



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CAMPUS TUXPAN

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

“Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma
guanhumí* (Latreille, 1825), en la Laguna de
Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz”

Que para obtener el título de:

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
MARINOS Y COSTEROS

PRESENTA:

Annelis Hernández Maldonado

DIRECTOR:

Dra. Ivette A. Chamorro Florescano

CO-DIRECTOR:

Dr. Ascención Capistrán Barradas

ASESOR:

Dr. Fernando Álvarez Noguera



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana

La presente Tesis titulada "Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz" realizada por la C. Biol. Annelis Hernández Maldonado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

**DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO
DIRECTOR DE TESIS**

**DR. ASCENCION CAPISTRAN BARRADAS
CO DIRECTOR DE TESIS**

**DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA
ASESOR DE TESIS**



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana

La presente Tesis titulada "Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz" realizada por la C. Biol. Annelis Hernández Maldonado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

COMISIÓN LECTORA

M. C. CELINA NAVAL ÁVILA
LECTOR

DR. EDUARDO ALFREDO ZARZA MEZA
LECTOR

DR. rer. nat. NÉSTOR HERNANDO CAMPOS
LECTOR

*Debo ser fuerte sin ser rudo,
Ser amable sin ser débil,
Aprender con orgullo sin
arrogancia, Aprender a ser
gentil sin ser suave, Ser
humilde sin ser tímido, Ser
valioso sin ser agresivo, Ser
agradecido sin ser servil,
Meditar sin ser flojo.*

*Por eso señor te pido....
Dame grandeza para
entender, Capacidad para
retener, Método y Facultad
para aprender, Sutileza para
interpretar, Gracia y
abundancia para hablar.
Dame acierto al empezar,
Dirección al progresar Y
perfección al acabar.*

Anónimo

*Este trabajo está dedicado
con todo mi amor a esa
persona que ha estado a mi
lado en todo momento para
darme su apoyo y orientación
por que gracias a ella hoy he
logrado lo que me he
propuesto. Cierro un ciclo
más de mi vida y espero con
entusiasmo lo que sigue y sé
que Tú me darás la mano y
caminaras conmigo, por que
no solo eres mi madre sino
mi mejor amiga.*

TE AMO

AGRADECIMIENTOS

A mi hermana, que sé que a pesar de la distancia siempre estamos juntas y siempre me ha apoyado TQM. A José Luis, Raúl e Isaac de forma muy especial por toda su ayuda y apoyo.

A José Carlos Torres, por todo su apoyo y en especial durante el trabajo de campo, siempre hiciste un espacio para mí en tu lista de actividades aunque eso significara regresar a casa cansado, enlodado, con arena y muchas veces lleno de piquetes de mosquito, éste trabajo también es tuyo.

A mis compañeros de maestría, a aquellos nuevos amigos colombianos que me tocaron el corazón y durante tres meses me tendieron la mano, todos los días me enseñaron algo nuevo, con los que reí a carcajadas y también lloré, pero nunca me dejaron sola. Al Dr. Néstor Campos por darme la oportunidad de vivir una nueva experiencia y por todo lo que me enseñó.

Con mucho cariño al señor Pablo Castellanos y familia por toda su ayuda.

A mi directora de tesis Dra. Ivette A. Chamorro Florescano por su ayuda, correcciones y comprensión, a mi co- director Dr. Ascención Capistran Barradas, y con mucho cariño a mi asesor Dr. Fernando Álvarez Noguera.

Al Dr. Arturo Serrano Solís por todo el respaldo que siempre me ha dado, ayudándome en mi camino desde el inicio de la universidad hasta éste momento.

A mi comisión revisora por todas sus acertadas correcciones muchas gracias.

RESUMEN

Cardisoma guanhumi, especie circumequatorial distribuida en todas las regiones del Caribe, centro y sur de América, es considerado el cangrejo de tierra más grande en la región del Golfo de México, habita zonas costeras, conocidos por su impactante fenómeno migratorio en época de reproducción, por ser adaptable a cambios ambientales, falto de una dieta rigurosa y por su alto porcentaje de carne. En el presente trabajo se evaluaron tanto aspectos biológicos como poblacionales de dos colonias de cangrejo azul en la laguna de Tampamachoco y Majahual mediante una estimación directa gracias a la captura de 136 individuos en temporada de reproducción, de cada individuo se asentó sus datos morfométricos (ancho y longitud del caparazón y peso) y de forma indirecta a base del método de conteo de madrigueras activas localizadas en cuadrantes ubicados a 5 diferentes distancias del cuerpo de agua más cercano, en cada madriguera se exploró su diámetro con base en tres categorías (chico, mediano y grande), profundidad e inundación en tres fechas de muestreo, encontrando una predominancia de los individuos de tallas chicas. La laguna de Tampamachoco y la zona de Majahual, son a simple vista sitios muy diferentes en cuanto a vegetación y actividades antropogénicas, se observan diferencias estadísticamente significativas en el número y diámetro de las madrigueras con una tendencia a la ubicación conforme la cercanía del cuerpo de agua, por otro lado, contrario a lo encontrado en otros trabajos se observa una proporción de sexos que se aleja de la segregación esperada (Tampamachoco 1:3,6 y Majahual 1:1,7). El promedio general del ancho del caparazón se mantuvo alrededor de los 70 mm en las dos zonas, considerando una población predominantemente adulta. De acuerdo a lo encontrado se recomienda la aplicación de una veda comprendida entre los meses de julio a septiembre, la restricción de captura de hembras y que se cuente con un registro del número de cosechadores en la zona.

Palabras clave: *Cardisoma guanhumi*, morfometría, madriguera, exoesqueleto, Tampamachoco, Majahual.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III. OBJETIVOS.....	10
IV. ÁREA DE ESTUDIO	11
4.1 Generalidades del Golfo de México	11
4.2 Los humedales de Tuxpan	11
4.3 Áreas específicas del estudio.....	12
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
5.1 Densidad.....	15
5.2 Proporción de sexos	16
5.3 Talla de los individuos y estado de madurez.....	17
5.3.2 <i>Estado de madurez</i>	20
5.3.3 <i>Frecuencia de sexos por intervalo de talla</i>	20
5.4 Calidad del hábitat.....	21
5.4.1 <i>Composición del suelo</i>	21
5.4.2 <i>Análisis de vegetación</i>	22

5.4.3 <i>Datos climatológicos</i>	23
VI. RESULTADOS.....	24
6.1 Estimación de la densidad poblacional.....	24
6.2 Proporción de sexos	28
6.3 Talla de los individuos y estado de madurez.....	29
6.3.1 <i>Talla de los individuos</i>	29
6.3.2 <i>Estado de madurez</i>	36
6.3.3 <i>Frecuencia de sexos por intervalo de talla</i>	37
6.4 Calidad del hábitat.....	40
6.4.1 <i>Composición del suelo</i>	40
6.4.2 <i>Análisis de vegetación</i>	42
6.4.3 <i>Datos Climatológicos</i>	44
VII. DISCUSIÓN	45
VIII. CONCLUSIÓN	51
8.1 Aplicación práctica	53
8.1.1 <i>Estrategias de conservación</i>	53
8.1.2 <i>Aplicación para la zona</i>	54

IX. BIBLIOGRAFÍA.....	61
X. ANEXOS	71
IX. GLOSARIO.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio “Laguna de Tampamachoco” y “Majahual” Tuxpan, Veracruz.....	14
Figura 2. Ubicación de los cuadrantes en las zonas de estudio.....	15
Figura 3. Registro de madrigueras activas de <i>C. guanhumi</i>	18
Figura 4. Registro de las medidas corporales tomadas para cada individuo de ambos sexos	19
Figura 5. Registro de peso para cada individuo capturado.....	19
Figura 6. Promedio del número de madrigueras con base en la distancia a la línea de costa en los dos sitios de muestreo.....	25
Figura 7. Promedio del número de madrigueras por fecha de muestreo; 1: Agosto, 2: Noviembre, 3: Febrero, en los dos sitios de estudio.....	26
Figura 8. Número promedio de madrigueras registradas en cada sitio de estudio; 1= Tampamachoco, 2= Majahual.	27
Figura 9. Densidad por metro cuadrado con relación a la distancia a la línea de costa de las tres fechas de muestreo en cada zona de estudio; T: Tampamachoco, M: Majahual.....	28
Figura 10. Frecuencia de organismos por categoría (C: chico, M: mediano, G: grande) con base en la distancia a la línea de costa para los dos sitios de estudio..	30

Figura 11. Frecuencia de organismos por categoría (C: chico, M: mediano, G: grande) para cada fecha de muestreo.	31
Figura 12. Número individuos de <i>Cardisoma guanhumi</i> capturados en época de reproducción por sexo en las dos zonas de estudio.....	33
Figura 13. Promedio del ancho total del caparazón de los individuos de <i>Cardisoma guanhumi</i> por sexo.	34
Figura 14. Relación de sexos por intervalo de talla para la especie <i>C. guanhumi</i> entre hembras y machos	38
Figura 15. Relación de sexos por intervalo de talla para la especie <i>C. guanhumi</i> entre hembras y hembras no ovadas.....	39
Figura 16. Filtrado del agua de mar para la obtención de la masa de huevos.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedio del número de madrigueras por muestreo en las dos zonas de estudio.	24
Cuadro 2. Modelo mínimo adecuado con distribución Poisson para el número de madrigueras.....	25
Cuadro 3. Modelo lineal generalizado de la talla de las madrigueras.....	29
Cuadro 4. Promedio de profundidad (cm) de las madrigueras de <i>Cardisoma guanhumi</i> en los meses de estudio en las dos localidades.....	32
Cuadro 5. Promedio de inundación (cm) de las madrigueras de <i>Cardisoma guanhumi</i> en los meses de estudio en las dos localidades.....	32
Cuadro 6. Estadística descriptiva para las variables peso, ancho y largo del caparazón para hembras y machos, en cada sitio de estudio: A) Tampamachoco, B) Majahual.	35
Cuadro 7. Porcentaje de individuos capturados por estado de madurez.....	36
Cuadro 8. Distribución de individuos de <i>Cardisoma guanhumi</i> en los dos sitios de estudio con base en su estado de madurez, conforme al peso. (Número total de cangrejos examinados: ♂ machos: 46, ♀ hembras: 90).....	37

Cuadro 9. Valores del análisis del suelo en las dos zonas de estudio: A) análisis físico, B) análisis químico.....	40
Cuadro 10. Especies vegetales encontradas en los dos sitios de estudio.....	43
Cuadro 11. Valores de las variables ambientales.....	43
Cuadro 12. Datos obtenidos de las hembras ovadas de estudio.....	72

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de conocer la gran diversidad de especies faunísticas de nuestros humedales forma parte de la implementación de estrategias efectivas para su conservación y aprovechamiento sostenible (Arteta, 2009). Además, de que constituyen una superficie importante dentro del territorio nacional (CONABIO, 2009).

Los humedales estuarinos de México se encuentran representados por una gran cantidad de ecosistemas, como marismas, esteros, lagunas costeras, y manglares en zonas tropicales que en su conjunto se encuentran contenidos en los márgenes litorales del territorio en una superficie estimada de 12,255 km² (Franco-Lripez y Chavez-Lripez 1992). Estos ecosistemas generan bienes y servicios para la sociedad y realizan varias funciones ecológicas y ambientales (Sarjurjo, 2001). México posee apenas el 0.6% de los humedales de todo el mundo; 3, 318,500 ha (Olmsted, 1993).

Los sistemas estuarinos son los principales abastecedores de nutrientes para las regiones costeras, debido a que reciben y concentran el material originado en su cuenca de drenaje, y pueden también recibir aportes significativos por acción antropogénica. Todo ese aporte de nutrientes (que se convierte en la materia prima imprescindible para la producción primaria) coloca a los estuarios entre los sistemas más productivos del mundo, con altas tasas de producción primaria y de biomasa autotrófica y heterotrófica (Noriega *et al.*, 2009). Estos sistemas se caracterizan por ser heterogéneos debido a que en cada punto de un estuario, la salinidad depende de la relación entre los volúmenes de agua de mar y de agua dulce, de la amplitud de mareas, de la topografía y del clima de la localidad, experimentando variaciones diarias (Spivak, 1997).

Por otra parte, la geomorfología de estas áreas asociadas con los regímenes de marea y de la descarga fluvial genera patrones de circulación distintos para

cada estuario, pudiendo éstos actuar como filtros o como exportadores de materia (orgánica e inorgánica) para la zona costera adyacente (Noriega *et al.*, 2009).

Los cangrejos (Decapoda: Brachyura) son típicos habitantes del litoral estuarino (Spivak, 1997). Estos crustáceos provienen de ancestros marinos que han colonizado las regiones costeras de zonas tropicales, subtropicales y templadas de todos los continentes, y en algunos ecosistemas, como los manglares pueden llegar a ser la fauna dominante del suelo (Capistrán y Utrera, 2006)

El cangrejo semiterrestre *Cardisoma guanhumi* presenta diversos grados de eficacia de las estructuras de respiración de aire y la devolución de las branquias, lo que los caracteriza como una especie de respiración bimodal (O'Mahoney y Full, 1984; Gannon y Henry, 2004). Las series o grados de adaptación terrestre describen generalmente el aumento del nivel de independencia del ambiente acuático, aunque no está correlacionado actualmente con la tolerancia a la desecación (Hartnoll, 1988).

Su hábitat ha sido ampliamente documentado (Burggren y McMahon, 1988) y es considerado como uno de los componentes más importantes de la fauna de manglares por ser arquitectos naturales (Capistrán y Utrera, 2006). Su principal periodo de actividad es durante el día en la entrada de sus madrigueras, especialmente al amanecer y en días nublados o lluviosos. Durante las noches de luna llena, en temporada de lluvias, hacen migraciones masivas hacia el mar para liberar sus larvas (Capistrán y Utrera, 2006). En el estado de Veracruz y en especial para el caso de Tuxpan, las migraciones se pueden apreciar en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, con los picos más altos para los meses de julio y agosto (Obs. Per.).

La importancia ecológica de esta especie radica en ser fuente de alimento para peces, lagartijas, aves, mamíferos e incluso otros cangrejos. Participan

activamente en la dinámica del establecimiento de plantas al consumir selectivamente semillas, frutos, plántulas del suelo e incluso carroña. Durante la época de secas, la hojarasca que cae tanto en selvas costeras como en manglares es consumida por los cangrejos, ocasionando que parte de los nutrientes circule rápidamente mediante el fraccionamiento de hojas y la deposición de heces, dando paso a la actividad de consumidores más pequeños y descomponedores. La construcción y mantenimiento de sus madrigueras pone en constante movimiento el suelo, favoreciendo su aireación y en algunas plantas provoca el aumento de su producción (Capistrán y Utrera, 2006).

Por otro lado *C. guanhumi* juega un papel importante como fuente de alimento en diferentes países, una de las poblaciones más explotadas en el Caribe han sido las de Puerto Rico, hasta el punto de que esta especie se redujo drásticamente en la isla; se explota también en Cuba, Brasil, Honduras (Rico y Medina, 2010), México y Venezuela con exportaciones hacia USA (Carmona-Suárez, 2011).

Con base en lo anterior, el presente estudio tiene por objetivo evaluar diferentes aspectos, tanto biológicos como ecológicos de *Cardisoma guanhumi* en dos humedales de Tuxpan, Veracruz; “Laguna de Tampamachoco” y “Majahual”. Los datos obtenidos son fundamentales y básicos para proponer planes de manejo que conlleven a la conservación de la especie en la región mediante el uso sustentable.

II. ANTECEDENTES

Los decápodos constituyen una gran biomasa y son de importancia incalculable en las cadenas alimenticias y otras funciones ecológicas (Felder *et al.*, 2009); este orden incluye una gran diversidad de taxones, caracterizados por la presencia de un caparazón bien desarrollado que cubre todos los segmentos de la cabeza y el tórax (cefalotórax), encerrando las cámaras branquiales (branquiosteguito) (Campos *et al.*, 2005). Representan especies altamente variadas y exitosas, con más de 8,500 especies descritas (Burggren y McMahon, 1988). Son principalmente marinos en términos de abundancia y diversidad, sin embargo, incluyen especies conocidas de agua dulce e incluso algunas formas semi-terrestres (Campos *et al.*, 2005, Felder *et al.*, 2009). Los decápodos tienen ciclos de vida bastante complejos, por lo general involucra varias etapas larvales pelágicas, que se asientan como post-larvas, se desarrollan en juveniles y en última instancia, los adultos (Haywood y Kenyon, 2009).

El nombre "decápoda" se origina a partir de las diferenciadas cinco pares de patas torácicas que se originan por debajo del caparazón, terminando en pinzas (quelas) que utilizan para la alimentación, la trituración, la defensa, caminar, nadar, o en algunos casos la limpieza de las cámaras branquiales (Felder *et al.*, 2009).

Para el caso de cangrejos semi-terrestres, se definen como cangrejos que muestran variaciones en conducta, morfología, fisiología o adaptaciones bioquímicas permitiendo extender sus actividades fuera de la permanencia del agua (Burggren y McMahon, 1988), estos cambios ontogénicos de hábitat demuestran sus procesos evolutivos (Haywood y Kenyon, 2009). Tal definición, incluye cangrejos de géneros como *Cardisoma*, *Gecarcinus* o *Birgus*, pero también incluye cangrejos intermareales como *Pachygrapsus*, *Uca* o *Paguristes* (Burggren y McMahon, 1988).

La familia Gecarcinidae está generalmente referida como “cangrejos de tierra”, aunque todos los miembros muestran distintas adaptaciones terrestres. La familia incluye cuatro géneros; *Epigrapsus*, *Gecarcinus*, *Gecarcoidea* y *Cardisoma*, este último género está constituido por siete especies; *C. armatum*, *C. carnifex*, *C. crassum*, *C. hirtipes*, *C. longipes*, *C. rotundum* y *C. guanhumi* (Hartnoll, 1988).

Cardisoma guanhumi conocido comúnmente como cangrejo azul (CONABIO, 2009), cangrejo blanco, mulato, juey, pollo de tierra o cangrejo paisano (Rejane y Oshiro, 2002; Barrios, 2008; Rodríguez-Fourquet y Sabat, 2009) vive en dunas costeras húmedas, en manglares, en matorrales, en tulares, en selvas bajas inundables y medianas subperennifolias en orillas de ríos y en ciénegas (Herreid y Gifford, 1963; Burggren y McMahon, 1988). En estos hábitats, el cangrejo cava una madriguera que desciende hasta el nivel freático en el que pasa la mayor parte del día. Durante la estación seca (diciembre a mayo), los cangrejos permanecen la mayor parte del tiempo en sus madrigueras o mantienen la entrada a la madriguera cerrada con barro. Durante la temporada de lluvias (junio a noviembre) son más activos (Rodríguez-Fourquet y Sabat, 2009). Comparten hábitat con insectos y otros artrópodos pequeños. Su distribución en la tierra se limita generalmente a no más de 5 km del mar. Los individuos de esta especie pueden medir hasta 15 cm de ancho de caparazón y pesar hasta 500 g. Algunos autores estiman que el número poblacional adecuado para desarrollarse en su hábitat debe de ser superior a los 18,000 individuos por ha (Botto *et al.*, 1980).

C. guanhumi presenta pinzas claramente desiguales, su quela de menor tamaño es utilizada regularmente para la alimentación o aseo, y frecuentemente su quela mayor la utilizan para defenderse (Pitchaimuthu *et al.* 2000), presentan ojos en tallos móviles (como otros artrópodos), proporcionándoles un campo óptico útil para sus movimientos y su relación con el ambiente (Barnes, 1990; Herbert *et al.*, 1998). A lo largo de su ciclo de vida su coloración varía; en jóvenes es color marrón oscuro, en etapa de transición

de color púrpura oscuro y naranja, mientras que los adultos presentan un color azul lavanda y en el caso de las hembras cambian de color blanco o amarillo apagado en el momento de la ovulación (Tavares, 2003). La distribución y abundancia de los cangrejos está controlada por varios factores, como la disponibilidad de alimentos, la temperatura, la disponibilidad de agua, la topografía, la hojarasca, (Spivak, 1997; Rodríguez-Fourquet y Sabat, 2009), el refugio que les puede proporcionar el entorno del hábitat y la intensidad de captura (Obs. Per.). Ingeren alimentos frescos y en descomposición dentro de un radio de 2 m de sus madrigueras (Spivak, 1997). Su alimentación incluye principalmente plantas, destacando que las principales especies que componen la dieta de *C. guanhumi* son las hojas de mangle rojo *Rhizophora mangle*, blanco *Laguncularia racemosa* y botoncillo *Conocarpus erecta* (Herreid y Gifford, 1963). En condiciones de laboratorio se ha observado que pueden alimentarse de los individuos juveniles de la misma especie. En áreas donde la disponibilidad de nitrógeno en las plantas de forraje es baja parece limitar su tasa de crecimiento (Burggren y McMahon, 1988). Las especies florísticas y la composición del suelo están relacionadas con la preferencia de hábitat, ya que es en el suelo, donde se produce el estrés por la escasez de oxígeno y donde se descompone con mayor o menor velocidad la materia orgánica (Campos-Cascaredo y Moreno-Casasola, 2009).

El crecimiento y el tamaño en la madurez, son componentes importantes en la dinámica de las poblaciones y por lo tanto tienen importantes efectos indirectos en el reclutamiento de la población como en muchos crustáceos de pesca comercial (Hines, 1989). El cangrejo azul alcanza su madurez sexual aproximadamente de 3 a 4 años; es una especie de crecimiento lento que requiere más de 60 mudas comparado con otros que necesitan alrededor de 20 mudas para ser adultos (Hill, 2001). El proceso de muda, conocido por los recolectores como “descasca” tarda de 6 a 7 días y disminuye su constancia conforme aumenta la edad del cangrejo. Durante este proceso el cangrejo no es recomendable para el consumo humano ya que puede causar graves efectos en la salud debido a intoxicaciones, en esta fase de su ciclo de vida se

conocen popularmente como “cangrejos de leche” ya que secretan un líquido blanquecino (Firmo *et al.*, 2012, Comunicación personal con los isleños en San Andrés, Colombia, comúnmente conocidos según López y Otero, 2010 como “raizales”).

El ciclo reproductivo de *C. guanhumi* depende de los patrones del tiempo y las fases lunares, presentan migraciones masivas anuales durante la luna llena de los meses de mayor precipitación entre julio y septiembre. Cada hembra puede producir entre 300,000 y 700,000 huevecillos dependiendo de su tamaño (ver anexo A), el período de maduración dura aproximadamente dos semanas (Hill, 2001). Los huevos fertilizados se llevan en los apéndices abdominales; posteriormente migran hacia el mar, buscan refugio cerca de la orilla del agua y periódicamente entran en el agua y liberan las larvas mediante rápidos movimientos en abanico del abdomen (Gifford, 1962). Los cangrejos reclutas, después de pasar por varias etapas larvales, aproximadamente cinco meses de haberse realizado el desove regresan a invadir los manglares (Barrios, 2008).

Cardisoma guanhumi se distribuye en las Bermudas, sureste de Florida, Luisiana, sur de Texas, Colombia, costas norte y sur de Cuba, Jamaica, Puerto Rico, St. Thomas, Islas Vírgenes a Barbados, Trinidad, Antillas, Venezuela, Sao Paulo Brasil; en México se distribuye a lo largo del Golfo de México y mar Caribe (Powers, 1977; Burggren y McMahon, 1988). Específicamente en las costas del estado de Veracruz se encuentran poblaciones de esta especie en los municipios de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Cazonas, Nautla, Vega de Alatorre, Alto Lucero, Actopan, Boca del Río, Alvarado, Catemaco, Pajapan y Coatzacoalcos (SCT, 2008; Ramírez, 2009).

C. guanhumi tiene gran importancia económica, en países como Colombia, República Dominicana, Cuba y Venezuela donde se tiene conocimiento que se comercializa desde la década de los setentas (Taisoun, 1974), los exportan vivos, congelados o enlatados, sólo las quelas o en masa precocinada (Tavares, 2003; Giménez *et al.*, 2012) y regularmente mantiene un elevado

precio en el mercado (Rejane y Oshiro, 2002). En mayor medida la pesca de este cangrejo, así como en otras especies estuarinas es considerada artesanal (Perdomo *et al.*, 2010). Aunque esta especie no se considera en peligro de extinción, las poblaciones de *C. guanhumi* se sabe que están disminuyendo rápidamente debido a las presiones de cosecha y a la degradación de sus hábitats naturales (Firmo *et al.*, 2012). Sin embargo, a pesar de ser de interés económico y de su amplia distribución biológica ha sido poco estudiado (Rejane y Oshiro, 2002).

Diversos trabajos se han enfocado en ampliar el conocimiento biológico y ecológico de *C. guanhumi* (Costlow y Bookhout, 1968; Burggren y McMahon, 1988; Capistran y Utrera, 2006; Govender *et al.*, 2008; Oliva, 2009; Shimasaki *et al.*, 2011; Carmona-Suárez y Guerra-Castro, 2012); así como también se ha tratado su etnoecología (Takahashi, 2008). Ecológicamente, se ha encontrado que el ancho de la madriguera puede estimar la estructura poblacional; esta medida guarda una estrecha correlación con la longitud del caparazón, siendo así una herramienta útil para evaluar indirectamente la talla de los individuos que componen la población; no obstante se han evaluado otras medidas morfológicas de los cangrejos (Herreid y Gifford, 1963; Rejane y Oshiro, 2002; Barrios 2008; Govender y Rodríguez-Fourquet, 2008; Duarte *et al.*, 2008; Oliva, 2009). También se han utilizado patrones de coloración del caparazón para clasificar el estado de madurez de los individuos, Gifford (1962) propone tres estadios (juveniles, de transición y adultos), a diferencia de Rejane y Oshiro (2002) quienes proponen tres patrones de coloración para machos y cuatro para hembras.

Esta especie de cangrejo, es de gran importancia ecológica en los humedales; sin embargo, también es muy preciada a nivel comercial, esto ha conllevado a una disminución de las poblaciones tanto a nivel local como global debido a la explotación irracional a la que están sujetos. El procedimiento para su extracción es manual y existen varias formas, la mayoría de ellas son muy agresivas o invasivas, las cuales son descritas por Barrios (2008). Un factor

que se considera importante al evaluar la abundancia de la especie, es la calidad del hábitat, medida en términos de estructura de la vegetación, composición y biomasa de la hojarasca (Rodríguez-Fourquet y Sabat, 2009).

Se han realizado diferentes intentos por recuperar las poblaciones de la especie, se han llevado a cabo diversas actividades en zonas costeras en la que se distribuyen las colonias de *C. guanhumi* en México, se ha observado un mayor esfuerzo para su protección en la zona Caribe, en donde las principales actividades de concientización se llevan a cabo en Punta Nizuc, Playa del Niño y Playa las Perlas en Cancún. En el estado de Veracruz, Tecolutla se ha destacado por ser el municipio más activo en la protección del cangrejo azul fomentando Comités de Vigilancia Ambiental Participativa que promueve la SEMARNAT a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en los tres niveles de gobierno; organismos privados, sociales, educativos y de investigación.

C. guanhumi puede ser utilizado como una herramienta práctica para el monitoreo y análisis ambiental (Duarte *et al.*, 2008). Sin embargo aún con esta información, existe un vacío en el conocimiento respecto al grado de deterioro de las poblaciones de cangrejo azul. Este trabajo pretendió ampliar el conocimiento de la especie en la región y con ello, a la toma de decisiones adecuadas para su explotación sustentable.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- ♣ Evaluar la estructura de las poblaciones de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) y la calidad del hábitat en los humedales de la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- ♣ Determinar la densidad de la población de cangrejo azul en los humedales de la Laguna de Tampamachoco y Majahual.
- ♣ Evaluar la proporción de sexos en las poblaciones de los humedales Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz.
- ♣ Caracterizar la estructura poblacional según la talla de los individuos y el estado de madurez en los humedales de Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz.
- ♣ Evaluar la calidad del hábitat de las localidades de estudio y evaluar su influencia en las poblaciones de *C. guanhumi*.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Generalidades del Golfo de México

La superficie del Golfo de México, incluyendo el cuerpo de agua y los humedales costeros, de México y Estados Unidos, es de 1,942,500 km² (Díaz de León *et al.*, 2004).

El Golfo de México es prácticamente un mar interior, parcialmente conectado con el Océano Atlántico a través del estrecho de Florida y con el Mar Caribe a través del canal de Yucatán. La masa de agua está bordeada al oeste, sur y sureste por seis estados de México, al norte y noroeste por cinco de Estados Unidos y al Oeste por la isla de Cuba.

La zona recibe un aporte importante de agua dulce, ya que desembocan los principales ríos de Norteamérica: la sección mexicana recibe el 60% de la descarga nacional de los ríos y tiene el 75% de la superficie de ambientes estuarinos por parte de Estados Unidos, el Río Mississippi descarga un promedio de 580 km³ de agua dulce por año en el norte del Golfo de México y es responsable de cerca del 90% del influjo de agua dulce hacia el Golfo de México.

En la zona costera del Golfo de México se encuentra una gran diversidad de hábitats costeros de alta productividad que son sistemas interconectados, como bahías, deltas, lagunas costeras y estuarios, humedales, pastos marinos, y arrecifes de coral (Caso *et al.*, 2004)

4.2 Los humedales de Tuxpan

Los humedales de Tuxpan se ubican en la costa del Golfo de México en la Región Terrestre Prioritaria (RTP-103) para la Conservación de México,

(Basáñez, 2005; Cruz-Lucas, 2010) (Fig. 1). Los manglares y humedales de Tuxpan se encuentran divididos por el Río Tuxpan, al norte se localizan los manglares de la Laguna de Tampamachoco y el canal de navegación que los conecta con los esteros de Majahual, Tamiahua y Pueblo Viejo, al sur los manglares asociados a los esteros de Tumilco y Jácome (Lara-Domínguez et al., 2009).

Tanto los manglares de la laguna de Tampamachoco, como los de los esteros de Tumilco y Jácome, cuentan con las cuatro especies de mangle de México; mangle rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) (CONABIO, 2009). Están considerados como el último reservorio de vegetación costera original del municipio de Tuxpan. Una gran variedad de aves se encuentran reportadas para el sitio. Estos humedales revisten un importante hábitat para muchas especies de estuario y marinas (Basáñez, 2005).

Los vientos predominantes en los humedales de Tuxpan son del norte, conocidos como “Nortes”, presentes de octubre a febrero. Estos vientos pueden alcanzar los 80 km/h. De junio a septiembre se pueden presentar tormentas tropicales o huracanes, con rachas de más de 120 km/h. A su vez, en los meses de marzo a junio se presentan vientos del sur, conocidos como “Suradas”; estos son vientos secos y calientes que disminuyen la humedad atmosférica (Botello y Calva, 1998).

4.3 Áreas específicas del estudio

Laguna de Tampamachoco

Ubicada en la Región Huasteca, en la Llanura Costera del Golfo de México (Basáñez, 2005) entre los paralelos 20° 58' 93" y 21° 02' 28" de latitud norte y los meridianos 97° 19' 99" a 97° 23' 10" de longitud oeste (Mendoza, 2010).

Ésta es una de las lagunas costeras del Golfo de México que tiene gran valor ecológico y económico por su importancia en el ámbito pesquero (Botello y Calva, 1998). Su importancia para la conservación radica en que se encuentran en el límite norte de un manglar extenso y bien estructurado. Es el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan. Desemboca en el Golfo de México formando la barra de Tuxpan. Es navegable en 67 km y presenta una circulación estuarina típica (influyendo en el transporte, procedencia y contenido biológico de los sedimentos) la mayor parte del año (Contreras y Castañeda, 2004). El sistema descrito está situado en el clima A (w_2) con una temperatura media anual de 24.9 °C siendo el mes más frío enero con 19.9 °C promedio y junio el más caluroso con un promedio de 28.3 °C. La precipitación total anual es de 1.341,7 mm, presentando la estación seca de noviembre a mayo y la lluviosa de junio a octubre. El mes más seco es enero con 33 mm, y el más lluvioso es julio con 175.7 mm (INEGI, 2001).

El registro combinado de 171 especies, dentro de las cuales se encuentran macroalgas, moluscos, crustáceos y peces; ubica a la región Tuxpan-Tampamachoco como la segunda área estuarina lagunar del Golfo de México en cuanto a la riqueza específica, sólo por debajo de la laguna de Términos en Campeche (Contreras y Castañeda, 2004).

Majahual

Localidad situada en el municipio de Tamiahua, se encuentra a 10 m sobre el nivel del mar entre los paralelos 21° 08' 12" de latitud norte y los meridianos 97° 23' 51" de longitud oeste. Cuenta con aproximadamente 202 habitantes, la población económicamente activa es de aproximadamente 28.22% de la población total y se encuentra principalmente dividida en tres sectores:

Sector Primario: Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería, Pesca.

Sector Secundario: Construcción, Electricidad, Industria Manufacturera.

Sector Terciario: Comercio, Servicios, Transportes.

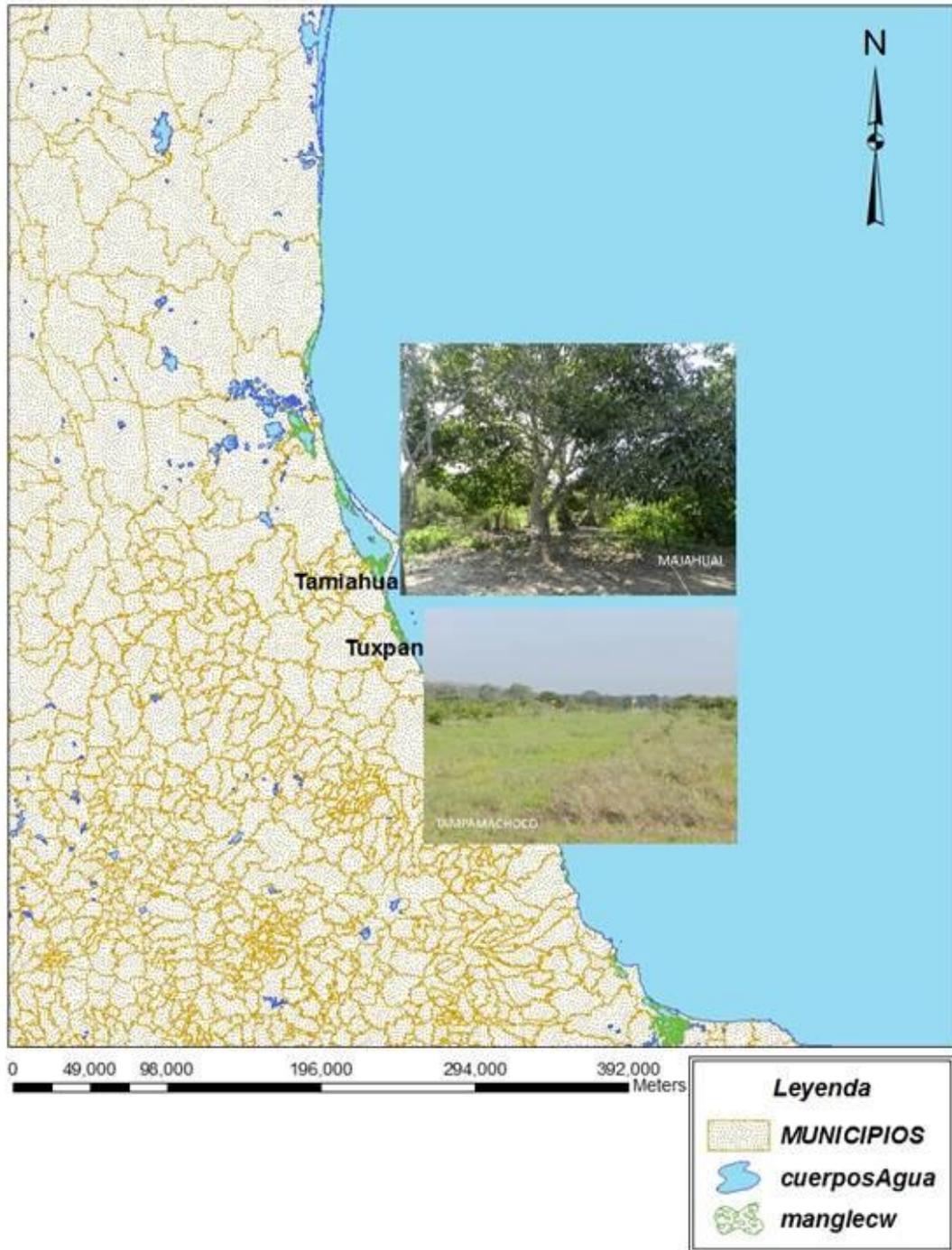


Figura 1. Área de estudio “Laguna de Tampamachoco” y “Majahual” Tuxpan, Veracruz.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Densidad

Se realizaron tres muestreos en los meses de agosto y noviembre del 2011 y febrero 2012. Para cada sitio de muestreo se trazaron cuatro transectos de 100 m, los cuales mantuvieron una separación de 25 m entre ellos. En cada transecto de manera perpendicular al agua, se delimitaron cinco cuadrantes de 25 m² (5x5) (Fig. 2).

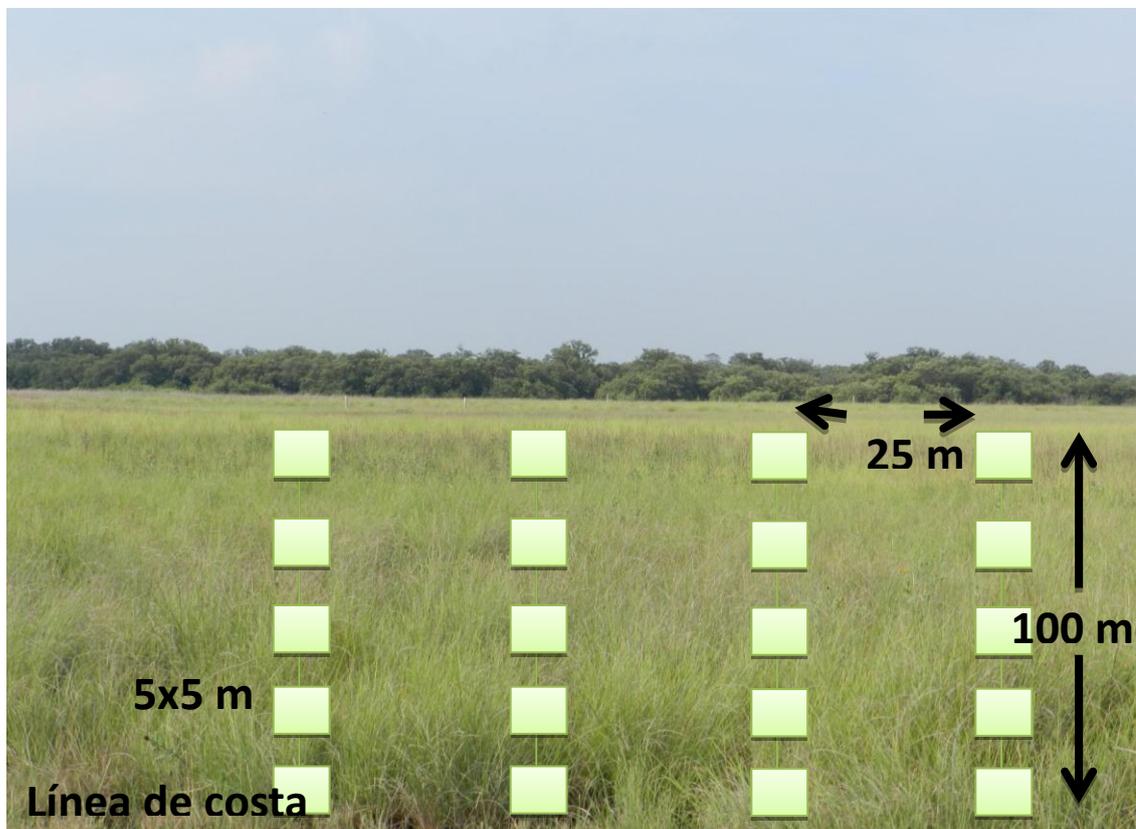


Figura 2. Ubicación de los cuadrantes en las zonas de estudio.

En cada cuadrante se registró el número de madrigueras activas, validando la actividad dentro de la madriguera por la presencia de lodo húmedo en la parte externa, producto de desecho de excavación constante del túnel (Cupul-Magaña, 2004), presencia de pellets fecales y/o con alimento. Los transectos fueron tomados como réplicas, teniendo en cuenta como principal consideración su distancia a la línea de costa (0, 25, 50, 75 y 100 mts).

Éste método es rápido y no invasivo (Skov *et al.*, 2002).

Los datos obtenidos en este apartado se evaluaron con estadísticas descriptivas. Posteriormente fue usado un modelo lineal generalizado con distribución Poisson para evaluar el efecto de los cuadrantes, es decir, la distancia a la costa, así como la fecha de estudio y la zona de muestreo sobre el número de madrigueras. El modelo fue seleccionado por medio de los valores del criterio de información Akaike (AIC). Se utilizó el programa R, versión 2.15.1 (R development Core Team 2006).

Por último, se calculó la densidad de cada cuadrante y se obtuvo un promedio de acuerdo a la distancia a la costa en cada uno de los sitios.

5.2 Proporción de sexos

Se estimó el porcentaje por sexo en cada uno de los sitios de estudio y se estableció por medio de la prueba de Chi cuadrado (χ^2) si la proporción observada es igual a la proporción esperada (50%:50%).

$$\chi^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i$$

Donde:

O_i = Valor Calculado

E_i = Valor esperado

La prueba se realizó con K-1 grados de libertad y $\alpha = 0.05$

5.3 Talla de los individuos y estado de madurez

5.3.1 Talla de los individuos

La talla de los individuos fue estimada de forma directa e indirecta. La manera indirecta se llevó a cabo mediante la medición de la entrada de las madrigueras (Fig. 3), por medio de un Vernier digital marca AutoTEC de 0.02 mm de precisión. Para tener un conocimiento más fiable del tamaño de la madriguera, se tomó la medición de la profundidad e inundación de cada una (cm). En estas dos últimas mediciones, se utilizó una manguera flexible, introduciéndola en cada madriguera hasta el límite de la misma, al extraerla se midió la profundidad, la marca de agua se toma como referencia de la inundación de la madriguera. Los datos fueron clasificados con base en una tabla de intervalos dividiendo los datos en tres grupos de talla (chico, mediano y grande) para posteriormente realizar una regresión logística polinómica para evaluar las variables independientes, distancia a la costa, fecha y sitio sobre la variable respuesta categórica que es la talla. Se realizó la selección del modelo mínimo utilizando el criterio de información de Akaike (AIC) para determinar el modelo con mejor soporte y las variables explicativas incluidas en el mismo. Los análisis estadísticos fueron efectuados en el programa estadístico R 2.4.1 (R Development Core Team 2006).



Figura 3. Registro de madrigueras activas de *C. guanhumi*.
I: Medición de la entrada de las madrigueras
II: Madriguera activa.

De forma directa, los individuos fueron capturados de forma manual en ambas localidades, únicamente durante la temporada de reproducción (junio-octubre), la muestra fue seleccionada de manera aleatoria, obteniendo un total de 136 individuos adultos de ambos sexos. Para el sitio 1; Tampamachoco y playa, se obtuvo un total de 28 individuos; mientras que para el sitio 2; Majahual y playa se obtuvo un total de 108 individuos.

El registro para cada uno de los individuos capturados fue: longitud y ancho de la región dorsal (mm) (Fig. 4), peso de los individuos (Fig. 5) y sexo. Para la medición de los organismos se utilizó un Vernier digital marca AutoTEC de 0.02 mm de precisión y una báscula digital marca Esnova Modelo B6126 con capacidad para 5 Kg.

Los datos de este apartado fueron evaluados con una estadística descriptiva, se realizó un ANOVA para el ancho del caparazón por sexo y sitio de estudio y un análisis de regresión lineal fue utilizado para las variables longitud y ancho

del caparazón.

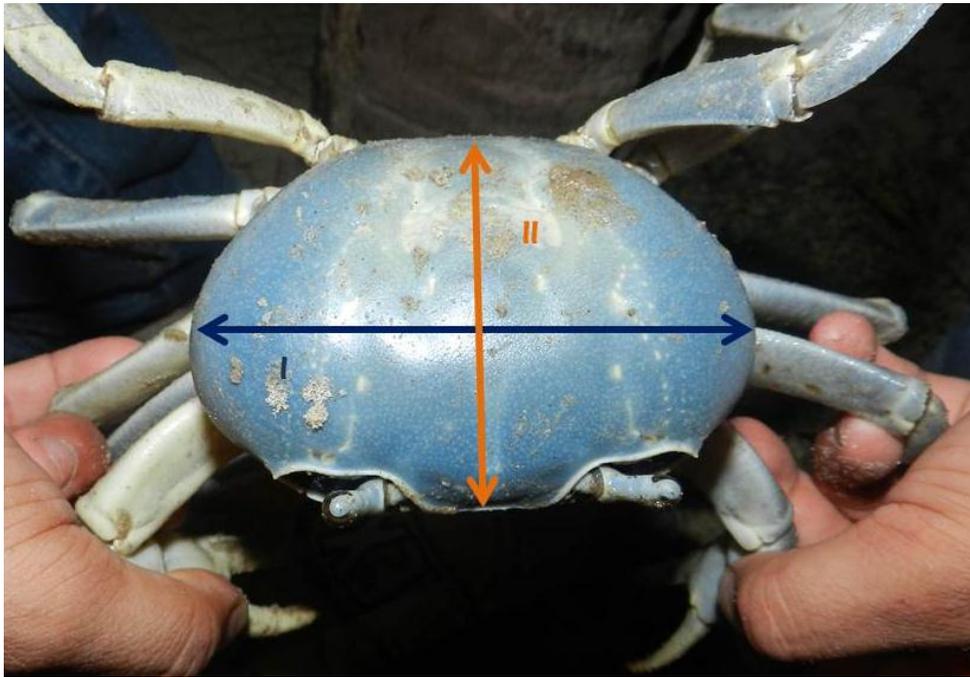


Figura 4. Registro de las medidas corporales tomadas para cada individuo de ambos sexos: **I=** Ancho total del caparazón (**CTW**) y **II=** Longitud total del caparazón (**CTL**) (medición estándar de la longitud total del caparazón de los cangrejos FAO, 1982).



Figura 5. Registro de peso para cada individuo capturado.

5.3.2 Estado de madurez

El estado de madurez de los individuos se estableció conjuntando los datos descritos por Gifford, (1962); Rejane y Oshiro, (2002) y Barrios, (2008), que determinan las diferentes etapas del cangrejo azul basando las categorías en medidas corporales como el ancho del caparazón y peso.

Preadulto o Fase de transición: ancho de caparazón de 50 a 70 mm para ambos sexos y de 40 a 89.9 g.

Adulto: ancho de caparazón de 55.0 a 85.0 mm en hembras y de 55.0 a 90.0 mm en machos con un peso mayor a 90 g para ambos sexos.

Hembras Ovadas: hembras adultas con coloración blanqueada o amarillenta debido al periodo de ovulación.

5.3.3 Frecuencia de sexos por intervalo de talla

Se estimó estableciendo la relación de machos y hembras obtenidas en los muestreos. Se empleó la ecuación propuesta por Creasey *et al.* (2000).

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

Donde:

M= número de machos en la muestra

H= número de hembras en la muestra

Los valores cercanos a 0 indicaron proporciones iguales, valores negativos indicaron más hembras que machos y valores positivos más machos que hembras.

La misma ecuación se emplea para determinar la proporción de hembras ovadas:

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

Donde:

H = número de hembras no ovadas (incluyendo juveniles y adultas)

Hov = número de hembras ovadas.

5.4 Calidad del hábitat

5.4.1 Composición del suelo

Se evaluó la composición del suelo para determinar su posible influencia en el establecimiento de las poblaciones de *C. guanhumi*. La fase de campo consistió en extraer aproximadamente 500 g de sustrato en cada una de las localidades de estudio, a una profundidad estimada de 30 cm con la ayuda de una pala (Buduba, 2004), posteriormente se colocaron en una bolsa limpia y debidamente etiquetada para su posterior traslado al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias campus Tuxpan, donde se llevó a cabo la determinación de propiedades químicas y físicas del sustrato. Cada una de las muestras fue esparcida en papel periódico para su secado a temperatura ambiente. A cada una de las muestras se les determinaron variables tanto físicas como químicas; a) físico: densidad, temperatura, densidad aparente, conductividad eléctrica, salinidad, b) químico: pH, carbonatos, nitrógeno total.

A) Análisis físico:

Determinación de textura: se lleva a cabo mediante el hidrómetro de Bouyoucos pesando en una balanza granataria 50 g de suelo seco para posteriormente batirlo durante 10 min como mínimo en muestras de textura gruesa (arenosos) y hasta 30 min para textura fina (arcillosos). Posteriormente

se vierte en una probeta con capacidad de un litro. Se afora con el densímetro adentro a los 1000 ml con la ayuda de una pizeta con agua destilada, finalmente se midió el valor de densidad introduciendo cuidadosamente el hidrómetro de Bouyoucos, repitiendo la operación al término de dos horas.

Densidad aparente: en una probeta se colocó 10 ml de suelo seco y tamizado hasta la marca de los 10 ml, se pesó el suelo y se registró el resultado.

Conductividad eléctrica: en un vaso de precipitado de 100 ml se colocó 20 g de suelo con 40 ml de agua destilada y una cápsula magnética en un agitador magnético durante 5 min, pasado el tiempo de agitación se realizó la filtración para tomar la medición con un conductímetro.

B) Análisis químico:

pH; en un vaso de precipitado de 100 ml se colocó 20 g de suelo y 40 ml de agua destilada, posteriormente fue colocado en el agitador magnético por 5 min. Después del tiempo de agitación, se midió el pH con un potenciómetro.

Carbonatos: en un vaso de precipitado de 150 ml se colocó 25 g de suelo seco y tamizado con 50 ml de ácido clorhídrico (HCl), hirvió durante 5 min, al enfriarse se agregaron 2 gotas de fenoltaleína y se tituló con hidróxido de sodio 0.25 N. anotando la cantidad de ml gastados (Maruri, 2008).

5.4.2 Análisis de vegetación

Se observó la distribución de las especies vegetales y se colectaron porciones de las plantas (hojas maduras, flores y/o frutos) para su identificación procurando llegar hasta nivel de especie, para relacionarse así con la preferencia del hábitat de *C. guanhumí*.

5.4.3 Datos climatológicos

Se obtuvieron los datos climáticos de la estación meteorológica de Tuxpan, con registros de; viento, humedad relativa, lluvia, insolación, temperatura y presión barométrica, de los meses de muestreo para observar de qué manera pudieran estar influyendo en la dinámica de la población de *C. guanhumi*.

VI. RESULTADOS

6.1 Estimación de la densidad poblacional

Se observó que el número de madrigueras entre zonas de muestreo fue mayor en Majahual que en Tampamachoco, con un promedio general de 518 a 326 respectivamente. En todas las fechas de muestreo y en todos los cuadrantes (distancia a la línea de costa) Majahual mostró un promedio mayor en comparación con Tampamachoco (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio del número de madrigueras por muestreo en las dos zonas de estudio.

FECHA DE MUESTREO	TAMPAMACHOCO		MAJAHUAL	
	PROMEDIO	DESV. EST.	PROMEDIO	DESV. EST.
Agosto	7.05	2.60	9.05	1.53
Noviembre	4.75	2.04	10.75	3.75
Febrero	4.5	1.98	6.1	1.33
Promedio General	5.43	2.47	8.63	3.10

El modelo lineal generalizado mostró que los cuadrantes; es decir, la distancia con respecto a la línea de costa, así como la fecha de muestreo y el sitio de estudio influyeron de manera significativa en el número de madrigueras activas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Modelo mínimo adecuado con distribución Poisson para el número de madrigueras.

TÉRMINO	LR CHISQ	GL	VALOR DE P
Distancia a la Costa	4.695	1	0.023*
Fecha	21.754	1	< 0.000
Sitio	44.062	1	< 0.000

*Las interacciones entre factores fueron excluidas del modelo al no explicar una proporción significativa de la devianza.

En relación a la distancia a la línea de costa, para ambos sitios, se observó un aumento en el número de madrigueras a la distancia 0 m (7.79 ± 3.33) y a 25 m (7.45 ± 3.56); conforme se aleja de la línea de costa el número de madrigueras disminuye, aunque no drásticamente (6.87 ± 2.69 a 50 m, 6.75 ± 3.33 a 75 m, 6.29 ± 3.18 a 100 m) (Fig. 6).

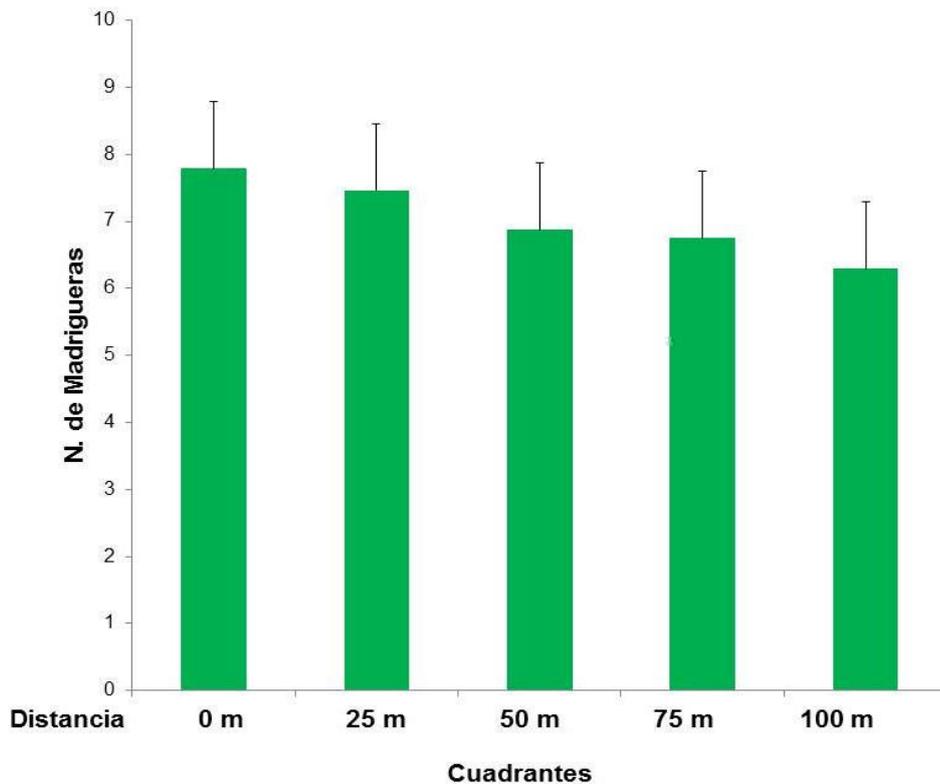


Figura 6. Promedio del número de madrigueras con base en la distancia a la línea de costa en los dos sitios de muestreo.

De acuerdo a la fecha de muestreo, el número de madrigueras fue mayor en el mes de agosto (8.05 ± 2.34) en comparación con los muestreos posteriores, en el último mes de muestreo (febrero: 5.3 ± 3.37), se detectó un descenso más pronunciado en el número de madrigueras activas en las dos zonas de estudio, en este último mes se observaron pequeños montículos de tierra cubriendo algunas de las madrigueras, lo cual es un indicativo de cangrejos en etapa de ecdisis o muda, afirmando la versión de Taisoun (1974) que menciona que el cangrejo azul realiza esta actividad de diciembre hasta abril (Fig. 7).

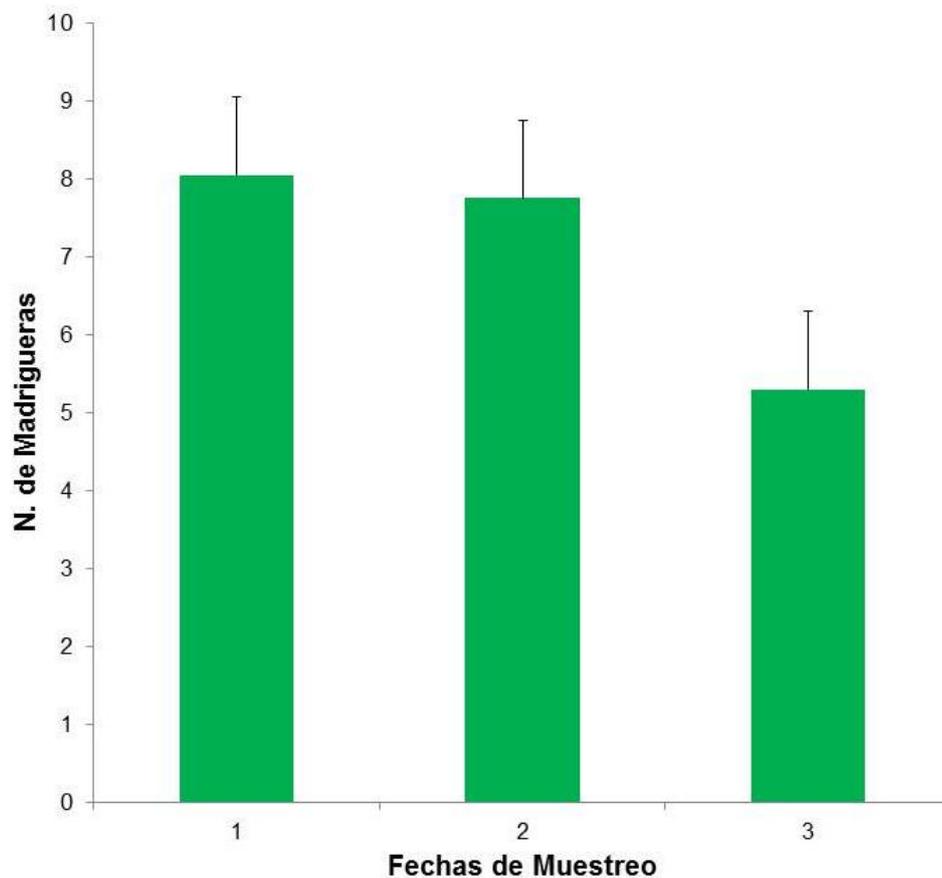


Figura 7. Promedio del número de madrigueras por fecha de muestreo; 1: Agosto, 2: Noviembre, 3: Febrero, en los dos sitios de estudio.

Con respecto al sitio de muestreo, el número de madrigueras fue notablemente mayor en la zona de Majahual (8.6 ± 3.10) que en la zona de Tampamachoco

(5.4 ± 2.47) (Fig. 8).

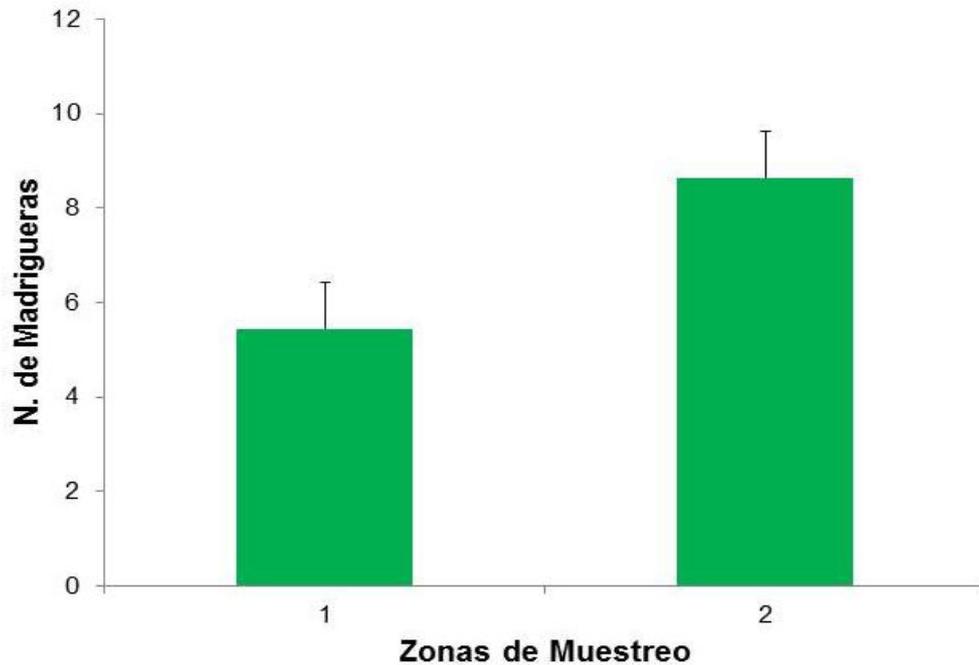


Figura 8. Número promedio de madrigueras registradas en cada sitio de estudio; 1= Tampamachoco, 2= Majahual.

Calculando la densidad de madrigueras por metro cuadrado no mostró un patrón determinado, en los dos sitios de estudio la densidad más alta se focaliza más cerca del cuerpo de agua (0 m). En la zona de Majahual, se observa una ligera tendencia a la disminución conforme la lejanía del cuerpo de agua, sin embargo en la zona de Tampamachoco la tendencia no es constante (Fig. 9), para las fechas de estudio, Majahual reporta valores mayores en agosto disminuyendo en los dos muestreos siguientes, en la zona de Tampamachoco la densidad es muy variable en las tres fechas de muestreo. De acuerdo a la zona de estudio, en Majahual se observa una mayor densidad (1.03 madrigueras/m²) que en Tampamachoco (0.65 madrigueras/m²).

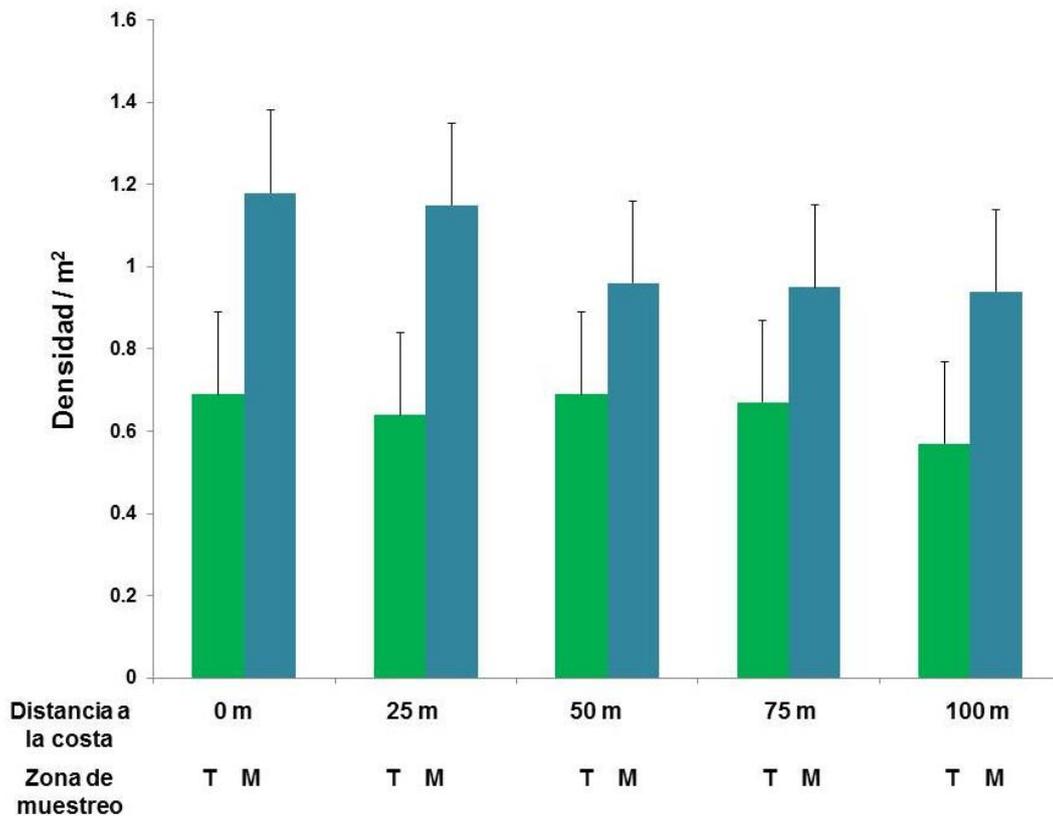


Figura 9. Densidad por metro cuadrado con relación a la distancia a la línea de costa de las tres fechas de muestreo en cada zona de estudio; T: Tampamachoco, M: Majahual.

6.2 Proporción de sexos

De acuerdo a la prueba de Chi cuadrada la proporción entre sexos; machos: hembras indica que en la zona de Majahual, la relación difiere de la segregación 1:1; machos (37%): hembras (62%), siendo la proporción 1:1,7. Por el contrario para la zona de Tampamachoco, la segregación se aleja más de la esperada; machos (21%): hembras (78%), con una proporción 1:3,6.

6.3 Talla de los individuos y estado de madurez

6.3.1 Talla de los individuos

A) Evaluación indirecta (Talla de las madrigueras)

La regresión logística politómica mostro que los predictores que influyen de manera significativa sobre la talla de las madrigueras fue la distancia a la línea de costa y la fecha de muestreo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Regresión logística politómica de la talla de las madrigueras.

TÉRMINO	LR CHISQ	GL	VALOR DE P
Distancia a la Costa	0.2841	1	< 0.000
Fecha	4.5878	1	0.0322
Sitio	26.5158	1	0.5940

*Las interacciones entre factores fueron excluidas del modelo al no explicar una proporción significativa de la devianza.

De acuerdo a las distancias a la costa (0, 25, 50, 75, 100 m) en la que se encuentran las madrigueras, se observa que los individuos de talla chica son predominantes en todos los niveles, seguidos los organismos de talla mediana y por último, grande (Fig 10).

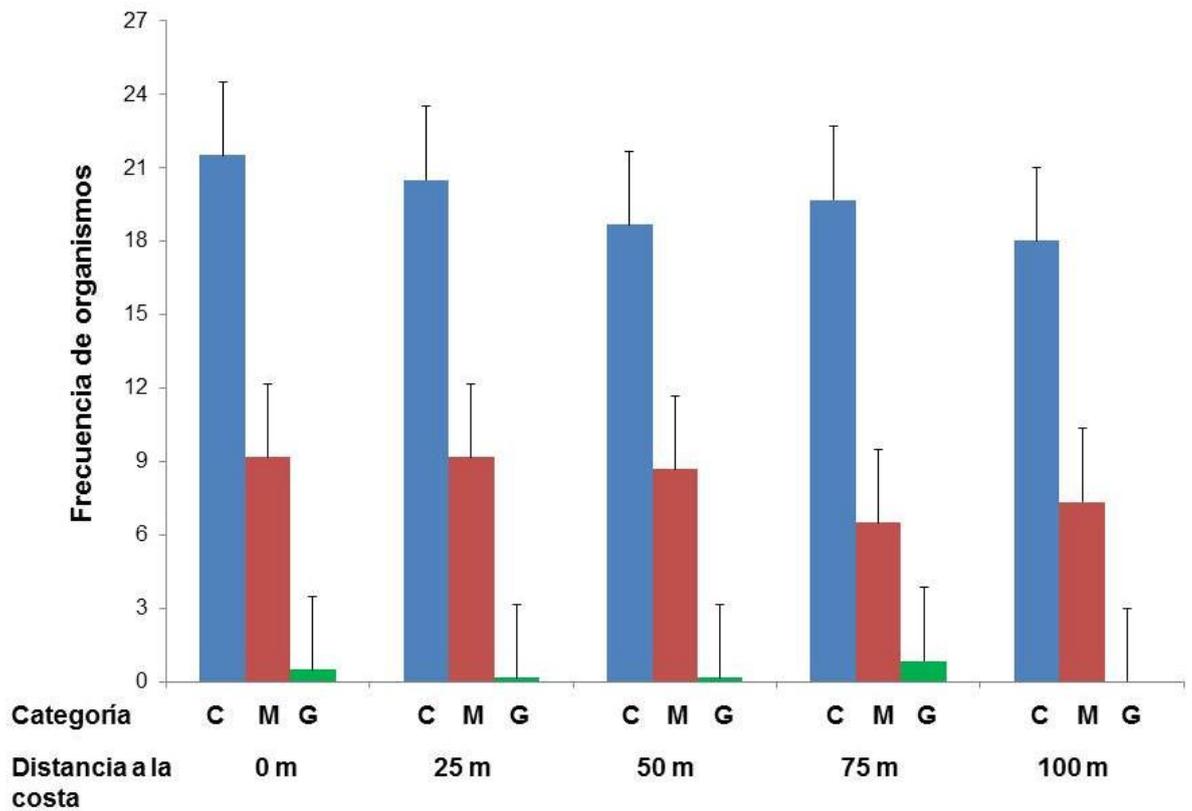


Figura 10. Frecuencia de organismos por categoría (C: chico, M: mediano, G: grande) con base en la distancia a la línea de costa para los dos sitios de estudio.

Con base en las observaciones para las fechas de muestreo, encontramos que la frecuencia de organismos en la talla chica es mayor en agosto; en el caso de la talla mediana y grande, se observa mayor frecuencia de individuos en el mes de noviembre (Fig. 11).

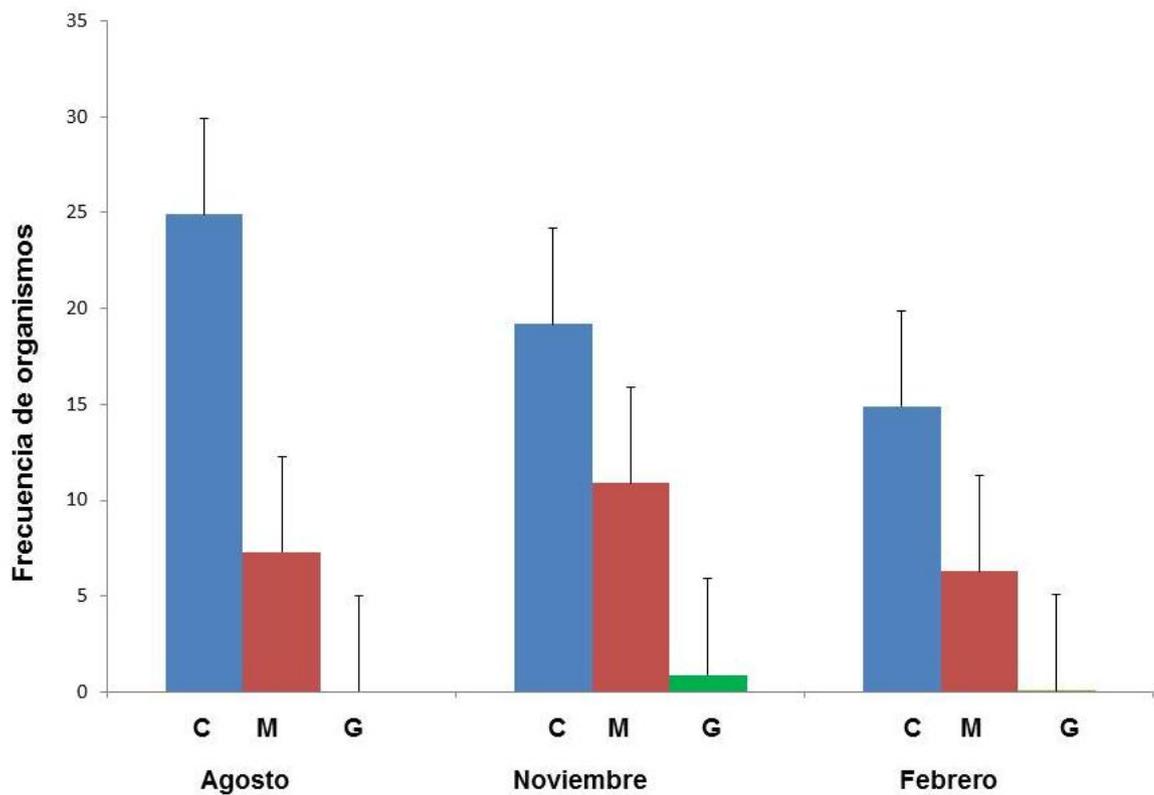


Figura 11. Frecuencia de organismos por categoría (C: chico, M: mediano, G: grande) para cada fecha de muestreo.

Como registros adicionales se midió la profundidad de las madrigueras y su inundación. La profundidad de las madrigueras se comportó de manera similar en ambas zonas de muestreo, los promedios por distancia a la costa en Tampamachoco se mantuvieron dentro del rango de los 60 cm, disminuyendo para Majahual (50 cm). En cuanto a las fechas de muestreo, la mayor profundidad en las madrigueras se registró en el mes de agosto, en comparación con los dos muestreos posteriores (Cuadro 4). Sin embargo el promedio general para los dos sitios de muestreo no fue muy variable (Tampamachoco; 67 y Majahual; 50).

Cuadro 4. Promedio de profundidad (cm) de las madrigueras de *Cardisoma guanhumi* en los meses de estudio en las dos localidades.

	MAJAHUAL		TAMPAMACHOCO	
	PROMEDIO	DESV.	PROMEDIO	DESV.
		EST.		EST.
Agosto	72.97	101.60	70.86	53.99
Noviembre	40.67	30.30	63.75	30.95
Febrero	33.21	12.50	64.41	31.65

La inundación en las madrigueras solo se observó en la zona de Tampamachoco, donde a los primeros 75 m el promedio se mantuvo cercano a los 20 cm, descendiendo a los 100 m (15 cm), en cuanto a las fechas de muestreo los promedios más bajos fueron en el mes de noviembre (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de inundación (cm) de las madrigueras de *Cardisoma guanhumi* en los meses de estudio en las dos localidades.

	MAJAHUAL		TAMPAMACHOCO	
	PROMEDIO	DESV.	PROMEDIO	DESV.
		EST.		EST.
Agosto	0	0	26.60	43.63
Noviembre	0	0	17.24	18.85
Febrero	0	0	22.32	18.45

B) Evaluación directa (Talla de los individuos)

Para la estimación directa de la talla de los individuos, se obtuvo un registro de 136 ejemplares de ambos sexos; 90 hembras y 46 machos, capturados durante la temporada de reproducción, en las dos localidades, siendo mayor el número de individuos registrados en la zona de Majahual (108) en comparación con Tampamachoco (28) (Fig. 12), el promedio general del ancho del caparazón se mantuvo alrededor de los 70 mm, 70.41 ± 10.37 para Majahual y 71.26 ± 6.63 para Tampamachoco, con rangos que van desde los 37 hasta los 98 mm.

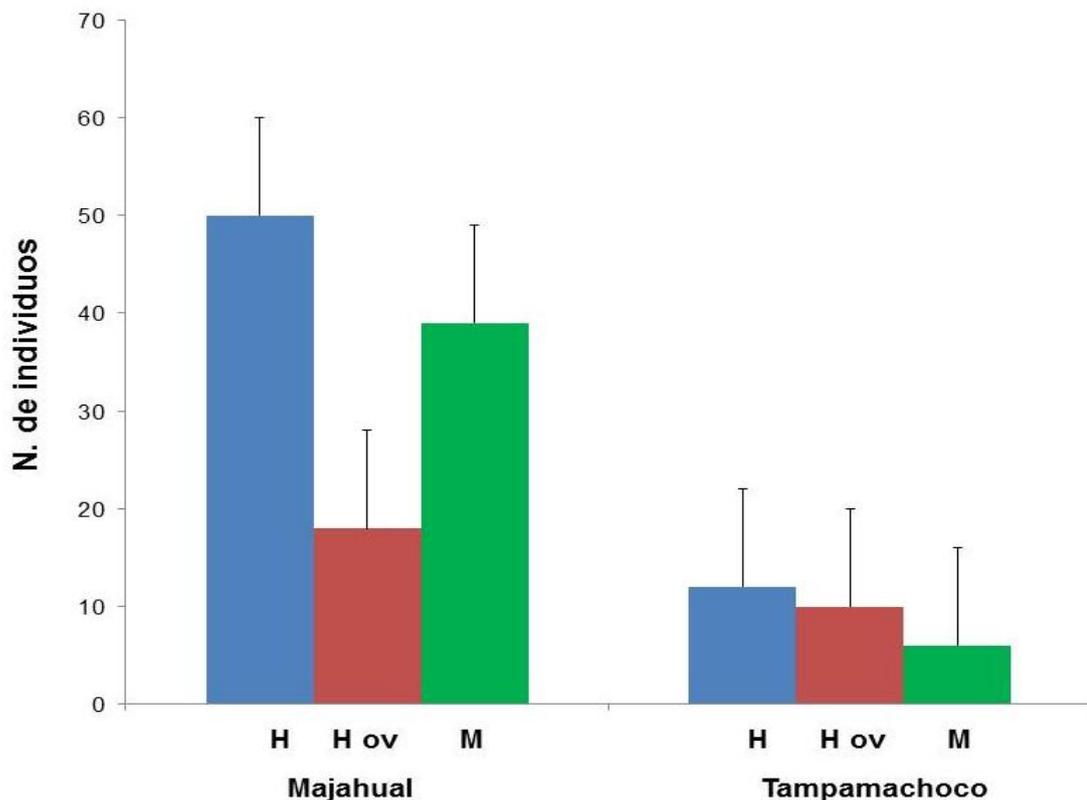


Figura 12. Número individuos de *Cardisoma guanhumí* capturados en época de reproducción por sexo en las dos zonas de estudio.

El ANOVA para la variable ancho del caparazón no mostro diferencias estadísticamente significativas en la localidad de estudio ($p=0.68$), ni por sexo ($p=0.13$).

El ancho total del caparazón de los individuos machos tuvo un promedio de 72.32 ± 9.70 con un mínimo de 37.38 mm y un máximo de 98.58 mm, mientras que las hembras registraron un promedio de 68.69 ± 8.88 con rangos que van de 52.21 a 95.84 (Figura 13).

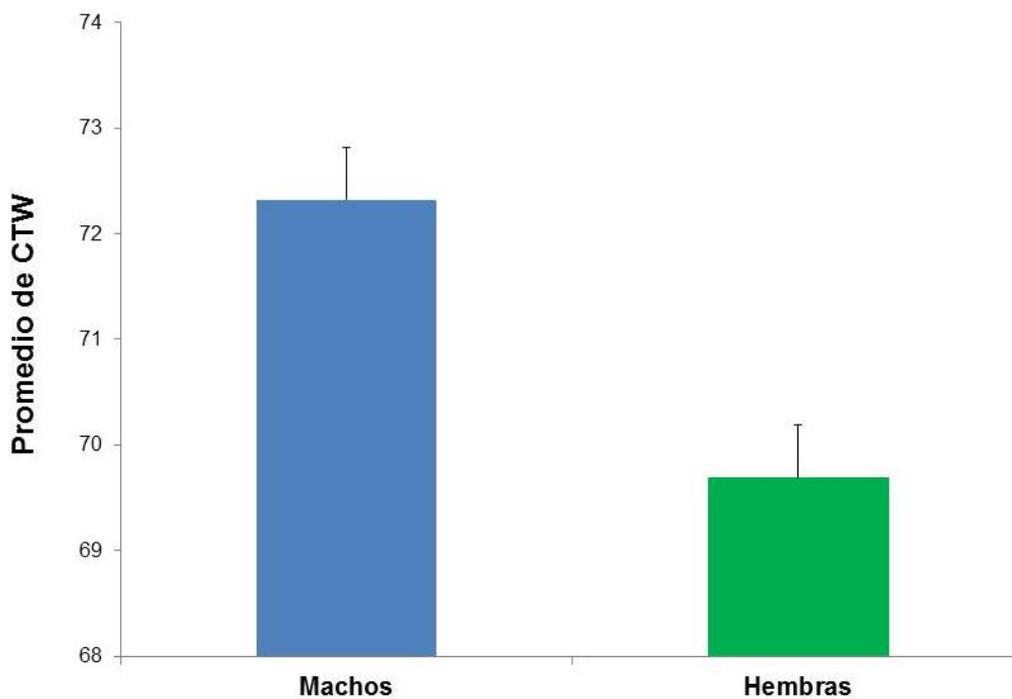


Figura 13. Promedio del ancho total del caparazón (CTW) de los individuos de *Cardisoma guanhumi* por sexo.

Las medidas de ancho y longitud total del caparazón de los individuos capturados tanto en Majahual como en Tampamachoco y sus respectivas áreas de playa fueron directamente proporcionales, comprobándose mediante un análisis de regresión lineal con un coeficiente de correlación de 0.86 y un R^2 de 74.12 %. El promedio de la longitud del caparazón se mantuvo alrededor de los 60 mm y cercanos a los 70 mm en el ancho del caparazón; por otra parte el peso de los individuos vario de 30 a 300 g, detectando que las hembras en los dos sitios de estudio, tuvieron promedios menores al de los machos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estadística descriptiva para las variables peso, ancho y largo del caparazón para hembras y machos, en cada sitio de estudio: A) Tampamachoco, B) Majahual.

A)	HEMBRAS			MACHOS		
	PESO	ANCHO	LONGITUD	PESO	ANCHO	LONGITUD
Media	151.37	57.58	70.42	150.04	56.75	69.42
(Error típico)	(4.63)	(0.57)	(0.59)	(4.84)	(0.55)	(0.53)
Mediana	145	56.74	70.22	145	55.9	69.41
Moda	145	52.65	61.55	145	52.65	61.55
Desv. Est.	49.32	6.12	6.33	48.90	5.62	5.39
Mínimo	48	44.05	58.95	48	44.05	59.86
Máximo	281	85.55	84.01	281	85.55	79.17

B)	HEMBRAS			MACHOS		
	PESO	ANCHO	LONGITUD	PESO	ANCHO	LONGITUD
	0					
Media	155.2	58.17	70.78	154.76	58.03	70.58
(Error típico)	4 (5.12)	(0.72)	(0.77)	(5.23)	(0.74)	(0.83)
Mediana	145	56.74	70.22	145	56.60	70.17
Moda	145	52.65	61.55	145	52.65	61.55
Desv. Est.	59.15	8.30	8.88	61.02	8.73	9.70
Mínimo	48	41.15	52.21	40	35.79	37.38
Máximo	337	90.1	95.84	337	90.1	98.58

6.3.2 Estado de madurez

Con base en las observaciones de la población, los individuos preadultos ó transicionales tuvieron poca representatividad en la muestra (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de individuos capturados por estado de madurez.

PORCENTAJE (%)		
Individuos	Preadultos	Adultos
Machos	10.86	89.13
Hembras	15.51	67.52
Hembras Ovadas	6.25	23.07

En la zona de Majahual se reporta la mayor cantidad de individuos en comparación con la zona de Tampamachoco, sin embargo en las dos zonas se observa que los individuos adultos con pesos mayores a los 90 g son más abundantes dentro de la población muestreada (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución de individuos de *Cardisoma guanhumí* en los dos sitios de estudio con base en su estado de madurez, conforme al peso. (Número total de cangrejos examinados: ♂ machos: 46, ♀ hembras: 90)

		PESO (g)	MACHOS	HEMBRAS	HEMBRAS OVADAS
Tampamachoco	Pre adultos	40 – 89.9	0	0	0
	Adultos	Mayor a 90	6	12	10
Majahual	Pre adultos	40 – 89.9	5	9	2
	Adultos	Mayor a 90	35	37	20

6.3.3 Frecuencia de sexos por intervalo de talla

Con base en la fórmula propuesta por Creasey *et al.* (2000) el único intervalo de talla en el que se observa mayor proporción de machos que de hembras, es en el rango que va de 86 a 98.58 en la localidad de Majahual (Figura 14^A); sin embargo para la zona de Tampamachoco (Playa Azul) en todos los intervalos

de talla son predominantes las hembras (Figura 14^B).

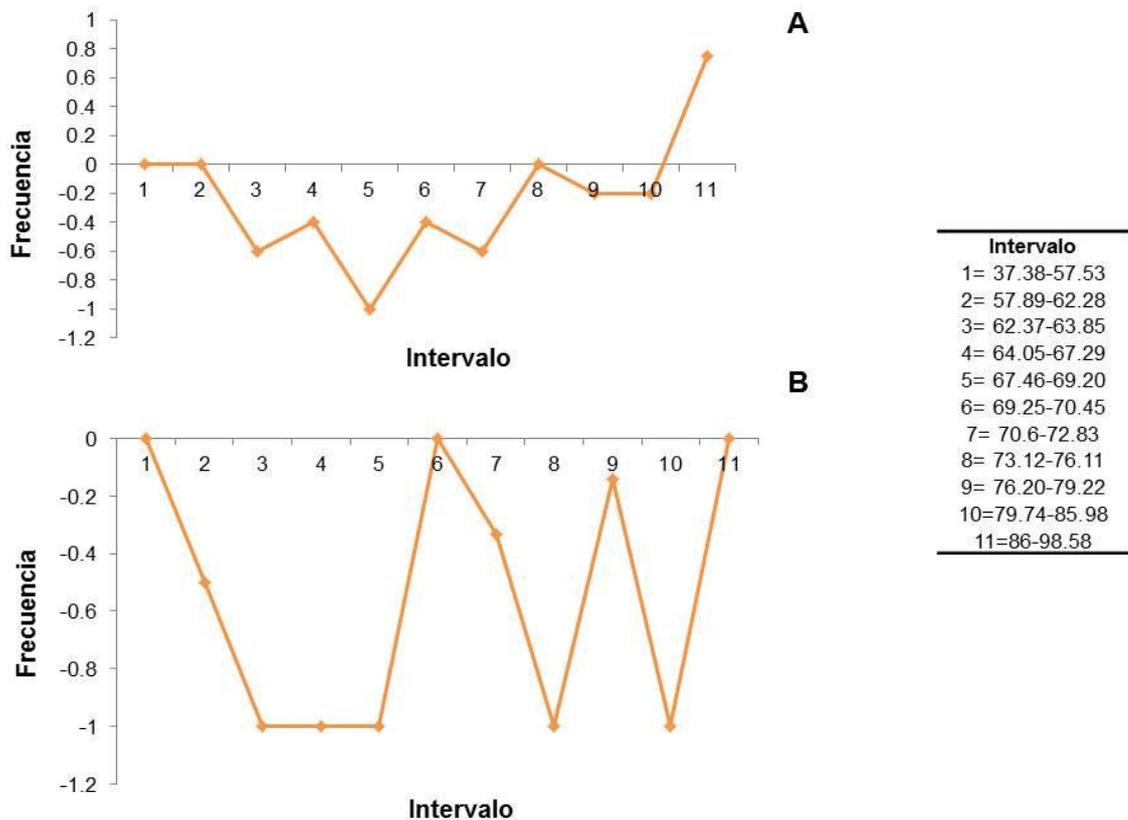


Figura 14. Relación de sexos por intervalo de talla para la especie *C. guanhumii*, valores de cero indican igual número de machos que de hembras, valores positivos indican mayor número de machos que de hembras y valores negativos indican mayor número de hembras que de machos, la gráfica **A** representa la zona de Majahual, la gráfica **B** representa Tampamachoco.

La frecuencia que se observa para la proporción de hembras no ovadas con respecto a hembras ovadas, indica que las hembras no ovadas son predominantes en la zona de Majahual, para el área de Tampamachoco se observan dos intervalos donde las hembras ovadas son más frecuentes; de 68.67 a 70.22 y de 79.22 a 95.84 (Fig. 15^A, 15^B).

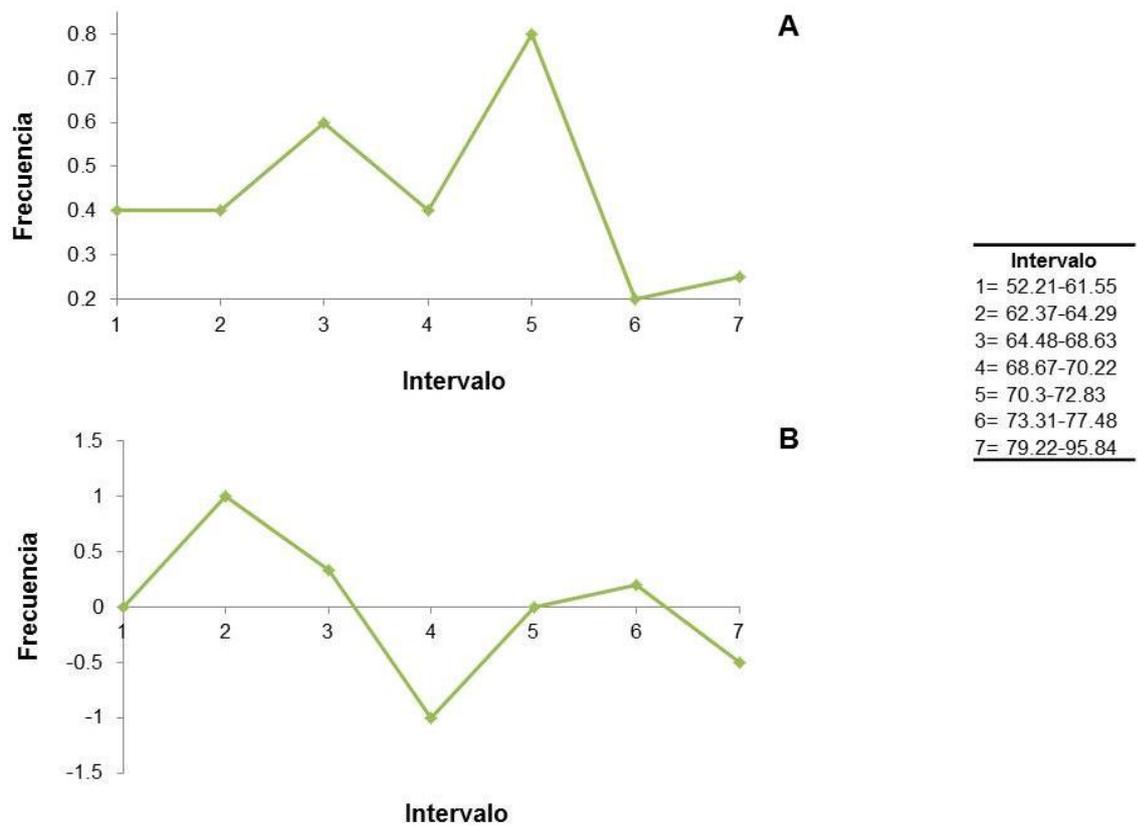


Figura 15. Relación de sexos por intervalo de talla para la especie *C. guanhumí*, para H:H ov. Valores de cero indican igual número de hembras no ovadas que de hembras ovadas, valores positivos indican mayor número de hembras no ovadas y valores negativos indican mayor número de hembras ovadas, la gráfica **A** representa la zona de Majahual, la gráfica **B** representa Tampamachoco.

6.4 Calidad del hábitat

6.4.1 Composición del suelo

En el análisis de suelo realizado en cada una de las áreas de estudio se destaca la diferencia en textura y salinidad, la textura es una de las características más importantes del suelo, ya que ésta hace referencia a las porciones porcentuales de las agrupaciones por tamaños de los granos individuales en una masa de suelo. Los valores obtenidos de las pruebas del análisis de suelo se muestran en el Cuadro 9 (A= Análisis Físico y B= Análisis Químico). A pesar de que la clase textural de los dos sitios cae en diferentes categorías, cuentan con un alto porcentaje de arena que les permite una rápida infiltración de agua gracias a los poros de gran tamaño, lo que se traduce en la facilidad con la que cuentan los cangrejos para mantener humectadas sus cámaras branquiales. Por otro lado la salinidad es más alta en Tampamachoco, debido principalmente a la cercanía al mar.

Cuadro 9. Valores del análisis del suelo en las dos zonas de estudio: A) análisis físico, B) análisis químico

A

ANÁLISIS FÍSICO	TAMPAMACHOCO	MAJAHUAL
Clase Textural	Arcilla	Arena migajonosa
Densidad Aparente	1.43 g/cm ³	1.47 g/cm ³
Conductividad Eléctrica	8.79 µS	1015.16 µS

Salinidad	4.80	0.50
------------------	------	------

			<i>B</i>
ANÁLISIS QUÍMICO	TAMPAMACHOCO	MAJAHUAL	
pH	8.05	7.97	
Carbonatos	12.46 %	12.35 %	
Caliza activa	6.23 %	6.18 %	
Materia Orgánica	2.80 %	1.31 %	
Fósforo	18.5 ppm	18.5 ppm	
Nitrógeno Total	7.5 ppm	5 ppm	

6.4.2 Análisis de vegetación

El área de Tampamachoco, es un espacio adyacente a la laguna denominada bajo el mismo nombre, en la cual los estratos de vegetación están claramente definidos; cuenta con una zona de manglar con las especies de mangle reportadas para México (*Rhizophora mangle*: mangle rojo, *Laguncularia racemosa*: mangle blanco, *Avicennia germinans*: mangle negro y *Conocarpus erectus*: mangle botoncillo), un área de acahual y una zona regida principalmente por *Spartina*, *Borrchia* y una gramínea introducida, en este último estrato se encuentra la población de *C. guanhumi* en estudio, la alta salinidad del suelo y el bajo porcentaje de materia orgánica en esta zona, restringe el establecimiento de la vegetación.

Majahual es un área de transición entre un estero y la playa donde la vegetación es muy variada, la zona adyacente al estero es principalmente de mangle rojo, y el área donde se localiza la población de estudio tiene unas 20 especies diferentes, el área donde se concentra la mayor parte de la población de *C. guanhumi* está dominada por *Cocos nucifera*, los restos de los frutos de esta especie, proporcionan protección a las galerías contra la erosión y desmoronamiento causado por agentes externos, se observa también la presencia de *Hibiscus elatus* que es una especie reportada en otras áreas donde se encuentran poblaciones de cangrejo azul, por ejemplo, en Puerto Rico los cangrejeros (personas dedicadas a la extracción de cangrejos) cortan tiras de corteza específicamente de esta especie para coleccionar individuos de *C. guanhumi* (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies vegetales encontradas en los dos sitios de estudio

ESPECIE	TAMPAMACHOCO	MAJAHUAL
<i>Spartina</i> sp.	X	
<i>Borrichia</i> sp.	X	
<i>Pasto</i> sp.	X	
<i>Gliricidia septia</i>		X
<i>Hibiscus elatus</i>		X
<i>Nerium oleandre</i>		X
<i>Sambucus australis</i>		X
<i>Guazuma ulmifolia</i>		X
<i>Dalbergia</i> sp		X
Arecáceas		X
<i>Solanum mauritianum</i>		X
<i>Parmentiera edulis</i>		X
<i>Solanum melongena</i>		X
<i>Oenathera biennis</i>		X
<i>Sida rombifolia</i>		X
<i>Malvaviscus arboreus</i>		X
<i>Sambucus nigra</i>		X
<i>Bursera simaruba</i>		X
<i>Ceiba pentandra</i>		X
<i>Palmentiera edulis</i>		X
<i>Dabebulla rosa</i>		X
<i>Cocos nucifera</i>		X
<i>Parthenium hysterophorus</i>		X

6.4.3 Datos Climatológicos

Se presentan los valores promedio de las variables ambientales tomadas de la estación meteorológica de la Comisión Nacional de Agua de Tuxpan (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores de las variables ambientales

	VIENTO		HUMEDAD RELATIVA		TEMPERATURA	PRESIÓN
	MÁXIMO			AMBIENTE	BAROMÉTRICA	
	Velocidad	Media	Máxima	Mínima		
Agosto	5.7	90	98	78	28.4	1012.58
Noviembre	5.0	91	98	79	21.9	1017.93
Febrero	4.9	94	98	86	19.6	1019.30

VII. DISCUSIÓN

Cardisoma guanhumi, especie catalogada como ingeniero de ecosistemas costeros, excava su madriguera adyacente a cuerpos de agua, este micro hábitat que ellos crean, les proporciona protección contra depredadores y contra la desecación al mantener en el fondo un pequeño depósito de agua, también les proporciona un refugio durante el periodo de muda. La densidad de madrigueras por metro cuadrado es muy variable de acuerdo a la zona de estudio, los datos obtenidos por Herreid y Gifford (1963) registraron 1,85 madrigueras/m², Giménez *et. al.* (2012) y Rodríguez-Fourquet y Sabat (2009), detectaron densidades que van desde 1.2 a 6 ó 10 madrigueras/m², Carmona-Suárez (2011) en costas venezolanas encuentra valores que varían de 0.24 a 5.48 madrigueras/m², los datos reportados en este trabajo son menores Tampamachoco 0.65 y Majahual 1.03 madrigueras/m². Este valor es cercano a las densidades observadas por Hill (2001) que recomienda como hábitat óptimo 7,500 madrigueras por hectárea (0.75 madrigueras/m²), por otro lado, los datos encontrados en este estudio fueron mayores a los datos de Salinas (2011) para el sureste veracruzano 0.52 madrigueras/m², mientras que Govender y Rodríguez-Fourquet (2008) en Puerto Rico, reportan valores de 0.18 madrigueras/m². De acuerdo a los meses de muestreo, el mes de febrero en ambas zonas de estudio, se observaron densidades más bajas teniendo así estrecha relación con las observaciones de Herreid y Gifford (1963) que hacen mención al decrecimiento del número de madrigueras en invierno, relacionándose con el declive general de actividad de la especie en este periodo debido a la baja temperatura. No obstante tomando como referencia a Botto *et al.* (1980) que estima que el número poblacional adecuado para *C. guanhumi* debe ser superior a 1.8 madrigueras/m², nos da la idea de que las poblaciones en Majahual son moderadamente estables, sin embargo, las poblaciones en Tampamachoco son muy bajas.

Ambos sexos de *C. guanhumi* comienzan su mayor actividad al inicio de la temporada de lluvias; temporada en la que se realizó la colecta de individuos para este trabajo. En trabajos como los de Rejane y Oshiro (2002), el grupo de trabajo de Oliveira (2001) y Barrios (2008) la proporción de sexos fue 1:1, en este trabajo se encontró que difiere un poco para la zona de Majahual, donde la proporción fue 1:1,7 que se encuentra cercano a los valores reportados por Shinozaki (2008) observando más hembras que machos (1:1,02). Por otro lado en la zona de Tampamachoco los valores se alejaron más de la segregación esperada, obteniendo una proporción 1:3,6, esta diferencia puede ser explicada por las observaciones de Taisoun (1974) que menciona que las hembras son capaces de almacenar y mantener en sus espermatecas, reservas de espermatozoides que serán utilizados varios años después para fertilizar nuevos ovocitos, siendo probable que ellas copulen solo una vez en la vida, por ello el periodo de actividad durante la época de reproducción es más marcado en hembras.

El diámetro de las madrigueras guarda una estrecha relación con su individuo huésped por lo que se convierte en un acertado referente indirecto para evaluar el tamaño de los organismos, en este trabajo se observó que el promedio de esta medida en las dos zonas de estudio fluctuó de 38 a 44 mm, estos valores se encuentra dentro de los valores reportados por Herreid y Gifford (1963) quienes reportan variaciones que van entre 5 y 180 mm. Hill (2001) por su parte reporta madrigueras con un ancho de 10 hasta 180 mm, mientras que Barrios (2008) determinó promedios cercanos a los 40 mm; aunque dista de lo reportado por Salinas (2011) con diámetros mayores, que van desde 73 a 86 mm en una zona lagunar al sureste de Veracruz, Govender y Rodriguez-Fourquet (2008) por su parte exponen resultados con promedios de 60 mm. Estos estudios nos muestran la gran variabilidad en el tamaño que pueden alcanzar las madrigueras, sin embargo los valores encontrados en este estudio no mostraron diámetros grandes, indicando que los organismos en ambos sitios tanto para la distancia a la costa, como para las fechas de muestreo son de tallas pequeñas contrario a lo que Carmona-Suárez y Guerra-Castro (2012)

mencionan; los cangrejos pequeños regularmente no excavan sus propias madrigueras y utilizan madrigueras previamente abandonadas.

La madriguera del cangrejo de tierra es una suave pendiente tubular que alcanza profundidades según Bright y Hogue (1972) y Herreid y Gifford (1963) de 150 a 340 cm. En este trabajo ambas zonas de estudio los promedios de profundidad no registraron valores tan altos (En promedio, Tampamachoco 67 y Majahual 50) como los reportados por los autores mencionados, sin embargo si se detectaron profundidades máximas de 200 cm. Se observa que agosto es el mes en el que la profundidad en las dos zonas aumenta, esta relación puede adjudicarse a las altas temperaturas, obligando así a los cangrejos a escarbar más en busca de sitios más frescos, los datos de este trabajo fueron mayores a los valores de Salinas (2011) para el sureste de Veracruz que reporta una profundidad máxima de 44 cm para el mes de mayo.

En su extensa distribución geográfica, *C. guanhumi* siempre habita áreas por encima de líneas de marea alta, cerca del mar para permitir la migración y suficientemente cerca de un cuerpo de agua para mantener un depósito, su característica de ser osmorreguladores (su hemolinfa es hiposmótica en agua de mar, pero hiperosmótica en medios diluidos) les permite que los depósitos de agua que conservan en el fondo de sus madrigueras puedan ser tanto de agua de mar, agua dulce o salobre (Taisoun, 1974; Takeda, 1996). El promedio de inundación de las madrigueras en ambas localidades muestreadas varía notablemente de 22.69 a 0,25 cm para Tampamachoco y Majahual respectivamente, lo cual se aleja de lo reportado por Salinas (2011) con valores que varían de 23,8 a 36,3 cm. La gran diferencia de inundación en cuanto a los sitios de estudio se debe a la ubicación de las madrigueras, la zona de Tampamachoco está más cerca de una fuente de agua en comparación con Majahual, sin embargo, el análisis de suelo demostró que la porosidad en las dos zonas permite la filtración de humedad dándoles a los cangrejos condiciones viables para su permanencia. Por otra parte, se observa que el sustrato en cada sitio está conformado por arena y lodo (Majahual y

Tampamachoco respectivamente) que según Mikulta (2009) son requeridos estos tipos de suelo para evitar el colapso de la madriguera. Otra de las características encontradas en el suelo en los dos sitios fue el porcentaje medianamente alto de caliza activa, que de acuerdo a la hipótesis que plantea Barrios (2008) puede intervenir en el proceso de muda, las demás variables del análisis de suelo, así como los datos climatológicos no se pudieron relacionar con la preferencia en el establecimiento del hábitat de *C. guanhumi*.

El exoesqueleto de los cangrejos proporciona información biológica importante, que se toma muy en cuenta en el monitoreo y conservación de la especie, los datos morfométricos principalmente tomados incluyen peso, longitud y ancho del caparazón. Siendo la más usual esta última medida, Rejane y Oshiro (2002) observan que los machos alcanzan promedios de 85 mm y las hembras 75 mm, Shinozaki (2008) determinó máximos de 92 a 85 mm para machos y hembras y en la isla de San Andrés, Colombia los promedios para hembras y machos varían de 82 mm de 87 mm respectivamente (Obs. Per.), mientras que Oliva (2009) en el Caribe mexicano reporta valores máximos de 105 mm en machos y 90 mm en hembras. En este trabajo los valores encontrados son menores, las tallas de los machos en ambas zonas estuvieron cercanos a los 72 mm, en hembras de 69 a 70 mm. Reportes como el de Takahashi (2008) encuentra organismos que van de 75 a 74 mm para machos y hembras respectivamente, sin embargo Rodríguez-Fourquet y Sabat (2009) establecen valores más pequeños del tamaño promedio de *C. guanhumi* encontrado en este estudio ($57,6 \pm 15,9$ mm) al igual que Govender y Rodríguez-Fourquet (2008) (56,4 mm), Oliveira *et al.* (2001) (62 mm), Carmona-Suárez (2011) (48,08 mm) y Carmona-Suárez y Guerra-Castro (2012) (58,79 mm).

Por otro lado según Gifford (1962), la relación ancho y longitud del caparazón de esta especie es constante durante toda su vida, lo que concuerda con lo encontrado en este trabajo ya que las medidas entre CTW y CLT son directamente proporcionales, al igual que en el trabajo de Shinozaki (2008) en la región noreste de Brasil, Carmona-Suárez y Guerra-Castro (2012) en

Venezuela.

Rejane y Oshiro (2002) determinaron un mayor número de individuos en intervalos de tallas que van de 60 a 75 mm de CTW; en la zona de Majahual se encuentra un mayor número de hembras en rangos de 86 a 98.58 mm y Shinozaki (2008) reporta que las hembras son más numerosas en rangos mucho menores (55 – 60 mm). Sin embargo en las dos zonas de estudio las hembras reportan promedios menores a los machos, atribuido principalmente al dimorfismo sexual de la especie.

Debido a que la colecta de los individuos sólo se realizó en temporada de reproducción y no a través del tiempo, no se capturaron individuos inmaduros o juveniles; ya que ellos no presentan el comportamiento de migración en esta fase y no se alejan de sus madrigueras; sin embargo los rangos de CTW junto con la medida de peso que se establecieron para estimar cuáles eran los individuos adultos fueron con base en los datos reportados por Rejane y Oshiro (2002) quienes hacen mención a que la medida de CTW en individuos maduros rebasa los 55 mm, por otro lado Gifford (1962) y Burggren y McMahon (1988) dicen que los adultos pueden llegar a medir 100 o 110 mm y pesar 500 g, en zonas en donde la presión de cosecha o captura es muy baja pueden llegar hasta los 600 g como en la Isla de San Andrés, Colombia (Obs. Per.), por otro lado Oliveira *et al.* (2001) reportaron promedios de CTW menores, estableciendo como individuos adultos los que alcanzan tamaños desde 35,5 mm.

Hill (2001) por su parte menciona que *Cardisoma guanhumi* intensifica su actividad de forrajeo para ganar peso en las primeras semanas del periodo migratorio Govender y Rodriguez-Fourquet (2008) estiman que el peso promedio en sus colectas para ambos sexos fue de 117 g y Barrios (2008) determinó un promedio de 116 g, los cuales son menores a los encontrados en este estudio, en el que el promedio de peso en machos para Tampamachoco es de 163 y en hembras 155 g, en Majahual se observa que el promedio en

machos es de 187 g y en hembras es mucho menor (134 g). Oliva (2009) en la zona del Caribe mexicano reporta promedios más altos que van desde los 250 hasta los 450 g, para la isla de San Andrés (Caribe Colombiano) las hembras alcanzan los 270 g y los machos 347 g (Obs. per.), esta diferencia de tallas concuerda con las observaciones de Burggren *et al.* (1985) quienes establecieron que la maduración sexual detectada entre otros factores por la longitud del caparazón y el peso puede variar de acuerdo a la distribución geográfica.

Burggren y McMahon (1988), Powers (1977), así como las observaciones etnoecológicas de Firmo *et al.* (2012) describen que el comportamiento alimentario de *C. guanhumi* no contiene demasiadas restricciones y no es un factor limitante para la distribución de la especie, ya que consume todo tipo de vegetales a disposición en el sustrato, algas en el agua subterránea y proteína animal proveniente principalmente de carroña, este trabajo concuerda con esos reportes ya que a pesar de la variabilidad de especies vegetales las poblaciones de *Cardisoma guanhumi* están adaptadas en ambas zonas de estudio, demostrando así la plasticidad de la especie respaldando las hipótesis de Taissoun (1974) y Rodríguez-Fourquet y Sabat (2009).

Los resultados aquí obtenidos son de gran relevancia y permitirían a las autoridades tomar medidas pertinentes de veda y captura en las zonas de estudio. No obstante, estos resultados se podrían reforzar con un estudio etnoecológico y/o un estudio de flujo genético como el realizado por Oliveira-Neto *et al.* (2008) en la zona que ayude a determinar con mayor precisión las zonas de extracción, número de cosechadores así como establecer los métodos adecuados de captura.

VIII. CONCLUSIÓN

Cardisoma guanhumi al ser una especie semiterrestre, se ve en la necesidad de mantenerse hidratado, por ello la relación positiva observada en este trabajo entre el número de madrigueras y la cercanía al cuerpo de agua.

Agosto presento un mayor número de madrigueras activas muy probablemente por su relación con la temporada de lluvias.

La densidad de madrigueras por metro cuadrado fue mayor para la zona de Majahual, ya que cuenta con mayor espacio de sombra, así como más recursos para la alimentación, con lo que podemos conjeturar que a pesar de ser una especie fácilmente adaptable a cambios en su entorno, prefiere establecerse en zonas que le puedan proporcionar mayor refugio.

El ancho de la entrada de las madrigueras mostró relación significativa con la distancia a la costa y fechas de estudio, indicando que, tanto para individuos juveniles como adultos la lejanía del cuerpo de agua no parece ser una limitante en su establecimiento siempre y cuando se mantengan hidratados, la hidratación de los individuos en las dos zonas de estudio no se ve afectada gracias a las condiciones del sustrato. En cuanto a las fechas de muestreo no se observa una temporada de reclutamiento de juveniles, sin embargo la mayoría de los individuos son de tallas pequeñas.

Los promedios de la longitud total del caparazón de los individuos capturados no mostraron mucha diferencia, sin embargo se encontraron hembras ovigeras con medidas corporales más grandes que el macho más pequeño, esto puede adjudicarse a una ventaja reproductiva, hembras más grandes trasladan mayor cantidad de larvas, dándoles mayores posibilidades de supervivencia.

La falta de datos estadísticos históricos sobre la captura de la especie hace difícil determinar qué tan degradadas se encuentran las poblaciones actuales,

sin embargo, la experiencia de los pescadores relata el notable decrecimiento en el número de individuos por comunidad.

8.1 Aplicación práctica

8.1.1 Estrategias de conservación

A lo largo de su distribución geográfica y por la disminución de las poblaciones de *C. guanhumi* diferentes entidades han tomado especial interés en su protección, por ejemplo, el Gobierno Nacional de Venezuela , bajo la resolución MAC-DM/559, establece un periodo de veda anual abarcando de septiembre a noviembre, quedando prohibida la captura de ejemplares menores a 60 mm de ancho total de caparazón y en época de muda, así como el uso de artes de captura que impidan o alteren la migración, estableciendo que toda persona dedicada a la actividad de pesca artesanal del cangrejo azul debe estar registrada ante la inspección de pesca, misma que les proporcionará a los pescadores un instrumento de medición con la longitud de talla mínima (AVN, 2012). Brasil se encarga de la protección de la especie bajo la Instrucción Normativa N. 90, Art. 4 desde el 2006 (Takahashi, 2008). En República Dominicana está establecida la Ley 64-00 de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ley 307-04 de Pesca y Acuicultura, el Decreto 813-08 y la Resolución 18-08 que prohíbe la captura y comercialización de hembras y machos juveniles cuyo tamaño este por debajo de los 10 cm de ancho de caparazón (El Nacional, 2012). En Florida, la Comisión de Pesca y Conservación de Vida Silvestre ha aprobado una norma para limitar su captura (Norma: 68B-54.002), que establece temporada de recolección del 1 de julio hasta el 31 de octubre, limitando la recolección a no más de veinte cangrejos por día (Hostetler, 2003).

Ante la falta de vedas establecidas y leyes federales que establezcan la protección al cangrejo azul, los Comités de Vigilancia Ambiental Participativa que promueve la SEMARNAT a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa) son uno de los medios más adecuados en los que se puede apoyar la participación comunitaria para el rescate de esta especie. Entre las principales amenazas para las poblaciones de *Cardisoma*

gu

anhumí está la captura irracional de hembras y machos, la rápida expansión de la mancha urbana, la desecación de los humedales, el cambio de uso de suelo de manglares hacia las actividades pecuarias y agrícolas, así como la tala de los mismos y la construcción de carreteras paralelas y perpendiculares a la línea de costa, que obstaculizan las migraciones que presenta la especie en temporada de reproducción. En México se observa una participación activa en la zona de Quintana Roo donde en temporada de reproducción, se invita a la comunidad a ir a las playas durante las noches de luna llena provistos con guantes, cubetas y escobas para ayudar a las hembras a cruzar las calles y llegar a salvo al mar.

Puntualmente para el estado de Veracruz en el margen del río Jamapa, se formalizó la apertura de la isla del Cangrejo Azul, estableciéndose como refugio natural de esta especie que ha sufrido una desmedida explotación del hombre. Esta isla cuenta con unos 300 m², investigadores del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA), liberaron varios ejemplares de cangrejo azul para fortalecer su repoblación (Veracruzened, 2009), en el municipio de Tecolutla se llevan a cabo pláticas y recorridos nocturnos durante la época de reproducción con vigilantes voluntarios para la protección de la especie, en las playas del municipio de Actopan, desde 1998 se han realizado campañas de vigilancia y evaluación de poblaciones del cangrejo azul (CONANP, 2007).

8.1.2 Aplicación para la zona

La estrategia que se propone para la zona de Tuxpan se concreta en desarrollar un plan de manejo a mediano y largo plazo posterior a este trabajo, basado en tres ejes temáticos: zonificación, participación comunitaria y educación ambiental.

A) Zonificación: se basa en información compilada con ayuda de recorridos en campo, acercamiento principalmente con los pescadores y aplicación de encuestas para evaluar el conocimiento que se tiene sobre la especie e identificar todas las áreas de Tuxpan donde se encuentran distribuidas las poblaciones de cangrejo azul para integrarlas en un sistema de información geográfico para identificar con mayor facilidad la dispersión de las poblaciones; se presenta una encuesta siendo un modificado de la aplicada por Barrios (2008).

Fecha: _____

Nº: _____

Nombre: _____

Edad: _____

Actividad principal: _____

¿Captura cangrejo azul? Si _____ No _____

¿Hace cuánto tiempo realiza esta actividad? _____

¿Dónde realiza las capturas? _____

¿Dónde captura más cangrejos? _____

¿Cuántos? _____

¿Dónde captura menos cangrejos? _____

¿Cuántos? _____

¿Cuándo empezó a capturar cangrejos, cuántos capturaba? _____

¿Hace cuantos años empezó a capturar menos cangrejos? _____

¿En qué mes captura más cangrejo? _____

¿En qué horario prefiere capturar? Mañana _____ Tarde _____ Noche _____

¿Cuáles son sus métodos de captura?

¿Cuánto tiempo le dedica a ésta actividad?

¿Sabe diferenciar entre machos y hembras?

Prefiere capturar: Machos_____ Hembras_____ Ambos_____

¿Captura hembras con huevos?

¿Qué hace con los huevos?

¿Ha observado variantes de color en los huevos? Sí___ No___ ¿Cuáles?

¿En qué lugares ha visto hembras con huevos?

¿Ha observado migraciones de hembras? Sí___ No___ ¿Donde? ¿En qué meses?

¿Ha notado cambios en las migraciones?

Usted captura cangrejo para: Autoconsumo___ Venta___ Ambos_____

¿Cómo los vende? Kilo___ Individuo___ Completo___ Solo la tenaza_____

¿A qué precio?

¿El precio varía? Sí___ No___ ¿Por qué? Tamaño___ Sexo___ Lugar de venta_____

¿Qué problemas considera que existen en la captura de cangrejo azul?

¿Qué soluciones propone para mejorar la captura de cangrejo azul?

- B) Participación comunitaria: ofrecerle a la sociedad las vías que les permitan tener una activa participación en la ordenación de la información, manejo, fortalecimiento de la normatividad para el uso y protección de este recurso así como la formación de grupos de voluntarios que monitoreen a las poblaciones principalmente durante la temporada de migración de la especie a los cuales se les capacitaría y proporcionaría un gafete para su identificación.

- C) Educación ambiental: promover el conocimiento que favorezca la relación hombre-naturaleza y fomentar valores.

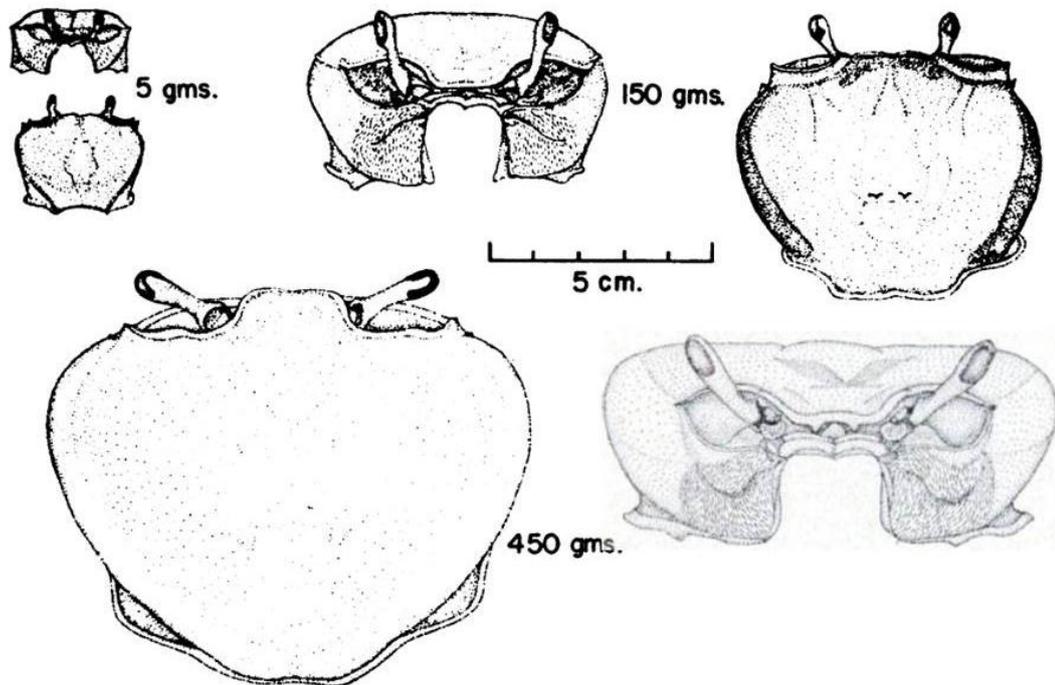
El trabajo de concientización en las escuelas y con grupos de apoyo voluntario en temporada de reproducción aplicaría preguntas rápidas que les permitan hacer una asociación con los conocimientos aprendidos una vez que se trabaje en campo, complementándolos con talleres, dibujos, pláticas y videos.

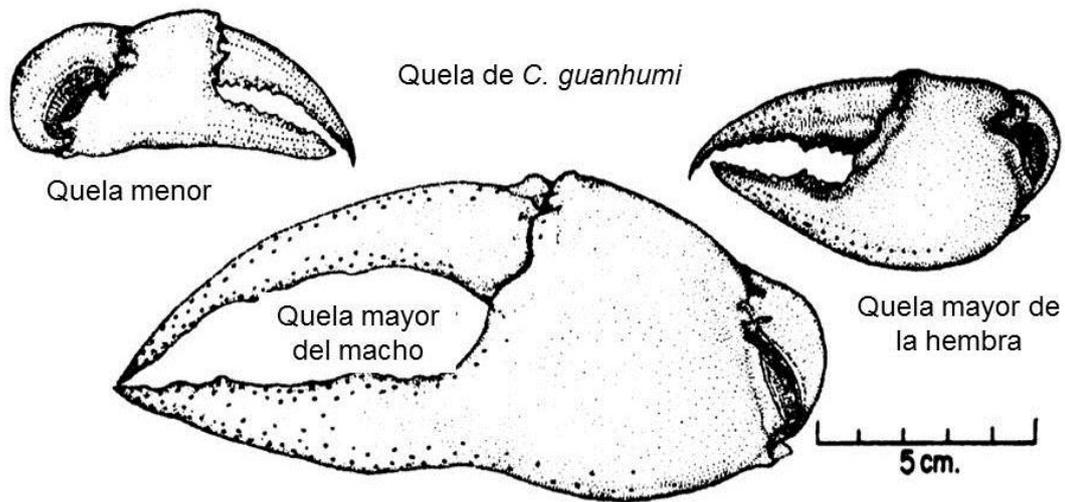
¿Cuánto conocemos al cangrejo azul?

- Con que otro nombre lo conoces
- Has visto que varía de color
- En que tamaños los has visto
- Reconoces a una hembra ovada
- Sabes cuándo va a soltar huevos
- Has estado presente cuando una hembra desova
- Has visto migraciones de esta especie

- Reconoces una madriguera de cangrejo azul
- Has visto madrigueras tapadas
- Sabes por qué se encuentra así

Reconociendo al cangrejo azul (Forma del caparazón y quela).





Gifford (1962)

El estudio de una especie económicamente importante como lo es el cangrejo azul, debe dar las pautas necesarias para su uso sustentable, los individuos colectados en este trabajo fueron adultos con un promedio de ancho de caparazón de 70 mm, lo que nos lleva a conjeturar que los cosechadores tienen la oportunidad de aprovechar la especie bajo las siguientes pautas:

- A) Establecer una temporada de veda para el cangrejo azul que abarque el periodo de reproducción (Julio a Septiembre).
- B) Queda estrictamente prohibido la captura de hembras en cualquier fase de su ciclo de vida.
- C) Colectar sólo individuos machos adultos de 65 mm de ancho del caparazón para retirar o cortar la quela o pinza hipertrofiada, dejando al organismo en libertad permitiéndole así la regeneración de la misma, evitando la disminución de la población.
- D) Elaborar un registro para tener el control del número de cosechadores y la tasa de captura por esfuerzo mensual, es decir, el número de cangrejos capturados por hombre durante tres horas de labor diaria

durante un mes,

- E) Proveer a los cosechadores de una medida con el tamaño mínimo adecuado de captura.
- F) Organizar grupos voluntarios que realicen recorridos nocturnos en temporada de migración en los alrededores de las playas y manglares, permitiéndoles así a los individuos llegar a salvo a las zonas de reproducción protegiéndolos así de cazadores furtivos y otros depredadores (animales domésticos y silvestres).
- G) Elaboración de volantes dirigidos a los conductores para que eviten matarlos cuando intentan cruzar las calles y carreteras para llegar al mar.
- H) Motivar a la población aledaña a la zona de manglar a crear corrales de cultivo para la especie, teniendo así la oportunidad de ser una fuente extra de ingresos familiares.

IX. BIBLIOGRAFÍA

AVN. 2012. Comenzó temporada de veda del cangrejo azul en costas venezolanas. [actualizado al 1 de Septiembre del 2012]. Página electrónica (<http://www.avn.info.ve/print/14790>).

Arteta B. R. 2009. Cangrejos en el delta del río ranchería, Riohacha (Colombia) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Boletín científico centro de museos, Museo de Historia Natural. Vol. 13 (1): 140 – 152 p.

Barnes J. 1990. Sensory basis and functional role of eye movements elicited during locomotion in the land crab *Cardisoma guanhumi*. The Journal of Experimental Biology 154: 99-119 p.

Barrios L. 2008. Aspectos biológicos y ecológicos del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) en la Bahía de Cispatá, Caribe Colombiano.

Basáñez, M. A. J. 2005. Ficha informativa de los humedales de Ramsar. Manglares y Humedales de Tuxpan, Sitio Ramsar Internacional 1602.

Botello V. y L. Calva. 1998. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments from Pueblo Viejo, Tamiahua, and Tampamachoco Lagoons in the Southern Gulf of Mexico. Environmental Contamination and Toxicology. 60:96-103 p.

Bright B. y L. Hogue. 1972. A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. Contributions in Science. No. 1. 60 p.

Buduba C. 2004. Muestreos de suelos. Criterios básicos. Laboratorio de suelos- CIEFAP-UNPSJB. Argentina. 9-12 p.

Burggren Warren, A. Pinder, B. McMahon, M. Wheatlyft y M. Doyle. 1985.

Ventilation, circulation and their interactions in the land crab, *Cardisoma guanhumi*. J. exp. Biol. 117: 133-154 p.

Burggren W. y R. McMahon 1988. Biology of the land crabs, Cambridge University Press, Cambridge, 477p.

Campos C. N. H., G. Navas, A. Bermúdez, N. Cruz. 2005. Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300-500 M) del mar Caribe colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. 272 p.

Campos-Cascaredo, A. y P. Moreno-Casasola. 2009. Suelos hidromórficos. En: Moreno-Casasola, P. y B. Warner. Eds. 2009. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México. 111-130 p.

Capistrán B. y L. Utrera 2006. Los cangrejos semiterrestres. Entornos Veracruzanos: La Costa de la Mancha. Primera edición: 461- 476 p.

Carmona-Suárez C. 2011. Present status of *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) populations in Venezuela. Interciencia, vol. 36, núm. 12, pp. 908-913. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela

Carmona-Suárez A. y E. Guerra-Castro. 2012. Comparison of three quick methods to estimate crab size in the land crabs *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 and *Ucides cordatus* (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae and Ucididae). Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 60 (Suppl. 1): 139-149 p.

Caso M, I. Pisanty y E. Ezcurra. . 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo De

México. Presentación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Instituto de Ecología, A.C. 12- 14 p.

CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.99p.

CONANP, 2007 [Actualizado al 19 de Diciembre, 2007]. Página electrónica (<http://www.conanp.gob.mx>)

Contreras E. y L. Casteñeda 2004. Las lagunas costeras y estuariales del Golfo de México: hacia el establecimiento de índice ecológicos, 373-416, In SyG (ed.) Diagnostico ambiental del Golfo de México, México.

Creasey, S., A. Rogers, P. Tyler, J. Gage, y D. Jollivet. 2000. Genetic and morphometric comparisons of squat lobster, *Munidopsis scobina* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) population with notes on the on the phylogeny of the genus *Munidopsis*. Deep sea research part II. 47: 87 – 118 p.

Cupul-Magaña G. 2004. Estudio exploratorio de la densidad del cangrejo violinista *Uca latimanus* (Rathbun, 1893) en “El Salado”, Jalisco. Ciencia y Mar. 41- 47 p.

Cruz-Lucas, L. 2010. Topografía y factores ambientales relacionados a las comunidades en un humedal, Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan. 65 p.

Costlow, Jr. J. y G. Bookhout. 1968. The Effect of Environmental Factors on Development of the Land-Crab, *Cardisoma guanhumii* Latreille. American Zoologist, Vol. 8, No. 3: 399-410 p.

Díaz de León, W. Day, P. Moreno-Casasola y A. Yáñez-Arancibia. 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo De México. Resumen Ejecutivo. Secretaría de

Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Instituto de Ecología, A.C. 15-39 p.

Duarte M., Francisco A. y Wagner F., 2008. Interpopulational morphological analyses and fluctuating asymmetry in the brackish crab *Cardisoma guanhumi* Latreille (Decapoda, Gecarcinidae), on the Brazilian Northeast coastline. Pan-American Journal of Aquatic Sciences 3(3): 294-303 p.

El nacional. 2012. Incautan 2,425 cangrejos Paloma de Cueva en Pedernales. [actualizado el 11 de Septiembre del 2012]. Página electrónica (<http://www.elnacional.com.do/nacional/2012/9/11/134327/Incautan-2425-cangrejos-Paloma-de-Cueva-en-Pedernales>).

FAO. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO, Circ. Pesca, (736): 101 p.

Felder Darryl L., F. Álvarez, J. Goy, y R. Lemaitre, 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea. 1019-1104 p. Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Biodiversity. First edition. Texas A&M University Press.

Figueiredo J., Gil Penha-Lopes, Justin Anto, Luís Narciso, Junda Lin. 2008. Fecundity, brood loss and egg development through embryogenesis of *Armases cinereum* (Decapoda: Grapsidae). Mar Biol 154: 287–294 p.

Firmo A. M. Tognella, S.Silva, R.Barboza y R. Alves. 2012. Capture and commercialization of blue land crabs (“guaiamum”) *Cardisoma guanhumi* (Latreille,1825) along the coast of Bahia State, Brazil: an ethnoecological approach. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 8:12 p.

Franco-Lripez y Chavez-Lripez, 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Hidrobiológica. Vol 3

(4): 53-63 p.

Gannon T y Henry P. 2004. Oxygen and carbon dioxide sensitivity of ventilation in amphibious crabs, *Cardisoma guanhumi*, breathing air and water. Elsevier. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 138: 111– 117 p.

Gifford C. 1962. Some observations on the general biology of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in south Florida. The Institute of Marine Science, University of Miami. 123: 207-223 p.

Giménez H., C. Siam, M. Gort, N. Santiesteban y S. Vega. 2012. Producción del cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhumi*) en la Isla de la Juventud. Boletín El Bohío Vol. 2, No. 3. 18-23 p.

Govender y Rodriguez-Fourquet. 2008. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico." Journal of Tropical Estuaries , v.1, 9 p.

Govender, Sabat A. and Cuevas. 2008. Effects of land-use/land-cover changes on land crab, *Cardisoma guanhumi*, abundance in Puerto Rico. Journal of Tropical Ecology. Vol 24: 417–423 p.

Hartnoll. 1988. Evolution, systematics and geographical distribution. 7-53 p. In Cambridge University Press. Biology of the land crabs, New York.

Haywood M. y R. Kenyon. 2009. Habitat Shifts by Decapods—an Example of Connectivity Across Tropical Coastal Ecosystems. 229-269. En Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems. Ed. Ivan Nagelkerken. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Herbert P., J. Barnes y D. Varjú. 1998. Roles of eyes, leg proprioceptors and statocysts in the compensatory eye movements of freely walking land crabs

(*Cardisoma guanhumi*) The Journal of Experimental Biology 201: 3395–3409 p.

Herreid F. y A. Gifford. 1963. The Burrow Habitat of the Land Crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille). Ecology. Vol. 44, No. 4: 773-775 p.

Hill, K. 2001. "*Cardisoma guanhumi*" Disponible en: <http://www.sms.si.edu/IRLSpec/Cardis_guanhu.htm>. Actualización [20 de octubre de 2007].

Hines A. 1989. Geographic Variation in Size At Maturity in Brachyuran Crabs. Bulletin of Marine Science, 45(2): 356-368 p.

Hostetler M., Frank Mazzotti, y Amy Taylor. 2003. Blue Land Crab (*Cardisoma guanhumi*). IFAS Extensión. 1-4 p.

INEGI. 2001. Tuxpan, Estado de Veracruz. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. 180 p.

Lara-Domínguez A., J. López-Portillo; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Tuxpan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.

López L. y M. Otero. 2010. La Población Raizal del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en el Marco del Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010. Consejo Nacional de Planeación. Bogotá D.C. 30 p.

Marques, J. 2002. O olhar (Des) multiplicado. O papel do interdisciplinar e do qualitativos na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. In: AMOROZO, M.C.M.; MING A.C.

Maruri. 2008. Técnicas Metodológicas de Análisis Físicos y Químicos de Suelos. Uso y manejo de Suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. U. V. Campus Tuxpan. 36 p.

Mendoza F. 2010. Determinación de metales pesados, Cd, Cr, Cu y Pb en *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) colectados en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros, Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan. 95 p.

Mikulta B. 2009. Burrowing Habits, Habitat Selections, and Behaviors of Four Common Dominican Land Crabs; *Guinotia dentata*, *Gecarcinus lateralis*, *Gecarcinus ruricola*, and *Cardisoma guanhumi*. Dominica Tropical Research Biology. Texas, University. 16 p.

Noriega C., K. Muniz, M. Flores-Montes, S. Macêdo, M. Araujo, F. Feitosa y S. Lacerda, 2009. Series temporales de variables hidrobiológicas en un estuario tropical (Brasil). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44 (1): 93-108 p.

Oliva J. 2009. El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero?. Departamento de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos del Área Académica de Sistemas de Producción Alternativos en ECOSUR Chetumal. *ECOfronteras* v25, 15-17 p.

Oliveira B., Ferrão S., y Botelho de S. 2001. Aspectos Populacionais Do Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille , 1825, Do Estuário Do Rio Una (Pernambuco – Brasil). *Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré*, v.9, n.1, 123-146 p.

Oliveira-Neto J., M. R. Pie, M. Chammas, A. Ostrensky y W. Boeger. 2008. Phylogeography of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) along the Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological*

Association of the United Kingdom, 88(7), 1417–1423 p.

Olmsted, I. 1993: Wetlands of Mexico. En: D.F. Whigham, D. Dykiová y S. Hejný (eds.). Wetlands of the World. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, 637–677 p.

O'Mahoney y J. Full. 1984. Respiration Of Crabs In Air And Water. *Camp. Biochem. Phvsiol.* Vol. 19A, No. 2, 275-282 p.

Perdomo D., D. García, M. González-Estopiñán, O. Santos, P. Moratinos, L. Cova y María G. Medina. 2010. Evaluación de la pesca artesanal con palangre del cangrejo azul (*Callinectes* spp.), en el Puerto de La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 28(2): 221-237 p.

Pinheiro A. Banveloni M. y Da Silva L. 2003. Fecundity of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae). *Invertebrate Reproduction and Development.* 43: 1. 19-26 p.

Pitchaimuthu M., C. Balasundaram y B. Schmitz 2000. Decapod crustacean cheliped: an overview. *Indian Academy of Sciences.* Vol 25 (3): 301-313 p.

Powers W. 1977. Crabs (Brachyura) Of The Gulf Of Mexico. University of Texas Marine Science Institute. Texas. 190 p.

R Development Core Team. 2006. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

Ramírez C. 2009. Página electrónica (<http://www.lalocom.blogspot.com/2009/08/protegen-en-veracruz-al-cangrejo-azul.html>).

Rico, P y A, Medina. 2010. Plan de Manejo Pesquero del Refugio de Vida

Silvestre Barras Cuero y Salado, Honduras (2010-2014). FU CSA/WWF/FFE M. 52 p.

Rodríguez-Fourquet y M. Sabat. 2009. Effect of harvesting, vegetation structure and composition on the abundance and demography of the land crab *Cardisoma guanhumi* in Puerto Rico. *Wetlands Ecol. Manage* 17:627–640 p.

Rejane S. y Oshiro Y. 2002. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revta bras. Zool.* 19 (Supl. 1): 71 – 78 p.

Sarjurjo R. E. 2001. Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México. INE: 4- 40 p.

Salinas X. 2011. Distribución espacial de madrigueras del cangrejo azul, *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), en el paraje Los Pollos, laguna de Sontecomapan, Veracruz. Tesis. UNAM.

SCT, Secretaria de Comunicaciones y Transportes. 2008. [actualizado al 14 de Enero del 2008]. Página electrónica (<http://sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/PNDP2008/doc/pred/pver.pdf>).

Shinozaki A. 2008. Biología Reproductiva do Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae) Na Região De Aracati/ Ce. Teis. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura 91 p.

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

Shimasaki L., K. Kitagawa, M. Hernandez y D. Blumstein. 2011. Are blue land

crabs (*Cardisoma guanhumi*) attracted to falling fruit?. DOI 10.1007/s. 6 p.

Skov M., M. Vannini. J. Shunula. y R. Hartnoll. 2002. Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. *Marine Biology*. 141: 725-732 p.

Tabasco Hoy, Diario. 2011. [actualizado al 2 de Agosto del 2011]. Página electrónica (http://www.tabascohoy.com.mx/noticia.php?id_nota=218356).

Taissoun, E. N. 1974. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela: distribución, ecología biología y evaluación poblacional. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad de Zulia, Venezuela*, 10: 8-50 p.

Takahashi. 2008. Conhecimentos locais e a cadeia produtiva do goiamum (*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) no Litoral Paraibano. João Pessoa. 76 p.

Takeda S, M. Matsumasa, S. Kikuchi, S. Poovachiranon y M. Murai, 1996, Variation in the Branchial Formula of Semiterrestrial Crabs (Decapoda: Brachyura: Grapsidae and Ocypodidae) in Relation to Physiological Adaptations to the Environment, *Journal of Crustacean Biology*, Vol. 16, No. 3: 472-486 p.

Tavares, M. 2003. True Crabs. In: W. Fischer, editor. *FAO species identification sheets for fishery purposes: Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. FAO, Rome. 327-352 p.

Veracruzened. 2009. [actualizado al 09 de Julio del 2009]. Página electrónica (<http://veracruzened.net/nota.php?ld=35662>).

Yomar H. y P. Amaro 2003. Fertilidade de caranguero de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em, Iguape (Sao Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (2). 309-313 p.

X. ANEXOS

Se evaluó la fecundidad con tres muestras, la fecundidad se cuantifica por el número de huevos producidos por hembra y es esencial para estimar el potencial reproductivo y el tamaño del stock futuro de una especie o población, el número de huevos producidos generalmente está relacionado con la talla del cuerpo de la hembra (Pinheiro *et al.*, 2003; Figueiredo *et al.*, 2008), estos estudios son de gran importancia, ya que pueden dar paso al futuro en cautiverio de las especies (Yomar y Amaro, 2003); el trabajo de campo se realizó en una noche de luna llena en el mes de agosto; mes donde se reporta la migración de la especie. Se colectaron hembras ovígeras, posteriormente se registran los datos corporales; ancho del caparazón, longitud del caparazón y peso (Cuadro 12), se trasladaron al laboratorio y se depositaron en un recipiente individualmente con agua de mar para el desove de las mismas, el agua de mar se filtra y la masa de huevos se conserva en alcohol al 70% (Figura 16). Posteriormente las hembras se regresan a su lugar de origen.



Figura 16. Filtrado del agua de mar para la obtención de la masa de huevos.

El conteo de larvas se realizó en laboratorio, se midió el volumen de la masa de larvas con una probeta, colocando en un recipiente y agitando hasta tener una mezcla homogénea para tomar con una micro pipeta una muestra de 50 μ l posteriormente se realizó el conteo mediante un microscopio de disección con 5 repeticiones en cada muestra y así obtener un promedio aproximado del número de larvas por hembra.

Cuadro 12. Datos obtenidos de las hembras ovadas de estudio

	PESO	ANCHO (MM)	LARGO (MM)	NO. DE LARVAS
Hembra 1	141	59.03	74.32	340, 200
Hembra 2	160	57.76	70.68	300, 160
Hembra 3	210	64.98	77.86	349, 440



Se observa que la capacidad de las hembras de producir un mayor número de huevos esta directamente influenciado por el tamaño del caparazón (ancho y largo).

IX. GLOSARIO

Devianza: la magnitud de discrepancia entre el modelo (aproximación a la realidad y sus mecanismos) y los datos, es una medida de lo inadecuado del modelo.

Etnoecología: Búsqueda de estudios científicos transdisciplinarios de pensamientos (conocimientos y creencias), sentimientos y conductas que intervienen en las interacciones entre las poblaciones humanas y los demás elementos del ecosistema, así como el impacto ambiental derivado de los mismos (Marques, 2002).

Geomorfología: rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre. proviene del griego: Γηος, o, geos (Tierra), μορφή o morfeé (forma) y λόγος, logos (estudio, conocimiento).

Hiperosmótico: fluido corporal, concentración de solutos en el medio extracelular muy superior a la existencia a intracelular.

Hiposmótico: fluido corporal que posee una alta proporción de agua y una baja concentración de solutos comparado con el interior de la célula o ambiente corporal interno.

Morfometría: método que se utiliza en varias disciplinas, basado en la forma de ciertas cosas. De acuerdo a la forma y medidas de los objetos se pueden clasificar o identificar. Un ejemplo de ello es en los animales.

Raizal: Población a la que se refiere la Constitución Política de 1991 en el artículo 310, en relación a la comunidad afro descendiente de San Andrés y Providencia; que ha sido sujeto de políticas, planes y programas especiales dadas sus particularidades socioculturales diferenciadas de otras comunidades negras del continente colombiano.