

PARÁMETROS POBLACIONALES DEL CANGREJO *Callinectes danae* (DECAPODA: PORTUNIDAE) DE LA ISLETA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

Population Parameters Of The Crab *Callinectes Danae* (Decapoda: Portunidae)
From La Isleta, Margarita Island, Venezuela

Nora Eslava¹, Leo Walter González¹, Francisco Guevara¹ y Idar Quijada²

¹Área de Biología y Recursos Pesqueros, Instituto de Investigaciones Científicas, ²Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente Boca del Río, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela.
Correo-E: neslava20@yahoo.es_Teléfono +58 414-789.8898

RESUMEN

La pesquería del cangrejo *Callinectes danae* en la isla de Margarita, Venezuela, está restringida en zonas cercanas a lagunas costeras y está considerada como pesca alternativa económicamente rentable. La presente investigación tuvo como objetivos determinar el crecimiento y mortalidad del cangrejo *C. danae* con la finalidad de aportar información básica de la dinámica de la pesquería en su fase de desarrollo. Se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre 2014, para un total de 3.624 ejemplares recolectados en el puerto pesquero La Isleta, isla de Margarita. A cada ejemplar se le tomó datos del ancho del caparazón (LC), peso total (PT) y se determinó el sexo. Se comprobó que existe diferencia sexual con respecto a la longitud ($t_s = 36,62$ P<0,05); por lo que se estableció la relación longitud-peso por separado: PT = $3,46 e^{-4} * L^{2,684}$ machos, PT = $3,52 e^{-4} * L^{2,677}$ hembras, demostrando con la prueba de b un crecimiento isométrico en ambos sexos (machos: $t_s = -1,480$ P>0,05; hembras: $t_s = -1,203$ P>0,05). La composición global por sexos fue 44% machos y 56% hembras, siendo la proporción de 1:1,27 ($\chi^2 = 50,31$ P<0,05). La estimación del crecimiento se basó en el análisis de la distribución de frecuencia de longitudes, utilizando las rutinas del software FiSAT. Los parámetros estimados del modelo de von Bertalanffy fueron, machos: LC_∞ = 131 mm, PT_∞ = 166,66 g, k = 0,77 a⁻¹, t₀ = -0,139 años (a) y hembras: LC_∞ = 130 mm, PT_∞ = 159,84 g, k = 0,94 a⁻¹, t₀ = -0,113 (a), con una edad máxima de 4 a en machos y 3 a en hembras, lo que indica que *C. danae* es una especie de vida corta, con un coeficiente de crecimiento rápido. El índice de desempeño del crecimiento (Ø') fue de 4,12 en machos y 4,20 en hembras. Los valores de las mortalidades: natural (M = 1,19 a⁻¹ machos y M = 1,77 a⁻¹ hembras), por pesca (F = 3,52 a⁻¹ machos y F = 5,80 a⁻¹ hembras) y total (Z = 4,71 a⁻¹ machos y Z = 7,57 a⁻¹ hembras), sugieren reducir la tasa de mortalidad por pesca y proteger las hembras, estableciendo refugios en la boca y dentro de la laguna de Las Marites durante el periodo de máxima actividad reproductiva.

Palabra clave: Crecimiento; mortalidad; *Callinectes danae*; Venezuela

ABSTRACT

The *Callinectes danae* crab fishery on Margarita Island, Venezuela, is restricted in areas close to coastal lagoons and is considered to be economically profitable alternative fishery. The objectives of the present investigation were to determine the growth and mortality of the crab *C. danae*, to provide basic information on the dynamics of a fishery in its development phase. Monthly samples were taken from January to December 2014, for a total of 3,624 specimens collected at the fishing port of La Isleta, Margarita Island. The following data were determined for each specimen: carapace width (CL), total weight (TW) and sex. It was verified that there is sexual difference with respect to the length ($t_s = 36.62$ P<0.05); so the length-weight ratio was established separately: TW = $3.46 e^{-4} * L^{2.684}$ males, TW = $3.52 e^{-4} * L^{2.677}$ females, showing isometric growth (b test) in both sexes (males: $t_s = -1.480$ P>0.05, females: $t_s = -1.203$ P>0.05). Sex ratio was 44% males and 56% females, with a 1:1.27 sexual proportion ($\chi^2 = 50.31$ P<0.05). The growth estimate was based on the analysis of the frequency distribution of lengths, using the routines of FiSAT software. The estimated parameters of the von Bertalanffy model were, males: CL_∞ = 130.90 mm, TW_∞ = 166.66 g, k = 0.77 yr⁻¹, t₀ = -0.139 years (yrs) and females: CL_∞ = 129.79 mm, TW_∞ = 159.84 g, k = 0.94 yr⁻¹, t₀ = -0.113 yrs, with a maximum age of 4 yrs in males and 3 yrs in females, indicating that *C. danae* is a short-lived species with a rapid growth coefficient. The growth performance index (Ø') was 4.12 for males and 4.20 for females. The values of mortalities: natural (M = 1.19 yr⁻¹ males and M = 1.77 yr⁻¹ females), by fishing (F = 3.52 yr⁻¹ males and F = 5.80 yr⁻¹ females) and total (Z = 4.71 yr⁻¹ males and Z = 7.57 yr⁻¹ females), suggest to reduce the fishing mortality rate and to protect the females, establishing shelters in the mouth and inside the lagoon of Las Marites during the period of maximum reproductive activity.

Key words: Growth; mortality; *Callinectes danae*; Venezuela

INTRODUCCIÓN

Las especies de *Callinectes*, conocidas comúnmente como jaibas, representan un recurso pesquero comercial importante en aguas del Atlántico y Pacífico occidental, alcanzando elevados valores en los mercados de consumo. La pesca del cangrejo *Callinectes danae* en Venezuela está restringida en zonas cercanas a lagunas costeras, pero los volúmenes de captura se desconocen. En la isla de Margarita, algunos pescadores de la comunidad de La Isleta se dedican a la pesca del cangrejo durante todo el año y otros de manera eventual, comercializando el recurso a intermediarios quienes lo venden a restaurantes, autos mercados y pequeños comerciantes de los mercados locales, para finalmente llegar al consumidor [14].

En la dinámica de poblaciones de crustáceos sometidos a explotación, el conocimiento y caracterización del crecimiento individual es de suma importancia, porque este proceso junto con la mortalidad, supervivencia y reclutamiento, permiten estimaciones más precisas sobre el tamaño de la población y la disponibilidad del recurso [5, 10]. El crecimiento de los crustáceos es un proceso discontinuo porque el caparazón es limitante hasta cuando ocurre la muda o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de nuevos tejidos que conlleva a un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos. Por otro lado, los crustáceos carecen de estructuras calcificadas permanentes que permitan identificar marcas que indiquen el aumento de la talla como ocurre con otros grupos de animales: conchillas o valvas de moluscos o escamas, huesos y otolitos de peces, ante esta situación el método de distribución del ancho del caparazón es el más accesible para estimar su crecimiento [6, 26].

El estudio del crecimiento en los crustáceos permite determinar el tamaño corporal en función de la edad o tiempo de vida del organismo, mediante el uso de métodos que ayudan a convertir las frecuencias de tallas en composición por edades. Aunque la fisiología de los crustáceos es muy diferente a la de los peces, el crecimiento, en la mayoría, se adecua al modelo de crecimiento de von Bertalanffy [38].

Se han realizado investigaciones sobre crecimiento del cangrejo *C. danae* [8, 10, 19], biología poblacional, reproducción, distribución espacial relacionada con la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH, y reclutamiento de juveniles vinculado con la intensidad estacional reproductiva [3, 7, 9].

Indudablemente, *C. danae* es un recurso de considerable importancia económica entre los crustáceos comestibles; sobre todo en la isla de Margarita, y es una actividad alternativa de la captura de peces. En el 2012 se determinó su alta rentabilidad económica, constituyendo las unidades pesqueras (embarcación, motor fuera de borda y nasas) microempresas empleadoras de mano de obra administradas directamente por el propietario, las cuales podrían contribuir al crecimiento económico de las comunidades costeras [14]. Por tal razón, se decidió como

objetivo estimar el crecimiento y la mortalidad con la finalidad de proporcionar información biológica básica de algunos aspectos de la dinámica poblacional para su ordenación con criterio precautorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Los muestreos se realizaron en áreas cercanas a la laguna de Las Marites (FIG. 1), ubicada en la costa sur oriental de la isla de Margarita con un área de 24 kilómetros (km²), profundidad máxima de 4 metros (m), agua hipersalina de 38,25 unidades prácticas de salinidad (ups) promedio, temperatura de 27,8 a 29,1 °C, oxígeno disuelto de 3,99 a 4,02 mililitros (mL) y de 2,4 a 2,9 miligramos (mg) de clorofila [20]. El arte de pesca utilizado fueron trampas conocidas como “nasas cangrejerías”, las cuales presentan una forma rectangular de 50 centímetros (cm) de largo, 40 cm de ancho y de 35 a 40 cm de altura con abertura de malla de 2 × 2 cm. Esta nasa posee 3 bocas, 1 compartimiento para la carnada y 2 para la extracción del cangrejo [14].

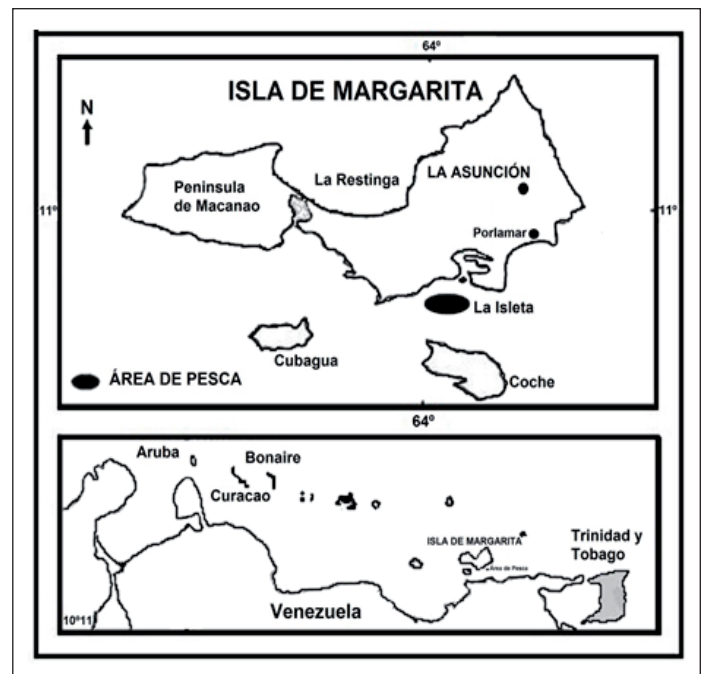


FIGURA 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE PESCA DE *Callinectes danae* DE LA ISLETA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

A cada uno de los ejemplares colectados se le determinó el ancho del caparazón (LC), definido como la distancia comprendida entre las dos espinas agudas laterales (FIG. 2), para esto se dispuso de un vernier, con una apreciación de 0,5 milímetros (mm). Al mismo tiempo se determinó el peso total (PT) mediante una balanza digital marca Digiwesigh, con capacidad de 3 kilogramos (kg) y apreciación de 0,01 gramos (g). Se consideraron solo los especímenes intactos, organismos con ausencia de apéndices o de espinas laterales no fueron tomados

en cuenta. Para la identificación de la especie y sexo se utilizaron claves [16, 30], considerándose machos aquellos ejemplares que presentaron el abdomen estrecho en forma de “T” invertida, y hembras los que tenían el abdomen en forma de “U” invertida.

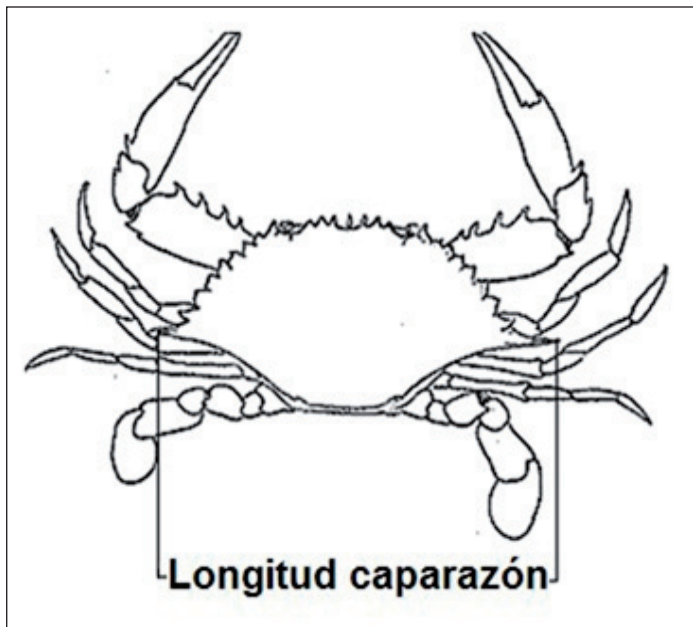


FIGURA 2 .MEDIDA DE LONGITUD DEL CAPARAZÓN DE *Callinectes danae*

Condiciones meteorológicas

El régimen de lluvias dominado por los frentes fríos, unidos a la evaporación, son los principales modificadores de la salinidad en la laguna Las Marites, que alcanzaron en el periodo 1966–2012 una precipitación acumulada mensual de enero a junio de 16 mm (estación seca) y de julio a diciembre de 44 mm (estación lluviosa) [20].

Análisis de datos

Se comprobó la diferencia significativa entre las longitudes por sexo mediante la *t-student* ($t_{s\ tab} = 1,96$) y se determinó la proporción sexual aplicando el *Ji-cuadrado* ($\chi^2_{\ tab} = 3,84$) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ en las dos pruebas estadísticas, respectivamente [41].

Relación longitud-peso

Se determinó en machos y hembras según la ecuación potencial de Ricker [32]: $PT = a * LC^b$; donde PT es el peso total del organismo, LC es el ancho del caparazón (mm), a es la intersección con el eje de la ordenada y b es la pendiente de la curva. Las constantes a y b fueron estimadas por regresión lineal de Modelo II entre las variables transformadas a logaritmos. Se probó la hipótesis del crecimiento isométrico mediante una prueba *t-student* ($t_{s\ tab} = 1,96$) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, los resultados de esta prueba fueron usados para determinar el tipo

de crecimiento: isométrico ($b = 3$) o alométrico ($b \neq 3$).

Parámetros de crecimiento y mortalidad

La estimación del crecimiento se basó en las distribuciones mensuales de frecuencia de longitudes, de machos y hembras por separado, con un rango de 1 mm, para ello se usó el software FiSAT [12]. En primer lugar, se determinó una longitud asintótica (LC_{∞}) preliminar, que permitió estimar el coeficiente de crecimiento (k) a través de la rutina ELEFAN I mediante la superficie de respuesta [28, 39]. Con esta rutina se obtuvo una nueva LC_{∞} con su respectivo k, seleccionando el par de valores con la más alta bondad de ajuste (Rn). Luego, se calculó t_0 mediante la ecuación: $\log_{10}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 * \log_{10}LC_{\infty} - 1,038 * \log_{10}k$, donde t_0 es la edad hipotética a la cual la longitud del caparazón es cero, LC_{∞} es la longitud asintótica promedio máxima del caparazón y k, es la constante de crecimiento o coeficiente de curvatura [22]. Para determinar la edad límite o longevidad se utilizó la expresión: $A_{0,95} = t_0 + 2,996/k$, donde $A_{0,95}$ es la edad límite teórica o tiempo máximo requerido para que alcance el 95% de su longitud máxima del caparazón (LC_{∞}) [35]. El peso asintótico se determinó mediante el modelo: $PT_{\infty} = a * LC_{\infty}^b$, donde PT_{∞} es el peso total asintótico o peso máximo [11].

Una vez calculados los parámetros LC_{∞} , PT_{∞} , k y t_0 , se procedió a establecer las curvas de crecimiento en longitud y peso del modelo de von Bertalanffy [38]: $LC_t = LC_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$; $PT_t = PT_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$. El índice de desempeño del crecimiento Phi prima (Φ') se estimó a través de la fórmula: $\Phi' = \log_{10}k + 2 \log_{10}LC_{\infty}$ [24] y se utilizó como el mejor medio disponible para comparar los parámetros de crecimiento de *C. danae* obtenidos en el presente estudio, con los determinados por otros autores, considerando que el coeficiente de variación (CV%) no debe exceder del 4% para asumir que los resultados son estadísticamente similares [34].

Con los valores de LC_{50} en machos (83,6 mm) y hembras (70,5 mm) [29], se estimó la edad del 50% de la población madura (t_{50}) a través de la ecuación de crecimiento inversa del modelo de von Bertalanffy: $t_{50} = t_0 - 1/k * \ln(1 - LC_{50}/LC_{\infty})$ a fin de determinar la mortalidad natural (M) según el método de Rikhter y Efanov [33]: $M = 1,521/(t_{50}^{0,72}) - 0,155$ por año. La mortalidad total (Z) se calculó utilizando el método de la curva de captura linealizada: $\ln C(LC_1, LC_2)/\Delta t(LC_1, LC_2) = c - Z * t(LC_1 + LC_2/2)$ [23]. La mortalidad por pesca (F) se determinó aplicando la ecuación: $F = Z - M$ [34].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 3.624 ejemplares del cangrejo *C. danae*, colectados mensualmente durante el período enero-diciembre del 2014, obteniendo un mínimo de 47 y un máximo de 725 individuos, de los cuales 1.598 (44%) fueron machos y 2.026 (56%) hembras. Los machos presentaron un intervalo de longitudes entre 49 y 132 mm, con una media de 91,7 mm ($DE \pm 10,6$) y pesos que oscilaron entre 12 y 162 g, con una media

TABLA I
EJEMPLARES EXAMINADOS DE *Callinectes danae* DE LA ISLA DE MARGARITA,
ENTRE ENERO Y DICIEMBRE 2014

Meses	Machos										Hembras									
	Longitud caparazón (mm)					Peso total (g)					Longitud caparazón (mm)					Peso total (g)				
	n	Min- Max	X	DE±		Min- Max	X	DE±			n	Min- Max	X	DE±		Min- Max	X	DE±		
Ene.	39	67-111	91,44	8,60	24-107	64,21	16,91			75	45-91	75,87	7,86	17-68	38,00	9,59				
Feb.	24	55-112	89,92	13,07	16-131	68,40	27,17			23	62-94	75,70	8,73	24-68	40,57	15,79				
Mar.	56	55-132	86,82	13,34	18-138	61,96	23,26			50	64-130	78,24	11,56	23-153	43,52	23,43				
Abr.	114	49-111	84,10	11,28	12-102	49,89	17,97			58	54-111	75,31	13,04	13-133	41,17	30,12				
May.	156	60-114	91,24	9,92	20-117	62,34	19,12			63	57-100	76,56	10,20	13-89	39,40	16,37				
Jun.	146	66-116	95,01	95,01	26-126	71,82	18,83			125	61-109	78,62	7,85	17-78	40,51	10,87				
Jul.	290	53-114	91,94	10,23	13-116	67,12	19,09			201	53-109	79,56	8,31	12-108	43,96	13,05				
Ago.	324	57-115	93,31	9,32	17-126	71,62	19,18			401	56-130	79,24	7,41	14-142	43,90	11,69				
Sep.	200	73-125	94,52	9,88	12-162	74,19	23,31			354	62-104	79,86	5,63	22-91	45,48	9,70				
Oct.	82	68-115	92,85	11,15	26-119	73,94	23,17			255	61-98	79,19	5,94	23-37	45,34	9,13				
Nov.	78	61-111	89,33	10,11	17-115	66,08	20,63			277	56-102	77,90	6,22	15-90	42,07	10,20				
Dic.	89	51-119	89,00	11,12	15-140	59,22	23,36			144	45-93	75,29	5,86	15-81	37,40	11,61				
Total	1.598		91,7	10,6		67,27	21,34			2.026		78,5	7,4		42,95	12,68				

n = número de ejemplares examinados; Min = valor mínimo; Max = valor máximo; X = media; DE = desviación estándar

TABLA II

PROPORCIÓN SEXUAL MENSUAL DE *Callinectes danae*, ENTRE ENERO Y DICIEMBRE 2014

Meses	♂♂	♀♀	%♂♂	%♀♀	Total	χ^2	Significancia
Enero	39	75	34	66	114	10,75	P<0,05
Febrero	24	23	51	49	47	0,09	P>0,05
Marzo	56	50	53	47	106	0,46	P>0,05
Abril	114	58	66	34	172	18,89	P<0,05
Mayo	156	63	71	29	219	40,35	P<0,05
Junio	146	125	54	46	271	1,79	P>0,05
Julio	290	201	59	41	491	16,50	P<0,05
Agosto	324	401	45	55	725	7,97	P<0,05
Septiembre	200	354	36	64	554	42,25	P<0,05
Octubre	82	255	24	76	337	87,79	P<0,05
Noviembre	78	277	22	78	355	110,43	P<0,05
Diciembre	89	144	38	62	233	12,52	P<0,05
Total	1.598	2.026	44	56	3.624	50,31	P<0,05

de 67,27 g (DE \pm 21,34). Por otro lado, las hembras presentaron un intervalo de longitudes entre 45 a 130 mm, con una media de 78,5 mm (DE \pm 7,4) y pesos que oscilaron entre 12 a 153 g, con una media de 42,95 g (DE \pm 12,68). Los machos alcanzaron mayores longitudes y pesos que las hembras (TABLA I), este dimorfismo sexual puede ser explicado por la diferencia en el tamaño de los apéndices quelados, los que además facilitan su dominio sobre las hembras durante la cópula, siendo una particularidad en cangrejos braquiuros [4]. TABLA I

La proporción global por sexo fue de 1:1,27 ($\chi^2 = 50,31$ P<0,05) (TABLA II), la cual podría estar relacionada con el proceso de reproducción continua durante todo el año (a) y con la fecundidad [9]. La zona de pesca está muy cercana a la laguna de Las Marites, lo que hace suponer que las hembras migran a aguas de mayor salinidad luego de la fecundación, mientras que los machos permanecen en aguas cercanas o dentro de la laguna. Algo similar ocurre con *C. sapidus* que realiza la cópula en aguas de baja salinidad y luego las hembras fecundadas migran hacia aguas de mayor salinidad, mientras los machos permanecen dentro de su ambiente local copulando con otras hembras [36].

Los valores de precipitación de la Estación Meteorológica de Porlamar, isla de Margarita en 2014, indicaron una precipitación acumulada de 1,71 mm en la época seca y 65,28 mm en la época lluviosa. En la zona de pesca, los ejemplares de machos y hembras inmaduros fueron más abundantes en la época seca, mientras que los maduros y hembras ovígeras en la época lluviosa. Los juveniles y hembras ovígeras migran a lugares de mayor salinidad y profundidad porque les asegura el alimento y crecimiento a las larvas, además de servirles de refugio para protegerse de los depredadores. Se sugiere que la lluvia es

una variable determinante en la distribución y en la abundancia espacio-temporal de *C. danae* que responde a una migración ontogénica.

Distribución de tallas

Callinectes danae ingresa a la zona de pesca a partir de una longitud de 45 mm, hallándose en mayor cantidad los machos de 90 mm y las hembras de 80 mm (FIG. 3). El análisis de frecuencia de longitudes confirma un reclutamiento diferencial de acuerdo al sexo, los machos se reclutaron en abril a una longitud de 49 mm; mientras que las hembras entraron a partir de 45 mm en enero y diciembre. El reclutamiento de juveniles pudo ser el resultado de la intensidad estacional en la reproducción de *C. danae* y a la selectividad de la nasa, debido a que estas controlan la retención y la fuga de los especímenes de acuerdo a su tamaño [27].

Relación longitud-peso

Las longitudes medias de machos y hembras presentaron diferencias significativas con respecto a la longitud del caparazón ($t_s = 40,6$; P<0,05); razón por la cual la expresión se estableció por separado, quedando en los machos: $PT = 3,46 e^{-4} * LC^{2,684}$ y en las hembras: $PT = 3,52 e^{-4} * LC^{2,677}$ (FIG. 4), demostrando crecimiento isométrico tanto en machos ($t_s = -1,480$ P>0,05) como en hembras ($t_s = -1,203$ P>0,05) [25]. Este resultado concuerda con el tipo de crecimiento de *C. danae* del Balneário Shangrilá, Brasil [7] y con *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* del sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México [13]. El género *Callinectes* tiende a tener un crecimiento isométrico que, eventualmente puede mostrar crecimiento alométrico, debido a la presencia de hembras en la temporada reproductiva [17, 21].

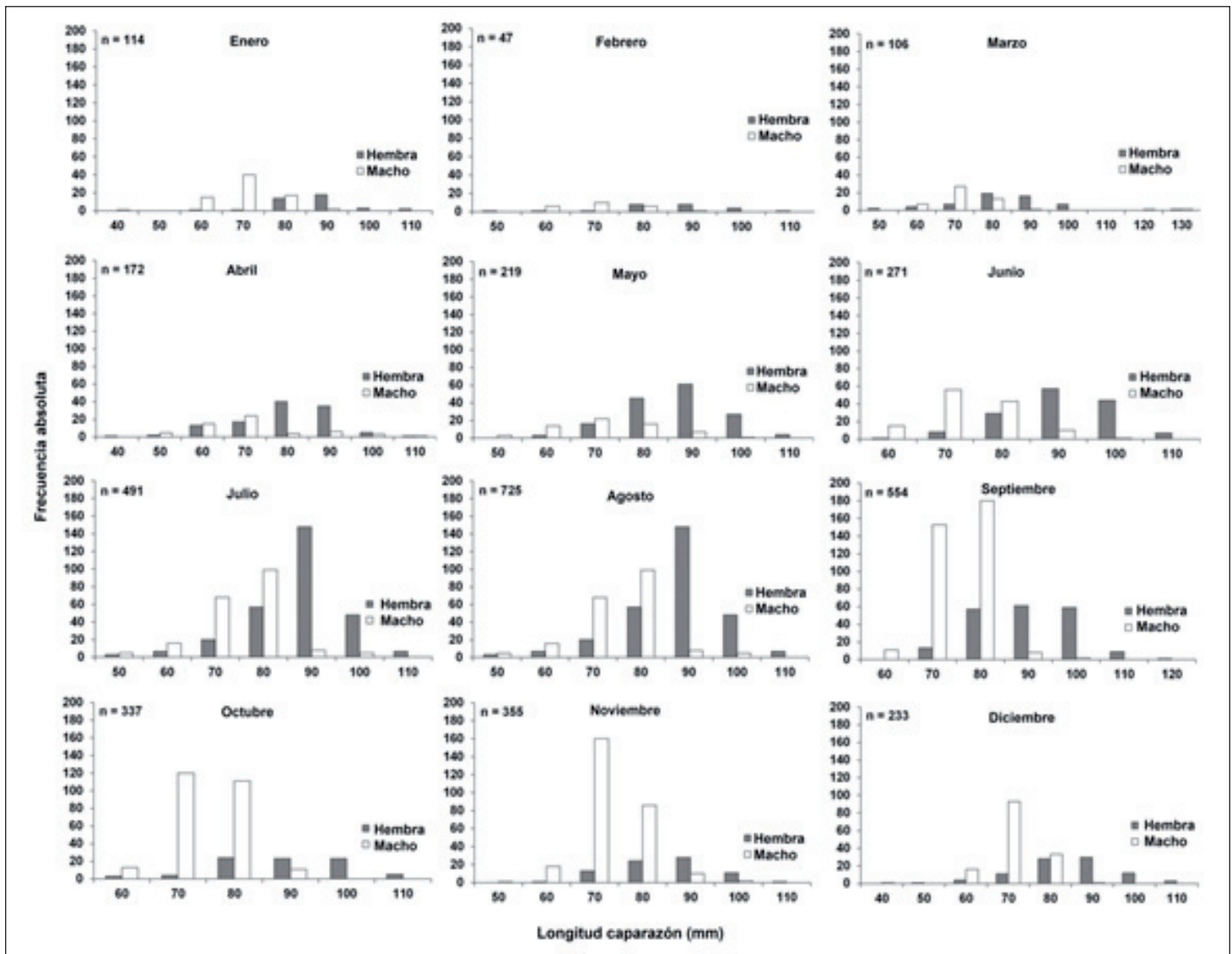


FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE FRECUENCIA DE LONGITUDES DE MACHOS Y HEMBRAS DE *Callinectes danae*

Sin embargo, otros investigadores determinaron para *C. danae* un tipo de crecimiento alométrico [4, 10], posiblemente, pudiera deberse a la influencia de las variables hidrológicas sobre la población, considerando que el coeficiente de crecimiento depende de las características ontogenéticas [25].

FIGURA 4. RELACIÓN LONGITUD–PESO DE MACHOS (♂♂) Y HEMBRAS (♀♀) DE *Callinectes danae*

Crecimiento

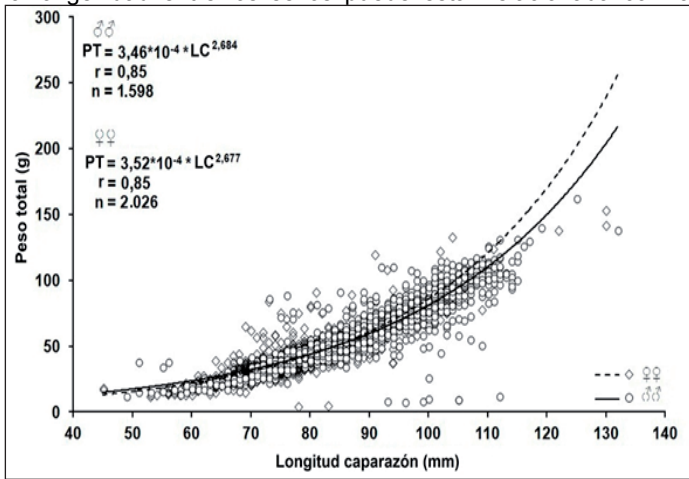
Los parámetros de crecimiento obtenidos fueron: machos ($LC_{\infty} = 131 \text{ mm}$, $k = 0,77 \text{ a}^{-1}$ ($R_n = 0,116$), $t_0 = -0,139 \text{ a}$) y hembras ($LC_{\infty} = 130 \text{ mm}$, $k = 0,94 \text{ a}^{-1}$ ($R_n = 0,109$), $t_0 = -0,113 \text{ a}$), presentando las hembras un crecimiento más rápido que los machos y una expectativa de vida de 4 a en machos y 3 a en hembras. Sin embargo, estos valores difieren con los obtenidos por otros

investigadores [8, 10, 19, 40]. Los parámetros de crecimiento divergen de una especie a otra, y pueden variar de una población a otra durante su ciclo de vida. En consecuencia, cohortes sucesivas pueden crecer de forma diferente según las condiciones ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, calidad de hábitat, disponibilidad de alimento) y en función del sexo [34].

FIGURA 4. RELACIÓN LONGITUD–PESO DE MACHOS (♂♂) Y HEMBRAS (♀♀) DE *Callinectes danae*

La edad límite diferente de machos y hembras, puede ser atribuible a un valor mayor de k para las hembras, alcanzando la longitud asintótica en menos tiempo. El menor valor del coeficiente de crecimiento de los machos indica que su crecimiento es más lento y por consiguiente tienen un ciclo de vida más largo para lograr alcanzar la longitud asintótica. Estos resultados discrepan con los obtenidos en *C. danae* de la Laguna de Conceição,

Florianópolis, Brasil [8] y *C. arcuatus* y *C. bellicosus* de la laguna Las Guásimas, México [17]. También la diferencia de la longevidad entre los sexos puede estar relacionada con la



calidad del hábitat, alimentación y estrés físico o fisiológico [1].

El coeficiente de variación (CV) del Phi prima (ϕ') fue de 7% en machos y 8% en hembras (TABLA III), lo que demuestra diferencia en el patrón de crecimiento de *C. danae* de Venezuela (isla de Margarita) y Brasil (Florianópolis y Río de Janeiro). Los parámetros de crecimiento varían a menudo en función del sexo o condición reproductiva, en particular, los crustáceos se ven afectados y de manera intermitente por los procesos de muda [34], lo que permite explicar las divergencias entre los parámetros

de crecimiento calculados para la misma especie en diferentes zonas, y concluir que no se puede hacer una generalización del crecimiento, porque estas discordancias se relacionan con las características ambientales de cada área. En este sentido, podría deberse a que son estimaciones realizadas con distintos procedimientos de análisis de datos, tamaños de muestra, métodos de captura y selectividad de los artes de pesca [27].

Las curvas de crecimiento en longitud de machos y hembras (FIG. 5) describieron comportamiento de tipo exponencial; observándose un rápido crecimiento hasta 0,5 a de vida, para luego disminuir hasta alcanzar la longitud asintótica; mientras que las curvas de crecimiento en peso de machos y hembras, representaron curvas de tipo sigmoideo, hasta 0,5 a el incremento es lento, luego se acelera y después se produce una inflexión haciéndose el crecimiento cada vez más lento acercándose asintóticamente a su peso máximo (FIG. 6). Estas ecuaciones de crecimiento se ajustaron a la mayoría de los datos observados, y pueden incorporarse fácilmente a modelos de evaluación de poblaciones [15].

TABLA III
PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE *Callinectes danae*
ESTIMADOS POR DIFERENTES AUTORES

Sexo	Parámetros de crecimiento		ϕ'	Fuente
	LC _∞ (mm)	k (año ⁻¹)		
♂	131	0,77	4,12	Presente estudio
	134,8	0,86	4,09	Castillo y col. (2011)
	120	1,80	4,68	Keunecke y col. (2008)
	140	0,69	3,96	Branco y Masunari (1992)
X= 4,21; DE = ± 0,28; CV = 7%				
♀	130	0,94	4,20	Presente estudio
	122,35	0,63	3,72	Castillo y col. (2011)
	111	1,80	4,61	Keunecke y col. (2008)
	133	0,65	3,86	Branco y Masunari (1992)
X= 4,10; DE = ± 0,34; CV = 8%				

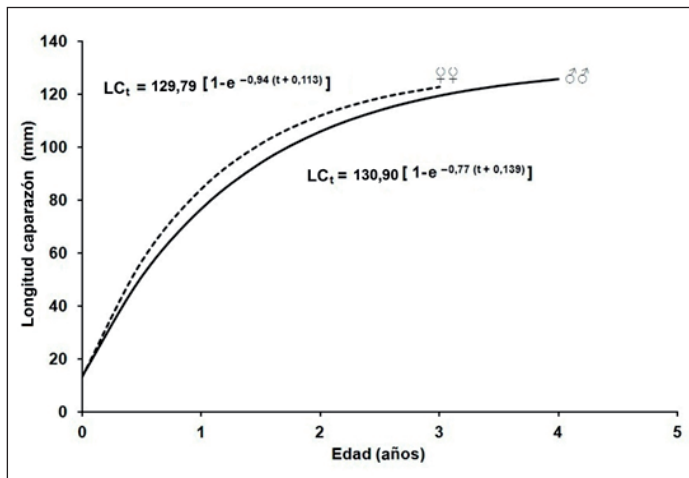


FIGURA 5. CURVAS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD, SEGÚN EL MODELO DE VON BERTALANFFY (1938) DE MACHOS (♂♂) Y HEMBRAS (♀♀) DE *Callinectes danae*

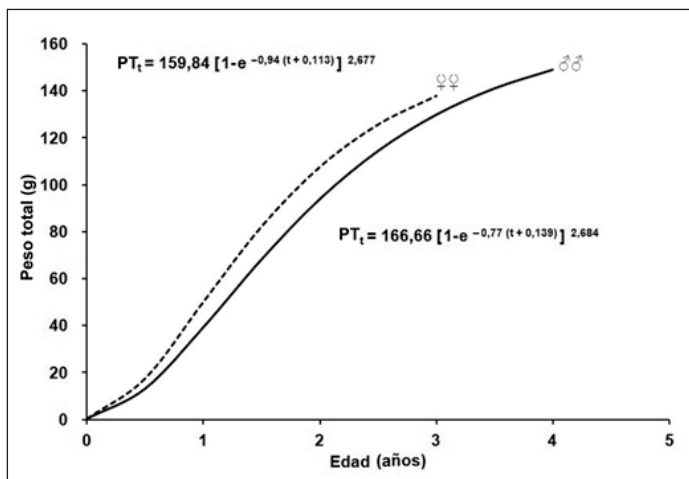


FIGURA 6. CURVAS DE CRECIMIENTO EN PESO, SEGÚN EL MODELO DE VON BERTALANFFY (1938) DE MACHOS (♂♂) Y HEMBRAS (♀♀) DE *Callinectes danae*

Mortalidad

La mortalidad natural establecida para *C. danae* fue $M = 1,19 \text{ a}^{-1}$ en machos y $M = 1,77 \text{ a}^{-1}$ en hembras, posiblemente las estimaciones fueron altas por el valor elevado del coeficiente de crecimiento (k). Un organismo que alcanza la longitud asintótica rápidamente, k es elevado y probablemente tenga una mortalidad natural elevada [15]. Estos parámetros de crecimiento pudieran tener una respuesta fisiológica explicada por la relación entre el índice metabólico y el peso corporal, dado que las especies pequeñas ingieren alimentos y respiran a mayor velocidad por unidad de peso corporal que las especies más grandes [18].

La mortalidad natural siempre es considerada como un factor constante de incertidumbre que afecta por igual y en forma permanente, pero puede variar con el crecimiento de la cohorte y

entre cohortes en función de las variables ambientales, como la temperatura del agua y la salinidad. Es difícil encontrar reportes sobre mortalidad natural de cangrejos del género *Callinectes*; sin embargo, se podría decir que las estimaciones no fueron tan altas si se comparan con la $M = 2,5 \text{ a}^{-1}$ de *C. sapidus* para ambos sexos del Lago de Maracaibo [37], no obstante, fue alta al contrastar con la $M = 0,66 \text{ a}^{-1}$ de *C. sapidus* machos de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México [31]. Los individuos de una misma especie pueden tener diversas causas de mortalidad natural en diferentes áreas dependiendo de la cantidad de depredadores y competidores existentes, enfermedades, inanición y vejez, cuya abundancia de la especie está influenciada por la pesca [34].

La mortalidad por pesca $F = 3,52 \text{ a}^{-1}$ en machos y $F = 5,80 \text{ a}^{-1}$ en hembras fue alta y no puede ser considerada como una constante, porque está sujeta a la presión de pesca ejercida por los deseos o habilidades del hombre [11]. Así mismo, la tasa de mortalidad total $Z = 4,71 \text{ a}^{-1}$ en machos y $7,57 \text{ a}^{-1}$ en hembras (FIG. 7), lo que sugiere un fuerte impacto de la pesca, cuyo efecto directo puede causar cambios en la abundancia, en relación a un ecosistema en equilibrio, y también en la estructura de tallas con una reducción de las longitudes máximas [34]. Evidentemente, la alta tasa de mortalidad total asociada a la mortalidad por pesca (F) de machos y sobre todo de hembras, sugiere reducir el esfuerzo pesquero y proteger a las hembras, aunque la pesca excesiva de machos también podría afectar el reclutamiento y/o la vulnerabilidad genética [2]. Esto se podría lograr estableciendo refugios en la boca y dentro de la laguna de Las Marites durante el periodo de máxima actividad reproductiva que ocurre en el primer semestre del año y con mayor intensidad en febrero [29].

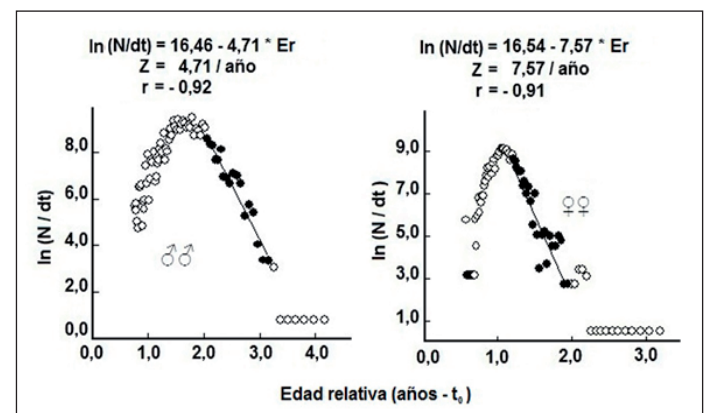


FIGURA 7. ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD TOTAL (Z) A PARTIR DEL MÉTODO DE LA CURVA DE CAPTURA LINEALIZADA DE MACHOS (♂♂) Y HEMBRAS (♀♀) DE *Callinectes danae*

CONCLUSIONES

El cangrejo *C. danae* de La Isleta, isla de Margarita presenta dimorfismo sexual respecto a la talla, diferencia en la proporción sexual y crecimiento isométrico en ambos sexos. Las hembras

crecen a mayor velocidad que los machos, pero con una esperanza de vida más corta. El índice de desempeño Phi prima indica que existe diferencia en el patrón de crecimiento, por lo que se sugiere como medida de manejo considerar la talla mínima de captura, debido a la variabilidad en el crecimiento. Por otro lado, los valores altos de las mortalidades, sugieren reducir la tasa de mortalidad por pesca y proteger las hembras, estableciendo refugios en la boca y dentro de la laguna de Las Marites durante el periodo de máxima actividad reproductiva.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el cofinanciamiento parcial del proyecto: "Biometría y pesquería del cangrejo *C danae* de La Isleta, isla de Margarita" CI-06-060402-1798/2012. A los pescadores de la comunidad de La Isleta, por su apoyo logístico en la obtención de las muestras biológicas. A los Árbitros de la Revista Científica por la lectura y sugerencias al manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABOWEI, J.F.N.; GEORGE, A.D.I.; DEEKAE, S.N. The Age and Growth of *Callinectes amicola* (De Rochebrune, 1883) from Okpoka Creek, Niger Delta, Nigeria. **Int. J. Anim. Vet. Adv.** 1(2): 73-82. 2009.
- [2] ALLENDORF, F.W.; HARD, J.J. Human-induced evolution causes by a natural selection through harvest of wild animals. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.**106: 9987-9994. 2009.
- [3] ARAÚJO, M.; BARRETO, A.; NEGROMONTE, A.; SCHWAMBORN, R. Population ecology of the blue crab *Callinectes danae* (*Crustacea: Portunidae*) in a Brazilian tropical estuary. **An. Acad. Bras. Cien.** 84(1): 129-138.2012.
- [4] ARIZA, L.A.; NÚÑEZ, J.A.; RUIZ, L.; MÉNDEZ, E. Estructura y parámetros poblacionales de tres especies de jaibas de la familia Portunidae (*Decapoda-Brachyura*) de fondos blandos de la zona costera de Cumaná, Sucre-Venezuela. **Bol. Inst. Oceanogr. Vzla.** 56(2): 31-41. 2017.
- [5] ARREGUIN-SÁNCHEZ, F.; SÁNCHEZ, J.A.; DEFEO, O. Análisis del crecimiento de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) de la costa uruguaya en base a datos de composición por longitudes. **Frente Marítimo.** 9: 75-81.1991.
- [6] ASSUNÇÃO, F. Distribuição espaço-temporal e dinâmica populacional do siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (*Decapoda: Portunidae*) na Região adjacente à Baía de Babitonga, Santa Catarina. Universidade Estadual Paulista, Assis. **Tesis de Maestría.** 71 pp. 2014.
- [7] BAPTISTA-METRI, C.; PINHEIRO, M.; BLANKESTEIYN, A.; BORZONE, C. Biología populacional e reproductiva de *Callinectes danae* Smith (*Decapoda: Portunidae*). **Rev. Bras. Zool.**22(2): 446-453.2005.
- [8] BRANCO, J.; MASUNARI, S. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (*Decapoda: Portunidae*) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 9(1-2): 53-66. 1992.
- [9] BRANCO, J.; MASUNARI, S. Reproductive ecology of the blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Rev. Bras. Biol.** 60(1): 17-27. 2000.
- [10] CASTILLO, J.; ESLAVA, N.; GONZÁLEZ, L.W. Crecimiento del cangrejo *Callinectes danae* (*Decapoda: Portunidae*) de la Isla de Margarita, Venezuela. **Rev. Biol. Trop.** 59(4): 1525-1535. 2011.
- [11] CSIRKE, J. Introducción a la Dinámica de Poblaciones de Peces. FAO. **Doc. Tec. Pesca.**192. 82 pp.1980.
- [12] GAYANILO, F.C. Jr.; SPARRE, P.; PAULY, D. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User guide. **FAO Computerized Information Series.** (Fisheries). No. 8. Revised version. Rome, FAO. 168 pp. 2005.
- [13] GIL, L.H. Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes spp.*) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nayarit. **Área de Ciencias Biológico Agropecuarias.** 81 pp. 2009.
- [14] GONZÁLEZ, L.W.; ANTÓN, O. Pesca artesanal del cangrejo *Callinectes danae* (*Decápoda: Portunidae*) en La Isleta, isla de Margarita, Venezuela. **Cien.** 22(1):5-13. 2014.
- [15] GULLAND, J. Crecimiento. En: Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Zaragoza, España: **Editorial Acribia.**154 pp.1971.
- [16] HENDRICKX, M.E. Cangrejos. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro Oriental. Vol. I. **Plantas e invertebrados.** Fischer, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter, K.E.; Niem, V.H. (Eds.) FAO, Roma, Italia. Pp. 565-636. 1995.
- [17] HERNÁNDEZ, L.; ARREOLA, J. Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (*Decapoda: Portunidae*) en la laguna costera Las Guásimas, México. **Rev. Biol. Trop.** 55(1): 226-233. 2007.

- [18] HILL, R.; WYSE, M.; ANDERSON, M. Metabolismo energético. En: **Fisiología animal**. Caracas: Panamericana. 916 pp. 2006.
- [19] KEUNECKE, K.; D'INCAO, F.; MOREIRA, F., SILVA, D.; VERANI, J. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea: Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Iheringia, Ser. Zool.** (2): 231-235. 2008.
- [20] LÓPEZ, F. Cambios en el nivel trófico de la laguna de Las Marites. Escalas y perspectivas. Universidad de Oriente, Cumaná. **Tesis de Doctorado**. 136 pp. 2013.
- [21] NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; CERVANTES-VALLE, C.; MIRANDA-MIER, E.; MORALES-AZPEITIA, R.; ANGUIANO-CARRASCO, M.L. Evaluación biológico-pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora. In: Contributions to the study of East Pacific Crustaceans. **Hendrickx M.E. (Ed.)**. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 125-138. 2003.
- [22] PAULY, D. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. **ICLARM. Stud. Rev.**1. 35 pp. 1979.
- [23] PAULY, D. Length converted catch-curves: A potential tool for fisheries research in the tropics (Part I). **Fishbyte**. 1: 9-13. 1983.
- [24] PAULY, D.; MUNRO, L. Once more on growth comparison in fish and vertebrates. **Fishbyte**. 2: 1-21. 1984.
- [25] PÉREZ-ZABALLOS, J.; DÍAZ, J.A.; GARCÍA-MORENO, A. Modelos adaptativos en Zoología. Manual de prácticas 2. Tamaño, forma y alometría. Reduca (Biología). **Serie Zoología**. 2(2): 20-30. 2009.
- [26] PETRIELLA, A.; BOSCHI, E. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. **Invest. Mar.** 25: 135-157. 1997.
- [27] POPE J.A.; MARGETTS, A.R.; HAMLEY, J.M.; AKYÜZ, E.F. Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. **Doc. Tec. Pesca**. FAO 41/1. Roma, Italia. 56 pp. 1983
- [28] POWELL, D. Estimation of mortality and growth parameters for the length frequency of a catch. Raport process – V **Reunion Conseil International pour L'Exploitation de la Mer**. 175: 167-169. 1979.
- [29] QUIJADA, I. Dinámica reproductiva del cangrejo *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda: Portunidae) de La Isleta, isla de Margarita, durante el periodo enero-diciembre 2014. Universidad de Oriente, Boca del Río. **Tesis de Grado**. 43 pp. 2017.
- [30] RODRÍGUEZ, G. Suborden Brachyura. En: Crustáceos decápodos de Venezuela. **Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas**. Caracas. 494 pp. 1980.
- [31] ROSAS-CORREA, C.; DE JESÚS-NAVARRETE, A. Parámetros poblacionales de la jaiba azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. **Rev. Biol. Mar. Oceanogr.** 43(2): 247-253. 2008.
- [32] RICKER, W. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**191. 382 pp. 1975.
- [33] RIKHTER, V.A.; EFANOV, V.N. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. **ICNAF Res.Doc.** 76/8: 1-12.1976.
- [34] SPARRE, P.; VENEMA, S. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. **Doc. Tec. Pesca**. 306/1. Rev.1. Valparaíso, Chile. 420 pp. 1997.
- [35] TAYLOR, C. Growth equations with metabolic parameter. **Internt. Council for the Explorat. Sea**. 27(3): 270-286. 1962.
- [36] VAN ENGEL, W. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 1. Reproduction, early development, growth, and migration. U. S. Fish Wildl. Serv. Commer. **Fish. Rev.** 24(6): 6–17.1958.
- [37] VILLASMIL, L.; MENDOZA, J.; FERRER, O. Crecimiento y mortalidad del cangrejo azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, del Lago de Maracaibo. **Cien.** 5(1): 7-15. 1997.
- [38] VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth. **Hum. Biol.** 10(2): 181-213.1938.
- [39] WETHERALL, J. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. **Fishbyte**. 4: 12-14. 1986.
- [40] WILLIAMS, A. Shrimp lobster and crabs of the Atlantic coast of the Eastern Unites States, Maine to Florida. Washington D.C, **Smithsonian Institution Press**. XVII. 550 pp. 1974.
- [41] ZAR, J. Testing for goodness of fit. In: Biostatistical analysis. New Jersey: **Prentice Hall**, Inc. 662 pp. 1996.