciones. Colombia. 2002. 879 p.

MERCHÁN, A., VÉLEZ, A. y CAMPOS, N. Valoración del Estado Actual de la Población del Cangrejo Azul de Tierra (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825) en el



Departamento de Bolívar. Informe técnico final. Santa Marta. 2005. 4 p.

MERCHÁN CEPEDA, A., NORIEGA HOYOS, C., FRANCO HERRERA, A., ACOSTA CONTI, F., GONZÁLEZ, O. E. y SANJUAN MUÑOZ, A. Aspectos biológicos y ecológicos del chipi chipi en la Bahía de Cispatá. Tomo II. En: CVS y UJTL. Aspectos biológicos y ecológicos de cangrejo azul, chipi chipi y mugílidos en la Bahía de Cispatá. Santa Marta. 2008. 175 p.

MORENO, A. Estructura poblacional de post-larvas de camarones Penaeidae en la Bahía de Cispatá, Golfo de Morrosquillo Departamento de Córdoba - Colombia. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 1989. 141 p.

OLAYA, H., CENTENARO, D., LEGUÍZAMO, I. y PINEDA, F. Los bosques de mangle del antiguo delta del río Sinú (Córdoba, Colombia). Estudio de la vegetación y aprovechamiento. Universidad de Córdoba – Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). Gráficas Metro. Montería, Córdoba. 1987. 30 p.

OLIVA-RIVERA, J. El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero? Ecofronteras. 25. 2005. p 15-17.

OLIVEIRA, E. R., SANTOS, M. C. y SOUZA, J. R. Aspectos populacionais do Guaiamum, *Cardisoma guanhum* (Latreille, 1825), do estuário do Rio Una (Pernambuco Brasil). Boletín Técnico Científico, CEPENE. 9 (1). 2001. p 123-146.

PATIÑO, F. y FLÓREZ, F. Estudio ecológico del Golfo de Morrosquillo. Universidad Nacional de Colombia – Fondo FEN Colombia. Santafé de Bogotá. 1993. 109 p.

PRAHL, H. V. Intertidal and Terrestrial Crabs, Decapoda: Brachyura of San Andrés Island, Colombia. Carib. J. Sci. 19. 1983. p 3-4.



PRAHL, H. V. y MANJARRES, G. Cangrejos Gecarcinidos de Colombia. Caldasia, Vol. 14, No. 66. 1984. p 149-168.

RODRÍGUEZ, G. Los crustáceos decapodos de Venezuela. Instituto de investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela. 1980. p 400-401.

RODRÍGUEZ-FOURQUET, C. Abundance and demography of *Cardisoma guanhumi* in Puerto Rico. Tesis de Doctorado (Biology Intercampus). Universidad de Puerto Río Piedras Campus. Río Piedras. 2004. p 1-5.

ROJAS, R. Los crustáceos marinos comestibles de Colombia. Trabajo de Grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano y Universidad de Paris. Vol. 2. 1970. p 221-223.

RUPPERT, E. y BARNES, R. Zoología de los invertebrados. McGraw-Hill Interamericana. Mexico. 1996. p 697-797.

SCHMALBACH, R. Bioecología y captura de *Cardisoma guanhumi* en la Costa Atlántica colombiana. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. 1974. 63 p.

SILVA, J.L. y OSHIRO, L. M. Aspectos de reprodução do caranguejo guaiamum *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (Supl. 1). 2002. p 71 - 78

SILVA, J.L. y OSHIRO, L. M. Variação na coloração da carapaça do Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille em cativeiro. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR. Florianópolis. 2007. 3 p.

SOKAL, R. y ROHLF, F. J. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. BLUME Ediciones. Madrid. 1979. 819 p.



SPARRE, P. y VENEMA, S. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Documento técnico de pesca 306/1 Rev. 2. FAO. Roma. 1997. 420 p.

SPIVAK, E. Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°-41°S), (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Invest. Mar. Valparaíso. 25. 1997. p 105-120.

TAISSOUN, E. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela. Universidad de Zulia. Boletín Centro de Investigaciones Biológicas. Maracaibo. 10. 1974. p 8-50

TAVARES, M. True crabs En: Carpenter, K. E. (Ed). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO. Roma. 2002. 773 p.

TAYLOR, J. y BOGDAN, R. Introducción a los métodos cualitativos de investigación, Paidós, Barcelona. 1996. 343 p

VÁSQUEZ, D. Dinámica estructural de la comunidad fitoplanctónica en la bahía Cispatá, asociada a la industria camaronera local Trabajo de grado para optar para el título de Biólogo Marino. Fundación Universitaria Jorge Tadeo lozano. Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología Marina. 2006. p 6-11.

WRM (World Rainforest Movement). Manglares y producción camaronera. Boletín No. 51, octubre. 2001. p 1-7.

ZAR, J. H. Biostatistical Analysis. 4ta edición. Prentice Hall. United States of America. 1999. 663p.



ANEXOS

Anexo A. Encuesta cangrejo azul

Fecha _____

Nº _____

Nombre: _____

Edad: _____

Actividad Principal:

Cangrejero

Tala de Mangle

Pesca

Turismo

Chipero

Varios

Comercio

Otra _____

¿Captura cangrejo azul _____, hace cuanto empezó la actividad _____?

¿Dónde usted captura cangrejo? _____

¿Dónde coge más cangrejos? _____

¿Cuántos? _____

Dónde coge menos cangrejos? _____

¿Cuántos? _____

Cuándo empezó a coger cangrejo, cuántos cogía _____

Hace cuantos años empezó a capturar menos cangrejos _____

En qué meses usted captura más cangrejo

E F M A M J J A S O N D

Usted prefiere capturar al: Amanecer _____ Atardecer _____ Por qué?

Cómo captura los cangrejos:

Bejuco _____ Ahogado (Tapado) _____ Otros _____

Cuál usted utiliza mas: Bejuco _____ Ahogado (Tapado) _____ Otros _____

Cuántas horas gasta en capturar cangrejos? _____

¿Cuál de estos tamaños de cangrejo usted captura: Grande _____ Mediano _____ Pequeño _____

¿Diferencia los machos de las hembras? Si _____ No _____

Qué captura más las: Hembras _____ Machos _____ Ambos _____

¿Hace cuánto tiempo empezaron hacer raros los cangrejos grandes?

¿Capturan hembras con huevos? Si _____ No _____

¿Qué hacen con los huevos? _____

¿Ha observado diferentes tipos de color en los huevos? Si _____ No _____

Cuales _____



¿Ha observado cuando las caminata de las hembras para dejar sus huevos al mar? Si ___ No ___

¿En qué lugares ha visto usted que llegan las hembras con huevos? _____

¿En qué lugares más? _____

¿En que lugares menos? _____

¿En qué meses usted ve que es más frecuente estas caminatas?

E F M A M J J A S O N D

¿En qué meses es menos?

E F M A M J J A S O N D

¿Ha visto si caminan menos cangrejos hacia el mar? Si ___ No ___

¿Hace cuánto ha visto que han disminuido?

¿Ha notado cambios en las zonas donde el cangrejo realiza estas caminatas?

Usted coge el cangrejo para: Venderlo ___ Comerlo ___ Ambos.

Otros _____

Cómo los vende: Libras ___ N° individuo ___ Otro _____

A qué precio _____

El precio del cangrejo varía según:

Tamaño _____

Hembras _____

Machos _____

¿Vende las quelas por separado? _____

¿Qué problemas considera usted que se presentan hoy en día para la captura del cangrejo? _____

¿Qué soluciones propone para mejorar la captura la captura del cangrejo azul? _____

Muchas Gracias.



Anexo B. Contenido de la cartilla entregada en el taller a los representantes de las asociaciones comunitarias y extractores independientes (cangrejeros) de San Antero.

- **Nombre de la asociación:**

- Representante legal:
- Quiénes pertenecen a tu asociación:
- Nombre Teléfono
- ¿Desde cuándo está constituida tu asociación?
- ¿Cuáles son los recursos que extraes?
- ¿En qué lugares te ubicas para trabajar? Señálizalos en el mapa.
- ¿Cuántos sitios visitas en un día de trabajo?
- ¿Cuándo trabajas capturas cangrejo?
- ¿En qué lugares lo capturas?
- Señálizalos en el mapa.

- **Extractor independiente**

- Nombre:
- Teléfono y dirección:
- ¿Desde cuándo capturas cangrejo?
- ¿Alguien te acompaña cuando capturas cangrejo?
- Nombre Teléfono
- ¿Realizas otras actividades aparte de capturar el cangrejo?

- **Todas las cartillas**

- ¿En qué lugares capturas al cangrejo? Señálizalo en el mapa.
- ¿A cuántos sitios vas en un día cuando capturas el cangrejo?
- ¿Aparte de los lugares en los que capturas cangrejo dónde más lo has visto?
- Señálizalos en el mapa.
- ¿Cómo lo capturas?
- ¿Sabes de otras formas para capturarlo?
- ¿Cómo los transporta?


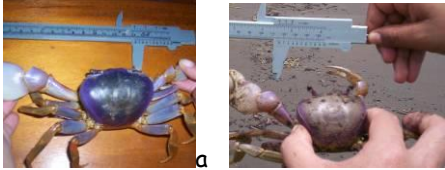
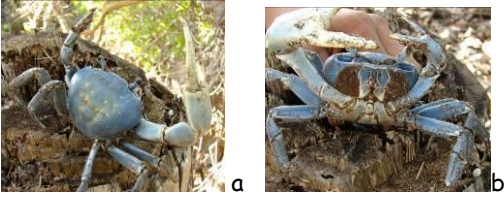
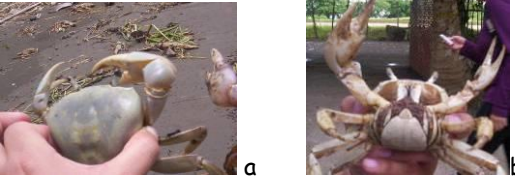


- **QUE SABEMOS DEL CANGREJO AZUL**

- ¿Tienes otro nombre para el cangrejo azul?
- ¿Qué otros colores le has visto al cangrejo azul?
- ¿Has visto que cambia de color cuando crece?
- ¿En qué tamaños los has visto?
- ¿De cuáles ves más?
- ¿Reconoces a una hembra ovada?
- ¿Porqué?
- ¿Le has visto diferentes colores a los huevos? ¿Cuáles?
- ¿Sabes cuándo va soltar los huevos?
- ¿Porqué?
- ¿Has estado presente en el momento en que una hembra ha soltado los huevos? Cuéntanos como lo hace.
- ¿En qué meses has visto marchar en grupo a muchos cangrejos dirigiéndole al agua?
- ¿Cómo reconoces las cuevas o madrigueras de los cangrejos azules?
- ¿Has visto madrigueras tapadas?
- ¿Sabes porqué están así?
- ¿Un cangrejo cambia de cueva muchas veces?

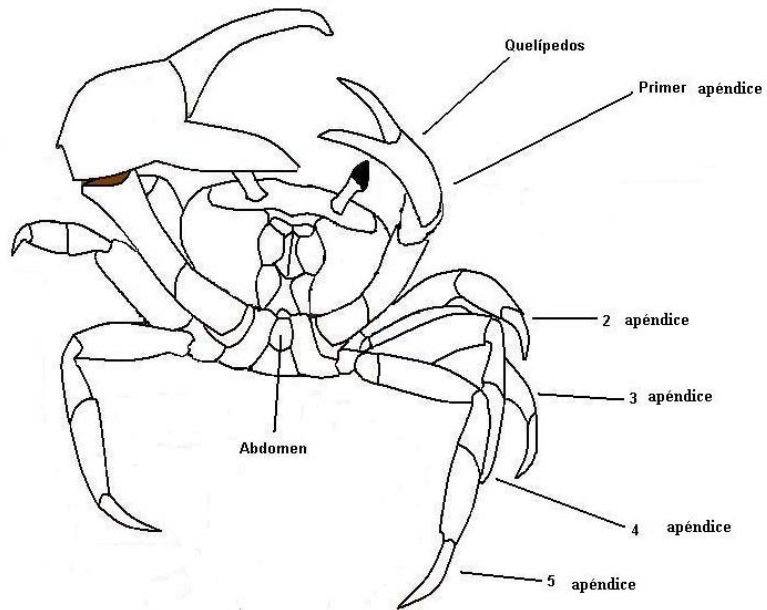
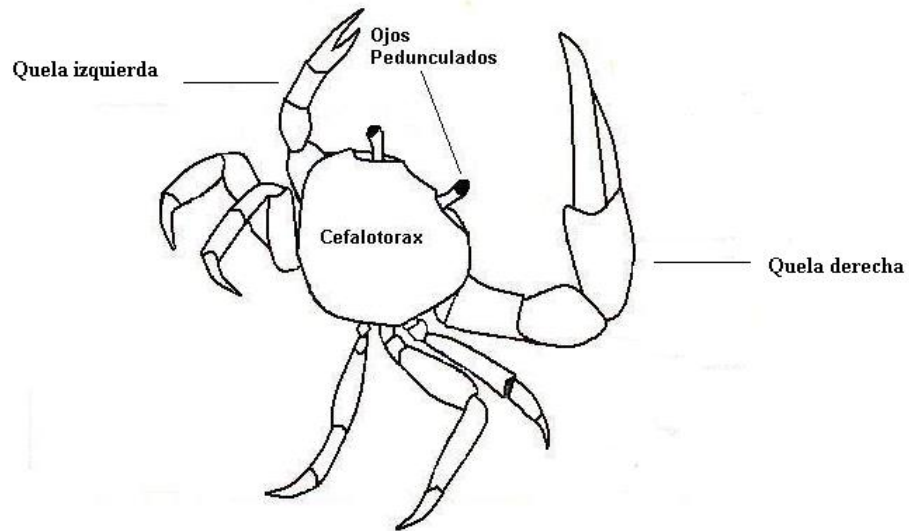


• **SABIAS QUE ...**

ETAPAS	CARACTERÍSTICA	IMÁGENES
Juvenil	Los cangrejos tienen una coloración en el caparazón café-rojizo, quelas y apéndices de color amarillo (Figura 1).	 <p data-bbox="773 667 1305 699">Figura 1. Hembra en estado juvenil, vista dorsal.</p>
Preadulto (transición)	El caparazón del animal tiene una coloración púrpura, azulada oscura, muy intensa (Figura 2).	 <p data-bbox="773 961 1341 1041">Figura 2. a) Macho en estado preadulto vista dorsal b) hembra en estado preadulto, vista dorsal.</p>
Adulto	Los cangrejos adultos presentan tres diferentes tipos de coloración: los machos y hembras no ovadas tienen un color azul lavanda en el caparazón, apéndices y quelípodos (Figura 3). Los hembras con huevos (Figura 4) y los adultos mayores tienen un color blanco, amarillo o grisáceo.	 <p data-bbox="773 1325 1341 1404">Figura 3. Macho en estado adulto a) vista dorsal b) vista ventral.</p>  <p data-bbox="773 1623 1341 1703">Figura 4. Hembra ovada en estado adulto a) vista dorsal b) vista ventral.</p>



RECONOZCAMOS LAS PARTES DEL CANGREJO AZUL





Anexo C. Resultados de la prueba de Dunn de comparaciones múltiples entre las estaciones fijas de muestreo. AGROTIJÓ parcela fija (AG-F); Caño Soldado parcela fija (CS-F); Caño Tijó parcela fija (CT-F) y Helechal parcela fija (HL-F). agosto (1); septiembre (3); octubre (4) y diciembre (5). Significancia (Sig.) y diferencias significativas (*).

Contraste entre muestras	Sig.	Contraste entre muestras	Sig.	Contraste entre muestras	Sig.	Contraste entre muestras	Sig.
AG1 - AG3	*	AG3 - CVS5	*	AG5 - CV4	*	CS3 - HL3	*
AG1 - AG4	*	AG3 - HL1	*	AG5 - CVS5	*	CS3 - HL4	*
AG1 - AG5	*	AG3 - HL3	*	AG5 - HL1	*	CS3 - HL5	*
AG1 - CS1	*	AG3 - HL4	*	AG5 - HL3	*	CS4 - CS5	*
AG1 - CS3	*	AG3 - HL5	*	AG5 - HL4	*	CS4 - CT1	*
AG1 - CS4	*	AG4 - AG5	*	AG5 - HL5	*	CS4 - CT3	*
AG1 - CS5	*	AG4 - CS1	*	CS1 - CS3	*	CS4 - CT4	*
AG1 - CT1	*	AG4 - CS3	*	CS1 - CS4	*	CS4 - CT5	*
AG1 - CT3	*	AG4 - CS4	*	CS1 - CS5	*	CS4 - CV1	*
AG1 - CT4	*	AG4 - CS5	*	CS1 - CT1	*	CS4 - CV3	*
AG1 - CT5	*	AG4 - CT1	*	CS1 - CT3	*	CS4 - CV4	*
AG1 - CV1	*	AG4 - CT3	*	CS1 - CT4	*	CS4 - CVS5	*
AG1 - CV3	*	AG4 - CT4	*	CS1 - CT5	*	CS4 - HL1	*
AG1 - CV4	*	AG4 - CT5	*	CS1 - CV1	*	CS4 - HL3	*
AG1 - CVS5	*	AG4 - CV1	*	CS1 - CV3	*	CS4 - HL4	*
AG1 - HL1	*	AG4 - CV3	*	CS1 - CV4	*	CS4 - HL5	*
AG1 - HL3	*	AG4 - CV4	*	CS1 - CVS5	*	CS5 - CT1	*
AG1 - HL4	*	AG4 - CVS5	*	CS1 - HL1	*	CS5 - CT3	*
AG1 - HL5	*	AG4 - H5	*	CS1 - HL3	*	CS5 - CT4	*
AG3 - AG4	*	AG4 - HL1	*	CS1 - HL4	*	CS5 - CT5	*
AG3 - AG5	*	AG4 - HL3	*	CS1 - HL5	*	CS5 - CV1	*
AG3 - CS1	*	AG4 - HL4	*	CS3 - CS4	*	CS5 - CV3	*
AG3 - CS3	*	AG5 - CS1	*	CS3 - CS5	*	CS5 - CV4	*
AG3 - CS4	*	AG5 - CS3	*	CS3 - CT1	*	CS5 - CVS5	*
AG3 - CS5	*	AG5 - CS4	*	CS3 - CT3	*	CS5 - HL1	*
AG3 - CT1	*	AG5 - CS5	*	CS3 - CT4	*	CS5 - HL3	*
AG3 - CT3	*	AG5 - CT1	*	CS3 - CT5	*	CS5 - HL4	*
AG3 - CT4	*	AG5 - CT3	*	CS3 - CV1	*	CS5 - HL5	*
AG3 - CT5	*	AG5 - CT4	*	CS3 - CV3	*	CT1 - CT3	*
AG3 - CV1	*	AG5 - CT5	*	CS3 - CV4	*	CT1 - CT4	*
AG3 - CV3	*	AG5 - CV1	*	CS3 - CVS5	*	CT1 - CT5	*
AG3 - CV4	*	AG5 - CV3	*	CS3 - HL1	*	CT1 - CV1	*



Continuación Anexo C.

Contraste entre muestras	Sig.	Contraste entre muestras	Sig.
CT1 - CV3	*	CT5 - HL4	*
CT1 - CV4	*	CT5 - HL5	*
CT1 - CVS5	*	CV1 - CV3	*
CT1 - H5	*	CV1 - CV4	*
CT1 - HL1	*	CV1 - CV5	*
CT1 - HL3	*	CV1 - HL1	*
CT1 - HL4	*	CV1 - HL3	
CT3 - CT4	*	CV1 - HL4	*
CT3 - CT5	*	CV1 - HL5	*
CT3 - CV1	*	CV3 - CV4	*
CT3 - CV3	*	CV3 - CV5	*
CT3 - CV4	*	CV3 - HL1	*
CT3 - CVS5	*	CV3 - HL3	*
CT3 - H5	*	CV3 - HL4	*
CT3 - HL1	*	CV3 - HL5	*
CT3 - HL3	*	CV4 - CV5	*
CT3 - HL4	*	CV4 - HL1	*
CT4 - CT5	*	CV4 - HL3	*
CT4 - CV1	*	CV4 - HL4	*
CT4 - CV3	*	CV4 - HL5	*
CT4 - CV4	*	CV5 - HL1	*
CT4 - CVS5	*	CV5 - HL3	*
CT4 - H5	*	CV5 - HL4	*
CT4 - HL1	*	CV5 - HL5	*
CT4 - HL3	*	HL1 - HL3	*
CT4 - HL4		HL1 - HL4	*
CT5 - CV1	*	HL1 - HL5	*
CT5 - CV3	*	HL3 - HL4	*
CT5 - CV4	*	HL3 - HL5	*
CT5 - CVS5	*	HL4 - HL5	*
CT5 - HL1			
CT5 - HL3	*		



Anexo D. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x^-) de las medidas morfométricas y peso mensuales de los *C. guanhumi* recolectados.

	Estadígrafo	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre
Largo	\bar{x} (mm)	51,32	50,35	49,33	47,52
	S_x^- (mm)	0,43	1,14	0,69	1,11
Ancho	\bar{x} (mm)	61,39	61,78	59,98	57,56
	S_x^- (mm)	0,56	1,65	0,82	1,26
Peso	\bar{x} (g)	116,64	128,75	112,16	105,66
	S_x^- (g)	3,07	8,45	4,94	6,67
Quela derecha	\bar{x} (mm)	90,15	93,78	87,27	82,70
	S_x^- (mm)	2,07	5,28	2,69	3,84
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	90,51	89,24	81,86	83,10
	S_x^- (mm)	1,99	4,63	2,69	3,46

Anexo E. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x^-) de las medidas morfométricas y peso en las estaciones de muestreo y en general para la Bahía de Cispatá; Caño Tijó (CT); Caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP).

	Estadígrafo	AG	CS	CT	NP	HL	Área Total
Largo	\bar{x} (mm)	53,83	49,11	49,23	48,72	49,21	50,22
	S_x^- (mm)	0,64	0,59	0,99	1,21	0,58	0,35
Ancho	\bar{x} (mm)	65,74	59,42	59,87	59,65	57,81	60,64
	S_x^- (mm)	0,78	0,68	1,09	1,62	0,80	0,45
Peso	\bar{x} (g)	144,50	106,51	111,10	111,96	102,53	116,03
	S_x^- (g)	5,02	3,50	5,32	9,70	3,30	2,46
Quela derecha	\bar{x} (mm)	105,09	83,05	81,06	89,75	82,95	89,04
	S_x^- (mm)	3,60	2,27	2,67	4,85	2,47	1,51
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	93,31	84,90	83,01	94,10	81,44	87,13
	S_x^- (mm)	2,56	2,07	3,85	5,41	3,06	1,43



Anexo F. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x) de las medidas morfométricas y peso en los meses de muestreo de los machos y hembras en los meses de muestreo.

		Agosto		Septiembre		Octubre		Diciembre	
		M	H	M	H	M	H	M	H
Ancho	\bar{x} (mm)	63,04	59,65	65,36	56,77	61,10	58,89	57,24	57,84
	S_x (mm)	0,85	0,67	2,22	2,02	1,42	0,82	2,26	1,34
Largo	\bar{x} (mm)	52,52	50,06	52,46	47,39	50,32	48,37	46,89	48,08
	S_x (mm)	0,83	0,55	1,67	1,19	1,14	0,76	1,91	1,26
Peso	\bar{x} (g)	125,92	106,86	148,16	101,59	121,85	102,70	106,25	105,13
	S_x (g)	6,01	3,76	12,41	7,17	8,81	4,27	11,39	7,80
Quela derecha	\bar{x} (mm)	97,54	81,97	105,03	75,91	89,72	84,89	81,99	83,33
	S_x (mm)	4,40	1,92	7,20	5,84	4,36	3,21	5,38	5,60
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	94,01	86,46	97,32	79,13	89,27	74,83	85,55	80,91
	S_x (mm)	3,60	2,82	7,17	4,32	4,86	1,97	6,49	3,16

Anexo G. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x) de las medidas morfométricas y peso de los machos y hembras en las estaciones de muestreo y en general para la Bahía de Cispatá; Caño Tijó (CT); Caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP).

		AG		CS		CT		HL		NP		Área Total	
		M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
Largo	\bar{x} (mm)	67,89	62,44	60,72	58,15	60,31	59,50	58,10	57,56	62,10	56,86	62,34	58,85
	S_x (mm)	1,01	0,98	1,12	0,75	1,86	1,32	1,24	1,06	2,72	1,43	0,71	0,50
Ancho	\bar{x} (mm)	55,22	51,70	50,10	48,13	49,44	49,06	49,49	48,96	50,30	46,93	51,36	49,00
	S_x (mm)	0,78	1,00	0,93	0,72	1,79	1,08	0,99	0,66	2,02	1,12	0,55	0,40
Peso	\bar{x} (g)	157,36	124,77	114,95	98,29	113,51	109,10	107,80	97,92	124,66	97,53	126,63	104,81
	S_x (g)	6,57	6,33	5,74	3,68	8,95	6,46	5,31	4,03	16,64	7,89	4,01	2,49
Quela derecha	\bar{x} (mm)	110,18	97,72	86,15	79,69	85,08	77,81	88,91	77,17	99,68	78,40	95,19	82,28
	S_x (mm)	5,19	4,30	3,71	2,52	3,57	3,81	3,93	2,84	8,01	3,87	2,40	1,62
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	101,11	81,86	89,66	79,61	89,39	78,07	78,19	84,34	104,84	82,18	92,43	81,41
	S_x (mm)	3,44	2,71	3,20	2,37	6,97	3,96	3,87	4,65	9,51	2,88	2,25	1,61



Anexo H. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x) de las medidas morfométricas y peso de los estados en las estaciones de muestreo y en general para la Bahía de Cispatá; Caño Tijó (CT); Caño Soldado (CS); Helechal (HL); AGROTIJÓ (AG) y Nisperal (NP).

		Adulto					Área Total	Preadulto					Área Total	Juvenil					Área Total
		AG	CS	CT	NP	HL		AG	CS	CT	NP	HL		AG	CS	CT	NP	HL	
Largo	\bar{x} (mm)	57,43	55,46	55,66	55,74	57,67	56,44	52,51	49,04	49,34	45,86	50,04	49,78	46,15	43,17	39,60	39,18	42,29	41,87
	S_x (mm)	1,16	1,29	1,75	2,10	0,96	0,80	0,67	0,59	0,91	0,82	0,49	0,32	1,25	1,11	1,96	1,73	1,34	0,74
Ancho	\bar{x} (mm)	70,69	67,43	67,53	69,79	70,83	69,57	63,90	59,31	59,87	55,28	58,89	59,86	55,80	52,11	49,14	46,96	48,29	49,76
	S_x (mm)	1,55	1,50	1,67	2,64	1,84	1,01	0,72	0,65	1,01	1,06	0,57	0,37	2,20	1,25	1,79	2,15	2,68	1,12
Peso	\bar{x} (g)	180,23	153,43	144,24	166,46	170,37	167,41	130,55	104,81	111,69	87,04	105,66	109,75	89,10	71,16	61,14	51,28	66,65	66,06
	S_x (g)	10,25	10,03	8,31	19,02	12,53	7,09	4,18	3,10	5,30	5,79	2,68	1,91	9,70	4,81	7,88	5,54	6,65	3,34
Quela derecha	\bar{x} (mm)	124,66	98,58	91,90	113,37	118,80	113,22	97,17	83,07	79,11	77,86	83,79	85,35	89,85	65,40	78,45	64,14	67,53	69,40
	S_x (mm)	8,08	8,31	5,05	9,87	20,30	4,72	3,38	2,34	3,36	3,16	2,51	1,38	6,45	4,55	3,38	5,53	3,66	2,35
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	101,31	97,37	96,60	109,84	98,50	102,61	90,73	83,96	84,92	83,05	82,54	85,27	75,05	76,70	55,98	71,27	71,23	70,15
	S_x (mm)	5,34	8,17	10,40	11,85	15,08	4,40	2,86	2,17	4,28	3,22	3,59	1,46	5,35	5,37	2,66	5,54	4,26	2,51



Anexo I. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x) de las medidas morfométricas y peso de los estados de desarrollo durante agosto y diciembre de 2007.

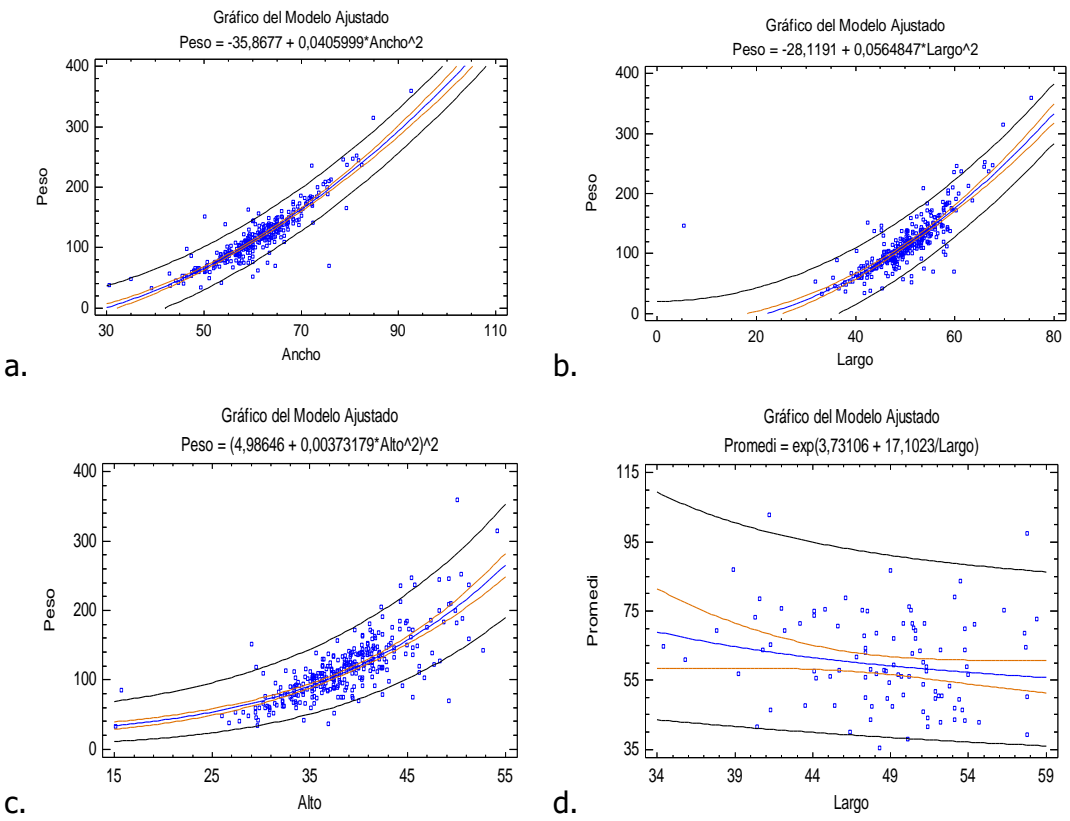
		Adulto				Preadulto				Juvenil			
		Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre
Largo	\bar{x} (mm)	56,86	58,28	55,84	53,15	50,83	48,75	48,22	49,60	44,28	39,38	42,68	39,98
	S_x (mm)	0,92	1,93	1,68	2,76	0,42	1,01	0,58	0,94	1,35	2,99	0,85	1,21
Ancho	\bar{x} (mm)	69,23	74,08	68,83	64,12	60,67	59,44	58,42	59,77	51,64	43,58	51,23	49,21
	S_x (mm)	1,20	2,20	2,03	3,50	0,51	1,35	0,56	1,07	2,49	5,52	1,02	1,33
Peso	\bar{x} (g)	160,54	195,37	165,23	143,53	111,70	112,88	101,68	116,13	74,68	55,95	66,44	62,00
	S_x (g)	9,56	16,82	14,39	16,07	2,72	6,28	2,76	6,43	7,65	13,56	3,05	5,54
Quela derecha	\bar{x} (mm)	112,33	134,25	106,53	97,82	87,34	81,44	84,25	83,51	69,99	68,77	67,57	70,93
	S_x (mm)	8,25	10,96	8,96	11,74	1,80	4,46	2,63	5,03	5,08	4,72	4,53	4,52
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	104,91	111,48	97,28	96,67	88,50	84,07	78,15	87,89	78,37	70,23	68,90	65,37
	S_x (mm)	5,44	16,92	9,19	8,42	2,16	4,52	1,96	4,26	5,15	11,30	3,81	3,86



Anexo J. Promedio (\bar{x}) y error estándar (S_x) de las medidas morfométricas y peso de los machos y las hembras en los diferentes estados del cangrejo azul.

Estadígrafo	Adulto		Juvenil		Preadulto		
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
Largo	\bar{x} (mm)	57,29	53,71	50,42	49,24	40,13	43,41
	S_x (mm)	0,96	1,12	0,48	0,42	1,21	0,74
Ancho	\bar{x} (mm)	70,92	65,20	60,61	59,23	48,55	50,82
	S_x (mm)	1,20	1,31	0,59	0,46	1,64	1,54
Peso	\bar{x} (g)	174,70	143,96	115,06	105,30	62,67	69,05
	S_x (g)	8,55	9,76	3,05	2,33	5,38	4,15
Quela derecha	\bar{x} (mm)	119,18	93,49	88,53	82,60	68,57	70,18
	S_x (mm)	5,75	4,40	2,02	1,85	3,72	3,07
Quela izquierda	\bar{x} (mm)	107,31	88,50	88,97	82,06	70,45	69,89
	S_x (mm)	5,53	3,84	2,23	1,88	4,39	2,86

Anexo K. Modelo de ecuación que se ajusta a las relaciones: **a.** Ancho del caparazón–peso. **b.** Largo del caparazón–peso. **c.** Alto del caparazón–peso. **d.** Ancho del caparazón–diámetro promedio de la madriguera del cangrejo azul en la Bahía de Cispatá.





Anexo L. Listado de personas que conforman las asociaciones comunitarias y cangrejeros de San Antero.

NOMBRE	ASOCIACIÓN
Catalino Ladeud Argemiro Julio Alfredo Esquiva Nuñez Abelardo Fuentes Mariano Morelo Honner Díaz Víctor Manuel Morel Manuel Jimenez Gabriel Canchila Armando Ladeud Armando Antamiranda Mariano Sandón Pedro Álvarez Segre Moreno Nicanor Reyes Manuel Polo Hernández	Extractor independiente (Cangrejero)
Jesús Cantillo Alberto Arévalo Díaz	Asociación de ostreros de Cispatá (ACUOSTRAS)
Domingo Rodríguez	Asociación de ostreros de Cispatá (ACUOSTRAS) y Asociación de cazadores de caimán (ASOCAIMÁN)
Marly Villa	Alcaldía: Fortalecimiento pedagógico y parte ambiental
Nelson Rosales	Asociación de cazadores de caimán (ASOCAIMÁN)
Gabriel Pacheco	Asociación de cazadores de caimán (ASOCAIMÁN) y Asociación de pescadores de Cispatá (ASOPECIS)
Aroldo Beltrán	Asociación de campesinos
Ignacia de la Rosa	Asociación de comunidades afrodescendientes Manuel Zapata Olivello
Rosember de la Rosa Eusebio Morelo	Asociación de mangleros independientes
Edilsa Nuñez	Asociación de mangleros unidos de San Antero (ASOM AUSAN)
Manuel Morelo	Asociación de trabajadores desocupados de San Antero (ASOTRADES)
Rafael Ladeuth Gonzáles Jose Antonio	Asociación Punta Mestizos
Benjamin Ladeuth	Asociación de pescadores de San Antero (ASOPESAN)