



Parámetros de crecimiento de *Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena, Colombia

Growth parameters of *Cardisoma guanhumi* in the department of Magdalena, Colombia

Luisa Cardona¹, Néstor Hernando Campos¹ y Elkin Hernández Rolong²

0000-0002-3076-9895

0000-0003-2510-3009

0000-0002-1851-0848

¹ Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, CECIMAR, El Rodadero, Santa Marta, Colombia. lfcardonaa@unal.edu.co, nhcamposc@unal.edu.co

² Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá, Colombia. elkinhernandezrolon@gmail.com

RESUMEN

En Colombia, el cangrejo *Cardisoma guanhumi* enfrenta dos amenazas: la extracción y la pérdida de hábitat. El presente trabajo tuvo como objetivo estimar los parámetros de crecimiento de *C. guanhumi* en el departamento del Magdalena. Se realizaron capturas mensuales de mayo a octubre de 2016 en cuatro localidades del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y una localidad de la Vía Parque Isla Salamanca (VIPIS). Se capturaron 816 individuos, los cuales fueron medidos, pesados, sexados y liberados. Con la rutina ELEFAN I del programa FiSAT II se analizaron las frecuencias de tallas obtenidas para conocer: 1) los parámetros de crecimiento a nivel departamental, teniendo en cuenta el sexo, para lo cual se usaron todos los datos y 2) para el PNNT, para lo cual se excluyeron los datos de VIPIS. El tamaño asintótico del ancho del caparazón fue mayor en machos (109.16 mm) que en hembras (96.74 mm), mientras que el parámetro de crecimiento K fue mayor para las hembras (0.19 año⁻¹) que para los machos (0.15 año⁻¹). Se obtuvieron índices de desempeño de crecimiento similares: 3.252 en machos y 3.250 en hembras. Con la rutina de curva de captura linealizada de FISAT II se calcularon las tasas de mortalidad total (Z), natural (M), y por pesca (F), las cuales fueron 0.41, 0.36 y 0.05 año⁻¹ respectivamente. Para el PNNT se obtuvo un K mayor (0.29 año⁻¹) que en el departamento (0.15 año⁻¹) y por tanto una menor longevidad ($t_{\max} = 10.42$ años) que en el departamento ($t_{\max} = 20.06$ años). En términos generales la población de *C. guanhumi* es longeva, de crecimiento lento y con baja mortalidad por extracción en la zona de estudio. Los datos obtenidos en el presente trabajo son importantes para el manejo de esta especie, ya que al tener un crecimiento lento la hace vulnerable a la sobrepesca.

PALABRAS CLAVE: *Cardisoma guanhumi*, von Bertalanffy, Parámetros de crecimiento, FISAT, Magdalena Colombia.

ABSTRACT

In Colombia, the blue land crab *Cardisoma guanhumi* faces two main threats: extraction and habitat loss. This project aims to show an approximation of the growth parameters of *C. guanhumi* in protected areas within the Magdalena department. Individuals were captured monthly from May to October 2016 in five localities in the Tayrona National Natural Park (PNNT) and the Salamanca Island Road Park (VIPIS). A total of 816 crabs were collected, each of which was measured, weighed, sexed and released. Both sexes showed a negative allometric length-to-weight ratio. Using the FiSAT II program's ELEFAN I routine, the size frequencies obtained were analyzed in order to determine the growth parameters for 1) the department, considering gender, and 2) the PNNT, where the data from VIPIS was excluded. The asymptotic carapace width was higher for males (109.16 mm) than for females (96.74 mm), but the growth coefficient (K) was higher for females (0.19 year⁻¹) than for males (0.15 year⁻¹). Growth performance indexes were similar: 3.252 for males and 3.250 for females. The FISAT II length converted catch curve routine was used to calculate the total (Z), natural (M), and fishing (F) mortality rates, as 0.41, 0.36, and 0.05 year⁻¹ respectively. The grow coefficient K was higher for the PNNT (0.29 year⁻¹) than for the Magdalena department (0.15 year⁻¹), thus, longevity was lower for the PNNT ($t_{\max} = 10.42$ years) compared to the department ($t_{\max} = 20.06$ years). In general terms, the *C. guanhumi* population in the study area is longevous, slow growing, with low extraction morality. The data obtained in this work are important in the management of this species, as its slow growth makes it vulnerable to overfishing.

KEYWORDS: *Cardisoma guanhumi*, von Bertalanffy, Growth parameters, FISAT, Magdalena Colombia

DOI: 10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.755.

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

INTRODUCCIÓN

El cangrejo azul de tierra *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville y Guérin, 1828 es una especie con una distribución amplia que va desde el sureste de Florida, Estados Unidos, hasta Santa Catarina, Brasil, incluyendo Bermudas y las Antillas en el Mar Caribe (Taissoun, 1974; Branco, 1990). En Colombia se encuentra distribuida en todos los departamentos ubicados en el Caribe continental colombiano y en la isla de San Andrés.

Actualmente, las poblaciones de *C. guanhumi* enfrentan dos amenazas principalmente. Una de estas es la extracción, ya que esta especie constituye un recurso económico importante en algunos lugares como Venezuela (Taissoun, 1974; Carmona-Suárez, 2011), Brasil (Oshiro *et al.*, 1999; Botelho *et al.*, 2001), México (Rivera, 2005), Cuba (Álvarez *et al.*, 1993) y otras islas del Caribe, e incluso se ha llegado a sobreexplotar en algunos de estos sitios. Otra amenaza que enfrentan las poblaciones de *C. guanhumi* es la alteración y/o pérdida del hábitat (Rodríguez-Fourquet y Sabat, 2009). En Colombia se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) debido a las presiones que enfrenta por el deterioro de su hábitat y la captura indiscriminada (Bermúdez *et al.*, 2002).

Conocer los parámetros de crecimiento y tasas de mortalidad de las poblaciones de una especie es de gran importancia para generar estrategias de manejo y conservación adecuadas, ya que estos permiten evaluar cómo la extracción u otro tipo de actividades antrópicas pueden afectar las poblaciones. Lastimosamente son pocos los estudios acerca de estos aspectos para las poblaciones de *C. guanhumi*. En condiciones de laboratorio Henning (1975) estimó que un individuo con 98 mm de ancho del caparazón puede tener 13 años de edad y solo se han realizado dos estudios sobre la determinación de los parámetros de crecimiento poblacionales de esta especie, ambos en Brasil. El primero, se llevó a cabo en un lugar en el que se explota este cangrejo, allí se estimó un $K = 0.594 \text{ años}^{-1}$ (Botelho *et al.*, 2001); por otro lado, el segundo estudio se llevó a cabo en un área en donde no ocurren capturas comerciales, y el K estimado fue de 0.145 años^{-1} (Costa, 2016), lo que en ambos casos permite evidenciar un crecimiento lento para esta especie. Teniendo en cuenta esto, el objetivo de este estudio es estimar los parámetros de crecimiento de las poblaciones de *C. guanhumi* en áreas protegidas dentro del departamento del Magdalena, en el Caribe Colombiano, a partir de las frecuencias de tallas con el fin de obtener información relevante para el manejo de esta especie.

INTRODUCTION

The blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville and Guérin, 1828, is a widely distributed species spanning from southeastern Florida, United States, to Santa Catarina, Brazil, including Bermuda and the West Indies in the Caribbean Sea (Taissoun, 1974; Branco, 1990). In Colombia, it is distributed in all the departments located on the Colombian continental Caribbean and on the island of San Andrés.

C. guanhumi populations currently face two main threats. Given that the species constitutes an important economic resource in places such as Venezuela (Taissoun, 1974; Carmona-Suárez, 2011), Brazil (Oshiro *et al.*, 1999; Botelho *et al.*, 2001), Mexico (Rivera, 2005), Cuba (Álvarez *et al.*, 1993) and other Caribbean islands, in which it has even been overexploited, one of these threats is extraction. The other is the disruption or loss of their habitat (Rodríguez-Fourquet and Sabat, 2009). In Colombia, the species is classified as Vulnerable (VU) due to the pressures it faces through habitat deterioration and indiscriminate capture (Bermúdez *et al.*, 2002).

Knowing the growth parameters and mortality rates of the populations of a species is of great importance to generating adequate management and conservation strategies, as these allow us to evaluate how extraction or other types of anthropogenic activities can affect the populations. Unfortunately there are few studies on these aspects for *C. guanhumi* populations. Under laboratory conditions, Henning (1975) estimated that an individual with 98 mm carapace width can be 13 years old and only two studies, both conducted in Brazil, have been carried out to determine the population growth parameters of this species. The first was carried out in an area where this crab is exploited, where a $K = 0.594 \text{ years}^{-1}$ was estimated (Botelho *et al.*, 2001). The second study was carried out in an area where commercial catches do not take place, and the estimated K was 0.145 years^{-1} (Costa, 2016), which, in both cases, provides evidence of the species' slow growth rates. Bearing this in mind, the purpose of this study is to estimate the growth parameters of *C. guanhumi* populations in protected areas in the department of Magdalena, in the Colombian Caribbean, based on the size frequencies in order to obtain relevant information to help manage the species.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se eligieron cinco localidades en el Caribe colombiano pertenecientes a dos parques naturales en el departamento del Magdalena: El Centro de Visitantes en la Vía Parque Isla Salamanca (VIPIS), y Bahía Concha, Bahía Nenguange, Cabo San Juan del Guía y Los Naranjos en el Parque Nacional Tayrona (PNNT) (**Figura 1**). Estos lugares a pesar de tratarse de áreas protegidas, constituyen un atractivo turístico en los que se han llevado a cabo modificaciones ambientales, relacionadas con la vivienda, el transporte o el turismo, y en donde, a pesar de los esfuerzos de las entidades pertinentes, puede llegar a darse la extracción ilegal de este cangrejo, sin embargo, se desconoce la intensidad con la que esta se da.

MATERIALS AND METHODS

Study areas

Five locations in the Colombian Caribbean belonging to two natural parks in the department of Magdalena were chosen: The Centro de Visitantes in the Salamanca Island Road Park (SIRP), and Bahía Concha, Bahía Nenguange, Cabo San Juan del Guía and Los Naranjos in the Tayrona National Natural Park (TNNP) (**Figure 1**). Despite being protected areas, these places are tourist attractions in which environmental modifications have been made, related to housing, transport or tourism, and where, despite the efforts of the relevant entities, illegal extraction of this crab may take place. However, there is no information on the intensity with which this occurs.



Figura 1. Localización de las áreas de muestreo.

Figure 1. Location of sampling areas.

Estructura de la población

Mensualmente, entre mayo y octubre de 2016, se recolectaron individuos en cada una de las localidades. Para capturar los cangrejos se usaron pinzas de cocina y salabardos (redes) los cuales se lanzaban sobre el individuo de tal forma que éste quedara atrapado en la red; esta actividad se llevó a cabo en horas de la noche, ya que en las salidas de reconocimiento fue posible observar que la actividad de los cangrejos se incrementaba durante este periodo de tiempo. Adicionalmente se elaboraron trampas con botellas plásticas con un diámetro de entrada de 7.62 cm y 10.16 cm, las cuales se dejaron durante la noche con pollo crudo o mango como carnada, y se revisaban al otro día. A cada individuo capturado se le tomaron las siguientes medidas biométricas usando calibrador y balanza: ancho (AC) y largo (LC) del caparazón, y peso. Cada cangrejo se sexó teniendo en cuenta la forma del abdomen: triangular o V invertida en los machos, y redondeado en las hembras. Para estas últimas se anotó si estaban ovadas o no.

A partir de los datos de estructura se elaboraron histogramas de frecuencia de tallas para machos y hembras. Se realizó una prueba Chi-cuadrado, con un nivel de confianza del 95% (Sokal y Rohlf, 1979) para conocer si la proporción de machos y hembras difería significativamente de 1:1.

Parámetros de crecimiento

Se estimó la relación entre la talla y el peso para machos y hembras a través de un análisis de regresión, empleando la ecuación potencial:

$$P = a \cdot AC^b \text{ (Ricker, 1975)}$$

Dónde P corresponde al peso total (g), AC es el ancho del caparazón (mm), el parámetro a es el intercepto y b es la pendiente de la curva; estos datos se transformaron con logaritmo natural y se probó la hipótesis nula ($H_0: b = 3$) con la prueba t de "student" ($\alpha = 0.05$). El parámetro b representa el coeficiente de alometría, de tal forma que cuando $b = 3$, el crecimiento es isométrico, y cuando $b \neq 3$ el crecimiento es alométrico. Debido a que se usó el AC en milímetros y no en centímetros, el intercepto fue corregido usando $a = a' \cdot 10^b$ (Froese, 2006). Para este análisis se excluyeron aquellos individuos a los que les faltaba alguna extremidad.

Para describir el crecimiento de los cangrejos se usó la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, (1938):

Population structure

Individuals were collected monthly, from May to October 2016, in each of the localities. To capture the crabs, kitchen tongs and landing nets were used. The latter were thrown on the individuals in order to trap them. This was carried out at night, given that in the exploratory outings, it became apparent that the crabs' activity increased at night. Traps were also made with plastic bottles with an inlet diameter of 7.62 cm and 10.16 cm, packed with raw chicken or mango as bait, and left overnight. These were checked the following day. For each individual captured, the following biometric measurements were taken using calipers and scales: carapace width (AC) and length (LC), and weight. Each crab was sexed taking into account the shape of its abdomen: triangular or inverted V in males, and rounded in females. For the latter, note was taken on whether they were ovigerous or not.

Size frequency histograms for both males and females were derived from the structural data. A Chi-square test with a 95% confidence level (Sokal and Rohlf, 1979) was performed to find out whether the ratio of males to females differed significantly from 1:1.

Growth parameters

The width-weight relationship for males and females was estimated by regression analysis using potential equation:

$$P = a \cdot AC^b \text{ (Ricker, 1975)}$$

Where P corresponds to the total weight (g), AC is the carapace width (mm), parameter a is the intercept and b is the curve gradient. These data were transformed with natural logarithm and the null hypothesis ($H_0: b = 3$) was tested with the student t test ($\alpha = 0.05$). Parameter b represents the allometry coefficient, so that when $b = 3$, the growth is isometric, and when $b \neq 3$, the growth is allometric. Because the AC was used in millimeters and not centimeters, the intercept was corrected using $a = a' \cdot 10^b$ (Froese, 2006). For this analysis, we excluded those individuals who were missing one of their limbs.

The von Bertalanffy growth equation (1938) was used to describe the crabs' growth parameters:

$$AC_t = AC_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}),$$

Where AC_t is the carapace width at age t , AC_∞ is

$$AC_t = AC_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}),$$

donde AC_t es el ancho de caparazón a la edad t , AC_∞ es el ancho de caparazón asintótico, es decir la talla máxima que la especie puede alcanzar, K es el parámetro de curvatura (ó coeficiente de crecimiento), con el que se puede determinar qué tan rápido puede ser alcanzado el ancho de caparazón asintótico y t_0 representa la edad teórica a la cual el individuo tiene la talla cero (AC_0). Para calcular el ancho de caparazón asintótico (AC_∞) se usó la fórmula $AC_\infty = AC_{max} / 0.95$ (Pauly, 1984), en donde AC_{max} es el ancho de caparazón máximo registrado durante los muestreos. Posteriormente, para estimar el parámetro de curvatura K , se usó la distribución de frecuencias de tallas (ancho de caparazón) mensuales de machos y hembras por separado, los cuales se agruparon en clases de 2 mm. Estos datos, junto al AC_∞ calculado, se analizaron con la subrutina K scan, dentro de la rutina ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) (Pauly, 1987; Pauly y David, 1981), incorporada en el programa FiSAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II) (Gayanilo *et al.*, 2005). Posteriormente se calculó t_0 mediante la ecuación empírica de (Pauly, 1979): $\log(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * (\log AC_\infty - 1.038 * \log K)$.

La rutina ELEFAN, ha sido usada ampliamente debido a que es un método de bajo costo que solo depende de las mediciones regulares de las tallas de los individuos, y a que no es necesario conocer las edades, lo cual puede llegar a ser particularmente difícil en los crustáceos debido a que las estructuras de crecimiento permanentes son escasas en dicho grupo.

Posteriormente, se calcularon las edades correspondientes a las distintas tallas, a través de la ecuación de von Bertalanffy invertida:

$$t = t_0 - (1/k) * \ln(1 - AC_t / AC_\infty)$$

Finalmente se estimó la longevidad usando la siguiente ecuación:

$$t_{max} = t_0 + 3/k \text{ (Taylor, 1958).}$$

Se hizo un análisis de los parámetros de crecimiento a nivel departamental, para lo cual se usaron los datos de todas las localidades muestreadas y se realizó una estimación total y otra teniendo en cuenta el sexo. Adicionalmente, se estimaron los parámetros de crecimiento para cada uno de los parques por separado con el fin de observar si existían

the asymptotic carapace width, i.e., the maximum size the species can reach, K is the curvature parameter (or growth coefficient), with which we can determine how quickly the asymptotic carapace width can be reached, and t_0 represents the theoretical age at which the individual is at size 0 (AC_0). To calculate the asymptotic carapace width (AC_∞) the following formula was used: $AC_\infty = AC_{max} / 0.95$ (Pauly, 1984), where AC_{max} is the maximum carapace width recorded during the sampling. Subsequently, to estimate the curvature parameter K , the monthly size (carapace width) frequency distribution of males and females separately was used, by grouping them into 2 mm classes. These data, together with the calculated AC_∞ , were analyzed using the subroutine K scan, within the ELEFAN I routine (Electronic Length Frequency Analysis) (Pauly, 1987; Pauly and David, 1981), incorporated in the FiSAT II program (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II) (Gayanilo *et al.*, 2005). Subsequently t_0 was calculated using the empirical equation of (Pauly, 1979):

The ELEFAN routine has been widely used because it is a low-cost method that depends only on regular measurements of individual sizes, and because it does not require knowledge of age, which can be particularly difficult in crustaceans because permanent growth structures are scarce in this group.

Subsequently, the ages corresponding to the different sizes were calculated using the inverted von Bertalanffy equation:

$$t = t_0 - (1/k) * \ln(1 - AC_t / AC_\infty)$$

Finally, longevity was estimated using the following equation:

$$t_{max} = t_0 + 3/k \text{ (Taylor, 1958).}$$

An analysis of growth parameters at departmental level was conducted, using data from all sampled localities. Two estimates were made: one total and one sex-sensitive. Additionally, the parameters for each one of the parks were estimated in order to observe if there were differences among them. This way, the parameters for the PNNT were determined, for which data from the VIPIS location were excluded. Unfortunately the analysis for VIPIS was not carried out due to the sample size of this location. So a comparison was made only between the parameters at departmental level and those of the PNNT.

diferencias entre estos. De esta forma para el análisis del PNNT se excluyeron los datos de la localidad de VIPIS. Desafortunadamente no fue posible llevar a cabo un análisis para VIPIS debido al tamaño muestral de esta localidad. Por lo cual solo se comparan los parámetros a nivel departamental con los obtenidos para el PNNT.

Posteriormente, se estimó el índice de desempeño de crecimiento phi prima (ϕ'), el cual tiende a ser similar en stocks de una misma especie e incluso en especies de una misma familia (Munro y Pauly, 1983). Este se calculó a partir de los parámetros de crecimiento K y AC_{∞} :

$$\phi' = \log K + 2 \log AC_{\infty} \text{ (Pauly y Munro, 1984)}$$

También se calculó (ϕ') para otras poblaciones de *C. guanhumi*, usando los datos disponibles en publicaciones y se comparó con el estimado para el departamento del Magdalena. Los datos de las frecuencias de tallas también se usaron para calcular la tasa de mortalidad total (Z), a través de la rutina de la curva de captura linealizada, en FISAT, la cual se basa en la ecuación:

$$\ln(N_i/\Delta t_i) = a + b * t_i \text{ (Pauly, 1983)}$$

donde N_i es el número de individuos capturados en un intervalo de clase i , Δt_i es el tiempo requerido por el cangrejo para crecer a través de la longitud de clase i , t_i es la edad correspondiente al intervalo de clase i ; los parámetros a y b son calculados por medio de un análisis de regresión, en los que la pendiente b , con el signo cambiado, corresponde a la Z estimada. En el programa se consideraron aquellos individuos viables para captura, es decir aquellos a partir del punto en el que la curva de captura comienza a bajar a un ritmo constante (Pauly, 1984); y por ende la regresión para calcular Z se llevó a cabo usando este grupo de individuos. El cálculo de la tasa de mortalidad natural (M), se basó en la ecuación de Pauly (1980): , donde T es la temperatura media anual del lugar donde se recolectaron los individuos (28°C); y el cálculo de la mortalidad por pesca (F) se realizó a través de la fórmula $F=Z-M$. La estimación de la tasa de mortalidad se hizo para la población general, ya que la extracción de *C. guanhumi* no es selectiva de sexo.

RESULTADOS

En total se recolectaron 816 individuos durante los seis meses de muestreo. De estos, 181 en Bahía Concha, 154

Subsequently, the growth performance index phi prime (ϕ') was estimated, which tends to be similar in stocks of the same species and even in species of the same family (Munro and Pauly, 1983). This was calculated using the growth parameters K and AC_{∞} :

$$\phi' = \log K + 2 \log AC_{\infty} \text{ (Pauly y Munro, 1984)}$$

We also calculated (ϕ') for other populations of *C. guanhumi*, using data available in publications and compared with the estimate for the department of Magdalena. Size frequency data were also used to calculate the total mortality rate (Z), using a length converted catch curve routine, in FISAT, based on the equation:

$$\ln(N_i/\Delta t_i) = a + b * t_i \text{ (Pauly, 1983)}$$

Where N_i is the number of individuals captured in a class i interval, Δt_i is the time required by the crab to grow across the length of class i , t_i is the age corresponding to the class i interval; parameters a and b are calculated by means of a regression analysis, in which slope b , with the sign changed, corresponds to the Z estimated. The program considered those individuals viable for capture, that is, those from the point at which the capture curve begins to fall at a constant rate (Pauly, 1984); and therefore the regression to calculate Z was carried out using this group of individuals. The calculation of the natural mortality rate (M) was based on the Pauly equation (1980): , where T is the annual mean temperature of the place where the individuals were collected (28°C); and the fishing mortality (F) was calculated using the formula $F=Z-M$. The mortality rate was estimated for the general population, given that *C. guanhumi* extraction is not sex-selective

RESULTS

A total of 816 individuals were collected during the six-month sampling period. Of these, 181 in Bahía Concha, 154 in Cabo San Juan del the Salamanca Island Road Park, 186 in Nenguange, 183 in Los Naranjos and 112 in the Salamanca Island Road Park (SIRP). Except for the VIPIS location, in all other locations, the individuals were most active during the night, making SIRP the smallest sample size.

A Spearman correlation (Sokal and Rohlf, 1979) of the carapace width-length ratio was calculated, in which it was evidenced that the measurements are strongly associated

en Cabo San Juan del Guía, 186 en Nenguange, 183 en los Naranjos y 112 en el centro de visitantes del Vía Parque Isla Salamanca (VIPIS). Exceptuando la localidad de VIPIS, en todas las localidades los individuos mostraron una alta actividad durante la noche, esto hizo que VIPIS tuviera el tamaño muestral más pequeño.

Se llevó a cabo una correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1979) entre el ancho y el largo del caparazón, en el cual se evidenció que estas medidas se encuentran fuertemente asociadas (coeficiente de correlación: 0.99, $p < 0.001$), por lo cual solo se usó el ancho de caparazón (AC) para los demás análisis.

La distribución de las frecuencias de tallas (**Figura 2**) muestra que en general los machos presentan una distribución más amplia, entre 20.2 y 103.7 mm (61.35 ± 0.87 mm) (promedio \pm error estándar), mientras que en las hembras estuvo entre 25.9 y 91.9 mm (57.66 ± 0.50 mm); en las hembras se observó una distribución modal de 62-64 mm, mientras que en los machos no fue posible observar una distribución modal clara. Por otro lado, los pesos de los machos estuvieron entre 4 y 516 g (133.49 ± 5.21 g), y los de las hembras entre 9 y 266 g (95.90 ± 2.12 g). La proporción sexual difirió significativamente de 1:1 ($\chi^2 = 20.08$, $p < 0.001$), con un predominio de los machos.

La relación talla peso tanto para machos como para hembras presentó un crecimiento alométrico negativo ($b = 2.93$, $IC = 2.89 - 2.97$, $t\text{-student} = 3.186$, $p = 0.002$ para machos y $b = 2.80$, $IC = 2.74 - 2.86$, $t\text{-student} = 6.397$, $p < 0.001$ para hembras) (**Figura 3**).

(correlation coefficient: 0.99, $p < 0.001$), thus, only the carapace width (AC) was used for the other analyses.

The size frequency distribution (**Figure 2**) shows that, in general, the males present a wider distribution, between 20.2 and 103.7 mm (61.35 ± 0.87 mm) (average \pm standard error), while in females it was between 25.9 and 91.9 mm (57.66 ± 0.50 mm). In females, a modal distribution of 62-64 mm was observed, while in males it was not possible to observe a clear modal distribution. Male weights were between 4 and 516 g (133.49 ± 5.21 g), and female weights were between 9 and 266 g (95.90 ± 2.12 g). Sexual ratio differed significantly from 1:1 ($\chi^2 = 20.08$, $p < 0.001$), with a predominance of males.

The width-weight relationship for both males and females showed negative allometric growth ($b = 2.93$, $IC = 2.89 - 2.97$, $t\text{-student} = 3.186$, $p = 0.002$ for males and $b = 2.80$, $IC = 2.74 - 2.86$, $t\text{-student} = 6.397$, $p < 0.001$ for females) (**Figure 3**).

For the growth parameters of *C. guanhumi* in the department of Magdalena, a higher AC_{max} was obtained in males than in females, making the estimated AC_{∞} higher for males. When entering the respective values of AC_{∞} in the ELEFAN K scan subroutine, the males had a lower K value than the females. This indicates that males are slower growing and have a longer lifespan than females (**Table 1 and Figure 4**). With regard to the parameters estimated for the PNNT, a higher K value and a lower longevity were found than those obtained for the department (taking into account both PNNT and VIPIS individuals) (**Table 2**).

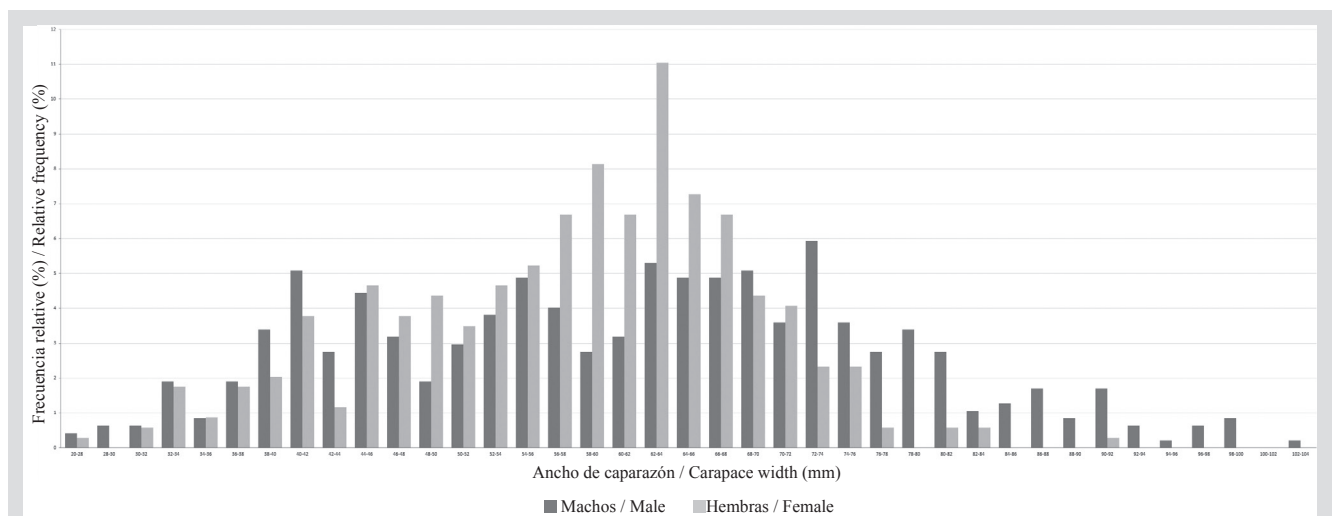


Figura 2. Histograma de la frecuencia de tallas para machos y hembras de *Cardisoma guanhumi* recolectados entre mayo y octubre de 2016 en áreas protegidas dentro del departamento del Magdalena.

Figure 2. Histogram of *Cardisoma guanhumi* size frequency for males and females collected between May and October 2016 in protected areas within the department of Magdalena.

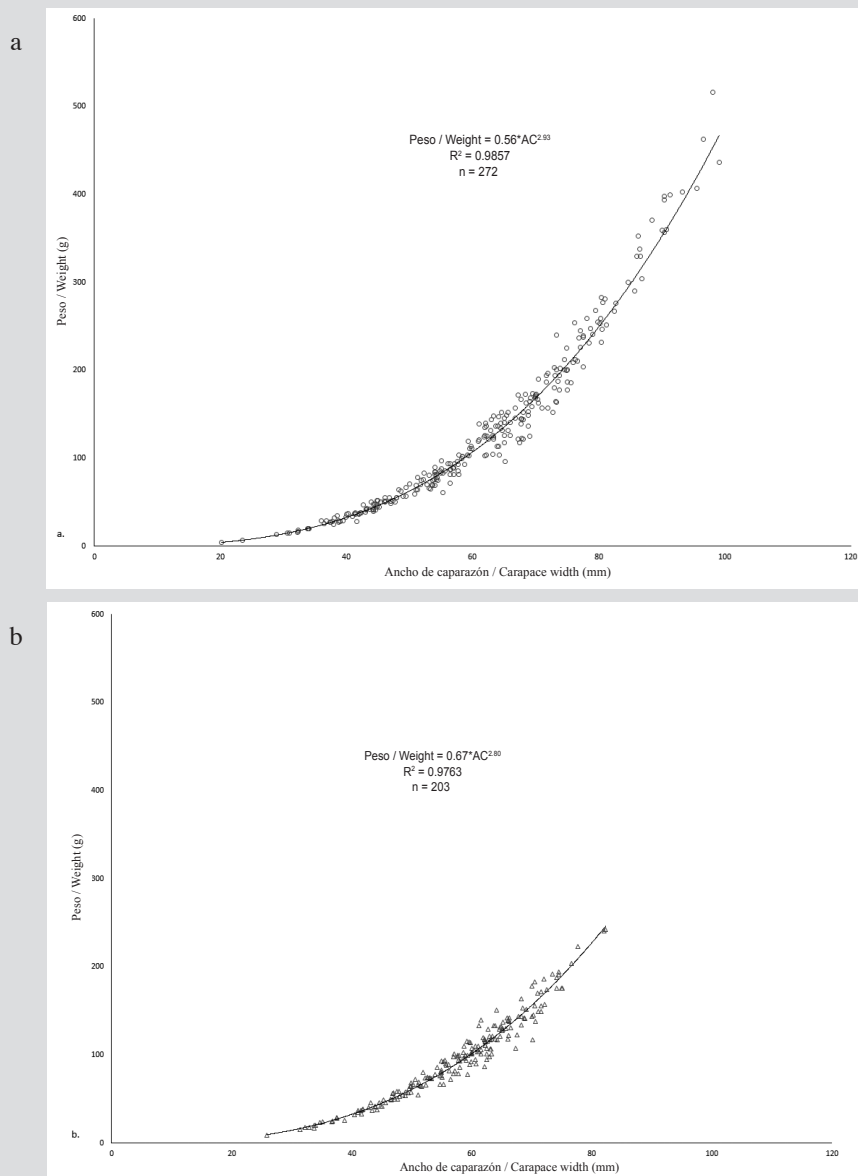


Figura 3. Relación entre el ancho del caparazón y el peso para machos (a) y hembras (b) de *C. guanhumii* recolectados entre mayo y octubre de 2016 en áreas protegidas dentro del departamento del Magdalena.

Figure 3. Carapace width-weight relationship for *C. guanhumii* males (a) and females (b) collected between May and October 2016 in protected areas within the department of Magdalena.

Para los parámetros de crecimiento de *C. guanhumii* en el departamento del Magdalena, se obtuvo un AC_{max} superior en los machos que en las hembras, por lo cual el AC_{∞} estimado fue mayor para los machos. Al ingresar los valores respectivos de AC_{∞} en la subrutina K scan de ELEFAN, los machos tuvieron un valor de K menor al de las hembras. Esto indica que los machos tienen un crecimiento más lento y un tiempo de vida más largo que el de las hembras (Tabla 1 y Figura 4). En cuanto a los parámetros estimados para el PNNT se obtuvo un valor de K superior y una longevidad menor que los obtenidos para el departamento (teniendo en cuenta tanto los individuos del PNNT como los de la VIPIS) (Tabla 2)

Using this same routine, the monthly frequency distributions of carapace width for the Magdalena department population were plotted and it was found that there is no modal progression, as it is not possible to visualize cohorts (Figure 5). The growth performance index (ϕ') was similar in males and females. The estimated total mortality rate for the department's population was $Z=0.41 \text{ year}^{-1}$, the natural mortality rate was $M=0.36 \text{ year}^{-1}$ and the fishing mortality rate was $F=0.05 \text{ year}^{-1}$.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento para machos y hembras de *Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena. n= número de individuos muestreados, AC_{max} = ancho de caparazón máximo obtenido en el estudio, AC_{∞} = ancho de caparazón asíntotico, K= parámetro de curvatura, t_0 = la edad teórica en la que el individuo tiene talla 0, t_{max} = edad máxima, \emptyset' =índice de desempeño de crecimiento.

	n	AC_{max} (mm)	AC_{∞} (mm)	K (año ⁻¹)/(year ⁻¹)	t_0 (años)/(years)	t_{max} (años)/(years)	\emptyset'
Machos / Males	472	103.7	109.16	0.15	0.06	20.06	3.252
Hembras / Females	344	91.9	96.74	0.19	0.07	15.86	3.250

Table 1. Growth parameters for *Cardisoma guanhumi* males and females in the department of Magdalena. n= number of individuals sampled, AC_{max} = maximum carapace width obtained in the study, AC_{∞} = asymptotic carapace width, K= curvature parameter, t_0 = the theoretical age at which the individual is size 0, t_{max} = maximum age, \emptyset' =growth performance index.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de *Cardisoma guanhumi* estimados para: **a)** el departamento del Magdalena (teniendo en cuenta todas las localidades) y **b)** el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), para lo cual se excluyeron los datos de la localidad de VIPIS. n= número de individuos muestreados, AC_{max} = ancho de caparazón máximo obtenido en el estudio, AC_{∞} = ancho de caparazón asíntotico, K= parámetro de curvatura, t_0 = la edad teórica en la que el individuo tiene talla 0, t_{max} = edad máxima, \emptyset' =índice de desempeño de crecimiento.

	n	AC_{max} (mm)	AC_{∞} (mm)	K (año ⁻¹)/(year ⁻¹)	t_0 (años)/(years)	t_{max} (años)/(years)	\emptyset'
a) Departamento del Magdalena	816	103.7	109.16	0.15	0.06	20.06	3.252
b) PNNT	704	103.7	109.16	0.29	0.08	10.42	3.539

Table 2. Growth parameters for *Cardisoma guanhumi* males and females in the department of Magdalena. n= number of individuals sampled, AC_{max} = maximum carapace width obtained in the study, AC_{∞} = asymptotic carapace width, K= curvature parameter, t_0 = the theoretical age at which the individual is size 0, t_{max} = maximum age, \emptyset' =growth performance index.

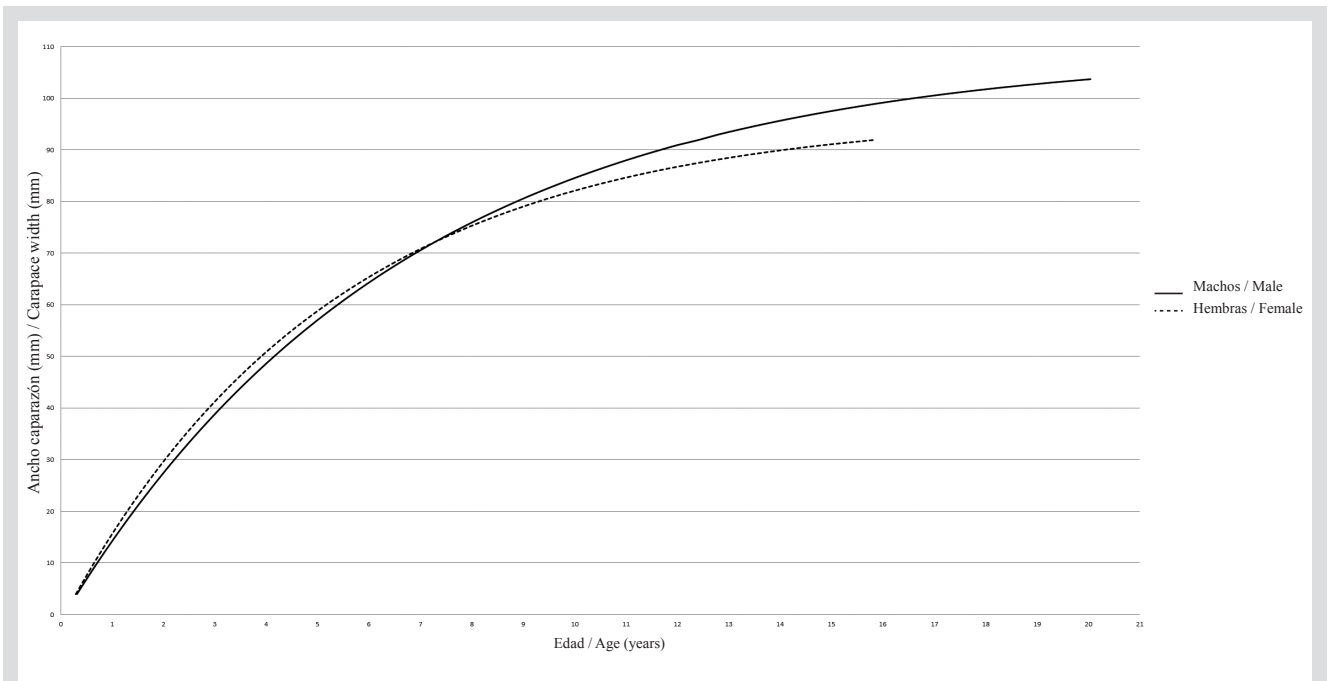


Figura 4. Curva de crecimiento de von Bertalanffy para machos y hembras de *Cardisoma guanhumi* capturados en las distintas localidades del departamento del Magdalena. Las curvas de crecimiento se graficaron hasta la edad del AC_{max} obtenido en el estudio.

Figure 4. von Bertalanffy growth curve for *Cardisoma guanhumi* males and females captured in different localities in the Magdalena department. The growth curves were plotted up to the AC_{max} age obtained in the study.

Con esta misma rutina, se graficaron las distribuciones de las frecuencias mensuales del ancho del caparazón para la población del departamento del Magdalena y se observó que no hay una progresión modal, ya que no es posible visualizar cohortes (Figura 5). El índice de desempeño de crecimiento ($\bar{\phi}$) fue similar en machos y hembras. La tasa de mortalidad total estimada para la población del departamento fue $Z=0.41 \text{ año}^{-1}$, la de mortalidad natural $M=0.36 \text{ año}^{-1}$ y la de mortalidad por pesca $F=0.05 \text{ año}^{-1}$.

DISCUSSION

The distribution of the monthly frequencies was multimodal, since it was not possible to observe the presence of cohorts throughout the months. This has been previously observed for this species and has been attributed to the fact that the recruitment of juveniles is continuous, and to the species' characteristic slow growth (Silva *et al.*, 2014; Costa, 2016).

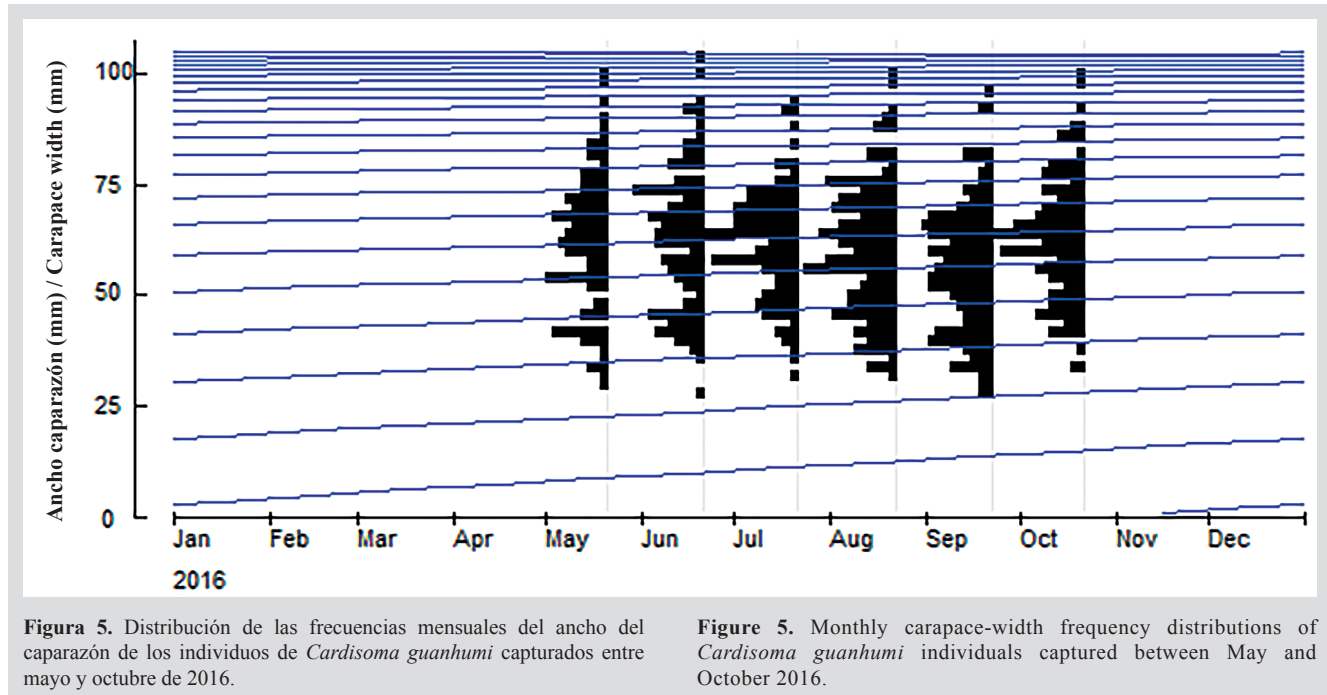


Figura 5. Distribución de las frecuencias mensuales del ancho del caparazón de los individuos de *Cardisoma guanhumii* capturados entre mayo y octubre de 2016.

Figure 5. Monthly carapace-width frequency distributions of *Cardisoma guanhumii* individuals captured between May and October 2016.

DISCUSIÓN

La distribución de las frecuencias mensuales fue multimodal, ya que no fue posible observar la presencia de cohortes a lo largo de los meses; esto ha sido previamente observado para esta especie y ha sido atribuido al hecho de que el reclutamiento de juveniles es continuo y al crecimiento lento característico de la especie (Silva *et al.*, 2014; Costa, 2016).

Fue posible evidenciar que los machos alcanzaron tallas más grandes, tuvieron un crecimiento más lento y una longevidad mayor que la de las hembras. Costa (2016) mediante el uso de un método de marcaje y recaptura obtuvo $K = 0.159 \text{ año}^{-1}$ para los machos, muy similar al obtenido para este estudio ($K = 0.150 \text{ año}^{-1}$). Sin embargo, esta autora obtiene que las hembras crecen más lento que los

It was possible to show that the males reached larger sizes, grew more slowly and had greater longevity than the females. Costa (2016), using a mark-recapture method, obtained $K = 0.159 \text{ year}^{-1}$ for males, which is very similar to that obtained in this study ($K = 0.150 \text{ year}^{-1}$). The author found, however, that females grow slower than males (Table 3). This may be related to the AC_{∞} estimated in that study, which was higher for females than for males (Table 3), which is unusual since it has been widely reported that Gecarcinidae family males reach larger sizes and higher weights than females, as the latter invest more energy in reproductive processes (Hartnoll, 1982, 1988).

As previously mentioned, there are three approaches to growing this species: one in laboratory conditions (Henning, 1975), and the other two in natural environments. In the first of these, Botelho *et al.* (2001)

machos (**Tabla 3**). Es posible que esto esté relacionado con el AC_{∞} estimado en dicho estudio, el cual fue mayor para las hembras que para los machos (**Tabla 3**), lo cual es inusual ya que ha sido reportado ampliamente que los machos de las especies de la familia Gecarcinidae alcanzan tallas y pesos mayores que las hembras, las cuales invierten más energía en los procesos reproductivos (Hartnoll, 1982, 1988).

Tabla 3. Comparación de los parámetros de crecimiento estimados para *Cardisoma guanhumí* respecto a la literatura. M= machos, H= hembras, T= total. AC_{∞} = ancho de caparazón asintótico, K= coeficiente de crecimiento, t_{max} = tiempo de vida teórico, índice phi prima. *Datos calculados a partir de la información reportada por los autores. Para estimar t_{max} se utilizó: $t_{max} = t_0 + (3/K)$ (Taylor, 1958), si t_0 no estaba reportado, se usaba 0 en la ecuación. Para phi prima se usó: Pauly y Munro (1984). **Medidas de largo del caparazón (LC). Para los datos de Botelho *et al.* (2001) no se estimó t_{max} debido a que los autores calcularon K a partir de los valores de LC. *** Dato no reportado por el autor.

Lugar Location	AC_{max} (mm)	AC_{∞} (mm)	K ($año^{-1}$)/($year^{-1}$)	t_{max} (años)/(years)	ϕ^*	Método Method	Referencia Reference
Brasil / Brazil, Estuario de Río Una / Rio Una Estuary	62(M)/ 62(H)**	83.01**	0.594	-	3.621	Bhattacharya en / in FISAT	Botelho <i>et al.</i> , 2001
Brasil / Brazil, Itamaracá, Pernambuco	70 (M) / ***	105.2 (M) / 108.97 (H)	0.159 (M) / 0.131 (H) / 0.145(T)	18.87 (M) / 22.90 (H) / 20.69 (T)	3.191	Marcaje y recaptura con/ Marking and recapture with PITs (Passive Integrated Transponder)	Costa, 2016
Brasil / Brazil, Itamaracá, Pernambuco	70 (M) / ***	72.5	0.38	7.89	3.246	ELEFAN en / in FISAT.	Costa, 2016
Colombia, departamento del Magdalena/ Magdalena department	103.7 (M)/ 91.9 (H)	109.16 (M) / 96.74 (H)	0.15 (M) / 0.19 (H) / 0.15(T)	20.06 (M) / 15.86 (H)	3.252	ELEFAN en / in FISAT.	Presente estudio / This Study

Como se mencionó previamente hay tres aproximaciones al crecimiento de esta especie: una en condiciones de laboratorio (Henning, 1975), y otras dos en ambientes naturales. En la primera de éstas Botelho *et al.* (2001) usó el método de Bhattacharya (el cual también se basa en las frecuencias de tallas) y en la segunda Costa (2016) realizó una comparación entre dos metodologías: ELEFAN y marcaje y recaptura (**Tabla 3**). En ambos estudios, los K estimados fueron más altos que los del presente trabajo, esto posiblemente está relacionado con las tallas máximas reportadas y a las medidas de longitud usadas, factores importantes en la estimación de los parámetros de crecimiento en los análisis de frecuencias de tallas. Por ejemplo Botelho *et al.* (2001), cuyos muestreos se realizaron en una localidad en la cual *C. guanhumí* era explotada, estimaron los parámetros de crecimiento a

used the Bhattacharya method (which is also based on size frequencies), and in the second, Costa (2016) compared two methodologies: ELEFAN and mark-recapture (**Table 3**). In both studies, the K estimates were higher than those in this paper, possibly because of the maximum reported sizes and the length measurements used, which are important factors in the estimation of growth parameters in the size frequency

Table 3. Comparison of the estimated growth parameters for *Cardisoma guanhumí* with respect to the literature. M= males, F= females, T= total. AC_{∞} = asymptotic carapace width, K= growth coefficient, t_{max} = theoretical lifetime, phi prima index. *Data calculated from the information reported by the authors. To estimate t_{max} we used: $t_{max} = t_0 + (3/K)$ (Taylor, 1958), if t_0 was not reported, 0 was used in the equation. For phi prima the following was used: Pauly y Munro (1984). **Carapace length measurements (LC). For Botelho *et al.* (2001) t_{max} was not estimated because the authors calculated K from LC values. *** Data not reported by the author.

analyses. For example, Botelho *et al.* (2001), whose samples were taken in a locality in which *C. guanhumí* was exploited, estimated the growth parameters based on LC measurements and not AC ones. They reported an $LC_{max} = 62$ mm, which could lead to a high K being calculated.

On the other hand, Costa (2016), whose AC_{max} was 70 mm, estimated two values for K, the first result from an ELEFAN analysis (n=1078) and the second using marking and recapture data (n=291). Thus, Costa (2016) obtained a higher K with ELEFAN than the K estimated from tagging, catch and recapture data. This can be explained because to estimate the K parameter, the ELEFAN routine is based on AC_{∞} (which is calculated from the AC_{max} acquired in the sample). It may be that during sampling, Costa (2016) was not able to capture an individual with an AC_{max} representative of the population (it is likely that there were larger sizes considering

partir de las medidas del LC y no del AC, allí reportaron un $LC_{max} = 62$ mm, lo que pudo llevar a que se calculara un K alto.

Por otro lado Costa (2016), cuyo AC_{max} fue de 70 mm, estimó dos valores para K, el primero resultado de un análisis de ELEFAN (n=1078) y el segundo usando datos de marcaje y recaptura (n=291). De esta forma, Costa (2016) obtuvo un K mayor con ELEFAN, en comparación con el K estimado a partir de los datos de marcaje y recaptura. Esto puede explicarse porque para estimar el parámetro K, la rutina ELEFAN se basa en el AC_{∞} (el cual se calcula a partir del AC_{max} adquirido en el muestreo). Es posible que durante el muestreo, Costa (2016) no haya podido capturar un individuo con un AC_{max} representativo de la población (es probable que existieran tallas más grandes considerando que los muestreos se llevaron a cabo en un área con vigilancia donde no ocurren capturas comerciales de *C. guanhumi*). De esta forma, al calcular un AC_{∞} más pequeño se sobreestima el valor de K. Mientras que con los datos de marcaje y recaptura, Costa (2016) pudo estimar el aumento de la talla a partir de los cambios directos en el crecimiento de los cangrejos, y por lo tanto el parámetro K no se vio afectado por el AC_{max} obtenido en el muestreo.

A partir de los parámetros de crecimiento del PNNT, *C. guanhumi* presentó un crecimiento más rápido ($K = 0.29$ año⁻¹) y una menor longevidad ($t_{max} = 10.42$ años) que a nivel departamental ($K = 0.15$ año⁻¹ y $t_{max} = 20.06$ años). A pesar de que tanto el PNNT como VIPIS se encuentran dentro del departamento del Magdalena, es posible que las diferencias obtenidas al analizar por separado los datos del PNNT se encuentren relacionadas a la cercanía entre las cuatro localidades de este parque, ya que, al estar más cerca, es probable que estas poblaciones se encuentren más emparentadas y por tanto presenten más características en común, como lo que respecta al crecimiento. Adicionalmente durante los muestreos se evidenció que los individuos de *C. guanhumi* de la VIPIS mostraron un comportamiento distinto al de las demás localidades, ya que durante la mayoría de los meses los individuos presentaron poca actividad por fuera de las madrigueras, lo que restringió el tamaño muestral en esta localidad.

Los índices de desempeño de crecimiento (\emptyset') para el departamento fueron similares a los que se calcularon para los datos de marcaje y recaptura de Costa (2016), los cuales fueron de 3.246 y 3.191 para machos y hembras respectivamente (Tabla 3). Por otro lado, el \emptyset' calculado para los datos de Botelho *et al.* (2001) fue de 3.621, valor

that the sampling was carried out in a surveillance area where no commercial catches of *C. guanhumi* occur). Thus, when calculating a smaller AC_{∞} the value of K is overestimated. While with the tagging marking and recapture data, Costa (2016) was able to estimate the increase in length from direct changes in crab growth, and therefore the K parameter was not affected by the AC_{max} obtained in the sampling.

Based on the growth parameters for the PNNT, it was observed that *C. guanhumi* showed faster growth ($K = 0.29$ year⁻¹) and shorter longevity ($t_{max} = 10.42$ years) than at departmental level ($K = 0.15$ year⁻¹ and $t_{max} = 20.06$ years). Even though both PNNT and VIPIS are part of the Magdalena department, it is possible that the differences obtained when analyzing the PNNT data separately are related to the proximity between the four localities of the PNNT, since, by being closer, these populations are more closely related and therefore have more common characteristics, such as growth. Additionally, it was evident that *C. guanhumi* individuals from VIPIS showed a different behavior from other localities, as during most months, the individuals showed little activity outside the burrows, restricting the sample size in this locality.

The growth performance indices (\emptyset') for the department were similar to those calculated for the Costa tagging and recapture data (2016): 3,246 and 3,191 for males and females respectively (Table 3). On the other hand, the \emptyset' calculated for Botelho *et al.* data (2001) was 3,621, slightly higher than the others (Table 3). However, as previously mentioned, these differences may be related to the fact that the study used the LC and not AC for size frequency analysis.

The total mortality rate ($Z = 0.41$ year⁻¹), natural mortality ($M = 0.36$ year⁻¹) and fishing mortality ($F = 0.05$ year⁻¹) in the department were low, which is consistent with the fact that the surveys were conducted in protected areas. It should be noted that for Bahía Concha there have been reported events of extraction of *C. guanhumi*, so a study focused on this place is required to evaluate whether the mortality caused by extraction is high here. Costa (2016) estimated a total mortality $Z = 2.31$ year⁻¹, based on monthly catch data and values of AC_{∞} and K obtained with tagging and recapture data (108.03 mm and 0.145 year⁻¹). This high mortality in Costa (2016) could be related to the difference between AC_{∞} (108.03 mm) and AC_{max} (70 mm), which would be interpreted as high mortality in adult individuals. This author did not determine fishing mortality, as she worked in an area where they are not caught for commercial purposes and therefore, assumed $Z=M$.

ligeramente más alto que los demás (**Tabla 3**). Sin embargo, como se mencionó previamente, estas diferencias pueden estar relacionadas al hecho de que en dicho estudio se usara el LC y no el AC en los análisis de frecuencias de tallas.

La tasa de mortalidad total ($Z = 0.41 \text{ año}^{-1}$), la mortalidad natural ($M = 0.36 \text{ año}^{-1}$) y la mortalidad por pesca ($F = 0.05 \text{ año}^{-1}$) fueron bajas en el departamento, lo cual es consistente con el hecho de que los muestreos se llevaron a cabo en áreas protegidas. Cabe anotar que para la localidad de Bahía Concha se han reportado eventos de extracción de *C. guanhumí*, por lo que es necesario llevar a cabo un estudio enfocado en dicha localidad para evaluar si la mortalidad ocasionada por la extracción es alta en este lugar. Costa (2016) estimó una mortalidad total $Z = 2.31 \text{ año}^{-1}$, a partir de los datos de capturas mensuales y los valores de AC_{∞} y K que obtuvo con los datos de marcaje y recaptura (108.03 mm y 0.145 año^{-1}). Esta alta mortalidad en Costa (2016) pudo estar relacionada con la diferencia entre el AC_{∞} (108.03 mm) y el AC_{max} (70 mm) lo que se interpretaría como una mortandad alta en los individuos adultos. Esta autora no determinó la mortalidad por pesca, ya que trabajó en un área en donde no son capturados comercialmente y por ende asumió $Z=M$.

A partir de los parámetros de crecimiento estimados en el presente estudio, y de los obtenidos por Costa (2016) teniendo en cuenta que los datos de marcaje y recaptura brindan información más exacta sobre el crecimiento, es posible inferir que *C. guanhumí* es una especie de crecimiento lento y longeva, con una esperanza de vida de más de 10 años. Estas características también han sido reportados en otros crustáceos terrestres de gran tamaño como *Ucides cordatus*, el cual se ha estimado que puede vivir hasta 17 años (Diele y Koch, 2010).

También debe tenerse en cuenta que las diferencias en los parámetros de crecimiento entre las distintas áreas de estudio pueden no solo estar relacionadas a la metodología usada, sino que pueden deberse a otros factores que pueden influenciar sobre la rapidez del crecimiento y la longevidad, como la disponibilidad de comida, la calidad del hábitat, y la extracción, entre otros, los cuales pueden generar diferencias entre poblaciones de una misma especie. Esto también puede explicar las diferencias obtenidas en el valor de K obtenido a nivel departamental con respecto al K obtenido para el PNNT. De igual forma es posible que si se evaluaran por separado las localidades al interior del PNNT, se observasen diferencias en el crecimiento de los cangrejos entre estas.

From the growth parameters estimated in the present study, and those obtained by Costa (2016) considering that the marking and recapture data provide more accurate information on growth, it is possible to infer that *C. guanhumí* is a slow growing and longevous species, with a life expectancy of more than 10 years. These characteristics have also been reported in other large terrestrial crustaceans such as *Ucides cordatus*, which has been estimated to live up to 17 years (Diele and Koch, 2010).

It should also be noted that differences in growth parameters might not be related only to the methodology used, but also to other factors that may influence growth rate and longevity. These include food availability, habitat quality, and extraction, among others, which may generate differences between populations of the same species. This may explain the differences obtained in the value of K obtained at departmental level with respect to the K obtained for the PNNT. It is also possible that if the localities within the PNNT were evaluated separately, differences in crab growth could be observed between these.

On the other hand, the implementation of capture and recapture methods should be considered in order to obtain more robust data in growth analyses in species such as *C. guanhumí* characterized by slow growth, longevity and constant recruitment of juveniles (Silva *et al.*, 2014; Costa, 2016), which may present difficulties when using methods based on size frequencies.

CONCLUSIONS

In general, the *C. guanhumí* population studied showed negative allometric growth, is longevous, and slow growing, which coincides with what has been previously reported for this species. This is of great importance because when a slow-growing species is subjected to intensive extraction, it requires more time to recover its stocks (Silva *et al.*, 2014). This should be taken into account when devising management plans for the responsible use of this crab. In addition, low fishing mortality (extraction) was obtained, indicating that, from a general perspective for the sampled area, the species is not being overexploited.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Universidad Nacional de Colombia, Caribbean Campus, for its funding through CECIMAR. The National Parks administrative

Por otro lado debe considerarse la implementación de métodos de captura y recaptura para obtener datos más robustos en los análisis de crecimiento en especies como *C. guanhumi* caracterizadas por tener un crecimiento lento, ser longevas y con un reclutamiento constante de juveniles (Silva *et al.*, 2014; Costa, 2016), lo que puede presentar dificultades al usar métodos basados en las frecuencias de tallas.

CONCLUSIONES

En general la población de *C. guanhumi* estudiada mostró un crecimiento alométrico negativo, es longeva, y de crecimiento lento, lo que coincide con lo previamente reportado para esta especie. Esto es de gran importancia porque cuando una especie de crecimiento lento es sometida a una extracción intensiva, requiere más tiempo para recuperar sus *stocks* (Silva *et al.*, 2014). Esto debe tenerse en cuenta a la hora de realizar planes de manejo para el aprovechamiento responsable de este cangrejo. Adicionalmente se obtuvo una baja mortalidad por pesca (extracción), lo que indica que, desde una perspectiva general para la zona muestreada, la especie no está siendo sobreexplotada.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, por la financiación a través del CECIMAR. A la unidad administrativa de Parques Nacionales Naturales, por la autorización para la realización del estudio, y por poner a disposición el personal e infraestructura disponible. Así mismo a los funcionarios de la dirección territorial Caribe por toda la colaboración en la coordinación de las salidas de campo. De igual forma, gracias a los evaluadores y editores por sus sugerencias y mejoras al manuscrito. Contribución No. 479 del Instituto de Estudios en Ciencias del Mar, CECIMAR, de la sede Caribe de la Universidad Nacional de Colombia.

unit, for authorizing the study, and for providing the available personnel and infrastructure. Likewise we would like to thank the officials at Dirección Territorial Caribe for all the support in coordinating field trips. We would like to thank the evaluators and editors for their suggestions and improvements to the manuscript. Contribution No. 479 from Instituto de Estudios en Ciencias del Mar, CECIMAR, at the Caribbean Campus of Universidad Nacional de Colombia.



BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Álvarez, I., E. Gimenez, P. Machado y R. Flores. 1993. Explotación y aprovechamiento del cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhumi*) en la ciénaga de Zapata, Cuba. *Rev. Sian Ka'an, Ser. Doc.*, 1: 48-56.
- Bermúdez, A., N.H. Campos y G.R. Navas. *Cardisoma guanhumi*. 120-122. En: Ardila, N., G.R. Navas y J. Reyes (Eds.). 2002. Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia. Invemar, Min. Medio Amb. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá. 175 p.
- Bertalanffy, L.V. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.*, 10(2): 181-213.
- Botelho, E.R., M. do C. do Santos y J.R. Souza. 2001. Aspectos populacionais do Guaíamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco-Brasil), *Bol. Técn. Cient. CEPENE. Tamararé*, 9(1): 123-146.
- Branco, J. 1990. Aspectos ecológicos dos brachyura (Crustácea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC-Brasil., *Rev. Bras. Zool.*, 7(1-2): 165-179.
- Carmona-Suárez, C. 2011. Present status of *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) populations in Venezuela. *Interciencia*, 36(12): 908-913.
- Costa, D.F. de M. 2016. Aspectos de crescimento e mortalidade do guanhumi (*Cardisoma guanhumi*) em um manguezal de acesso restrito na Ilha de Itamaracá-PE. 70p.
- Diele, K. and V. Koch. 2010. Growth and mortality of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in N-Brazil, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 395(1-2): 171-180.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. App. Ichth.*, 22(4): 241-253.
- Gayanilo, F.C.J., P. Sparre and D. Pauly. 2005. The FAO-ICLARM stock assessment tools II (FISAT II). Revised version. User's guide, FAO Computerized Information Series – Fisheries, No. 8, FAO, Rome. 168 p.
- Hartnoll, R. 1982. Growth, The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics. Academic Press, New York. 196 p.
- Hartnoll, R. 1988. Growth and moulting, Biology of the land crabs. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 186-210 p.
- Henning, H.. 1975. Kampf-, fortpflanzungs- und hautungsverhalten-wachstum und geschlechtsreife von *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Brachyura), *Forma et Functio*, 8: 463-510.
- Munro, J. and D. Pauly. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, 1(1): 5-6.
- Oshiro, L.M.Y., R. Silva y C. Silveira. 1999. Rendimento de carne nos caranguejos guaiá, *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 e *guaíamum*, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825. *Acta Biol. Leopoldensia*, 21(1): 83-88.
- Pauly, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. *Berich. Inst. Meeresk. Univ. Kiel*. 156 p.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES J. Mar. Sci.*, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. Part I. *Fishbyte*, 1: 9-13.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators, *ICLARM Stud. Rev.* 8, 325 p.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates: 7-34. In Pauly, D. and G Morgan (Eds.) Length-based methods in fisheries research. ICLARM and Kuwait Institute for Scientific Research.
- Pauly, D. and N. David. 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from the length-frequency data., *Meeresforsch. Rep. Mar. Res.*, 28(4): 205-211.
- Pauly, D. and J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, *The WorldFish Center*, 2(1): 1-21.
- Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Canada*, 191(1): 382. Rivera, J.J. 2005. El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero?, *ECOfronteras*, 25: 15-17.
- Rodríguez-Fourquet, C. and A.M. Sabat. 2009. Effect of harvesting, vegetation structure and composition on the abundance and demography of the land crab *Cardisoma guanhumi* in Puerto Rico. *Wetl. Ecol. Manag.*, 17(6): 627-640.
- Silva, C., R. Schwamborn and J.L. Oliveira. 2014. Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille 1828 (Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brazil, *Braz. J. Biol.*, 74(4): 949-958.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume, Madrid. 832 p.
- Taissoun, E. 1974. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.*, 10: 1-36.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *ICES J. Mar. Sci.*, 23: 366-370.